

Учреждение образования
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Электронный учебно-методический комплекс для студентов
специальности 1-89 01 01 Туризм и гостеприимство

Брест
БрГУ имени А.С. Пушкина
2018



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 1 из 744

Назад

На весь экран

Закреть

УДК 612(075.8)
ББК 28.707.3я73
С12

Авторы-составители:

доцент кафедры анатомии, физиологии и безопасности человека
УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»
кандидат биологических наук, доцент

Н.К. Саваневский

доцент кафедры анатомии, физиологии и безопасности человека
УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»
кандидат биологических наук, доцент

Г.Е. Хомич

преподаватель кафедры анатомии, физиологии и безопасности человека
УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

Е.Н. Саваневская

Рецензенты:

кафедра физического воспитания и спорта
УО «Брестский государственный технический университет»

доктор медицинских наук, профессор, главный врач
УЗ «Брестская областная больница»

А.С. Карпицкий

Учебно-методический комплекс включает содержание учебного материала по курсу физиологии человека, теоретический лекционный курс, практикум, вопросы для самоконтроля, контрольные тесты, вопросы к экзамену, список литературы. Представленные материалы ставят своей целью формирование у студентов системы знаний и умений, необходимых в их будущей профессиональной деятельности.

Комплекс адресован студентам географического факультета специальности 1-89 01 01 Туризм и гостеприимство. Он также будет полезен студентам биологических специальностей университета.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 2 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	7
СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА	10
ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	26
ЛЕКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	38
Лекция 1. Физиология как предмет и характеризующие его понятия	38
Лекция 2. Общие физиологические свойства живых образований. Биоэлектрические процессы	58
Лекция 3. Функциональная организация центральной нервной системы	85
Лекция 4. Структуры различных отделов центральной нервной системы и их функции	106
Лекция 5. Функциональная организация вегетативной нервной системы	147
Лекция 6. Общий план строения и организации функций сенсорных систем	160
Лекция 7. Физиология зрительной, слуховой и вестибулярной сенсорных систем	174
Лекция 8. Основные закономерности высшей нервной деятельности. Особенности формирования условных рефлексов	195
Лекция 9. Состав и общие свойства крови	220
Лекция 10. Форменные элементы крови	231
Лекция 11. Иммунные свойства крови	243
Лекция 12. Значение кровообращения и функции сердца	251
Лекция 13. Гемодинамика. Регуляция кровообращения	266
Лекция 14. Внешнее дыхание и его показатели	285
Лекция 15. Дыхательный газообмен	293
Лекция 16. Регуляция дыхания	304
Лекция 17. Общая характеристика пищеварительных процессов. Пищеварение в полости рта и желудке	312



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 3 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 18. Пищеварение в тонком и толстом кишечнике. Всасывание . . .	325
Лекция 19. Общая характеристика процессов выделения	338
Лекция 20. Обмен веществ и энергии как основа жизнедеятельности орга- низма. Принципы рационального питания	351
Лекция 21. Система терморегуляции	381
Лекция 22. Общая характеристика эндокринной системы. Биологические свойства гормонов	401
Лекция 23. Общие физиологические закономерности роста и развития орга- низма человека	413
Лекция 24. Возрастная периодизация. Физиологические особенности орга- низма людей пожилого и старческого возраста	421
Лекция 25. Влияние образа жизни и двигательной активности на процессы старения. Экология и продолжительность жизни	439
Лекция 26. Общие принципы и характеристики процесса адаптации	453
Лекция 27. Физиологические особенности адаптации к физическим нагрузкам	463
Лекция 28. Резервные возможности организма человека	477
Лекция 29. Физическая активность как средство укрепления здоровья и по- вышения уровня физической работоспособности	488
Лекция 30. Влияние пониженного атмосферного давления на организм че- ловека	502
Лекция 31. Адаптация организма к высокому атмосферному давлению . .	517
Лекция 32. Влияние повышенной температуры окружающей среды на орга- низм человека	526
Лекция 33. Акклиматизация человека в условиях повышенной влажности. Акклиматизация в условиях пустынь и полупустынь	537
Лекция 34. Влияние низкой температуры окружающей среды на организм человека	552



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 4 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 35. Работоспособность человека при смене поясно-климатических условий	564
Лекция 36. Влияние климата на организм человека. Оздоровление на курортах	582
Материалы к лабораторным и практическим занятиям для 2 курса ТГ	607
Лабораторное занятие 1: Обнаружение биоэлектрических явлений и функциональной лабильности	611
Лабораторное занятие 2: Исследование рефлекторной деятельности центральной нервной системы	616
Лабораторное занятие 3: Изучение функциональной деятельности отделов головного мозга	623
Лабораторное занятие 4: Физиология больших полушарий головного мозга	629
Лабораторное занятие 5: Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы	635
Практическое занятие 1: Зрительная сенсорная система	638
Лабораторное занятие 6: Вестибулярная сенсорная система. Физиология слухового анализатора	642
Лабораторное занятие 7: Условно-рефлекторная деятельность человека . .	648
Практическое занятие 2: Определение общих и частных типов высшей нервной деятельности у человека	656
Лабораторное занятие 8: Особенности высшей нервной деятельности человека	662
Лабораторное занятие 9: Исследование эритроцитов человека	669
Лабораторное занятие 10: Определение количества гемоглобина. Группы крови	673
Лабораторное занятие 11: Физиология сердца	677
Лабораторное занятие 12: Физиология кровеносных сосудов	680
Практическое занятие 3: Физиология дыхания	687
Лабораторное занятие 13: Исследование функциональных показателей внешнего дыхания	691



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 5 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лабораторное занятие 14: Нормы питания человека	697
Лабораторное занятие 15: Определение обмена энергии	703
Практическое занятие 4. Контроль успеваемости по СМ-1 «Общая физиология»	707
Практическое занятие 5: Общие закономерности роста и развития	709
Практическое занятие 6. Контроль успеваемости по СМ-2 «Возрастная физиология»	712
Практическое занятие 7: Физиологические особенности адаптации к физическим нагрузкам	714
Практическое занятие 8: Работоспособность туриста в экстремальных условиях внешней среды	720
Практическое занятие 9. Контроль успеваемости по СМ-3 «Физиологические основы процесса адаптации организма человека»	723
ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ	725
ИТОГОВЫЙ ТЕСТ	729
ПРИЛОЖЕНИЯ	731
ЛИТЕРАТУРА	743



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 6 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ПРЕДИСЛОВИЕ

Физиология человека является дисциплиной цикла общенаучных и общепрофессиональных дисциплин учебного плана специальности туризм и гостеприимство. Ее преподавание призвано сформировать у студентов стиль научного мышления и дать им прикладные знания о процессах жизнедеятельности организма человека и животных.

Учебно-методический комплекс составлен в соответствии с учебным планом и учебной программой по физиологии человека для специальности 1-89 01 01 Туризм и гостеприимство.

Цель учебно-методического комплекса «Физиология человека» – способствовать формированию у студентов целостной системы современных научных знаний о механизмах функционирования организма человека и животных и его органов, тканей, клеток в различных условиях жизнедеятельности.

Задачи комплекса:

1. Формирование знаний о протекании физиологических процессов на клеточном, органном и организменном уровне;
2. Формирование знаний о взаимодействии органов и систем, осуществлении нейрогуморальной регуляции физиологических функций для поддержания гомеостаза в различных условиях, связанных с туристической деятельностью;
3. Выработка материалистических представлений о работе мозга, высшей нервной и психической деятельности человека;
4. Формирование знаний о строении и функциях основных анатомо-физиологических и функциональных систем, обеспечивающих жизнедеятельность и поведение человека при высоких и низких температурах, восхождениях в горы, погружениях под воду, смене часовых поясов;
5. Овладение методиками экспериментальных исследований физиологических показателей человека.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 7 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

В результате изучения курса «Физиология человека и животных» студенты **должны знать:**

1. Классические и современные теории и представления о процессах регуляции функций организма;
2. Основные понятия о возникновении и распространении возбуждения, о роли клеточной мембраны, ионных каналов, переносчиков и рецепторов в межклеточных информационных взаимодействиях;
3. Структуру и функции различных отделов головного и спинного мозга, нейрохимические механизмы интегративно-координационной деятельности нервной системы;
4. Строение и функции сенсорных, эндокринной и других висцеральных систем, обеспечивающих функционирование организма человека в различных условиях туристической деятельности.

должны уметь:

1. Использовать основные закономерности функционирования организма в будущей профессиональной деятельности;
2. Самостоятельно осуществлять простой физиологический эксперимент, обрабатывать и анализировать его результаты.

Для осуществления поставленных целей и задач следует использовать:

1. В процессе обучения метод физиологического эксперимента, в результате которого студенты исследуют с помощью приборов показатели функций организма;
2. Для проверки знаний студентов следующие виды контроля знаний: текущий (на каждом лабораторном занятии), рубежный (после изучения каждого раздела) и итоговый.

При проведении лабораторных занятий ЭУМК является необходимым средством обучения, поскольку в нем каждое из занятий четко определено по объему изучаемого материала, сопровождается использованием справочного материала и оборудования.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 8 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Всего на изучение дисциплины отводится 120 аудиторных часов (72 ч. лекционных, 18 ч. практических занятий и 30 ч. лабораторных занятий). Итоговый контроль – экзамен.

Структура ЭУМК. Настоящее издание включает в себя теоретический раздел, который представлен **лекционным курсом**; **практический раздел** (лабораторные работы с заданиями); вспомогательный раздел (**содержание учебной программы и список литературы**); раздел контроля знаний (вопросы для самоконтроля после лекций, контрольные вопросы и тесты после лабораторных работ, **итоговый тест**, **вопросы к экзамену**).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 9 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. ФИЗИОЛОГИЯ КАК ПРЕДМЕТ И ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЕГО ПОНЯТИЯ

Предмет и значение учебной дисциплины «Физиология человека» для подготовки специалистов в сфере туризма и гостеприимства. Основные этапы истории развития физиологии как экспериментальной науки. Ведущие отечественные и зарубежные физиологи. Связь физиологии с другими науками. Методы физиологических исследований: наблюдение, острый опыт и хронический эксперимент. Общие физиологические понятия.

Тема 2. ОБЩИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОСНОВНЫХ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные понятия о физиологической функции, физиологическом процессе, физиологической системе, механизмах регуляции, функциональной системе, внутренней среде организма. Клетка как структурная и функциональная единица жизни. Составные части многоклеточного организма: ткани, органы, системы органов. Принцип целостности организма. Системный подход и его значение для изучения учебной дисциплины «Физиология человека».

Тема 3. БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЛАБИЛЬНОСТЬ

Биологическое свойство живой клетки. Состояние относительного покоя и возбуждения. Основные показатели функционального состояния возбудимых тканей. Механизм возникновения биопотенциалов. История их открытия (Л. Гальвани,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 10 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Э. Дюбуа-Реймон). Основы современных методик исследования биоэлектрических процессов, возникающих в сердце, головном мозге, сетчатке глаза, скелетных мышцах. Учение Н.Е. Введенского о функциональной лабильности.

ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ. СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Тема 4. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Общая схема строения нервной системы. Центральная и периферическая нервная система. Природа нервного возбуждения. Нервная клетка и функциональное значение ее структур. Виды нейронов, их взаимосвязь, свойства, функции. Представление о рецепторах, классификация и роль в регуляции функций организма. Синапсы, их классификация и ультраструктура. Функциональное значение нервных волокон, особенности строения и физиологические свойства. Афферентные и эфферентные проводящие пути в нервной системе. Проведение нервного импульса через синапс и по аксону нейрона. Скорость распространения нервного импульса в разных нервных волокнах.

Тема 5. СТРУКТУРЫ РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ИХ ФУНКЦИИ

Функциональная организация спинного мозга. Основные рефлексы спинного мозга. Физиология продолговатого и среднего мозга. Функции продолговатого мозга, его роль в моторных и вегетативных реакциях. Функции среднего мозга. Гипоталамус и его структурно-функциональная организация. Связи гипоталамуса с корой больших полушарий и другими отделами головного мозга. Мозжечок и его роль в регуляции двигательных функций.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 11 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Тема 6. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Рефлекторный принцип регуляции функций. Рефлекс. Классификации рефлексов. Рефлекторная дуга и рефлекторное кольцо. Особенности проведения возбуждения в рефлекторной дуге.

Тема 7. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Вегетативная нервная система, ее роль в поддержании гомеостаза. Структурно-функциональная организация вегетативной нервной системы. Особенности соматической и вегетативной иннервации. Влияние симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы на иннервируемые органы.

Тема 8. ОБЩИЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Понятие о сенсорных системах. Учение И.П. Павлова об анализаторах. Общие принципы строения сенсорных систем, их биологическое значение и классификация. Механизмы восприятия действия раздражителей внешней и внутренней среды организма рецепторами, адаптация рецепторов, кодирование, передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах сенсорных систем.

Тема 9. ЗРИТЕЛЬНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Функции и особенности строения зрительной сенсорной системы. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах зрительной сенсорной системы. Основные функциональные показатели зрительной системы.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 12 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Тема 10. ВЕСТИБУЛЯРНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Вестибулярная сенсорная система. Особенности строения и свойств рецепторного отдела, обеспечивающего восприятие и оценку положения тела в пространстве в статике и при перемещении. Передача и обработка информации в проводящих путях и центральных отделах вестибулярной сенсорной системы. Реакции организма на раздражение вестибулярного аппарата.

Тема 11. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учение И.П. Павлова о высшей нервной деятельности. Возбуждение и торможение в коре головного мозга. Виды торможения. Современное представление о механизмах торможения.

Тема 12. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ

Условный рефлекс как форма приспособления животных и человека к изменяющимся условиям существования. Принципы рефлекторной теории (И.П. Павлов). Условия и физиологические механизмы образования условных рефлексов. Классификация условных рефлексов. Сходства и отличия условных и безусловных рефлексов.

Тема 13. ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ТЕМПЕРАМЕНТА ЧЕЛОВЕКА

Типы высшей нервной деятельности. Классификация типов темпераментов по Гиппократу. Типы высшей нервной деятельности по И.П. Павлову, классификация, характеристика. Индивидуально-типологические особенности высшей нервной деятельности человека. Развитие типологических особенностей в онтогенезе.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 13 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

КАРДИОРЕСПИРАТОРНАЯ СИСТЕМА И СИСТЕМА КРОВИ

Тема 14. ХАРАКТЕРИСТИКА КРОВИ КАК ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ОРГАНИЗМА

Понятие о системе крови: периферическая кровь, органы кроветворения, органы кроверазрушения, регулирующий нейрогуморальный аппарат. Функции крови. Состав, объем и физические свойства крови. Изменения крови при мышечной деятельности – миогенные лейкоцитоз, эритроцитоз, тромбоцитоз.

Тема 15. ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ

Характеристика эритроцитов: количество, функции, образование, разрушение, время жизни. Гемоглобин, его роль в транспорте дыхательных газов. Лейкоциты, их количество и функции, образование, продолжительность жизни. Разновидности лейкоцитов, лейкоцитарная формула. Фагоцитоз. Тромбоциты, их количество, функции, образование, продолжительность жизни. Современные представления о системах и механизмах свертывания и противосвертывания крови.

Тема 16. ЗНАЧЕНИЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ И ФУНКЦИИ СЕРДЦА

Функциональная организация сердечно-сосудистой системы. Круги кровообращения. Открытие замкнутой системы кровообращения У. Гарвеем (1628). Строение, функции и физиологические свойства сердца (возбудимость, проводимость, сократимость, автоматия). Фазы сердечного цикла. Показатели работы сердца в покое и при мышечной нагрузке. Частота сердечных сокращений, минутный объем крови, систолический, резервный и остаточный объемы сердца.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 14 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Тема 17. ГЕМОДИНАМИКА

Кровяное давление, его виды: артериальное (систолическое, диастолическое, пульсовое, среднее), венозное. Роль кровяного давления, факторы, определяющие его величину. Давление крови в различных участках сосудистого русла. Артериальное давление при различных функциональных состояниях организма. Методики измерения кровяного давления. Артериальный пульс, его происхождение и характеристика. Объемная и линейная скорости кровотока, время кругооборота крови. Рабочее перераспределение крови. Рабочая гиперемия.

Тема 18. РЕГУЛЯЦИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Нервная регуляция сердечной деятельности. Гуморальная регуляция сердечной деятельности. Гемодинамическая регуляция сердечной деятельности. Нервная регуляция тонуса сосудов. Гуморальная регуляция тонуса сосудов. Рефлекторная регуляция кровообращения.

Тема 19. ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ И ЕГО ПОКАЗАТЕЛИ

Роль и место системы дыхания в организме. Основные этапы дыхания. Дыхательный цикл, процесс вентиляции легких, его неравномерность в разных отделах. Механизмы вдоха и выдоха. Показатели внешнего дыхания. Легочная вентиляция в покое и при мышечной деятельности. Мертвое пространство и альвеолярная вентиляция.

Тема 20. ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ГАЗООБМЕН

Состав атмосферного, вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Парциальное давление кислорода и углекислого газа. Обмен газов (кислорода и углекислого газа) между альвеолярным воздухом и кровью. Транспорт кислорода и углекислого газа кровью. Кислородная емкость крови. Обмен газов между кровью и тканями. Роль миоглобина в снабжении мышц кислородом. Дыхание при повышенном и пониженном атмосферном давлении.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 15 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Тема 21. РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

Понятие о дыхательном центре и его автоматии. Гуморальная регуляция дыхания. Рефлекторная регуляция дыхания. Регуляция дыхания при мышечной работе. Максимальное потребление кислорода, факторы его определяющие.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ, ВЫДЕЛЕНИЯ, ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ

Тема 22. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ. ПИЩЕВАРЕНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ ОТДЕЛАХ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА

Роль ученых (В.А. Басов, И.П. Павлов, К.М. Быков, И.П. Разенков и др.) в изучении физиологии пищеварения. Понятие о пищеварении. Функции пищеварительной системы: моторная, секреторная, всасывания, защитная, метаболическая, выделительная, эндокринная. Пищеварение в различных отделах пищеварительного тракта. Значение печени и поджелудочной железы в пищеварении.

Тема 23. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ ВЫДЕЛЕНИЯ

Выделение как одна из функций, обеспечивающих постоянство внутренней среды организма. Почки, их строение и функции. Нефрон как функциональная единица почки. Особенности почечного кровообращения, современные представления о механизмах мочеобразования. Роль кожи в регуляции теплоотдачи.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 16 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Тема 24. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ КАК ОСНОВА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА

Значение обмена веществ и энергии. Взаимосвязь обмена веществ и энергии. Понятия об ассимиляции и диссимиляции. Обмен белков. Обмен углеводов. Обмен липидов. Витамины, их роль в организме. Регуляция обмена веществ. Обмен воды и минеральных солей. Образование и расход энергии в организме.

Тема 25. ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Питательные вещества как источник энергии и материал для роста клеток и тканей. Содержание и значение воды и минеральных солей в организме. Калорийность суточного рациона. Сбалансированность питания. Влияние употребления алкоголя на здоровье человека.

Тема 26. СИСТЕМА ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ

Тепловой баланс. Понятие о теплообмене. Гомойотермные (теплокровные) и пойкилотермные (холоднокровные) организмы. Температурный гомеостаз. Температура поверхностных тканей (оболочки) и глубоких тканей (ядра). Кожная температура. Первичное и вторичное тепло. Механизмы теплопродукции: сократительный и несократительный термогенез. Механизмы теплоотдачи: теплопроводение, теплоизлучение, конвекция, испарение. Гипотермия и гипертермия.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 17 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Тема 27. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЕЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ. УЧЕНИЕ Г. СЕЛЬЕ ОБ АДАПТАЦИОННОМ СИНДРОМЕ

Общая характеристика эндокринной системы, методы ее изучения. Роль эндокринной системы в регуляции гомеостаза. Стресс и общий адаптационный синдром (Г. Селье). Роль эндокринных желез в регуляции стрессорных реакций.

Тема 28. БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРМОНОВ, ИХ РОЛЬ В РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ, ПРОЦЕССАХ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМА

Биологические свойства и функции гормонов. Классификация гормонов. Органы-мишени. Метаболизм гормонов. Регуляция секреции гормонов, связь желез внутренней секреции и нервной системы. Молекулярно-клеточные механизмы действия гормонов. Роль гормонов в регуляции функций, процессах роста и развития организма человека.

ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ОСНОВЫ ВОЗРАСТНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Тема 29. ОБЩИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Основные закономерности процессов индивидуального роста и развития организма человека. Гетерохронность, неравномерность роста и развития организма. Влияние наследственных признаков и факторов среды на процессы онтогенеза.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 18 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Тема 30. ВОЗРАСТНАЯ ПЕРИОДИЗАЦИЯ. ПАСПОРТНЫЙ И БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ

Возрастная периодизация. Критерии определения паспортного и биологического возраста. Темпы биологического развития. Акселерация (эпохальная и индивидуальная), медиация и ретардация. Критические и сенситивные периоды.

Тема 31. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА ЛЮДЕЙ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА

Характеристика теорий старения. Виды старения: естественное физиологическое, преждевременное и ретардированное. Возрастные особенности опорно-двигательного аппарата, висцеральных и сенсорных систем организма. Возрастные особенности регуляторных систем. Физиологические особенности адаптации людей зрелого и пожилого возраста к физическим нагрузкам.

Тема 32. ВЛИЯНИЕ ОБРАЗА ЖИЗНИ И ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА ПРОЦЕССЫ СТАРЕНИЯ

Старение, продолжительность жизни, адаптивные реакции и реактивность организма. Условия, способствующие продлению активного долголетия.

Тема 33. ЭКОЛОГИЯ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ

Продолжительность жизни в разные исторические эпохи. Средняя продолжительность жизни в Республике Беларусь. Факторы, влияющие на продолжительность жизни.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 19 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АДАПТАЦИИ

Тема 34. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА АДАПТАЦИИ

Понятие об адаптации. Классификация физиологической адаптации. Гомеостаз и его роль в адаптации организма. Адаптация и наследственность. Общий механизм и основные стадии индивидуальной адаптации. Норма адаптивной реакции и структурная цена адаптации.

Тема 35. АДАПТАЦИЯ К СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ. СТАДИИ СТРЕССА

Характеристика состояния стресса, понятие об общем адаптационном синдроме. Стадии стресса. Характеристики реакции тревоги, активации и резистентности.

Тема 36. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

Адаптация и ее виды (генотипическая, фенотипическая). Механизмы адаптации к мышечной деятельности (общие, специфические). Этапы адаптации (срочная, долговременная). Долговременная адаптация к мышечной деятельности как основа роста тренированности человека. Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам различной интенсивности и продолжительности.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 20 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Тема 37. РЕЗЕРВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Понятие о физиологических резервах (резервных возможностях) организма, их характеристика и классификация. Повышение и использование физиологических резервов организма в процессе занятий физической культурой и спортом.

Тема 38. ФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КАК СРЕДСТВО УКРЕПЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Роль физической культуры в условиях современной жизни. Понятие о гиподинамии. Последствия длительного снижения физической активности. Контроль интенсивности физической нагрузки. Физическая активность как средство профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Понятие о физической работоспособности; фазы работоспособности. Значение функциональных изменений в организме для оценки работоспособности человека. Выбор физических нагрузок для укрепления здоровья.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА К ОСОБЫМ УСЛОВИЯМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Тема 39. ВЛИЯНИЕ ПОНИЖЕННОГО АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Влияние атмосферного давления воздуха на организм человека. Понятие о среднегорье и высокогорье. Влияние среднегорья и высокогорья на функции организма. Горная болезнь. Гипоксия и гипокания. Физиологические и патологические сдвиги в организме при гипоксии. Факторы, способствующие развитию горной болезни. Продолжительность акклиматизации и условия ее оптимизации. Физическая работоспособность в условиях измененного барометрического давления.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 21 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Тема 40. АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА К ВЫСОКОМУ АТМОСФЕРНОМУ ДАВЛЕНИЮ

Понятие о гипероксии. Физиологические и патологические сдвиги в организме при гипероксии. Физиологические сдвиги в организме при подводных погружениях, возможные отрицательные последствия. Причины кислородного отравления и меры предосторожности при подводных погружениях с использованием акваланга. Патологические состояния, связанные с высоким атмосферным давлением: отравление кислородом, кислородное голодание, отравление углекислым газом, переохлаждение организма. Физиологические особенности адаптации к высокому атмосферному давлению.

Тема 41. ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Физиологические изменения организма человека в условиях повышенной температуры окружающей среды. Влияние солнечной радиации на организм человека. Симбиоз высокой температуры окружающей среды и факторов риска. Тепловые поражения: тепловой и солнечный удар, тепловой обморок, тепловые судороги, тепловое истощение вследствие обезвоживания организма, тепловое утомление, переходящее в тепловой отек. Физическая работоспособность в условиях повышенной температуры и влажности воздуха.

Тема 42. АККЛИМАТИЗАЦИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ

Физиологические механизмы усиления теплоотдачи в условиях повышенных температуры и влажности. Акклиматизация организма человека к жаркому влажному климату. Тропические болезни. Требования, предъявляемые к иммунизации граждан Республики Беларусь, выезжающих за рубеж.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 22 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Тема 43. АККЛИМАТИЗАЦИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ КЛИМАТА ПУСТЫНЬ И ПОЛУПУСТЫНЬ

Температурный гомеостазис. Акклиматизация организма человека к жаркому сухому климату. Факторы, влияющие на акклиматизацию в условиях жаркого климата.

Тема 44. ВЛИЯНИЕ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Физиологические реакции организма в условиях низкой температуры окружающей среды. Физические механизмы теплопродукции и теплоотдачи в условиях изменения температуры и влажности воздуха. Симбиоз низкой температуры окружающей среды и факторов риска. Акклиматизация организма к холоду. Локальная гипотермия (криотерапия). Общая суховоздушная криотерапия. Физические свойства. Физиологическое действие криотерапии на организм человека. Показания и противопоказания.

Тема 45. ВЛИЯНИЕ СМЕНЫ ЧАСОВЫХ ПОЯСОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Понятие о хронобиологии. Биологические ритмы как эволюционно закрепленная форма адаптации. Классификация биоритмов: циркадные, околосеasonные, сезонные, многолетние. Нарушение циркадной ритмики и ее влияние на здоровье человека. Механизмы регуляции биоритмов. Синдром смены часовых поясов. Акклиматизация организма человека к смене часовых поясов.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 23 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Тема 46. ОСОБЕННОСТИ АККЛИМАТИЗАЦИИ ОРГАНИЗМА РЕБЕНКА К СМЕНЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН

Климатолечение как неотъемлемая часть комплексного оздоровления детей. Общие принципы гелиотерапии, талассотерапии и псаммотерапии. Длительность адаптационного периода.

Тема 47. ОТДЫХ В ДРУГОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ ВО ВРЕМЯ БЕРЕМЕННОСТИ

Физиология женского организма. Фертильный возраст. Особенности отдыха в другой климатической зоне беременных женщин. Перелет беременных женщин. Требования белорусской авиакомпании (Белавиа) к перелету беременных.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Тема 48. ПРЕДМЕТ КЛИМАТОЛОГИИ И ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ЕГО ПОНЯТИЯ

Климатология как наука: предмет, задачи и методы. История развития климатологии. Разделы климатологии: климатотерапия, климатофизиология, климатопатология. Климатотерапия как самостоятельный метод оздоровления организма. Физиологическое действие на организм. Основные методы климатотерапии: аэротерапия, гелиотерапия, талассотерапия, псаммотерапия. Влияние смены климата на организм человека: акклиматизация и реакклиматизация.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 24 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Тема 49. ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Влияние климатических воздействий на функции организма. Метеочувствительность и метеотропные эффекты отдельных климатических величин. Комфортность климата для различных видов деятельности, акклиматизация к местному климату. Влияние экстремальных условий природной среды на организм человека. Режим погоды для отдыха и туризма.

Тема 50. ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ТИПОВ КЛИМАТА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Влияние основных типов климата (классификация Кёппена) на организм человека. Адаптивные типы климата. Влияние климата на развитие и распространение основных возбудителей и переносчиков инфекционных заболеваний. Географическое распределение основных инфекционных заболеваний. Болезни путешественников.

Тема 51. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЗДОРОВЛЕНИЯ НА КУОРТАХ

Понятие и классификация курортов. Основные показания и противопоказания к оздоровлению на курорте. Курортные режимы (общекурортный, санаторный, индивидуальный). Кумысолечение. Физиологическое действие кумыса на организм человека. Показания и противопоказания к кумысолечению. Влияние энотерапии на организм человека. Показания и противопоказания к энотерапии. Анималотерапия: иппотерапия, канистерапия, дельфинотерапия, фелинотерапия. Физиологическое действие гирудотерапии на организм человека. Альтотерапия.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 25 из 744

Назад

На весь экран

Закреть

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Номер модуля, темы, занятия	Название модуля, темы занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия
1	2	3	4	5
	Физиология человека (120 ч.)	72	18	30
Содержательный модуль 1 (СМ-1)				
Общая физиология				
М-1	Введение. Общие физиологические свойства живых образований (6 ч.)	4		2
1.1.	Физиология как предмет и характеризующие его понятия 1. Предмет и значение физиологии, этапы ее развития, методы физиологических исследований. 2. Связь физиологии с другими науками. 3. Основные физиологические понятия: физиологические функции и процессы, раздражимость, раздражители, возбудимость и др.	2		
1.2.	Общие физиологические свойства живых образований. Биоэлектрические процессы 1. Составные части многоклеточного организма: клетки, ткани, органы, системы органов. Принцип целостности организма. 2. Ионные каналы и ионные насосы. Мембранные потенциалы. 3. История открытия биопотенциалов. Учение Н.Е. Введенского о функциональной лабильности.	2		



***Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека***

Начало

Содержание



Страница 26 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

1.3.	Обнаружение биоэлектрических явлений и функциональной лабильности 1. Первый и второй опыты Гальвани. 2. Опыт вторичного сокращения Маттеучи. 3. Определение пороговой и максимальной силы раздражения.			2
М-2	Физиология нервной системы. Сенсорные системы. Высшая нервная деятельность (30 ч.)	12	4	14
2.1.	Функциональная организация центральной нервной системы 1. Классификация нервной системы. Виды нейронов. 2. Представление о рецепторах. Учение о рефлексе. 3. Проведение возбуждения по нервным волокнам и в синапсах.	2		
2.2.	Исследование рефлекторной деятельности центральной нервной системы 1. Исследование уравновешенности возбудительных и тормозных процессов. 2. Анализ рефлекторной дуги. 3. Проприоцептивные рефлексы человека.			2
2.3.	Структуры различных отделов центральной нервной системы и их функции 1. Функции спинного, продолговатого и среднего мозга. 2. Функции ретикулярной формации, мозжечка и промежуточного мозга. 3. Функции подкорковых узлов и коры больших полушарий.	2		
2.4.	Изучение функциональной деятельности отделов головного мозга 1. Наблюдение за рефлекторными реакциями продолговатого мозга. 2. Наблюдение за некоторыми функциями среднего мозга и мозжечка. 3. Ознакомление с некоторыми рефлексами промежуточного мозга.			2



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 27 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

2.5.	Физиология больших полушарий головного мозга 1. Определение индивидуального профиля асимметрии больших полушарий головного мозга человека. 2. Определение сенсорной асимметрии. 3. Проявление функциональной асимметрии больших полушарий головного мозга.			2
2.6.	Функциональная организация вегетативной нервной системы 1. Структурно-функциональная организация вегетативной нервной системы. 2. Особенности соматической и вегетативной иннервации. 3. Влияние симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы на иннервируемые органы.	2		
2.7.	Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы 1. Применение ортостатической и клиностатической проб для исследования возбудимости симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. 2. Наблюдение совместной деятельности симпатического и парасимпатического отделов ВНС.			2
2.8.	Общий план строения и организации функций сенсорных систем 1. Понятие о рецепторах, органах чувств, анализаторах и сенсорных системах. Общие принципы их строения. 2. Значение, классификация и общие свойства анализаторов. 3. Кодирование и передача сенсорной информации.	2		
2.9.	Физиология зрительной, слуховой и вестибулярной сенсорных систем 1. Зрительный анализатор. 2. Слуховой анализатор. 3. Вестибулярный анализатор.	2		
2.10.	Зрительная сенсорная система 1. Наблюдение за рефлексными реакциями зрачка. 2. Опыт Шейнера. 3. Определение ближней точки ясного видения.		2	



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 28 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

2.11.	Вестибулярная сенсорная система. Физиология слухового анализатора 1. Исследование проводимости звука. 2. Вестибулярные влияния на конечности. Наблюдение нистагма головы и глаз. 3. Исследование устойчивости вестибулярного анализатора к вращательным нагрузкам.			2
2.12.	Основные закономерности высшей нервной деятельности. Особенности формирования условных рефлексов 1. Значение условных рефлексов, их отличие от безусловных рефлексов. Образование условных рефлексов. 2. Классификация условных рефлексов. Торможение условных рефлексов. 3. Типы высшей нервной деятельности.	2		
2.13.	Условно-рефлекторная деятельность человека 1. Определение времени элементарной двигательной реакции на условные раздражители. 2. Определение силы нервных процессов. 3. Тестовое определение свойств нервной системы.			2
2.14.	Определение общих и частных типов высшей нервной деятельности у человека 1. Определение общего типа ВНД по анамнестической схеме. 2. Определение частного типа ВНД методом ассоциативного эксперимента.		2	
2.15.	Особенности высшей нервной деятельности человека 1. Определение устойчивости непосредственного объема памяти. 2. Определение объема смысловой (ассоциативной) памяти и предположительного типа мышления. 3. Исследование преобладающего типа запоминания.			2



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 29 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

М-3	Кардиореспираторная система и система крови (28 ч.)	16	2	10
3.1.	Состав и общие свойства крови 1. Кровь, тканевая жидкость, лимфа как внутренняя среда организма. 2. Основные функции крови. Плазма крови. 3. Состав, объем и физические свойства крови.	2		
3.2.	Форменные элементы крови 1. Эритроциты, гемоглобин, их роль в организме. 2. Лейкоциты, их виды и функции. 3. Тромбоциты. Свертывание крови.	2		
3.3.	Исследование эритроцитов человека 1. Рассматривание под микроскопом окрашенных препаратов крови лягушки и человека. 2. Определение количества эритроцитов.			2
3.4.	Иммунные свойства крови 1. Понятие об иммунитете. Виды иммунитета. 2. Роль Т- и В-лимфоцитов в осуществлении иммунитета. 3. Группы крови. Резус-фактор.	2		
3.5.	Определение количества гемоглобина. Группы крови 1. Определение содержания гемоглобина в крови человека. 2. Определение группы крови человека.			2
3.6.	Значение кровообращения и функции сердца 1. Функциональная организация сердечно-сосудистой системы. 2. Физиологические свойства сердца. Цикл сердечных сокращений. 3. Показатели работы сердца в покое и при мышечной нагрузке.	2		
3.7.	Физиология сердца 1. Опыт Данини-Ашнера. 2. Электрокардиография.			2
3.8.	Гемодинамика. Регуляция кровообращения 1. Факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам. 2. Движение крови по сосудам. 3. Регуляция сердечно-сосудистой системы.	2		



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 30 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3.9.	Физиология кровеносных сосудов 1. Измерение частоты пульса в покое и при физической нагрузке. 2. Измерение артериального давления у человека.			2
3.10.	Внешнее дыхание и его показатели 1. Значение и основные этапы дыхания. 2. Дыхательный цикл. Механизм вдоха и выдоха. 3. Легочные объемы. Легочная вентиляция в покое и при мышечной деятельности.	2		
3.11.	Дыхательный газообмен 1. Обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью. 2. Транспорт газов кровью. 3. Обмен газов между кровью и тканями. Дыхание при повышенном и пониженном атмосферном давлении.	2		
3.12.	Физиология дыхания 1. Обнаружение углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе. 2. Модель дыхательных движений.		2	
3.13.	Регуляция дыхания 1. Нервная и рефлекторная регуляция дыхания. Дыхательный центр. 2. Гуморальная регуляция дыхания. 3. Регуляция дыхания при мышечной работе.	2		
3.14.	Исследование функциональных показателей внешнего дыхания 1. Спирометрия. 2. Пневмотахометрия.			2



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 31 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

М-4	Физиологические основы процессов пищеварения, выделения, обмена веществ и энергии, терморегуляции (14 ч.)	10		4
4.1.	Общая характеристика пищеварительных процессов. Пищеварение в полости рта и желудке 1. Значение, функции и общий план строения органов пищеварения. Методы исследования пищеварения. 2. Пищеварение в полости рта. 3. Пищеварение в желудке.	2		
4.2.	Пищеварение в тонком и толстом кишечнике. Всасывание 1. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Роль печени в пищеварении. 2. Пищеварение в тощей и подвздошной кишках. Всасывание. 3. Пищеварение в толстом кишечнике.	2		
4.3.	Общая характеристика процессов выделения 1. Значение процессов выделения. Почки, их строение и функции. 2. Нефрон – функциональная единица почки. 3. Механизмы мочеобразования и мочевыделения. 4. Роль кожи в регуляции теплоотдачи.	2		
4.4.	Обмен веществ и энергии как основа жизнедеятельности организма. Принципы рационального питания 1. Обмен веществ и энергии – основное свойство живой материи. 2. Обмен белков, углеводов, липидов, воды и минеральных солей. Витамины. 3. Образование и расход энергии в организме. Принципы рационального питания.	2		
4.5.	Нормы питания человека 1. Расчетное определение энергетических трат. 2. Составление пищевых рационов.			2
4.6.	Система терморегуляции 1. Тепловой баланс. Понятие о теплообмене. 2. Первичное и вторичное тепло. Механизмы теплопродукции. 3. Механизмы теплоотдачи.	2		



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 32 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

4.7.	Определение обмена энергии 1. Определение основного обмена по таблицам. 2. Определение основного обмена по формуле Рида.			2
М-5	Эндокринная система (2 ч.)	2		
5.1.	Общая характеристика эндокринной системы. Биологические свойства гормонов 1. Эндокринные железы и гормоны, их роль в регуляции функций. 2. Механизм действия и основные физиологические свойства гормонов. 3. Роль эндокринных желез в поддержании гомеостаза и регуляции стрессорных реакций.	2		
М-К₁	Контроль успеваемости по СМ-1 «Общая физиология» (2 ч.)		2	
Содержательный модуль 2 (СМ-2) Возрастная физиология				
М-6	Основы возрастной физиологии (8 ч.)	6	2	
6.1.	Общие физиологические закономерности роста и развития организма человека. 1. Основные закономерности индивидуального развития организма. 2. Рост и развитие организма человека. 3. Влияние наследственных признаков и факторов среды на процессы онтогенеза.	2		
6.2.	Возрастная периодизация. Физиологические особенности организма людей пожилого и старческого возраста 1. Возрастная периодизация, гетерохронность роста и развития. 2. Темпы биологического развития. Акселерация и ретардация. 3. Характеристика теорий старения, его виды. Возрастные особенности адаптации к физическим нагрузкам.	2		



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 33 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

6.3.	Влияние образа жизни и двигательной активности на процессы старения. Экология и продолжительность жизни 1. Старение, продолжительность жизни, адаптивные реакции и реактивность организма. 2. Условия, способствующие продлению активного долголетия. 3. Средняя продолжительность жизни в Республике Беларусь. Экология и продолжительность жизни.	2		
6.4.	Общие закономерности роста и развития 1. Возрастные особенности развития опорно-двигательного аппарата. 2. Особенности развития и становления в онтогенезе нервной системы и высшей нервной деятельности.		2	
М-К ₂	Контроль успеваемости по СМ-2 «Возрастная физиология» (2 ч.)		2	
Содержательный модуль 3 (СМ-3)				
Физиологические механизмы адаптации организма человека				
М-7	Общие вопросы адаптации (10 ч.)	8	2	
7.1.	Общие принципы и характеристики процесса адаптации 1. Общие принципы адаптации. 2. Механизм и стадии индивидуальной адаптации. 3. Адаптация к стрессовым факторам. Стадии стресса.	2		
7.2.	Физиологические особенности адаптации к физическим нагрузкам 1. Механизмы адаптации к мышечной деятельности. 2. Физиологическая характеристика состояния организма при мышечной деятельности. 3. Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам различной интенсивности и продолжительности.	2	2	
7.3.	Резервные возможности организма человека 1. Понятие о физиологических резервах организма. 2. Характеристика и классификация физиологических резервов. 3. Повышение и использование физиологических резервов организма в процессе занятий физической культурой и спортом.	2		



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 34 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

7.4.	Физическая активность как средство укрепления здоровья и повышения уровня физической работоспособности 1. Гипокинезия и гиподинамия. 2. Физическая активность как средство профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. 3. Выбор физических нагрузок для укрепления здоровья.	2		
М-8	Закономерности адаптации организма к особым условиям окружающей среды (12 ч.)	10	2	
8.1.	Влияние пониженного атмосферного давления на организм человека 1. Влияние среднегорья и высокогорья на функции организма. Горная болезнь. 2. Продолжительность акклиматизации к пониженному барометрическому давлению и условия ее оптимизации. 3. Работоспособность организма в условиях пониженного атмосферного давления.	2		
8.2.	Адаптация организма к высокому атмосферному давлению 1. Физиологические сдвиги в организме при подводных погружениях. 2. Причины кислородного отравления и меры предосторожности при подводных погружениях. 3. Патологические состояния, связанные с высоким барометрическим давлением.	2		
8.3.	Влияние повышенной температуры окружающей среды на организм человека 1. Физиологические изменения в организме в условиях повышенной температуры окружающей среды. 2. Физическая работоспособность в условиях повышенной температуры воздуха. 3. Акклиматизация организма к условиям повышенной температуры окружающей среды.	2		



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 35 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

8.4.	Акклиматизация человека в условиях повышенной влажности. Акклиматизация в условиях пустынь и полупустынь 1. Действие сочетания высокой влажности и температуры воздуха на организм человека. 2. Тропические болезни. Требования, предъявляемые к иммунизации граждан Республики Беларусь, выезжающих за рубеж. 3. Акклиматизация в условиях пустынь и полупустынь.	2		
8.5.	Работоспособность туриста в экстремальных условиях внешней среды 1. Влияние дискомфортной температуры и влажности на работоспособность. 2. Работоспособность на высоте и под водой.		2	
8.6.	Влияние низкой температуры окружающей среды на организм человека 1. Физиологические реакции организма в условиях низкой температуры окружающей среды. 2. Физические механизмы теплопродукции и теплоотдачи в условиях низкой температуры окружающей среды. 3. Акклиматизация организма к холоду. Криотерапия.	2		
М-9	Влияние климатологических факторов на организм человека (4 ч.)	4		
9.1.	Работоспособность человека при смене поясно-климатических условий 1. Биологические ритмы. Акклиматизация организма к смене поясно-климатических условий. 2. Особенности акклиматизации организма ребенка к смене климатических зон. 3. Отдых в другой климатической зоне во время беременности.	2		



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 36 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

9.2.	Влияние климата на организм человека. Оздоровление на курортах 1. Климатология как наука. 2. Влияние метеорологических элементов и основных типов климата на организм человека. 3. Современные методы оздоровления на курортах.	2		
М-К ₃	Контроль успеваемости по СМ-3 «Физиологические основы процесса адаптации организма человека» (2 ч.)		2	
	Всего:	72	18	30
	Итоговая аттестация	Экзамен		



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 37 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ЛЕКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Лекция 1. Физиология как предмет и характеризующие его понятия

План лекции

1. Предмет и значение физиологии, этапы ее развития, методы физиологических исследований.
2. Связь физиологии с другими науками.
3. Основные физиологические понятия: физиологические функции и процессы, раздражимость, раздражители, возбудимость и др.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 17, 21–23].

1. Предмет и значение физиологии, этапы ее развития, методы физиологических исследований

Предмет физиологии. Физиология (от греч. *physis* – природа, *logos* – учение) – наука, изучающая жизнедеятельность целостного организма, его отдельных систем, органов, тканей и клеток, выявляющая закономерности функционирования организма и взаимодействия его с окружающей средой. В физиологии выделяют общую, частную и прикладную физиологию.

Общая физиология изучает общие закономерности протекания основных жизненных процессов, раздражимость, возбудимость, механизмы возбуждения и торможения, обмен веществ. Частная физиология исследует свойства отдельных тканей, органов и систем органов. Прикладная физиология изучает особенности жизнедеятельности человека в различных условиях, в связи с чем в ней выделяют физиологию труда, возрастную физиологию, физиологию спорта, физиологию питания, экологическую физиологию, космическую физиологию и др. Важные практические задачи



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 38 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

решает физиология сельскохозяйственных животных. Измененные функции больного организма, закономерности возникновения и развития патологических процессов в организме исследует патологическая физиология.

Значение физиологии для специальности «Туризм и гостеприимство». Для специалистов в области туризма и гостеприимства изучение физиологии человека имеет важное теоретическое и практическое значение. Знание физиологических закономерностей деятельности организма в различных условиях окружающей среды необходимо для правильной организации туризма. Особенно это важно при проведении туристических мероприятий в экстремальных условиях в горах, арктической местности, на воде, под водой и т. д.

Знание механизмов **терморегуляции**, мышечного сокращения, **обмена веществ**, функционирования сердечно-сосудистой, дыхательной и других анатомо-физиологических систем организма дает возможность организовать туризм максимально безопасно и с наибольшей пользой для человека. Появление в последние десятилетия новых видов туризма, например, дайвинга, космического туризма и других вызывает необходимость в теоретическом обосновании оптимальных условий жизнедеятельности человека в космосе, под водой и т. д.

Основные этапы истории развития физиологии. Первые представления о строении и функциях организма возникли еще в древности в связи с необходимостью лечения людей и животных (Гиппократ – 460–377 гг. до н.э., Аристотель – 384–322 гг. до н.э.). Клавдий Гален (129–201 гг.) впервые ввел в практику медицины эксперименты со вскрытием трупов животных. Таджикский ученый Абу Али Ибн Сина – Авиценна (980–1037 гг.), объединив имеющиеся медицинские сведения, написал труды «Канон медицины» и «Введение в анатомию и физиологию».

Основоположителем современной анатомии считают А. Везалия (1514–1564 гг.), правильно описавшего в своем монументальном труде «Семь книг о строении тела человека» основные черты строения человеческого организма. Физиология как отдельная наука сформировалась в XVII веке. В 1628 году английский врач и фи-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 39 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

зиолог У. Гарвей (1578–1657 гг.) опубликовал книгу «Анатомические исследования о движении сердца и крови у животных», в которой изложил свое открытие – наличие кругов кровообращения. Открытие кровообращения считается *датой основания физиологии животных*.

Французский философ, математик, физик и физиолог Р. Декарт (1596–1650 гг.) сформулировал представление об «отраженной деятельности организма» и выдвинул понятие о рефлексе. Через посредство нервной субстанции мозга, по Р. Декарту, возникает двигательная реакция в ответ на внешнее воздействие. На основе рефлекторного механизма Р. Декарт пытался объяснить поведение животных и просто автоматические действия человека. Дальнейшее развитие представления о **рефлекс**е и **рефлекторной дуге** получило в работах чешского анатома и физиолога Я. Прохазки (1749–1820 гг.). Именно им в 1800 г. был введен в науку сам термин «*рефлекс*» и впервые дано классическое описание *рефлекторной дуги*. Основываясь на концепции Р. Декарта об отражении мозгом внешних воздействий, воспринимаемых нервной системой, Я. Прохазка развивает понятие рефлекса как принцип и распространяет принцип рефлекса на деятельность всей нервной системы, в том числе и на психическую деятельность.

В XVII веке в физиологии начали все шире использоваться достижения физики и химии. Итальянский ученый Дж. Борелли (1608–1679 гг.) применил законы механики для объяснения движений, а законы гидравлики – для изучения движения крови в сосудах.

В XVIII в. русский ученый М.В. Ломоносов еще до европейских ученых впервые сформулировал трехкомпонентную теорию цветного зрения и предложил первую классификацию вкусовых ощущений. В конце XVIII в. итальянский физиолог Л. Гальвани доказал существование в живых тканях «животного электричества», что совместно с опытами К. Маттеуччи послужило основой для изучения природы процесса возбуждения.

Значительного развития физиология как наука достигла в XIX–XX и начале



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 40 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

XXI века. Большой вклад в развитие физиологии внесли английские исследователи – Ч. Белл, Ч. Шеррингтон, Дж. Ленгли, Э. Старлинг, Д. Баркрофт, Э. Хаксли, немецкие – И. Мюллер, Э. Дюбуа-Реймон, К. Людвиг, Г. Гельмгольц, Э. Пфлюгер, К. Вернике, французские – К. Бернар, Ф. Мажанди, Л. Лапик, П. Брока, итальянские – А. Моссо, Л. Лючиани, голландские – В. Эйнтховен, Р. Магнус, канадский исследователь Г. Селье, американский – У. Кеннон, датский – А. Круг, польский – К. Функ и многие другие.

«Отцом русской физиологии» называют И.М. Сеченова, изложившего в своей книге «Рефлексы головного мозга» физиологические основы психической деятельности. Ученик И.М. Сеченова Н.Е. Введенский открыл явления оптимума и пессимума, создал учение о парабииозе. Ученик Н.Е. Введенского А.А. Ухтомский открыл закон доминанты в функционировании нервной системы.

Выдающийся вклад в развитие физиологии внес русский ученый И.П. Павлов – лауреат Нобелевской премии за работы в области физиологии пищеварения. Открыв **условные рефлексы**, И.П. Павлов создал новое направление в физиологии – физиологию высшей нервной деятельности. Выдающимися учениками И.П. Павлова были русские ученые Л.А. Орбели, С.П. Бабкин, К.М. Быков, А.Д. Сперанский, И.П. Разенков, Н.И. Красногорский, А.Г. Иванов-Смоленский, П.К. Анохин, А.Э. Асратян и многие другие.

В исследование функций **вегетативной нервной системы** большой вклад внесли У. Гаскелл, Дж. Ленгли, Н.А. Миславский, У. Кеннон, Л.А. Орбели, В.Н. Черниговский, А.Д. Ноздрачев. Автономные рефлексы, осуществляемые симпатическими вегетативными ганглиями, были подробно изучены коллективом белорусских ученых в Институте физиологии АН БССР под руководством академика И.А. Булыгина.

В настоящее время больших успехов достигли исследования физиологических процессов, происходящих не только в органах и тканях, но и на клеточном и молекулярном уровнях. Усовершенствование и появление новых физических, химических, электрофизиологических и других методов исследования с применением информа-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 41 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ционных компьютерных технологий, математическое моделирование физиологических процессов позволяет значительно углубить и расширить знания о функционировании целостного организма человека и животных, отдельных его систем, органов, клеток и тканей.

Методы физиологических исследований. Физиология – наука экспериментальная. В зависимости от целей эксперимента используются разнообразные методы физиологических исследований. На ранних этапах развития физиологической науки широко применялся метод удаления всего органа или его части (метод экстирпации) с последующими наблюдениями за произошедшими изменениями в организме, вызванными экстирпацией. В некоторых случаях орган пересаживают на другое место или в другой организм (метод трансплантации).

Русский ученый И.П. Павлов широко ввел в практику фистульный метод, при котором органы, находящиеся в глубине тела (желудок, кишечник), соединялись с помощью трубки (фистулы) с внешней средой. Вариантами такой методики можно считать выведение на кожу протоков околоушной или поднижнечелюстной слюнных желез, а также современную методику катетеризации, т. е. введения в кровеносные сосуды, сердце, протоки желез тончайших трубок – катетеров. Используя катетеры, можно вводить различные лекарства, устранять тромбы и т. д.

С помощью методики денервации изучают влияние нервной системы на деятельность органа. При этом нервные волокна, иннервирующие орган, либо перерезают, либо раздражают электрическим или химическим способом.

В последнее время в физиологии широко используются инструментальные методики, позволяющие записывать биотоки мышц (электромиография), желудка (электрогастрография), сердца (**электрокардиография**), мозга (электроэнцефалография), а также отдельных нейронов или их групп с помощью вживленных микроэлектродов, и многие другие. Компьютерная обработка полученного массива экспериментальных данных значительно облегчает выявление закономерностей функционирования того или иного физиологического объекта.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 42 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

2. Связь физиологии с другими науками

Физиология человека тесно связана с другими науками. Состояние человеческого организма, его поведение и эмоции, способность противостоять экстремальным факторам окружающей среды сильно зависят от выработки гормонов, нейропептидов, биогенных аминов и других биологически активных веществ, состав и свойства которых изучает *биохимия*. Правильная организация питания туристов невозможна без учета калорийности и состава пищевого рациона, создания специальных питательных смесей, что также является прерогативой биохимии. Все биохимические реакции в теле человека протекают в цитоплазме клетки, на биологических мембранах, с участием органоидов.

Любой физиологический процесс имеет материальную, в некоторых случаях еще недостаточно изученную природу, и протекает в конкретных анатомических структурах организма, что указывает на тесную связь физиологии человека с *анатомией* человека.

Физиология взаимосвязана со всеми *медицинскими специальностями*. Ее достижения постоянно используются в практической медицине, которая в свою очередь предоставляет материал для физиологических исследований. Знание нормальных проявлений жизнедеятельности организма здорового человека, его констант гомеостаза позволяет на ранних этапах развития болезни выявлять малейшие признаки патологии и осуществлять адекватную медицинскую помощь. Раскрытие закономерностей протекания физиологических процессов в организме человека является необходимым условием увеличения продолжительности жизни, рациональной организации оздоровления и облегчения условий труда и быта, лежит в основе профилактической медицины.

Функции клеток, тканей и органов тесно взаимосвязаны с их структурой. *Гистология* изучает развитие, строение и жизнедеятельность тканей животных организмов, клеток и их субмикроскопических структур, что теснейшим образом переплетается с физиологией.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 43 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Физиология тесно связана с *генетикой*. Генетикой доказано, что изменение генотипа приводит к изменению фенотипических, в том числе и физиологических свойств организма. Для понимания многих физиологических процессов, механизмов памяти существенное значение имеет выяснение кодирования наследственных особенностей строения и функций организма в нуклеиновых кислотах, участия ДНК и РНК в процессах памяти. Поскольку безусловнорефлекторные компоненты поведения передаются по наследству, то исследование генетических характеристик организма может дать ключ к пониманию особенностей поведения индивидуумов в определенных условиях внешней среды.

3. Основные физиологические понятия: физиологические функции и процессы, раздражимость, раздражители, возбудимость и др.

Физиологические функции. Физиологической функцией называют проявление жизнедеятельности человека или другого живого организма в виде определенных свойств и деятельности (поведения), имеющих приспособительный характер. Осуществляя различные функции, организм адаптируется к внешним условиям или приспособливает их к своим потребностям, поддерживая относительное постоянство своей внутренней среды, т. е. **гомеостаз**. Основной функцией организма человека является **обмен веществ и энергии**, с которым тесно связаны все остальные физиологические функции: рост, развитие, размножение, питание и пищеварение, секреция, дыхание, кровообращение, выделение, реакция на внешние и внутренние воздействия.

Функции могут быть: простые и сложные, врожденные и приобретенные, статические и динамические, вегетативные и соматические, корреляционные и барьерные. В основе любой физиологической функции организма человека лежит обмен веществ, энергии и информации. Проявляясь в химических, физических, в том числе и механических изменениях, физиологические функции представляют собой сложную, взаимосвязанную совокупность этих изменений, для изучения которой необходимо



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 44 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

использовать данные физических, химических и морфологических исследований.

Физиологические процессы. При осуществлении физиологических функций в организме протекают физиологические процессы. В отличие от физических и химических процессов, происходящих в неживой природе, физиологические процессы в живом организме, как правило, являются обратимыми, быстро восстанавливающимися. Лишь в отдельных случаях они могут быть необратимыми. Например, выделение пота потовыми железами может осуществляться многократно без нарушения их структуры, а секреция кожного сала сальными железами происходит с разрушением их клеток.

После выполнения физиологических функций исходные вещества часто не разрушаются необратимо, как в неживой природе, а могут восстанавливаться до исходного и даже более высокого уровня. Физиологические процессы, как правило, характеризуются высвобождением энергии, значительно превышающей энергию раздражителей, вызвавших определенные ответные реакции клетки, ткани, органа или всего организма. Физиологические процессы могут протекать в органах и тканях организма, не подвергаясь непосредственно действию раздражителя. Осуществление данных процессов требует значительных количеств энергии, поступающей с пищей.

Для понимания природы физиологических процессов чрезвычайно важна разработка все более чувствительных и точных способов исследования, позволяющих определять и измерять очень небольшие и быстро происходящие физические и химические изменения. Использование современных достижений физики, химии, техники и других областей знания дает возможность изучать физиологические процессы, протекающие не только в целом организме или отдельных его органах, но и на клеточном и молекулярном уровнях.

Каждый орган в организме выполняет одну или несколько определенных функций. Самостоятельность органа ограничена, так как он входит в систему органов и его деятельность регулируется целостным организмом. Органы, объединенные выполнением определенной физиологической функции, составляют *физиологическую*



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 45 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

систему. В организме человека выделяют следующие физиологические системы: нервную, пищеварительную, сердечно-сосудистую (кровеносную), дыхательную, выделительную, половую, эндокринную, лимфатическую, иммунную, покровную, систему крови, сенсорные системы. Анатомические костная и мышечная системы объединяются в связи с выполнением общей функции в опорно-двигательный аппарат. Постоянное взаимодействие физиологических систем обеспечивает функционирование целостного организма человека. Тонкое взаимодействие каждого органа и системы органов с функциями других органов и систем осуществляется комплексом регуляторных механизмов.

Раздражимость. Способность живых клеток, тканей, органов и всего организма активно отвечать на воздействия определенных факторов внешней и внутренней среды изменением обмена веществ, возникновением, усилением или ослаблением своей деятельности называется раздражимостью. Раздражимость обусловлена, в первую очередь, изменением структуры и ионной проницаемости цитоплазматической мембраны клетки.

Воздействия внешней или внутренней среды называют *раздражителями*, или стимулами, а ответные реакции на них клеток, тканей и всего организма – *биологическими реакциями*. Сам процесс воздействия раздражителя называется *раздражением*.

По своей природе раздражители могут быть химическими, электрическими, механическими, температурными, радиационными, световыми, биологическими и др. По своему биологическому значению для каждой клетки все раздражители делятся на *адекватные* и *неадекватные*.

Адекватными называются те раздражители, которые при минимальной силе раздражения вызывают возбуждение в данном виде клеток, выработавших в процессе эволюции специальную способность реагировать на эти раздражители. Чувствительность клетки к адекватным раздражителям очень велика. Все остальные раздражители называют неадекватными.

В той или иной степени способны отвечать на раздражение все живые клетки и



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 46 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ткани. Однако нервная, мышечная и железистая ткань в отличие от других способны осуществлять быстрые реакции на раздражения. Эти ткани получили название *возбудимых тканей*.

Раздражители отличаются друг от друга не только по своей природе, но и по своей силе. Раздражитель одной и той же природы может быть подпороговой, пороговой, субмаксимальной, максимальной и супермаксимальной силы. Наименьшая сила раздражителя, при воздействии которой возникает возбуждение в виде потенциала действия и наблюдается самая малая ответная реакция, называется *пороговой силой*, или *порогом раздражения*. Все раздражители силой меньше порога называют подпороговыми. Самую малую из сил, вызывающую самую большую ответную реакцию, называют максимальной силой раздражителя, или максимальной силой раздражения. Раздражители, сила которых больше пороговой, но меньше максимальной, называют субмаксимальными. Раздражители с силой, превышающей максимальную, называют супермаксимальными, или сверхмаксимальными.

При действии сверхмаксимальных по силе раздражителей ответная реакция не превышает максимальную и может становиться меньше. Для субмаксимальных по силе раздражителей справедливы законы силы, длительности и градиента раздражения.

Закон силы раздражения: чем сильнее раздражение, тем больше (до определенных пределов) ответная реакция.

Закон длительности раздражения, или закон гиперболы: чем продолжительнее раздражение, тем больше (до известных пределов) ответная реакция живого образования.

Закон градиента раздражения, или закон крутизны раздражения: чем быстрее нарастает сила раздражения, т. е. выше ее градиент, тем быстрее (до известных пределов) возникает возбуждение.

Возбудимость. Способность нервных, мышечных и железистых клеток и тканей, а также рецепторных клеток быстро отвечать на раздражение изменениями своих физиологических свойств и возникновением возбуждения называется *возбудимостью*. Возбуждение – это волнообразный процесс, который проявляется в специ-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 47 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

фической ответной реакции ткани (мышечная – сокращается, железистая – выделяет секрет, нервная – генерирует электрический импульс) и неспецифической (изменение t° , обмена веществ и др.). Обязательным признаком возбуждения является изменение электрического заряда мембраны клетки. Характерной особенностью клетки в момент ее возбуждения является ее неспособность отвечать на новое раздражение, что получило название *рефрактерность*.

Возникнув в одной клетке или в одном ее участке, возбуждение распространяется и возбуждает другие участки клетки или соседние клетки. Ответ живой клетки или ткани на раздражение и возникновение возбуждения происходит не мгновенно, а через некоторый период времени. Этот промежуток времени между началом действия раздражителя и реакцией на него клетки, ткани, органа или всего организма получил название *латентного, или скрытого периода*.

Минимальная сила раздражения, необходимая для возникновения возбуждения клетки и генерации потенциала действия, называется *порогом возбуждения*. Порог возбуждения и порог раздражения понятия близкие, т. к. характеризуют две взаимодействующие стороны одного процесса. Так, порог раздражения характеризует силу раздражителя, действующего на ткань или орган, и измеряется в различных физических величинах (градусах, килограммах, децибеллах и т. д.). Порог возбуждения характеризует способность живого образования возбуждаться в ответ на действие раздражителя и генерировать **потенциал действия**. Он измеряется в миллиВольтах.

Механизмы регуляции. В процессе эволюции в многоклеточных организмах возникла необходимость координации деятельности различных клеток, тканей и органов, выполняющих специализированные функции. *Физиологическая регуляция* – это активное управление функциями организма и его поведением для поддержания оптимального уровня жизнедеятельности, постоянства внутренней среды и обменных процессов с целью адаптации организма к меняющимся условиям среды.

Древнейшей формой взаимодействия, регуляции и управления между клетками многоклеточных организмов является химическое, или *гуморальное влияние*. Оно



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 48 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

у менее сложно организованных многоклеточных осуществляется посредством продуктов обмена веществ, которые выделяются в жидкости организма. Затем в процессе эволюционного развития у животных возникли специализированные секреторные клетки, синтезирующие биологически активные вещества, специально предназначенные для регуляции процессов жизнедеятельности.

Гуморальными факторами регуляции процессов жизнедеятельности и управления органами в организме человека являются: 1) *физиологически активные вещества* – **гормоны**, вырабатываемые **эндокринными железами** и некоторыми другими органами и клетками организма (например, гормон адреналин вырабатывается эндокринной железой – мозговым веществом надпочечников, а также хромаффинными клетками, находящимися в нервных узлах, стенке кровеносных сосудов и других органах); 2) некоторые *специфические продукты обмена веществ* клеток, в том числе и медиаторы (ацетилхолин, норадреналин и др.); 3) некоторые *неспецифические продукты обмена веществ* клеток (например, СО₂ оказывает возбуждающее действие на клетки дыхательного центра продолговатого мозга); 4) некоторые *вещества, поступающие вместе с продуктами питания, при дыхании, через кожу* (например, никотин, вдыхаемый с табачным дымом, снижает возбудимость нервных клеток и оказывает отрицательное воздействие на деятельность многих клеток и тканей).

Важнейшим видом гуморальной регуляции функций является *гормональная регуляция*, осуществляемая посредством гормонов, которые вырабатываются эндокринными железами. Кроме того, гормоноподобные вещества выделяются и некоторыми другими органами и клетками организма, выполняющими, помимо эндокринной, другую специализированную функцию (**почки**, плацента, клетки слизистой оболочки **пищеварительного тракта** и др.). Эти вещества получили название тканевых **гормонов**.

Особенностями гуморальной регуляции является то, что она: 1) не имеет точного адресата, так как с током биологических жидкостей вещества могут доставляться к любым клеткам организма; 2) имеет небольшую скорость доставки информации,



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 49 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

что определяется скоростью тока биологических жидкостей (максимальная скорость тока крови в аорте примерно 0,5 м/с); 3) действует продолжительно; 4) относительно медленно начинает свое действие и также медленно его прекращает.

В процессе эволюции животного мира механизмы гуморальной регуляции и управления постепенно дополнялись более сложными и более совершенными механизмами *нервной регуляции* функций. Нервная система воспринимает внешние и внутренние воздействия, анализирует, перерабатывает и хранит поступающую информацию, регулирует и координирует функции организма, управляет его жизнедеятельностью.

Особенностями нервной регуляции является то, что она: 1) имеет точного адресата, так как нервные импульсы по нервным волокнам доставляются к строго определенным органам и тканям; 2) обладает большой скоростью доставки информации (скорость передачи нервного импульса по толстым миелиновым волокнам достигает 120 м/с); 3) оказывает быстрое действие и также быстро его прекращает.

По мере совершенствования животных организмов гуморальные механизмы все более подчинялись нервному влиянию, и возникла единая *нейрогуморальная регуляция функций*.

Функциональная система. П.К. Анохин первый обратил внимание на то, что системы в живом организме не просто анатомически соединяют входящие в них отдельные элементы, но и объединяют их для осуществления отдельных жизненно важных функций организма. Осуществление любого физиологического или психического процесса связано с образованием в организме функциональных систем, обеспечивающих достижение нужных результатов и обуславливающих целенаправленное поведение.

Под *функциональной системой* П.К. Анохин понимал временное саморегулирующееся объединение рецепторов, различных мозговых структур и исполнительных органов, взаимодействующих совместно с целью достижения приспособительных полезных для организма результатов.

В отличие от традиционных анатомо-физиологических систем, которые состоят



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 50 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

из определенного постоянного набора органов, функциональные системы производят избирательное объединение различных органов в разных комбинациях из разных анатомических систем для достижения полезных для организма приспособительных результатов. Один и тот же орган, включенный в разные функциональные системы, может выполнять различные функции.

Функциональная система целостного поведенческого акта (рис. 1) включает в себя следующие механизмы (элементы): 1) афферентный синтез; 2) принятие решения; 3) акцептор результатов действия и эфферентная программа действия; 4) выполнение действия; 5) получение результатов действия и сравнение их на основе обратной афферентации с программой действия.

Стадия *афферентного синтеза* складывается из мотивационного возбуждения, установочной афферентации, использования аппарата памяти, пусковой афферентации.

Работа функциональной системы направлена на получение полезного приспособительного результата для удовлетворения возникшей биологической или социальной потребности. Вызвав активность в определенных структурах мозга, потребность приводит к возникновению мотивации. В организм постоянно поступает много разнообразной информации и одновременно может существовать несколько мотиваций. В каждый момент времени мотивация, в основе которой лежит наиболее важная потребность, становится доминирующей. Доминирующее *мотивационное возбуждение* определяет все последующие этапы мозговой деятельности по формированию поведенческих программ.

Для правильного программирования дальнейшего поведения организму необходимо оценить окружающую обстановку и свое положение в ней. Это достигается благодаря *установочной афферентации*, т. е. поступлению от рецепторов потока импульсов, несущих информацию об условиях, в которых предполагается осуществить поведенческий акт, направленный на удовлетворение возникшей потребности.

Обязательным компонентом, который неоднократно используется в функциональной системе, является нейрофизиологический аппарат *памяти*. Благодаря па-



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 51 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

мнот, обстановочная афферентация сравняется с теми условиями в прошлом, при которых была успешной деятельность, которую организму предстоит совершить.

Если окружающая обстановка и состояние организма благоприятствуют предполагаемому поведенческому акту, то информация, поступающая от рецепторов, становится пусковой (*пусковая афферентация*) для принятия решения о выполнении действий для удовлетворения потребности.

На основе афферентного синтеза осуществляется *принятие решения*. Извлекая из памяти информацию о собственном или чужом опыте по удовлетворению потребности в аналогичной обстановке, мозг выбирает один из многих способов для достижения поставленной цели. При этом избирательно возбуждаются нервные центры, которые обеспечивают осуществление выбранной поведенческой реакции. Деятельность нервных структур, мешающих выполнению данной реакции, тормозится.

Вслед за принятием решения формируется специальный аппарат прогнозирования будущих результатов – *акцептор результатов действия* и одновременно вырабатывается *эфферентная программа действия*. Акцептор результатов действия представляет собой нейронную модель предполагаемого результата, к которому должно привести данное действие. Предвидение будущих результатов происходит благодаря последовательному возбуждению корково-подкорковых структур мозга, которое опережает реальные события и возникает еще до поступления афферентных сигналов от рабочего органа (обратных связей) о выполнении действия. Информация о последовательности возбуждения нервных центров хранится, вероятно, в долговременной памяти.

Эфферентная программа действия представляет собой определенную последовательность набора нервных команд, поступающих на исполнительные органы – эффекторы. В каждом конкретном случае это могут быть различные комбинации органов из разных анатомических систем организма. Но они объединяются нервными и эндокринными связями и некоторое время функционируют взаимозависимо и совместно для достижения полезного приспособительного результата. Нередко



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 52 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

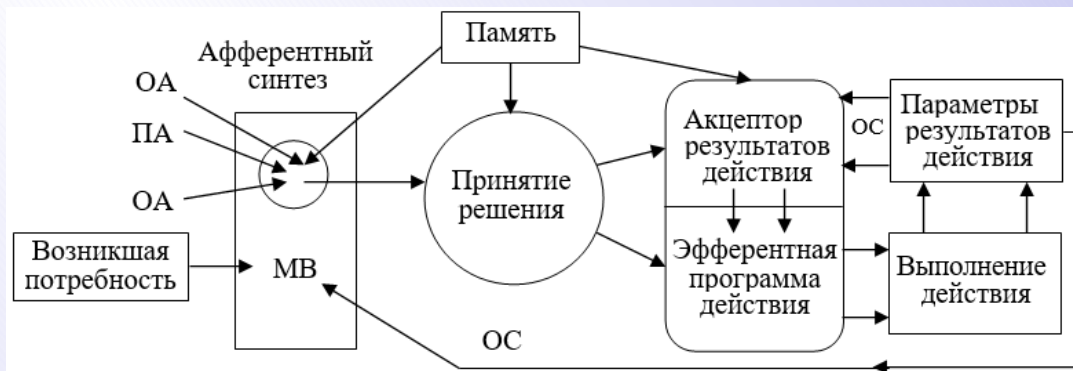


Рисунок 1 – Упрощенная схема поведенческого акта с основными механизмами функциональной системы: ОА – обстановочная афферентация; ПА – пусковая афферентация; МВ – мотивационное возбуждение; ОС – обратные связи (обратная афферентация)

разные функциональные системы для достижения различных приспособительных результатов могут использовать одни и те же органы. Например, сердце является необходимым компонентом и в функциональной системе для поддержания постоянного уровня кровяного давления, и в функциональных системах по обеспечению газообмена, терморегуляции и др.

Благодаря акцептору результатов действия осуществляется быстрое включение согласно с эфферентной программой исполнительных органов функциональной системы и происходит выполнение действия.

Осуществление действия приводит к реальному результату, информация о котором с помощью *обратной афферентации* (**обратных связей**) поступает в акцептор действия, где сравнивается с запрограммированным результатом. Если полученный эффект соответствует запрограммированному, то человек испытывает положительные эмоции. Программа, приводящая к успешному выполнению поведенческого акта



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 53 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

и полезному приспособительному результату, закрепляется в долгосрочной памяти, а сформировавшаяся функциональная система перестает существовать, т. к. произошло удовлетворение потребности и соответствующая мотивация перестает быть доминирующей.

При отсутствии ожидаемого результата возникают отрицательные эмоции и может произойти один из вариантов: 1) повторная попытка выполнения тех же рефлекторных реакций по той же программе; 2) при стойкой мотивации происходит перестройка программы действия, вносятся поправки в его выполнение; 3) при нестойкой мотивации отсутствие ожидаемого результата может привести к изменению самой мотивации или к ее исчезновению.

Таким образом, сложные поведенческие акты организма строятся не по типу раздражение рецептора – ответная реакция эффектора, а по принципу рефлекторных кольцевых взаимодействий, которые является одним из основных механизмов деятельности функциональных систем.

Внутренняя среда организма. **Кровь**, лимфа и тканевая жидкость являются внутренней средой организма. Омывая все клетки, внутренняя среда доставляет им вещества, необходимые для жизнедеятельности, и уносит конечные продукты обмена. Кроме крови, лимфы и тканевой жидкости во внутреннюю среду отдельных органов входят спинномозговая, суставная, плевральная и другие жидкости.

В отличие от непрерывно изменяющейся внешней среды внутренняя среда относительно постоянна по своему составу и физико-химическим свойствам (t° , осмотическое давление, pH и др.) и параметры ее колеблются лишь в очень узких пределах.

Постоянство химического состава и физико-химических свойств внутренней среды является важной особенностью организмов высших животных. Для обозначения этого постоянства американский физиолог Уолтер Кеннон в 1929 г. предложил термин – *гомеостаз*, или *гомеостазис* (от греч. *homoios* – подобный, *stasis* – стояние). Однако идея о существовании физиологических механизмов, направленных на поддержание постоянства внутренней среды организма, была высказана еще во



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 54 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

второй половине XIX века Клодом Бернаром. К. Бернар рассматривал стабильность физико-химических условий во внутренней среде как основу свободы и независимости живых организмов в непрерывно меняющейся внешней среде. Явления гомеостаза наблюдаются на разных уровнях биологической организации. Гомеостаз выражается в наличии ряда жестких и пластичных биологических констант, т. е. устойчивых количественных показателей, характеризующих нормальное состояние организма. Эти константы непрерывно колеблются около постоянных уровней. Диапазон колебаний очень мал у жестких констант (например, у осмотического давления крови) и достаточно большой у пластичных констант (например, уровень кровяного давления). Константами гомеостаза являются: температура тела, осмотическое давление крови и тканевой жидкости, содержание в них ионов натрия, калия, кальция, хлора и фосфора, а также молекул белков и сахара, концентрация водородных ионов, кровяное давление и ряд других.

Следует иметь в виду, что постоянство состава является не абсолютным, а относительным и динамическим. Это постоянство достигается непрерывно совершаемой работой ряда органов и тканей, в результате которой выравниваются происходящие под влиянием изменений внешней среды и в результате жизнедеятельности организма сдвиги в составе и физико-химических свойствах внутренней среды. Дополнительные физиологические механизмы обеспечивают стабилизацию внутренней среды отдельных органов (например, гематоэнцефалический и гематоофтальмический барьеры определяют особые свойства жидкостей, окружающих клетки мозга и глаза).

Гомеостаз имеет определенные границы. При длительном пребывании организма в условиях, которые значительно отличаются от тех, к которым он приспособлен, гомеостаз нарушается, и могут произойти сдвиги, несовместимые с нормальной жизнью.

Высокий уровень гомеостаза возникает лишь на определенных этапах филогенеза (у высших животных) и онтогенеза (у новорожденных нет такого постоянства



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 55 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

температуры тела, состава и свойств внутренней среды, как у взрослого организма). Высокая эффективность механизмов гомеостаза у млекопитающих, и в частности у человека, обеспечивает возможность их жизнедеятельности при значительных изменениях окружающей среды. Животные, неспособные поддерживать некоторые параметры внутренней среды, вынуждены жить в более узком диапазоне параметров окружающей среды (в частности, при более постоянных климатических условиях).

Даже небольшие нарушения **гомеостаза** приводят к патологии. Поэтому определение относительно постоянных физиологических показателей, таких, как температура тела, артериальное давление крови, ее состав и другие показатели, имеют большое диагностическое значение в медицине. Познавание закономерностей гомеостаза человека имеет большое значение для выбора эффективных методов лечения многих заболеваний.

Циркуляция крови является необходимым условием поддержания гомеостаза и постоянства состава самой крови. Остановка сердца и прекращение движения крови немедленно приводят организм к гибели. Постоянство состава и свойств крови регулируется ЦНС и **железами внутренней секреции**.

Роль разных органов и их систем в сохранении гомеостаза различна. Так, система органов пищеварения обеспечивает поступление в кровь питательных веществ в том виде, в каком они могут быть использованы клетками организма. Система органов кровообращения осуществляет непрерывное движение крови и транспорт различных веществ в организме, в результате чего питательные вещества, кислород и различные химические соединения, образующиеся в самом организме, поступают к клеткам, а продукты распада переносятся к органам, которые их выводят из организма. Дыхательная система обеспечивает поступление кислорода в кровь и удаление CO_2 из организма.

Печень и ряд др. органов осуществляют значительное число химических превращений – синтез и расщепление многих химических соединений. Органы выделения – **почки**, легкие, потовые железы, кожа – удаляют из организма конечные продук-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 56 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ты распада органических веществ и поддерживают постоянство содержания воды и электролитов в крови и, следовательно, в тканевой жидкости и в клетках организма.

В поддержании гомеостаза важнейшая роль принадлежит нервной системе. Чутко реагируя на различные изменения внешней или внутренней среды, она так регулирует деятельность органов и систем, что предупреждаются и выравниваются сдвиги и нарушения, которые происходят или могли бы произойти в организме.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое значение имеет физиология человека для специальности «Туризм и гостеприимство»?
2. В чем проявляется связь физиологии человека с другими науками?
3. В чем заключается суть фистульного метода исследований?
4. Охарактеризуйте физиологические функции.
5. Как классифицируются раздражители по своей природе, биологическому значению и силе действия?
6. Дайте характеристику различным видам физиологической регуляции функций.
7. Что происходит на стадии афферентного синтеза в **функциональной системе** поведенческого акта?
8. Какова роль акцептора результатов действия и эфферентной программы действия в функциональной системе поведенческого акта?
9. В чем заключается относительное постоянство внутренней среды организма?
10. Почему **гомеостаз** является относительным и динамическим?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 57 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 2. Общие физиологические свойства живых образований. Биоэлектрические процессы

План лекции

1. Составные части многоклеточного организма: клетки, ткани, органы, системы органов. Принцип целостности организма.
2. Ионные каналы и ионные насосы. Мембранные потенциалы.
3. История открытия биопотенциалов. Учение Н.Е. Введенского о функциональной лабильности.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 17, 21–23].

1. Составные части многоклеточного организма: клетки, ткани, органы, системы органов. Принцип целостности организма

Клетка. Организм человека состоит из клеток, образующих ткани, из которых построены органы. Клетка является основной структурно-функциональной единицей всех живых организмов, элементарной живой системой. В каждой клетке имеется генетический аппарат, благодаря которому соматические клетки организма способны к самопроизведению путем митоза, а половые клетки образуются в результате мейоза. Кроме того, некоторые клетки печени, хрящей, роговицы глаза могут делиться амитозом, т. е. прямым делением интерфазного ядра путем перетяжки без образования хромосом. Если клетка в связи со специализацией теряет ядро (например, зрелый эритроцит), она утрачивает способность к делению.

Многообразные функции клеток выполняются специализированными внутриклеточными структурами – органоидами. Органоидами ядра являются хромосомы, основными органоидами цитоплазмы – рибосомы, митохондрии, эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы. Форму клетки поддерживают микротрубочки,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 58 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

микрофибриллы и микротрабекулы. Высвобождение энергии в процессе клеточного дыхания происходит на мембранах митохондрий, синтез белка – на рибосомах, внутриклеточное пищеварение – в лизосомах.

Полупроницаемая цитоплазматическая мембрана играет важную роль в обмене веществ между клеткой и внешней средой, движении клеток и сцеплении их друг с другом. Благодаря избирательной проницаемости мембраны внутри клетки постоянно поддерживается определенная концентрация ионов, отличающаяся от их концентрации в среде, окружающей клетку. Клеточная мембрана образует впячивания, которые затем замыкаются и отделяются внутрь клетки в виде пузырьков. Клетки способны захватывать из среды капельки с крупными молекулами, включая белки (пиноцитоз) или даже вирусы и бактерии (фагоцитоз лимфоцитов).

Клетки способны отвечать специфическими проявлениями жизнедеятельности на воздействия внешней среды, что называется раздражимостью. Некоторые клетки, например лейкоциты, могут амeboидно передвигаться. При регенерации тканей способность к такому виду движений приобретают почти все клетки животных и человека. Жгутиковым типом движения обладают мужские половые клетки – сперматозоиды.

В организме человека около 10^{14} клеток. В некоторых тканях число клеток постоянно в течение всей жизни организма. В этих тканях делятся относительно малодифференцированные клетки, резерв которых самоподдерживается, а одна из дочерних клеток дифференцируется. Некоторые ядра не делятся в течение всей жизни дифференцированной клетки (например, нейроны, волокна скелетных мышц), и тогда продолжительность жизни клетки, если она не погибнет от неблагоприятных условий, будет равна жизни организма.

Большинство клеток в организме человека живет гораздо меньше. Минимальная продолжительность жизни клеток кишечного эпителия составляет всего 1–2 дня. У человека ежедневно погибает около 70 млрд. клеток кишечного эпителия и 2 млрд. **эритроцитов**. Клетки погибают вследствие некроза, вызванного повреждениями ци-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 59 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

топлазматической мембраны, нарушениями энергетических процессов и т. д., а также в результате апоптоза – запрограммированной гибели клеток без видимых физических или химических повреждений.

Ткани. Ткань – это группа клеток и межклеточное вещество, сходные по строению, происхождению и функциям в организме. В теле человека различают четыре основных типа тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную.

Эпителиальные ткани (рис. 2) покрывают поверхность тела человека, выстилают внутреннюю поверхность полых органов (желудка, кишечника и др.), образуют слизистые оболочки, входят в состав некоторых желез. В эпителиальной ткани клетки очень близко прилегают друг к другу, межклеточного вещества мало. Для эпителиальных клеток характерна высокая способность к регенерации, так как эпителий из-за своего пограничного положения быстро изнашивается.

На основании морфологических и функциональных особенностей выделяют эпителий покровный, кишечный, железистый, дыхательной и мочеполовой систем. В зависимости от выполняемой функции клетки эпителия имеют морфологические особенности. Так, клетки

кишечного эпителия со стороны полости кишки покрыты микроворсинками, образующими щеточную кайму, через которую происходят процессы всасывания. Эпи-

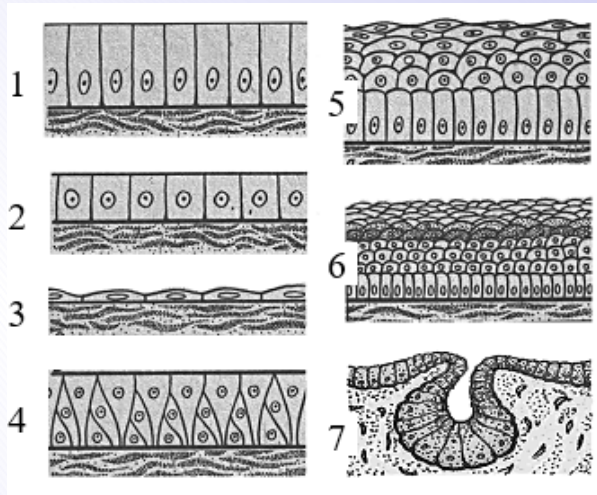


Рисунок 2 – Строение эпителия (схема):
1 – однослойный цилиндрический; 2 – однослойный кубический; 3 – однослойный плоский; 4 – многорядный; 5 – многослойный плоский неороговевающий; 6 – многослойный плоский ороговевающий;
7 – железистый



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание

«»

Страница 60 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

телий воздухоносных путей дыхательной системы имеет реснички (мерцательный, или реснитчатый, эпителий), волнообразные колебания которых способствуют выведению пылевых частиц. Клетки железистого эпителия вырабатывают и выделяют различные секреты – гормоны, слюну, пищеварительные соки, пот, слезы и т. д.

Покровный эпителий бывает однослойным и многослойным. По форме клеток однослойный эпителий подразделяется на плоский, кубический, цилиндрический (призматический). Многослойный плоский неороговевающий эпителий выстилает полость рта и пищевода. Многослойный плоский ороговевающий эпителий покрывает поверхность кожи и называется эпидермисом. Он состоит из нескольких десятков слоев клеток. Процесс превращения клеток в роговые чешуйки на поверхности эпидермиса сопровождается гибелью клеток и накоплению в них кератина.

Соединительные ткани (рис. 3) выполняют опорную, трофическую и защитную функции. Они образованы клетками и большим количеством межклеточного вещества, которое состоит из волокон и бесструктурного основного вещества. В зависимости от функции в организме, состава клеток, типа и свойств межклеточных структур, ориентации волокон и т. д. выделяют собственно соединительную ткань, костную и хрящевую ткани. Такие разновидности соединительной ткани как ретикулярная, жировая, кровь и лимфа часто объединяют в систему тканей внутренней среды.



Рисунок 3 – Соединительные ткани: 1 – рыхлая волокнистая; 2 – плотная волокнистая; 3 – хрящевая; 4 – жировая; 5 – костная

Собственно соединительные ткани состоят из клеток и межклеточного вещества с системой волокон. Ткань с волокнами, расположенными рыхло и лежащи-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 61 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ми в разных направлениях, называют рыхлой волокнистой соединительной тканью. Она присутствует в стенках кровеносных сосудов, оболочках нервов и др. В плотной волокнистой соединительной ткани волокна плотно прилегают друг к другу, переплетаясь в виде войлока или собираясь в пучки волокон, которые ориентированы в определенном направлении. Плотная волокнистая соединительная ткань образует сухожилия мышц, связки, перепонки и др.

В *хрящевой ткани* клетки крупные, межклеточное вещество упругое, плотное, содержит волокна. В зависимости от преобладания определенных волокон различают гиалиновую, эластическую и коллагеново-волокнистую хрящевую ткань. Хрящевая ткань образует хрящевые концы ребер, межпозвоночные диски, покрывает суставные поверхности костей, образует ушную раковину, хрящи гортани, носа и т. д.

Костная ткань состоит из клеток и минерализованного межклеточного вещества. В костной ткани находятся три вида клеток: остеобласты, остециты и остеокласты. Остеобласты – ростковые клетки, образующие костную ткань. Их очень много в развивающейся кости в зонах костеобразования.

Остециты образуются из остеобластов. Они замурованы в межклеточном веществе, лежат в костных полостях, а отростки их заходят в костные канальцы и контактируют друг с другом. Благодаря костным канальцам создаются условия для обмена веществ между остеоцитами и тканевой жидкостью.

Остеокласты обеспечивают разрушение и рассасывание кости. Совместное действие остеобластов и остеокластов лежит в основе периодической перестройки костей при их росте и изменении функциональной нагрузки.

Межклеточное вещество костной ткани представлено оссеиновыми волокнами (разновидность коллагеновых волокон) и основным веществом. Основное вещество состоит главным образом из кристаллов апатита и других солей кальция, образующих сложные соединения. Они придают кости твердость и прочность, а органическое вещество – оссеин – придает гибкость и эластичность.

Кровь и лимфа являются «жидкими тканями». **Кровь** состоит из жидкого меж-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 62 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

клеточного вещества – плазмы и взвешенных в ней форменных элементов – эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. Кровь, лимфа и межклеточная жидкость являются внутренней средой организма. Омывая все клетки, внутренняя среда доставляет им вещества, необходимые для жизнедеятельности, и уносит конечные продукты обмена.

Жировая ткань состоит из клеток, содержащих в цитоплазме жировые включения. Она является местом накопления запасных питательных веществ. У человека жировая ткань образует подкожный жировой слой, находится в сальнике, брыжейке кишки, около почек и в других местах.

Ретикулярная ткань составляет основу кроветворных органов, входит в состав миндалин, мякоти зуба (пульпы), основы слизистой оболочки кишечника и некоторых других органов. Ретикулярные клетки обладают высокой фагоцитарной способностью и относятся к ретикулоэндотелиальной системе.

Мышечная ткань (рис. 4) составляет основную массу мышц и осуществляет их сократительную функцию. Она образована удлинёнными клетками – мышечными волокнами, сократительными элементами которых являются миофибриллы. Различают гладкую (неисчерченную) мышечную ткань и поперечнополосатую (исчерченную) мышечную ткань, которую подразделяют на поперечнополосатую скелетную и поперечнополосатую сердечную мышечные ткани.

Гладкая мышечная ткань входит в состав стенок полых внутренних органов (желудка, кишечника, мочевого пузыря, матки и др.) и кровеносных сосудов. Клетки ее удлинённые, заострённые на концах с одним ядром, образуют гладкие мышцы. Гладкая мышечная ткань сокращается медленно. Она способна долго находиться в состоянии сокращения, потребляя относительно малое количество энергии и почти не утомляясь. Такой тип сокращения называется тоническим.

Иннервация гладкой мышечной ткани осуществляется автономной нервной системой. В отличие от поперечнополосатой скелетной мышечной ткани сокращается гладкая мышечная ткань произвольно, не подчиняясь сознанию человека.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 63 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань образует скелетные мышцы, а также входит в состав языка, глотки, верхнего отдела пищевода, формирует наружный сфинктер заднего прохода. Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань состоит из многоядерных волокон (симпластов), каждое из которых возникло в раннем онтогенезе, еще до рождения ребенка, из слияния клеток-миобластов. Поперечнополосатые мышечные волокна имеют видимую в световой микроскоп поперечную исчерченность, обусловленную регулярным чередованием в миофибриллах светлых и темных участков с разными физико-химическими и оптическими свойствами. Одинаковые участки (светлые или темные) всех миофибрилл располагаются в волокне на одном и том же уровне, что обуславливает поперечную исчерченность всего волокна.

Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань сокращается быстрее, чем гладкая, но и утомляется быстрее. Такой тип сократительной деятельности называется тетаническим. Скелетные мышцы иннервируются соматической нервной системой. Их сокращения контролируются сознанием и осуществляются произвольно.

Поперечнополосатая сердечная мышечная ткань образует мышечную стенку **сердца** – миокард. Она состоит из мышечных волокон (кардиомиоцитов), имеющих почти прямоугольную форму с лежащими в центре 1–2 овальными ядрами. С помощью вставочных дисков (нексусов) кардиомиоциты соединяются в мышечные комплексы. Такая система соединений обеспечивает быструю передачу возбуждения от одной клетки к другой и сокращения всего миокарда предсердия или желудочка как единого целого. Сердечная мышца иннервируется автономной нервной системой и

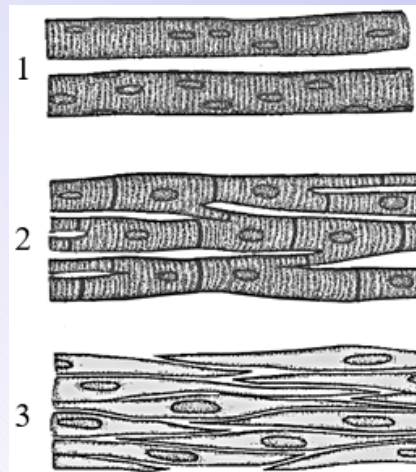


Рисунок 4 – Мышечная ткань:
1 – поперечнополосатая скелетная; 2 – поперечнополосатая сердечная; 3 – гладкая



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 64 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

сокращается произвольно.

Нервная ткань образует центральную нервную систему (ЦНС), состоящую из головного и спинного мозга, и периферическую – нервы с их окончаниями, нервные узлы (ганглии). Она состоит из нервных клеток (**нейронов**) и нейроглии. Клеток нейроглии больше, чем нейронов. Число их (в ЦНС млекопитающих около 140 млрд.) с возрастом увеличивается, так как в отличие от нейронов у них сохраняется способность к делению. Нейроглия органически связана с нейронами и обеспечивает для них опорную, трофическую, барьерную, разграничительную и секреторную функции.

Нейрон является основной структурной и функциональной единицей нервной системы. Главными свойствами нейрона являются способность легко возбуждаться и способность легко проводить это возбуждение по нервным волокнам. Нейрон состоит из тела и отростков. Слабоветвящийся, обычно длинный отросток, по которому нервный импульс проводится от тела нейрона к рабочему органу или к другой нервной клетке, называется аксоном. Более короткие (один или в большинстве случаев несколько), древовидно ветвящиеся, по которым импульс поступает к телу нейрона, называются дендритами.

Нервная ткань, образующая центральную нервную систему, осуществляет анализ и синтез информации, поступающей в мозг, обеспечивает взаимосвязь организма с внешней средой, участвует в регуляции и координации функций организма.

Органы. Различные ткани, соединяясь между собой, образуют органы. Органы – это анатомически обособленные части организма, имеющие определенную структуру, тесно связанную с выполняемыми функциями. Каждый орган имеет определенное строение, функцию и положение в теле. Строение органа зависит от выполняемых функций. Обычно органы состоят из нескольких видов тканей, причем одна из них выполняет основную функцию органа, а другие являются вспомогательными. В каждом органе есть кровеносные сосуды и нервы. Органы различаются по форме, величине и положению. Они имеют индивидуальные, половые и возрастные отличия. Различают полые органы, например, желудок, кишечник, **мочевой пузырь**



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 65 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

и др. Часть органов (**сердце, почки**, печень и др.) расположены в полостях тела и поэтому их называют внутренними органами.

Органы разделяются на постоянные, функционирующие в течение всей жизни, и временные, образующиеся на определенной ступени (чаще всего эмбриональной) и затем отмирающие. Орган является частью целостного организма и вне организма функционировать не может. В то же время организм может обходиться без некоторых органов (глаза, зубов, некоторых желез и др.), однако функции его при этом ухудшаются. Самостоятельность органа относительна, так как он входит в систему органов и его деятельность регулируется организмом в целом.

Системы органов. Жизнь организма обеспечивается взаимодействием большого числа разных органов. Органы, выполняющие одну или несколько общих физиологических функций, составляют физиологическую систему. Их в организме человека несколько.

Пищеварительная система человека включает ротовую полость с языком, зубами и открывающимися в нее крупными и мелкими слюнными железами, глотку, пищевод, желудок, кишечник, печень, желчный пузырь, поджелудочную железу. В органах пищеварения пища измельчается, смачивается и переваривается пищеварительными соками. В результате необходимые организму сложные органические соединения расщепляются до более простых веществ. Они всасываются в кишечнике и доставляются кровью ко всем тканям и клеткам организма.

Дыхательная система участвует в обеспечении организма кислородом и в освобождении его от углекислого газа. Воздух поступает сначала в носовую полость, затем в носоглотку, гортань и дальше в трахею, бронхи и легкие. В легких альвеолы оплетены густой сетью кровеносных сосудов. Здесь происходит обмен кислородом и углекислым газом между альвеолярным воздухом и кровью капилляров.

Кровеносная, или сердечно-сосудистая, система состоит из **сердца** и кровеносных сосудов. Благодаря сокращениям сердца кровь проталкивается по сосудам к органам и тканям, где происходит непрерывный **обмен веществ**. В результате такого



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 66 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

обмена клетки постоянно получают кислород, питательные и другие необходимые вещества и освобождаются от углекислого газа и продуктов распада.

Выделительная система выполняет функцию удаления жидких продуктов обмена веществ. Основными органами этой системы являются **почки**. В них образуется моча, которая по мочеточникам стекает в **мочевой пузырь**. Там она накапливается и в определенный момент выбрасывается по мочеиспускательному каналу наружу. Кроме почек в выделительной функции принимают участие органы из других физиологических систем, например, кожа, легкие, печень, кишечник.

Половая система выполняет функцию размножения. В половой системе формируются половые клетки. К этой системе относятся мужские половые железы – семенники, женские половые железы – яичники. В матке происходит развитие плода.

Опорно-двигательная система состоит из двух анатомических систем – костной и мышечной, и поэтому ее часто называют опорно-двигательным аппаратом. Опорно-двигательная система представлена большим количеством различных по форме, размерам и строению костей и мышц. Кости, соединяясь между собой, образуют скелет соответствующих частей тела. При любых положениях тела все его органы опираются на кости. В этом состоит опорная функция скелета. Скелет выполняет и защитную функцию, ограничивая полости, занятые внутренними органами, например, грудную, брюшную полость, полость черепа. Скелет и поперечнополосатые мышцы обеспечивают движение тела. Соединенные между собой кости являются рычагами, которые приводятся в движение сокращением прикрепляющихся к ним мышц. Из скелетных мышц только мимические мышцы не перемещают кости, а обеспечивают мимику, т. к. они одним концом прикреплены к костям лицевого отдела черепа, а другим концом – к коже лица.

Нервная система объединяет все другие системы, регулирует и согласовывает их деятельность. Любое нарушение связи между нервной системой и органом приводит к прекращению его нормального функционирования. Посредством **рецепторов**, расположенных в органах чувств, поддерживается постоянная связь организма с



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 67 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

окружающей средой. Благодаря нервной системе осуществляется психическая деятельность человека, его поведение.

Эндокринная система включает различные **железы внутренней секреции**. Каждая из желез вырабатывает и выделяет в кровь биологически активные вещества – **гормоны**. Гормоны участвуют в регуляции функций всех клеток и тканей организма.

В *покровную систему* входят кожа и слизистые оболочки. Кожа покрывает тело снаружи. Слизистые оболочки выстилают изнутри полости носа, рта, дыхательных путей, пищеварительной системы и др. Покровная система предохраняет организм от внешних воздействий – высыхания, колебаний температуры, проникновения в организм инфекции и вредных веществ.

В *иммунную систему* объединяют органы, принимающие участие в защите организма от бактерий, вирусов и других чужеродных микроорганизмов и веществ. Такими органами являются красный костный мозг, вилочковая железа, селезенка, лимфатические узлы и лейкоциты.

В *систему крови* объединяют **кровь** и органы, в которых происходит образование клеток крови и их разрушение, т. е. красный костный мозг, вилочковую железу, лимфатические узлы, селезенку и печень.

Сенсорными системами называют совокупность периферических и центральных нервных образований, воспринимающих и анализирующих определенную чувственную информацию из внешней и внутренней сред организма, в результате чего формируются ощущения.

Некоторые органы, или разные группы входящих в них клеток, могут включать в состав разных физиологических систем. Например, вилочковая железа (тимус, зобная железа) является эндокринной железой и одновременно входит в иммунную систему и в систему крови. Все системы и аппараты органов неразрывно связаны, постоянно взаимодействуют друг с другом и образуют целостный человеческий организм, находящийся в тесном контакте с окружающей средой.

Принцип целостности организма. Организм – это самостоятельно существу-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 68 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ющая единица органического мира. Он представляет собой саморегулирующуюся систему, реагирующую как единое целое на различные изменения внешней среды. В организме частные физиологические процессы подчинены закономерностям работы сложной целостной системы. Например, изменение обмена веществ и функций любой клетки, ткани, органа и системы органов вызывает изменения **обмена веществ** в других клетках, тканях, органах и системах органов. Поэтому обмен веществ и функции клеток, тканей и органов, изолированных из организма, отличаются от происходящих внутри его. Целостному организму свойственны функции, такие как размножение, поведение, мышление и т. д., отсутствующие в изолированных его частях.

Характерной для всякого организма является определенная организация его структур. Различают молекулярный, клеточный, тканевой, органнй и системный уровни организации.

Каждый орган или система органов выполняет специфическую функцию. Однако самостоятельность системы или органа является относительной. Живой организм представляет собой систему систем, которая в процессе взаимодействия с внешней средой обеспечивает получение полезного приспособительного результата. Так, при реализации поведенческой реакции, связанной с удовлетворением потребности животного в пище, различные физиологические реакции подчиняются решению главной задачи – получению пищи.

Потребности живого организма могут быть удовлетворены только в результате активного взаимодействия его с внешней средой. Управление процессами жизнедеятельности в организме строится по принципу системной иерархичности, т. е. элементарные процессы подчинены более сложным.

Ведущее значение в обеспечении нормальной жизнедеятельности человека принадлежит нервной системе. ЦНС регулирует и координирует физиологические функции, определяя их ритм и общую направленность. В свою очередь, частные формы физиологических функций благодаря обратным связям оказывают влияние на высший управляющий аппарат. Такая форма контроля и взаимного влияния физиоло-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 69 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

гических функций лежит в основе системного управления в целостном организме.

2. Ионные каналы и ионные насосы. Мембранные потенциалы

Ионные каналы. Плазматической, или цитоплазматической, или клеточной мембраной, или плазмалеммой называют мембрану, отделяющую цитоплазму клетки от наружной среды. Основу плазматической мембраны составляет двойной слой молекул *фосфолипидов*. В бимолекулярный слой фосфолипидов погружены частично или пронизывают его насквозь молекулы *белков*. Белки, пронизывающие насквозь липидную основу мембраны, образуют каналы для воды и ионов, формируют ионные насосы.

Каналы, проницаемые для ионов, или ионные каналы, обладают двумя важнейшими свойствами: 1) избирательно пропускают одни ионы и не пропускают другие; 2) обладают электровозбудимостью, т. е. способностью открываться и закрываться в ответ на изменения электрического заряда на мембране. Избирательность ионных каналов определяется геометрическими размерами иона и химической природой белка, образующего стенки канала.

Особое значение имеют каналы, проницаемые для ионов натрия, калия, хлора и кальция. В мембране нейрона имеются специфические селективные *натриевые, калиевые, хлорные и кальциевые каналы*, т. е. каналы, избирательно пропускающие только ионы Na^+ или K^+ или Cl^- или Ca^{2+} . Эти каналы имеют механизмы для их открывания и закрывания. От состояния (открытого или закрытого) определенных ионных каналов мембраны зависит величина электрического заряда (потенциала) на мембране клетки. Кроме специфических селективных, в мембране находятся неспецифические каналы для *ионной утечки*, каждый из которых проницаем больше всего для ионов калия и в меньшей степени для ионов натрия и хлора. Эти каналы не имеют механизмов для их закрывания и открывания и почти не меняют своего состояния при электрических воздействиях на мембрану нейрона.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 70 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Специфический ионный натриевый канал имеет селективный фильтр, воротный механизм и сенсор напряжения (рис. 5). Селективный фильтр располагается в наружной части ионных каналов. Через него проходят только те ионы, которые соответствуют по размерам и свойствам.

Воротный механизм, или «ворота», представлен двумя типами белковых молекул. Один тип образует активационные, или *m*-ворота, другой тип – инактивационные, или *h*-ворота. Активационные ворота расположены ближе к внешней стороне канала, а инактивационные – у внутренней стороны канала. Благодаря свойству конформации, т. е. изменению пространственной конфигурации образующих ворота молекул белков без изменения их химического состава, воротный механизм в тысячные доли секунды может открывать и закрывать ионные каналы.

Ворота могут находиться только в двух положениях: или полностью открыты или полностью закрыты. Поэтому ионная проницаемость одиночного открытого канала является постоянной величиной. Суммарная проводимость мембраны для того или иного иона определяется числом одновременно открытых каналов, проницаемых для данного иона.

Сенсор напряжения представлен белковой молекулой внутри мембраны, способной реагировать на величину электрического потенциала, возникающего в мембране в результате внешних воздействий и изменения обмена веществ.

Транспорт ионов, ионные насосы. В состоянии покоя клетки инактивационные ворота открыты, а активационные ворота натриевых каналов закрыты. Поэтому ионы Na^+ не могут поступать в клетку (рис. 5, А). При действии раздражителя изменяется заряд мембраны, активационные ворота открываются, ионы натрия поступают в клетку и происходит деполяризация (рис. 5, В). С прекращением действия раздражителя закрываются инактивационные каналы и поступление Na^+ в клетку заканчивается (рис. 5, В).

Через открытые каналы ионы могут проходить через клеточную мембрану пассивным и активным способом. На пассивный транспорт веществ клетка своей энер-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 71 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

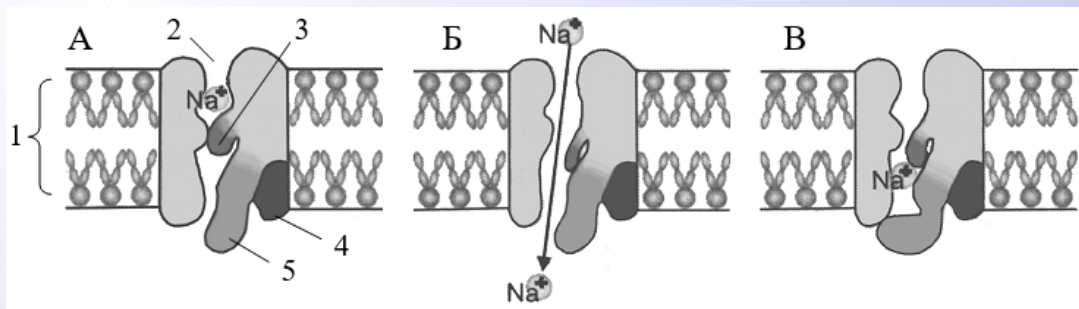


Рисунок 5 – Селективный натриевый канал (схема): А – в состоянии покоя; Б – при действии раздражителя (деполяризация); В – при прекращении раздражения (окончание деполяризации); 1 – двойной слой фосфолипидов мембраны; 2 – селективный фильтр; 3 – активационные ворота; 4 – сенсор напряжения; 5 – инактивационные ворота

гии не затрачивает. Пассивный транспорт веществ осуществляется по концентрационному и электрическому градиентам путем фильтрации, диффузии и осмоса. Активный транспорт ионов через мембрану клетки идет по ионным каналам, требует затраты энергии клеткой и осуществляется с помощью так называемых *ионных насосов*. Через один **ионный канал** может проходить от 10 млн до 100 млн ионов в секунду.

Перенос ионов против градиентов их концентраций, т. е. из раствора с меньшей концентрацией в раствор с большей концентрацией этих ионов, называется активным ионным транспортом в отличие от пассивного транспорта, часто называемого утечкой ионов. В мембране клетки имеется *натрий-калиевый насос*, который способен против градиента концентрации откачивать ионы натрия из цитоплазмы во внеклеточную среду в обмен на ионы калия. Натрий-калиевый насос работает, потребляя энергию АТФ. Молекулярный механизм насоса функционирует лишь в случае присоединения к нему снаружи клетки ионов калия, а изнутри клетки – ионов



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 72 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

натрия. В мембране клетки имеются насосы и для других ионов, например, для ионов кальция, хлора.

Таким образом, в живой клетке есть две системы движения ионов через мембрану. Одна из них – пассивный ионный транспорт – осуществляется по градиенту концентрации ионов и не требует затраты энергии клеткой. Благодаря ему возникает потенциал покоя и **потенциал действия**. Он может привести в конечном итоге к выравниванию концентрации ионов натрия и калия по обе стороны клеточной мембраны. Однако в живой клетке этого не происходит вследствие наличия второй системы движения ионов – активного ионного транспорта.

Активный транспорт – это результат работы натрий-калиевого насоса, благодаря которому поддерживается постоянство разности концентраций ионов между цитоплазмой и внеклеточной жидкостью в покое, а также восстанавливается исходная разность ионных концентраций, нарушающаяся при каждом возбуждении нейрона. Активный ионный транспорт возможен лишь при условии затраты клеткой энергии АТФ, пополняемой в результате процессов обмена веществ.

Мембранные потенциалы. Любая живая клетка покрыта полупроницаемой мембраной, через которую осуществляется пассивное движение и активный избирательный транспорт положительно и отрицательно заряженных ионов. Благодаря этому переносу между наружной и внутренней поверхностью мембраны имеется разность электрических зарядов (потенциалов) – мембранный потенциал. Существует три отличающихся друг от друга проявления мембранного потенциала – *мембранный потенциал покоя, местный потенциал, или локальный ответ, и потенциал действия*.

Если на клетку не действуют внешние раздражители, то мембранный потенциал долго сохраняется постоянным. Мембранный потенциал такой покоящейся клетки называется **мембранным потенциалом покоя**. Для наружной поверхности мембраны клетки потенциал покоя всегда положителен, а для внутренней поверхности клеточной мембраны всегда отрицателен. Принято измерять потенциал покоя на



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 73 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

внутренней поверхности мембраны, т. к. ионный состав цитоплазмы клетки более стабилен, чем межклеточной жидкости. Величина потенциала покоя относительно постоянна для каждого типа клеток. Для поперечнополосатых мышечных клеток она составляет от -50 до -90 мВ, а для нервных клеток от -50 до -80 мВ.

Причинами возникновения потенциала покоя являются *разная концентрация катионов и анионов* снаружи и внутри клетки, а также *избирательная проницаемость* для них клеточной мембраны. Цитоплазма покоящейся нервной и мышечной клетки содержит примерно в 30–50 раз больше катионов калия, в 5–15 раз меньше катионов натрия и в 10–50 раз меньше анионов хлора, чем внеклеточная жидкость.

В состоянии покоя практически все натриевые каналы мембраны клетки закрыты, а большинство калиевых каналов открыто. Всякий раз, когда ионы калия наталкиваются на открытый канал, они проходят через мембрану. Поскольку внутри клетки ионов калия гораздо больше, то осмотическая сила выталкивает их из клетки. Вышедшие катионы калия увеличивают положительный заряд на наружной поверхности клеточной мембраны. В результате выхода ионов калия из клетки должна была бы вскоре уравниваться их концентрация внутри и вне клетки. Однако этому препятствует электрическая сила отталкивания положительных ионов калия от положительно заряженной наружной поверхности мембраны.

Чем больше становится величина положительного заряда на наружной поверхности мембраны, тем труднее ионам калия проходить из цитоплазмы через мембрану. Ионы калия будут выходить из клетки до тех пор, пока сила электрического отталкивания не станет равной силе осмотического давления K^+ .

Поскольку в покоящейся клетке почти все натриевые каналы мембраны закрыты, то ионы Na^+ поступают в клетку по концентрационному градиенту в незначительном количестве. Они лишь в очень малой степени возмещают потерю положительного заряда внутренней средой клетки, вызванную выходом ионов калия, но не могут эту потерю существенно компенсировать. Таким образом, выходящие из клетки катионы калия совместно с избытком катионов натрия во внеклеточной жидкости создают



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 74 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

положительный потенциал на наружной поверхности мембраны покоящейся клетки.

В состоянии покоя плазматическая мембрана клетки хорошо проницаема для анионов хлора. Анионы хлора, которых больше во внеклеточной жидкости, диффундируют внутрь клетки и несут с собой отрицательный заряд. Полного уравнивания концентраций ионов хлора снаружи и внутри клетки не происходит, т. к. этому препятствует сила электрического взаимного отталкивания одноименных зарядов.

Мембрана клетки практически непроницаема для крупных анионов органических кислот. Поэтому они остаются в цитоплазме и совместно с поступающими анионами хлора обеспечивают отрицательный потенциал на внутренней поверхности мембраны покоящейся нервной клетки.

Важнейшее значение мембранного потенциала покоя состоит в том, что он создает электрическое поле, которое воздействует на макромолекулы мембраны и придает их заряженным группам определенное положение в пространстве. Особенно важно то, что это электрическое поле обуславливает закрытое состояние активационных ворот натриевых каналов и открытое состояние их инактивационных ворот (рис. 5, А). Этим обеспечивается состояние покоя клетки и готовности ее к возбуждению. Даже относительно небольшое уменьшение мембранного потенциала покоя открывает активационные «ворота» натриевых каналов, что выводит клетку из состояния покоя и дает начало возбуждению.

Потенциал действия. При действии на клетку различных раздражителей мембранный потенциал покоя начинает уменьшаться, т. е. происходит *деполяризация мембраны* клетки. С увеличением силы раздражения деполяризация мембраны нарастает. Однако если сила раздражения не достигла определенной (пороговой) величины, то прекращение раздражения приводит к быстрому восстановлению потенциала покоя. В нервных и мышечных клетках при слабом (подпороговом) раздражении, не вызывающем ответной реакции, уменьшение потенциала покоя ограничено небольшим участком мембраны в том месте, где наносится раздражение. Такое небольшое уменьшение потенциала мембраны получило название местного потен-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 75 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

циала, или локального ответа. Локальными ответами возбудимых клеток также являются возбуждающий постсинаптический потенциал, рецепторные потенциалы и тормозной постсинаптический потенциал.

При достижении достаточно большой (пороговой) силы раздражения возникает быстрое кратковременное изменение величины и полярности заряда мембраны клетки, которое получило название **потенциала действия**, или *волны возбуждения* (рис. 6), или *нервного импульса* (для нервных клеток). Потенциал действия возникает при деполяризации внутренней поверхности мембраны нервной и поперечно-полосатой мышечной клетки, как правило, примерно до -50 мВ.

Причиной возникновения местного потенциала, а затем и потенциала действия является раскрытие активационных ворот натриевых каналов (см. рис. 5, Б) и поступление ионов Na^+ внутрь клетки. При нарастании силы раздражения до пороговой величины увеличение количества открытых каналов идет медленно и происходит формирование местного потенциала.

Когда заряд на внутренней поверхности мембраны клетки достигнет примерно -50 мВ, лавинообразно возрастает раскрытие натриевых каналов мембраны. Этот заряд на мембране клетки, при котором происходит раскрытие практически всех натриевых каналов, получил название *критического потенциала* (КП). Состояние мембраны в момент лавинообразного раскрытия натриевых каналов называют *критическим уровнем деполяризации мембраны* (КУД). Разность между величинами критического потенциала и потенциала покоя называется *пороговым потенциалом*. Пороговый потенциал показывает, на какую величину надо уменьшить мембранный потенциал покоя, чтобы возник потенциал действия.

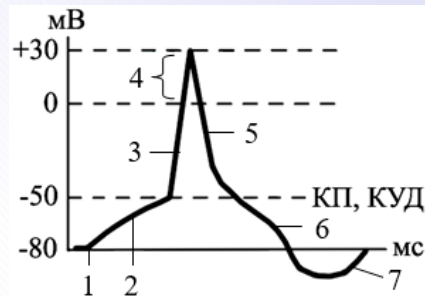


Рисунок 6 – Развитие волны возбуждения: 1 – уровень потенциала покоя; 2 – местный потенциал; 3 – пик потенциала действия; 4 – овершут; 5 – реполяризация; 6 – следовой деполяризационный потенциал; 7 – следовой гиперполяризационный потенциал



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 76 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

При ухудшении функционального состояния клетки пороговый потенциал возрастает.

Через открытые каналы ионы натрия поступают из внеклеточной жидкости, где концентрация их больше, внутрь клетки, где их меньше, и несут с собой положительный заряд. Это приводит не только к быстрой деполяризации, т. е. к уменьшению до нуля отрицательного заряда на внутренней поверхности мембраны клетки, но и к возникновению там положительного заряда. На наружной поверхности мембраны вследствие ухода внутрь клетки ионов Na^+ начинают преобладать ионы хлора, и возникает отрицательный заряд. Быстрые изменения величины и полярности заряда мембраны получили название пика **потенциала действия**, или просто потенциала действия (рис. 6). Фаза потенциала действия, во время которой внутренняя поверхность мембраны клетки имеет положительный заряд, называется *овершут* (инверсия).

Однако поступление ионов натрия в клетку быстро прекращается, т. к. продолжающаяся и увеличившаяся деполяризация мембраны приводит к закрытию инактивационных ворот (см. рис. 5, В). Таким образом, поступление ионов Na^+ в клетку длится тот короткий промежуток времени, пока открыты активационные и не закрылись инактивационные ворота. Если бы в натриевых каналах при деполяризации активационные и инактивационные ворота срабатывали одновременно, то ионы натрия не смогли бы поступить в клетку. Однако инактивационные ворота закрываются только в фазу инверсии, когда заряд на внутренней поверхности мембраны становится положительным. Поэтому натриевые каналы кратковременно находятся в открытом состоянии.

Закрытие (инактивация) натриевых каналов – это очень важный механизм, который способствует прекращению пика потенциала действия и развитию временной невозбудимости клетки, или *рефрактерности*. Инактивация натриевых каналов устраняется после реполяризации мембраны.

После закрытия натриевых каналов резко увеличивается выход ионов калия из клетки через калиевые каналы. Катионы калия устремляются по градиенту кон-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 77 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

центрации из клетки с большой скоростью, т. к. на них, кроме выталкивающей осмотической силы, в течение короткого промежутка времени действует притягивающая сила отрицательного электрического заряда на наружной поверхности мембраны. В результате выхода из клетки положительных ионов калия отрицательный заряд на наружной поверхности мембраны уменьшается до нуля (реверсия). Затем наружная поверхность мембраны вновь приобретает положительный заряд, а внутренняя поверхность мембраны – отрицательный заряд, т. е. происходит процесс *реполяризации*, или восстановления первоначальной полярности и величины мембранного потенциала.

Продолжительность потенциала действия в нерве составляет примерно 1 мс, в поперечнополосатой мышечной клетке – 10 мс. По своим свойствам потенциал действия существенно отличается от местного потенциала (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика местного потенциала и потенциала действия

Свойство	Местный потенциал	Потенциал действия
Распространение	Распространяется на 1–2 мкм с затуханием (декрементом)	Распространяется без затухания на большие расстояния по всей длине нервного волокна
Зависимость величины от силы стимула	Возрастает с увеличением силы стимула, т. е. подчиняется закону «силы»	Не зависит от силы стимула (подчиняется закону «все или ничего»)
Явление суммации	Суммируется, т. е. возрастает при повторных частых подпороговых раздражениях	Не суммируется
Амплитуда	10–40 мВ	100–130 мВ
Возбудимость ткани при возникновении потенциала	Увеличивается	Уменьшается вплоть до полной невозбудимости (рефрактерности)

Следовые потенциалы. Восстановление мембранного потенциала покоя после осу-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 78 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ществления пика потенциала действия происходит не сразу, а после следовых процессов, выражающихся в характерных изменениях мембранного потенциала. Эти изменения, следующие за пиком потенциала действия, называют следовыми потенциалами. Различают два вида следовых потенциалов – следовой деполяризационный и следовой гиперполяризационный потенциал (рисунок 6). Величина следовых потенциалов обычно не превышает нескольких милливольт, а длительность их у различных нервных волокон составляет от нескольких миллисекунд до нескольких сотен миллисекунд.

Следовой деполяризационный потенциал наблюдается в тот период, когда реполяризация, обусловленная выходом ионов K^+ из клетки, начинает происходить медленнее. Это вызвано тем, что по мере выхода катионов калия из клетки, ослабевает осмотическая сила выталкивания и усиливается электрическая сила отталкивания катионов от положительно заряженной наружной поверхности мембраны. Во время следового деполяризационного потенциала мембрана клетки имеет меньшую величину заряда, чем в покое, т. е. она слегка деполяризована. В тот период, когда величина деполяризационного потенциала находится между величиной потенциала покоя и величиной критического потенциала, клетка обладает повышенной возбудимостью. В это время она может ответить потенциалом действия и ответной реакцией даже на более слабые раздражители, на которые в обычных условиях она не отвечает.

В безмякотных (немиелинизированных) нервных волокнах вслед за пиком потенциала действия развивается *следовой гиперполяризационный потенциал*. Он обусловлен более длительным сохранением повышенной проницаемости мембраны для ионов калия. Вследствие этого катионов калия выходит из клетки больше и наружная поверхность мембраны приобретает на какое-то время более положительный заряд, а внутренняя поверхность мембраны – более отрицательный заряд, чем в покое. Наблюдается период гиперполяризации мембраны, во время которого клетка менее возбудима, чем в покое.

В мякотных (миелинизированных) нервных волокнах следовые потенциалы име-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 79 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ют более сложный характер. Следовой деполяризационный потенциал может переходить в следовой гиперполяризационный потенциал и лишь после этого происходит полное восстановление потенциала покоя. Следовые потенциалы в значительно большей мере, чем пики потенциалов действия, чувствительны к изменениям ионного состава среды, кислородному снабжению клетки и т. д. Характерной особенностью следовых потенциалов является их способность изменяться в процессе ритмического раздражения.

На осуществление одного **потенциала действия** вместе со следовыми потенциалами расходуется очень мало ионов. Чем толще нервное волокно, тем больше запас ионов и тем больше импульсов оно может генерировать без участия нитрий-калиевого насоса. Разницы концентрации ионов калия и натрия внутри и снаружи нервного волокна может хватить на 500 000 импульсов. Но для длительной активности нейронов необходимо восстанавливать градиенты ионных концентраций, что обеспечивается работой натрий-калиевого насоса мембраны клетки.

3. История открытия биопотенциалов. Учение Н.Е. Введенского о функциональной лабильности

История открытия биопотенциалов. В XVIII веке с помощью простейших источников электричества (электрофорной машины) было обнаружено, что мышцы и нервы отвечают на раздражение электрическим током, т. е. обладают электрической возбудимостью. Однако понимание того, что нервы и мышцы работают, генерируя сами так называемое «животное электричество», пришло далеко не сразу. Итальянский ученый Луиджи Гальвани разрешил эту проблему в серии опытов, проведенных в самом конце XVIII в.

Л. Гальвани решил выяснить влияние атмосферного электричества на живой организм. Он приготовил нервно-мышечные препараты лягушек, состоящие из нижней части позвоночника и лапок, и развесил их на балконе на открытом воздухе.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 80 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

По чистой случайности крючки, на которые развешивались препараты, оказались медными, а решетка балкона была железной. Гальвани обнаружил, что как только лапки, раскачиваясь на ветру, касались железной решетки балкона, происходило сокращение их мышц.

В то время уже было известно, что электрический ток, подаваемый по металлическим проводникам от электрофорной машины к мышцам, вызывает их сокращение. На основании своих наблюдений Гальвани сделал вывод, что в мышцах и нервах возникает «животное электричество», которое поступает по медным крючкам и железной решетке балкона к мышцам лапок и вызывает их сокращение. Опыт, в котором сокращение мышцы вызывается прикосновением к ней двух разнородных металлов, стали называть первым опытом Гальвани.

Однако физик А. Вольта опроверг вывод Л. Гальвани. А. Вольта доказал, что источником тока в первом опыте Гальвани является соединение двух разнородных металлов, т. е. меди и железа. При замыкании пары этих металлов тканями препарата лягушки через ткани проходит электрический ток, вызывающий сокращение мышц.

Л. Гальвани был уверен в существовании «животного электричества» и провел эксперимент, в котором вовсе не применялись металлы. Даже приготовление препарата лягушки (разрезание и т. д.) производилось стеклом. Гальвани надрезал икроножную мышцу одного нервно-мышечного препарата и на него набрасывал нерв второго, причем так, чтобы он касался мышцы в месте разреза и в неповрежденном участке. При набрасывании в момент касания нерва возникало сокращение мышцы второго препарата. Причиной сокращения является электрический ток, возникающий между поврежденным и неповрежденным участком мышцы и вызывающий раздражение нерва. Этот опыт получил название второго опыта Гальвани.

Таким образом, научный спор между физиологом Л. Гальвани и физиком А. Вольта о природе «животного электричества» увенчался двумя крупными открытиями. Были открыты электрические потенциалы, возникающие в живых тканях, и найден новый способ получения электрического тока, в результате чего создан гальваниче-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 81 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ский элемент («вольтов столб»).

Немецкий ученый Э. Дюбуа-Реймон в начале XIX в. впервые измерил электрические потенциалы живых нервов и мышц, сконструировав высокочувствительный гальванометр. Дюбуа-Реймон обнаружил, что если сделать поперечный разрез мышцы и соединить поверхность разреза и неповрежденную поверхность мышцы с гальванометром, то он покажет разность потенциалов. Было установлено, что внутренняя поверхность разреза заряжена отрицательно, а неповрежденная поверхность мышцы – положительно.

Итальянский ученый К. Маттеуччи впервые показал, что разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностью мышцы, свойственная состоянию покоя (потенциал покоя), резко падает при возбуждении (однофазный ток действия). К. Маттеуччи осуществил также опыт, известный под названием опыта вторичного сокращения: при накладывании на сокращающуюся мышцу одного нервно-мышечного препарата лягушки нерва второго препарата мышца последнего тоже начинает сокращаться. Этот опыт объясняется тем, что возникающий в мышце при ее возбуждении и сокращении **потенциал действия** оказывается достаточно сильным, чтобы вызвать возбуждение второго нерва и мышцы.

Дальнейшие успехи в изучении биоэлектрических потенциалов были тесно связаны с созданием новых приборов для регистрации быстрых и очень маленьких колебаний электрического потенциала (чувствительных осциллографов и мощных усилителей) и методов их отведения от одиночных возбудимых клеток. Применение внутриклеточных микроэлектродов, микропипеток, компьютерных технологий и т. д. позволяет регистрировать ионные токи, протекающие через одиночные **ионные каналы**; записывать и анализировать биопотенциалы, возникающие в сердце (**электрокардиография**), головном мозге (электроэнцефалография и др.), **сетчатки глаза** (электроретинография), скелетных мышцах (электромиография), мышцах желудка (электрогастрография) и т. д.

Учение Н.Е. Введенского о функциональной лабильности. В нормальных



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 82 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

условиях жизнедеятельности организма в рецепторах, нервных центрах и других возбудимых образованиях возникает не одиночная волна возбуждения, а целая серия нервных импульсов, следующих друг за другом с определенным интервалом. Такое ритмическое возбуждение было впервые исследовано русским физиологом Н.Е. Введенским. Он обнаружил, что если наносить на седалищный нерв нервно-мышечного препарата лягушки раздражения одинаковой силы, но возрастающей частоты, то ответная реакция (сокращения икроножной мышцы препарата) вначале также последовательно нарастает. Однако, достигнув своей максимальной величины, ответная реакция, несмотря на дальнейший рост частоты раздражений, перестает увеличиваться, а затем уменьшается и совсем исчезает. Н.Е. Введенский установил, что предельный ритм, воспроизводимый нервом, нервно-мышечным **синапсом**, мышцей, неодинаков и зависит от скорости протекания возбуждения в этих возбудимых образованиях.

Максимальная скорость протекания возбуждения была названа Н.Е. Введенским *функциональной подвижностью*, или *лабильностью*. Он предложил в качестве меры лабильности считать максимальное число потенциалов действия, совпадающее с числом наносимых раздражений (ритмом раздражения), которое возбудимая ткань способна генерировать в 1 с. Н.Е. Введенский обнаружил, что наибольшей лабильностью в нервно-мышечном препарате лягушки обладает седалищный нерв, меньшей – икроножная мышца и наименьшей – место контакта между нервными окончаниями и мышечными клетками (нервно-мышечные синапсы).

При стимуляции седалищного нерва нервно-мышечного препарата с различной частотой и силой раздражения Н.Е. Введенский наблюдал различные ответные сокращения икроножной мышцы, среди которых он выделял *оптимальные* и *пессимальные*. Оптимальные реакции наблюдались при частоте раздражения нерва препарата 80–100 имп/с и характеризовались наибольшей амплитудой сокращения мышцы. При увеличении частоты раздражения сверх 120 имп/с начиналось уменьшение амплитуды сокращений. Амплитуда была тем меньше, чем выше частота раз-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 83 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

дражения. Такую частоту Н.Е. Введенский назвал пессимальной.

К настоящему времени выяснено, что максимальный ритм импульсации в нервных и мышечных волокнах, т. е. их лабильность, зависит от скорости процессов ионной проводимости мембраны, лежащих в основе абсолютной и относительной невозбудимости (рефрактерности). Лабильность различных тканей неодинакова: нерва равна 500–1000, мышцы – около 200, нервно-мышечного **синапса** – примерно 100 импульсов в секунду. Утомление или длительное бездействие органа приводит к снижению лабильности его тканей.

Постепенное увеличение до определенных пределов частоты ритмического раздражения повышает лабильность ткани, и она начинает отвечать более высокой частотой возбуждения по сравнению с первоначальной частотой. Это явление было открыто русским ученым А.А. Ухтомским и получило название *усвоение ритма*.

Вопросы для самоконтроля

1. В состав каких органов входят эпителиальные ткани и какие функции они выполняют?
2. Перечислите разновидности и функции соединительной ткани.
3. Укажите разновидности и функции мышечной ткани.
4. Охарактеризуйте нервную ткань.
5. Как устроены **ионные каналы** цитоплазматической мембраны?
6. Какие существуют механизмы пассивного и активного транспорта ионов через мембрану клетки?
7. Объясните механизм возникновения **мембранного потенциала** покоя.
8. Как возникает **потенциал действия**? Опишите развитие волны возбуждения.
9. В чем различие следового деполяризационного и следового гиперполяризационного потенциалов? Каково их влияние на возбудимость клетки?
10. Какова роль функциональной подвижности в проведении возбуждения в различных тканях? Что такое усвоение ритма?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 84 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 3. Функциональная организация центральной нервной системы

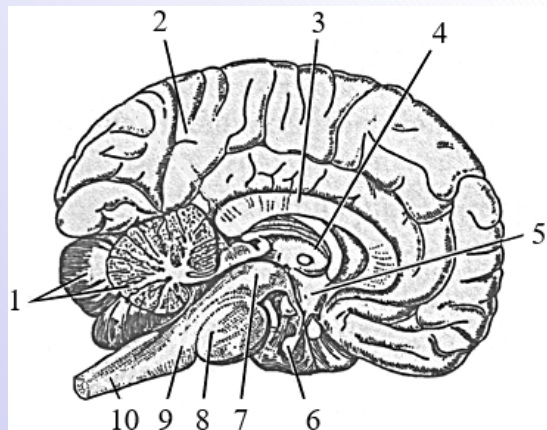
План лекции

1. Классификация нервной системы. Виды нейронов.
2. Представление о рецепторах. Учение о рефлексе.
3. Проведение возбуждения по нервным волокнам и в синапсах.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 17, 21–23].

1. Классификация нервной системы. Виды нейронов



Нервная система образована нервной тканью, состоящей из нервных клеток – **нейронов** и клеток нейроглии. Клетки нейроглии выполняют опорную функцию для нервных клеток, входят в состав их оболочек, участвуют в обмене веществ нейронов, выполняют секреторную и защитную функции. В нейроглии различают две группы клеток: 1) *макроглию*, 2) *микроглию*. В зависимости от строения и выполняемой функции клетки макроглии в свою очередь подразделяются на эпендимоциты, олигодендроциты и астроциты.

Рисунок 7 – Строение головного мозга:
1 – мозжечок; 2 – большие полушария;
3 – мозолистое тело; 4 – таламус; 5 – гипоталамус; 6 – гипофиз; 7 – средний мозг;
8 – варолиев мост; 9 – продолговатый мозг;
10 – спинной мозг

Нервную систему человека условно подразделяют на центральную и периферическую. ЦНС образована **спинным** и головным



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 85 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

мозгом. Головной мозг человека состоит из 6 отделов: **продолговатого мозга**, **варолиева моста**, **мозжечка**, **среднего мозга**, **промежуточного мозга** и больших полушарий (рис. 7). Мост и мозжечок часто объединяют под названием *задний мозг*, а промежуточный мозг и большие полушария – под названием *передний мозг*. Большие полушария часто называют *конечным мозгом*. Средний мозг совместно с варолиевым мостом и продолговатым мозгом образует *ствол головного мозга*. К стволу мозга иногда также относят промежуточный мозг и мозжечок.

На разрезе спинного и головного мозга можно заметить темные участки – *серое вещество мозга* и светлые участки – *белое вещество мозга*. Серое вещество мозга состоит в основном из тел нейронов, а белое вещество – из большого количества нервных волокон.

К периферической нервной системе относят многочисленные нервы, отходящие от спинного и головного мозга, нервные узлы и нервные сплетения, расположенные за пределами спинного и головного мозга.

Есть еще одна классификация нервной системы, согласно которой всю ее подразделяют на соматическую и вегетативную, или автономную. Соматическая нервная система иннервирует (снабжает нервами) главным образом стенки тела и конечности, скелетные мышцы, кожу, обеспечивает связь организма с внешней средой. **Вегетативная нервная система** иннервирует все внутренности, железы, гладкие мышцы, регулирует обмен веществ. Вегетативная нервная система подразделяется на две части: парасимпатическую и симпатическую.

Нейрон содержит многие компоненты, присущие всем клеткам живого организма. В нервной клетке выделяют три отдела: *тело*, или *сому*, *дендриты* и *аксон* (рис. 8). В теле наряду с другими органоидами клетки находятся ядро, рибосомы и происходит синтез необходимых для клетки веществ. Основное отличие ядра нейрона состоит в том, что после рождения человека оно всегда находится в *интерфазе*, в то время как ядра большинства других клеток организма могут находиться в разных фазах митоза. Интерфазное состояние ядра нейрона сохраняется в течение всей



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 86 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

жизни человека, т. к. нервные клетки не делятся.

Нейроны мозга в процессе индивидуального развития человека образуют многочисленные связи между собой. Каждая связь имеет определенное функциональное значение. Это создает специфическую для каждого человека *индивидуальность ЦНС*. Если бы нервные клетки делились в течение всей жизни человека, то образовавшиеся структурные связи между нейронами разрывались бы, постоянно нарушалась бы индивидуальность нервной системы и все время менялось бы поведение человека. Однако нейроны могут начать делиться при некоторых заболеваниях нервной системы.

Хотя ядра нейронов не делятся и тела их не восстанавливаются, однако отростки нервных клеток могут восстанавливаться после повреждений или заболеваний. Благодаря этому возобновляется чувствительность и подвижность органов после хирургических операций на них.

Несмотря на то, что в течение индивидуальной жизни масса нейронов погибает в результате каких-то нарушений или старения, мозг, тем не менее, сохраняет свои функции. Сохранение функций обеспечивается избыточностью нервных клеток в мозге, многократным дублированием функций, а также перераспределением функций между отдельными нейронами. Даже при обширных поражениях мозга в результате кровоизлияния или хирургического вмешательства люди могут сохранять интеллект и высокую работоспособность.

Классификация нейронов по их внешней структуре основана на форме клеток и количестве отходящих от них отростков. По форме различают нейроны *веретеновидные, звездчатые, пирамидные* и т. д. По количеству отходящих отростков нервные клетки подразделяют на *униполярные*, т. е. с одним отростком, *биполярные* с двумя отростками и *мультиполярные* со многими отростками, к которым относятся большинство нейронов ЦНС.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 87 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Нервные клетки в зависимости от направления передачи ими информации делятся на *чувствительные, вставочные и двигательные*. Чувствительными называют нейроны, которые имеют рецепторные окончания, преобразующие энергию внешнего воздействия в нервный импульс. К двигательным относятся нейроны, аксоны которых идут к исполнительным органам – к мышцам или железам. Больше всего в мозге вставочных нейронов, которые осуществляют связь между чувствительными и двигательными нейронами, а также между различными отделами спинного и головного мозга.

Нейроны, вызывающие возбуждение в иннервируемых клетках, называют *возбуждающими*, а приводящие к торможению – *тормозными*.

В зависимости от активности выделяют нейроны *фоново-активные* и *молчащие*. Фоново-активные нейроны ритмично или аритмично постоянно генерируют редкие импульсы и посылают их по аксону к другим клеткам. Молчащие нейроны возбуждаются только в ответ на раздражение.

В основе химической классификации нервных клеток лежат вещества, которые синтезируются в теле нейрона и выделяются его нервными окончаниями, т. е. служат **медиаторами** в **синапсах**. Например, нейроны **спинного мозга**, управляющие работой скелетных мышц (мотонейроны), выделяют медиатор ацетилхолин и называются *холинергическими*. Некоторые нейроны продолговатого мозга и варолиева моста синтезируют норадреналин и их относят к *норадренергическим*. В продолговатом мозге имеются также *серотонинергические* нейроны, секретирующие серотонин, в мозжечке –

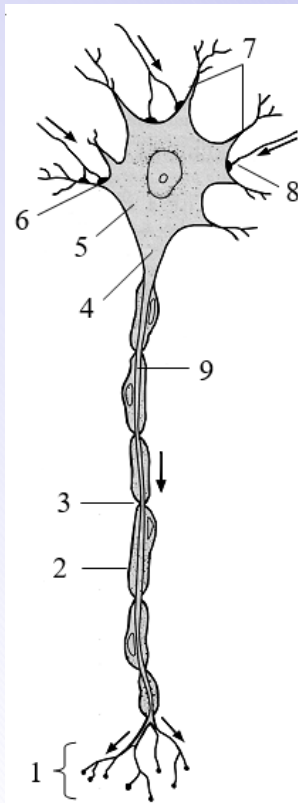


Рисунок 8 – Нейрон:
1 – нервные окончания;
2 – миелиновая оболочка;
3 – перехват Ранвье;
4 – аксонный холмик;
5 – сома; 6 – синапс на соме;
7 – дендриты;
8 – пресинаптическое окончание;
9 – аксон



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание

◀ ▶

◀▶

Страница 88 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ГАМК-ергические, которые выделяют гамма-аминомасляную кислоту (ГАМК). В **среднем мозге** находятся *дофаминергические* нейроны, выделяющие дофамин.

Отдельные структурные элементы нейрона (**рис. 8**) выполняют определенные функции. Так, синтез веществ осуществляется в теле нейрона, которое выполняет трофическую функцию по отношению к аксону и дендритам, а также клеткам-эффекторам. Вещества, синтезированные в соме, транспортируются по аксону и дендритам. Отросток, отделенный от тела нейрона, отмирает.

Импульсы, поступающие от других нервных клеток, воспринимаются, в основном, телом и дендритами нейрона. Поступающая по многим дендритам информация интегрируется и обрабатывается в соме нейрона. В некоторых случаях возбуждение может поступать на аксоны. Например, в аксо-аксональных **синапсах** импульсы по аксону одного нейрона поступают к окончанию аксона второй нервной клетки, вызывая пресинаптическое торможение.

Структурой, где обычно возникает (генерируется) нервный импульс, является аксонный холмик – место отхождения аксона от сомы нейрона.

В направлении другого нейрона или эффекторной клетки импульсы передаются по аксону, который образует нервные окончания, заканчивающиеся синапсами на других клетках.

2. Представление о рецепторах. Учение о рефлексе

Представление о рецепторах. Восприятие любой информации о внешней и внутренней среде начинается с раздражения рецепторов. Рецептор – это нервное окончание или специализированная клетка, которая способна воспринимать раздражение и преобразовывать энергию раздражения в нервный импульс.

Рецепторы обладают специфичностью (модальностью), т. е. способностью хорошо воспринимать только определенный вид раздражителя, к которому они приспособились в процессе эволюции (адекватные раздражители), на чем основан первич-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 89 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ный анализ. Например, зрительные рецепторы приспособлены к восприятию света, слуховые рецепторы – звука, рецепторы кончика языка – сладкого вкуса и т. д. Кроме мономодальных рецепторов, приспособленных к восприятию лишь одного вида раздражения, существуют и полимодальные рецепторы, которые способны воспринимать несколько видов раздражителей. Примером полимодальных рецепторов могут служить болевые рецепторы кожи, вызывающие болевые ощущения при сильном механическом, а также температурном и химическом раздражении.

Участок рецепторной поверхности, от которого сигнал получает один чувствительный нейрон (одно афферентное волокно), называется его *рецептивным полем*. В данном случае рецепторы образованы окончаниями разветвлений дендритов чувствительного нейрона. При одновременном раздражении нескольких рецепторов одного рецептивного поля в афферентном волокне регистрируется ответ только одного рецептора, возбуждающегося с наиболее коротким латентным периодом или с наибольшей частотой. Нервный импульс не только направляется по нервному волокну в ЦНС, но и по разветвлениям волокна может поступать к соседним рецепторам, изменяя их активность.

Один и тот же участок чувствительной поверхности может быть иннервирован несколькими афферентными нейронами, вследствие чего их рецептивные поля в значительной степени перекрывают друг друга. Перекрытие рецептивных полей на ладони и подушечках пальцев человека может быть 10–40-кратным, что существенно увеличивает чувствительность, так как возрастает дублирование каналов информации. Перекрывание также обеспечивает более точное и надежное определение места нанесения раздражения.

Раздражение центра и периферии рецептивного поля оказывает противоположное влияние на частоту образующихся импульсов в нейроне, связанном с данным полем. Если раздражение рецепторов в центре рецептивного поля вызывает повышение частоты разрядов в нейроне, то стимуляция их на периферии поля приводит к снижению частоты разрядов, и наоборот. Наличие в рецептивном поле центра



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 90 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

и периферии с противоположными свойствами улучшает способность к пространственному различению в сенсорных нервных центрах и усиливает *контраст*.

В зависимости от выбранного критерия существует несколько классификаций рецепторов. В соответствии с видом воспринимаемого раздражителя **рецепторы** делят на несколько групп:

1. *Механорецепторы* расположены в коже, стенке внутренних органов и сосудов, опорно-двигательном аппарате, слуховой и вестибулярной системах. Они воспринимают давление, вибрацию, растяжение.
2. *Хеморецепторы* воспринимают химические изменения внешней и внутренней среды организма. К ним относятся вкусовые и обонятельные рецепторы, а также рецепторы, реагирующие на изменение содержания некоторых веществ в **крови**, лимфе, межклеточной и цереброспинальной жидкости. Такие рецепторы есть в слизистой оболочке языка и носа, сино-каротидной зоне и зоне дуги аорты, гипоталамусе и продолговатом мозге.
3. *Терморецепторы* подразделяются на тепловые и холодовые. Они воспринимают изменения температуры и расположены в коже, слизистых оболочках, внутренних органах, сосудах, гипоталамусе, среднем, продолговатом и спинном мозге.
4. *Фоторецепторы* воспринимают световую энергию. Они находятся в сетчатке глаза.
5. *Болевые рецепторы* (ноцицепторы) воспринимают болевые раздражения. Раздражителями этих рецепторов являются сильные механические, термические и химические (гистамин, брадикинин, K^+ , H^+ и др.) факторы.
6. *Электрорецепторы* обнаружены у животных (в составе боковой линии у рыб). Они чувствительны к действию электромагнитных колебаний.

Спсихофизиологической точки зрения рецепторы подразделяют в соответствии с возникающими ощущениями на *зрительные*, *слуховые*, *вкусовые* и т. д.

Порасположению в организме рецепторы подразделяют на *экстерорецепторы*, воспринимающие раздражения из внешней среды, и *интерорецепторы*, сигнали-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 91 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

зирующие о состоянии внутренних органов. Разновидностью интерорецепторов являются *проприорецепторы*, информирующие о состоянии и деятельности опорно-двигательного аппарата, и вестибулярные рецепторы.

Если одна и та же разновидность рецепторов (например, хеморецепторы, чувствительные к CO_2) локализована как в ЦНС (в продолговатом мозге), так и за ее пределами (в кровеносных сосудах), то такие рецепторы подразделяют на *центральные* и *периферические*.

По скорости адаптации рецепторы делят на: 1) *быстро адаптирующиеся* (фазные), 2) *медленно адаптирующиеся* (тонические), 3) *смешанные* (фазно-тонические).

По морфологическому признаку различают три типа рецепторов. Первый тип – *свободные нервные окончания* – рассеяны по всему телу, на его поверхности и во внутренних органах. Обеспечивают грубые виды чувствительности. Они плохо дифференцируют место воздействия и его модальность. Второй тип – *инкапсулированные нервные окончания* – достаточно дифференцированные по строению и локализации структуры, имеют более узкую специализацию по воспринимаемой энергии и вызываемым ощущениям. Первый и второй тип рецепторов являются первичночувствующими рецепторами, в которых возбуждение возникает при действии раздражителя непосредственно на мембраны нервных окончаний (рис. 9).

К третьему типу относятся так называемые *вторичночувствующие (вторичные) рецепторы*. Во вторичночувствующих рецепторах имеется специализированная клетка, например, фоторецептор (палочка, колбочка), имеющий синаптическую связь с окончанием дендрита сенсорного нейрона (рис. 9).

Трансформирование энергии раздражителя в процесс возбуждения, или нервный импульс, происходит за счет обмена веществ самих рецепторов. Раздражитель, взаимодействуя с рецептором, вызывает изменение ионной проницаемости его мембраны. В результате происходит изменение электрического заряда на мембране, т. е. возникновение *рецепторного потенциала*. Когда рецепторный потенциал достигает достаточно большой величины, то он вызывает возникновение афферентного им-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 92 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

пульса в нервном волокне, идущем от рецептора.

Во вторичночувствующих рецепторах местные потенциалы образуются дважды в течение одного восприятия раздражения: рецепторный потенциал раздражаемой рецепторной клетки и ВПСП чувствительного нейрона. Чтобы различать эти потенциалы, было предложено называть градуальный электрический ответ рецепторной клетки рецепторным потенциалом, а постсинаптический потенциал связанного с ней через синапс нервного волокна *генераторным потенциалом*, имея в виду, что он генерирует в чувствительном нейроне потенциалы действия. В первичночувствующих рецепторах, рецепторный потенциал, являясь источником **потенциала действия**, выполняет функцию генераторного потенциала.

Во вторичных рецепторах между рецепторной клеткой и афферентным нервным волокном имеется синапс (рис. 9). Рецепторный потенциал вызывает выделение медиатора из рецепторной клетки в синаптическую щель. В результате на постсинаптической мембране тела афферентного или вставочного нейрона возникает генераторный потенциал, который, нарастая, образует потенциал действия.

Учение о рефлексе. Основной формой деятельности нервной системы является осуществление рефлексов. *Рефлексы* – это реакции организма, которые возникают в ответ на раздражение рецепторов и осуществляются при обязательном участии

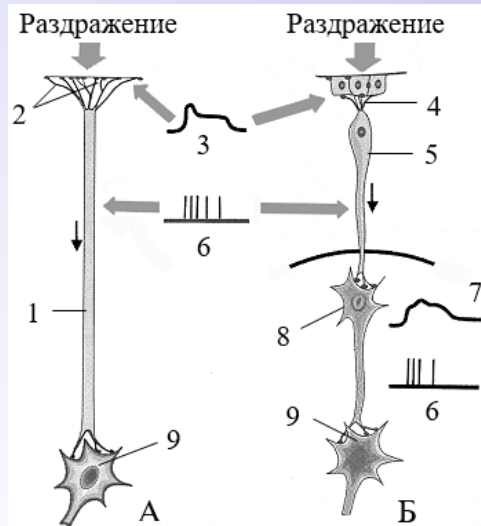


Рисунок 9 – Морфофункциональная организация первичночувствующих (А) и вторичночувствующих (Б) рецепторов: 1 – афферентное волокно; 2 – свободные нервные окончания; 3 – рецепторный потенциал; 4 – рецепторные окончания; 5 – рецепторная клетка; 6 – импульсный потенциал действия; 7 – генераторный потенциал; 8 – вставочный нейрон; 9 – афферентный нейрон



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 93 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

нервной системы. Благодаря рефлекторным реакциям происходит постоянное взаимодействие организма с окружающей средой, объединение и регуляция деятельности всех его органов и тканей.

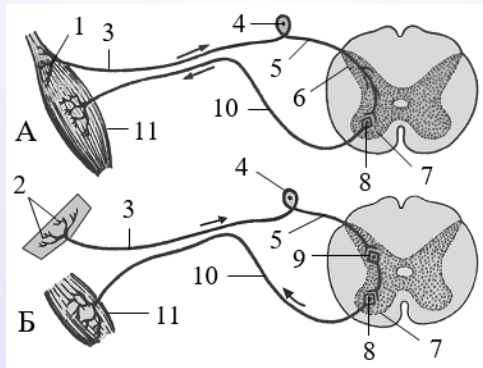


Рисунок 10 – Схема двухнейронной (А) и трехнейронной (Б) рефлекторной дуги: 1 – рецепторы в мышце и сухожилии; 2 – рецепторы в коже; 3 – дендрит афферентного нейрона; 4 – тело афферентного нейрона; 5 – аксон; 6 – задний рог и передний рог (7) спинного мозга; 8 – тело эфферентного нейрона; 9 – вставочный нейрон; 10 – аксон эфферентного нейрона; 11 – эффектор (мышца)

Рецепторами называют окончания дендритов афферентных нейронов, а также специализированные образования (например, палочки и колбочки сетчатки глаза), которые воспринимают раздражение и в ответ на него генерируют нервные импульсы. Нервные импульсы от рецептора поступают по афферентному нервному пути, состоящему из дендрита, тела и аксона афферентного нейрона, в нервный центр.

Нервным центром согласно представлениям И.П. Павлова называют совокуп-

Путь, по которому проходит нервный импульс при осуществлении рефлекса, называют *рефлекторной дугой*. В самые простые рефлекторные дуги входят только по два нейрона, в более сложные – по три, а в большинстве рефлекторных дуг насчитывается еще больше нейронов. Примером двухнейронной рефлекторной дуги является дуга сухожильного коленного рефлекса, который проявляется в разгибании в коленном суставе при легком постукивании по сухожилию ниже коленной чашечки (рис. 10, А).

В состав трехнейронной рефлекторной дуги (рис. 10, Б) входят: 1) рецептор; 2) афферентный нейрон; 3) вставочный нейрон; 4) эфферентный нейрон; 5) рабочий орган (клетки мышцы или железы). Связь между нейронами в рефлекторной дуге, между эфферентным нейроном и клетками рабочего органа осуществляется с помощью синапсов.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 94 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ность образований на различных уровнях ЦНС, необходимых для осуществления рефлекса или регуляции той или иной функции целостного организма. Большинство нервных центров находится в ЦНС, но они также есть и в нервных узлах периферической нервной системы. В один нервный центр могут функционально объединяться нейроны, тела которых лежат в разных отделах нервной системы, т. е. понятие это не анатомическое, а функциональное.

В нервном центре расположен вставочный нейрон, на тело или дендриты которого передается возбуждение с аксона афферентного нейрона. По аксону вставочного нейрона импульс поступает к эфферентному нейрону, тело которого тоже находится в нервном центре. В большинстве рефлекторных дуг между аксоном афферентного нейрона и телом эфферентного нейрона включается не один, а целая цепь вставочных нейронов. Такие **рефлекторные дуги** называют *полинейронными*, или *полисинаптическими*.

По аксону эфферентного нейрона нервные импульсы поступают к клеткам рабочего органа (мышцы, железы). В результате наблюдается рефлекторная реакция (движение, выделение секрета) на раздражение рецепторов. Время от начала раздражения рецепторов до начала ответной реакции называют *временем реакции*, или *латентным временем рефлекса*. Больше всего время рефлекса зависит от скорости проведения возбуждения через нервные центры. Ухудшение функционального состояния нервного центра приводит к увеличению времени рефлекса.

Выполнение ответной реакции еще не является окончанием рефлекторного акта. В осуществляющем ответную реакцию рабочем органе раздражаются рецепторы, импульсы от

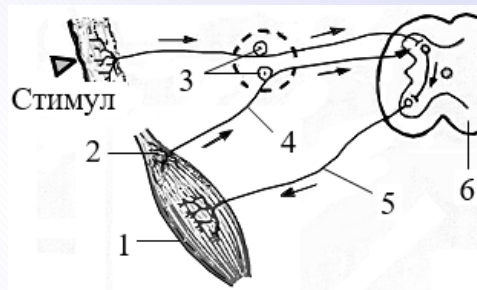


Рисунок 11 – Схема рефлекторного кольца: 1 – рабочий орган (мышца); 2 – рецепторы рабочего органа; 3 – тела афферентных нейронов в спинномозговом узле; 4 – нейрон обратной связи; 5 – аксон эфферентного нейрона; 6 – нервный центр (спинной мозг)



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 95 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

которых поступают по афферентным нервным волокнам (вторичным афферентам) в ЦНС и информируют нервные центры о протекании рефлекторной реакции и состоянии рабочего органа (рис. 11). Такую информацию называют *обратной связью*. Различают положительные и отрицательные обратные связи. Положительные обратные связи вызывают продолжение и усиление ответной рефлекторной реакции, а отрицательные обратные связи – ее ослабление и прекращение.

Таким образом, возбуждение при рефлекторной реакции сначала передается по рефлекторной дуге от первоначально раздражаемого рецептора к рабочему органу. Затем оно снова поступает в ЦНС уже от рецепторов рабочего органа, которые возбудились в результате его ответной рефлекторной реакции. Такая взаимосвязь между нервными центрами и иннервируемыми органами, которая наблюдается при осуществлении рефлекса, называется *рефлекторным кольцом* (рис. 11). Благодаря обратным связям, осуществляющимся по рефлекторному кольцу, ЦНС получает информацию о результатах рефлекторных реакций, вносит поправки в их осуществление, обеспечивает координированную деятельность организма.

3. Проведение возбуждения по нервным волокнам и в синапсах

Проведение возбуждения по нервным волокнам. Распространение **потенциалов действия** по ткани, особенно нервного импульса по нервам, является самым быстрым и точно адресованным способом передачи информации в организме. Скорость передачи нервного импульса в быстропроводящих волокнах двигательных нервов (тип волокна А α) достигает 120 м/с. Другие способы передачи информации гораздо медлительнее: гуморальный не превышает 0,5 м/с (скорость тока крови в аорте), аксонный транспорт веществ от тела нейрона к окончаниям аксона не превышает 40 см в сутки.

Распространение потенциалов действия, или проведение возбуждения, осуществляется по мембране нервных и мышечных клеток. Обязательным условием прове-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 96 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

дения нервного импульса является наличие на всем протяжении или в ограниченных, но повторяющихся участках волокна электровозбудимых (потенциалзависимых) ионных каналов, ответственных за формирование потенциала действия. Проведение нервных импульсов по безмякотным и мякотным нервным волокнам имеет свои особенности.

При нанесении раздражения на безмякотное (немиелинизированное) нервное волокно, не содержащее в своей оболочке электроизолирующего вещества миелина, в раздражаемом участке изменяется ионная проницаемость мембраны (рис. 12). Раскрываются активационные ворота натриевых каналов и ионы натрия поступают внутрь нервного волокна. Развивается потенциал действия и мембрана возбужденного участка заряжается снаружи отрицательно, а внутри положительно.

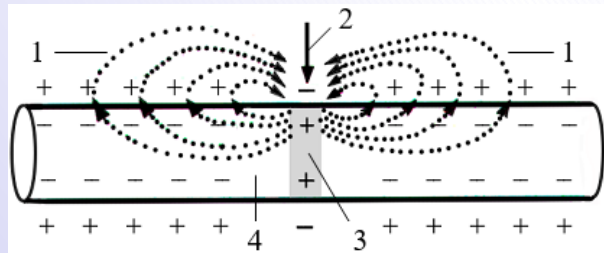


Рисунок 12 – Проведение нервного импульса по безмякотному нервному волокну: 1 – местные электрические токи; 2 – источник раздражения; 3 – возбужденный участок нервного волокна; 4 – цитоплазма нервного волокна

трические токи, которые, проходя через невозбужденные участки мембраны, раздражают их. В результате в них изменяется ионная проницаемость мембраны, эти участки возбуждаются и в них возникает потенциал действия. Процесс повторяется и таким образом возбуждение проводится в обе стороны по нервному волокну от первоначального места нанесения раздражения. Следовательно, потенциал действия распространяется по нервному волокну с помощью потенциалзависимых натриевых

Входящий внутрь волокна положительный ток, создаваемый катионами натрия, должен выходить через мембрану наружу, чтобы замкнуть электрическую цепь. Соседние невозбужденные участки мембраны нервного волокна имеют на наружной поверхности положительный заряд, а на внутренней – отрицательный. Между возбужденным и невозбужденными участками мембраны возникают *местные (круговые) элек-*



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 97 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

каналов, которые открываются и закрываются по мере движения нервного импульса.

Местные токи выходят из волокна наружу в области наименьшего сопротивления мембраны. Расстояние, на которое распространяется каждый «виток» местных токов по волокну, тем больше, чем ниже сопротивление цитоплазмы и выше сопротивление мембраны. В тонких безмякотных нервных волокнах это расстояние, т. е. протяженность возбужденного участка, тем больше, чем толще волокно, но не превышает 1 мм.

Чем дальше от точки раздражения, тем слабее местные токи. Поэтому на расстоянии больше 1 мм они не могут проходить через мембрану и вызывать образование новых потенциалов действия. Если источник раздражения убрать, то в первоначальном месте нанесения раздражения благодаря действию натрий-калиевого насоса восстановится **мембранный потенциал** покоя.

В безмякотных нервных волокнах местные токи проходят последовательно практически через каждый соседний участок мембраны волокна, т. к. длина их «витка» не превышает 1 мм. Поэтому скорость распространения нервного импульса невелика (0,5–3 м/с) и его передача требует большего расхода энергии, чем при распространении импульсов по мякотным нервным волокнам.

В мякотных (миелинизированных) нервных волокнах, покрытых электроизолирующей миелиновой оболочкой, местные круговые токи могут проходить через мембрану только в *перехватах Ранвье* – участках волокна, лишенных миелина. Мембрана перехватов Ранвье специализирована для возникновения потенциалов действия. Здесь плотность натриевых каналов в 100 раз выше, чем в безмякотных нервных волокнах, и достигает 12 000 на 1 $\mu\text{м}^2$. Поэтому в мякотных нервных волокнах распространение нервного импульса осуществляется

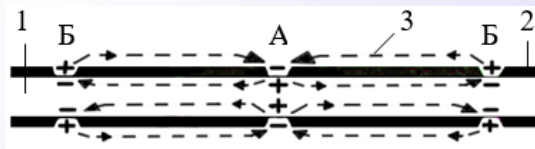


Рисунок 13 – Проведение нервного импульса по мякотному нервному волокну: 1 – цитоплазма волокна; 2 – миелиновая оболочка; 3 – местные электрические токи между возбужденным (А) и соседними невозбужденными (Б) перехватами Ранвье



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание

Страница 98 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

скачкообразно: возбуждение как бы перескакивает от одного перехвата Ранвье к другому (рис. 13). Расстояние между перехватами во много раз больше (1000–2000 мкм), чем длина самого перехвата Ранвье (1 мкм). Поэтому на передачу импульсов по мягкотным нервным волокнам расходуется меньше энергии, чем в безмякотных, а скорость распространения импульсов гораздо выше.

Величина потенциала действия, возникшего в одном перехвате Ранвье, в 5–10 раз больше той пороговой величины, которая необходима для возбуждения соседнего перехвата. Поэтому **потенциал действия**, возникший в одном перехвате, способен вызвать возбуждение не только в находящемся рядом, но и в соседних 2–3 перехватах. Это создает гарантию проведения импульсов по нервному волокну, даже если 1–2 ближайших перехвата Ранвье повреждены.

Типы нервных волокон. Скорость распространения импульсов зависит от диаметра нервных волокон, наличия и толщины миелиновой оболочки. Нервы у человека состоят из трех основных типов волокон: А, В и С. *Тип А* включает наиболее толстые хорошо миелинизированные афферентные и эфферентные нервные волокна и делится на 4 группы в зависимости от диаметра волокна и скорости проведения возбуждения. Волокна группы $A\alpha$ имеют диаметр 13–22 мкм и скорость проведения импульсов 70–120 м/с; группы $A\beta$ – диаметр 8–13 мкм и скорость 40–70 м/с; группы $A\gamma$ – диаметр 4–8 мкм, скорость 15–40 м/с; группы $A\delta$ – диаметр 1–4 мкм и скорость проведения возбуждения 5–15 м/с.

Тип В включает в себя слабомиелинизированные волокна автономной нервной системы, имеющие диаметр 1–3 мкм и скорость проведения возбуждения 3–14 м/с. В *тип С* объединены безмякотные волокна автономной нервной системы диаметром 0,5–1 мкм и со скоростью проведения импульсов 0,5–2 м/с.

Проведение возбуждения в синапсах. По нервному волокну одной нервной клетки импульсы могут распространяться в обе стороны от того места, где на это волокно действует раздражитель. Однако передача импульсов с нейрона на нейрон или с нейрона на клетки рабочего органа может осуществляться только в одном



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 99 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

направлении. Односторонность передачи возбуждения обеспечивается особыми образованиями, которые английский физиолог Ч. Шеррингтон назвал синапсами.

Синапс – это место контакта между двумя нейронами, или между нейроном и клеткой рабочего органа, специально предназначенное для передачи нервных импульсов. Синапсы классифицируют: 1) по месторасположению; 2) по оказываемому действию; 3) по способу передачи сигналов.

По месторасположению синапсы бывают: а) *аксосоматические*, т. е. образованные аксоном одного нейрона на теле, или соме, другого нейрона; б) *аксодендритические*, т. е. образованные аксоном одного нейрона на дендрите другого нейрона; в) *аксоаксональные*, образованные аксоном одного нейрона на аксоне другого нейрона; г) *дендродендритные*, образованные дендритом одного нейрона на дендрите другого нейрона; д) *дендросоматические*, образованные дендритом одного нейрона на соме второго. Синапсы между окончаниями аксона и иннервируемыми мышечными клетками получили название *нервно-мышечных синапсов*, или *концевых пластинок*.

По оказываемому действию синапсы бывают возбуждающие и тормозные. По способу передачи сигналов различают электрические синапсы, в которых сигналы передаются электрическим путем, и химические синапсы, в которых передатчиками сигнала, или медиаторами, являются особые биологически активные химические вещества. Существуют также смешанные электрохимические синапсы. Почти все синапсы в организме человека являются химическими. На теле и отростках одного нейрона может быть несколько тысяч синапсов.

Во всех синапсах имеются такие составные компоненты, как пресинаптический отдел, постсинаптический отдел и разделяющая их синаптическая щель (рис. 14).

Пресинаптический отдел химического синапса образован расширенным окончанием нервного волокна, которое перед синапсом лишено миелиновой оболочки. В пресинаптическом отделе синтезируется медиатор, который накапливается в *синаптических пузырьках*. Медиатор может образовываться и в теле нейрона, поступая затем аксонным транспортом в нервное окончание. Со стороны синаптической



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 100 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

щели пресинаптический отдел покрыт *пресинаптической мембраной*. В ней имеются электровозбудимые кальциевые каналы, которые открываются под воздействием приходящего нервного импульса, в результате чего ионы кальция поступают в пресинаптический отдел из внеклеточной жидкости.

Поступление ионов кальция, вызванное нервным импульсом, приводит к перемещению синаптических пузырьков с медиатором к пресинаптической мембране и практически одновременному выделению медиатора из 100–200 пузырьков в *синаптическую щель*. Каждый из пузырьков содержит одну порцию, или квант, медиатора. Квант состоит из нескольких тысяч молекул медиатора, которые выходят в синаптическую щель за 1–2 мс. Для выхода в щель каждого кванта медиатора нужны 4 иона Ca^{2+} . Чем выше концентрация ионов Ca^{2+} в окончании аксона, тем выше скорость выделения медиатора в синаптическую щель.

Размеры синаптической щели очень малы, примерно 20–50 нм, и молекулы медиатора путем диффузии быстро, менее чем за 1 мс, достигают *постсинаптической мембраны*. Эта мембрана покрывает со стороны синаптической щели постсинаптический отдел и имеет специфические утолщения – *постсинаптические рецепторы*, обладающие повышенной чувствительностью к медиатору (**рис. 14, Б**). Молекулы медиатора воздействуют на мембрану постсинаптических рецепторов и вызывают в ней открытие каналов, проницаемых для ионов натрия и калия (процесс показан на **рис. 14, Б, а, б, в**).

Ионов Na^+ поступает в клетку значительно больше, чем выходит из нее ионов калия. Это обусловлено тем, что движение Na^+ в клетку обеспечивается электрическим и концентрационным градиентами, а выход K^+ из клетки только концентрационным градиентом, причем против электрического градиента. В результате происходит частичная деполяризация постсинаптической мембраны, которая получила название *возбуждающего постсинаптического потенциала* (ВПСП).

ВПСП имеет разную величину для разных синапсов, но чаще всего он равен 10–20 мВ. ВПСП соседних синапсов на теле одного нейрона суммируются между



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 101 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

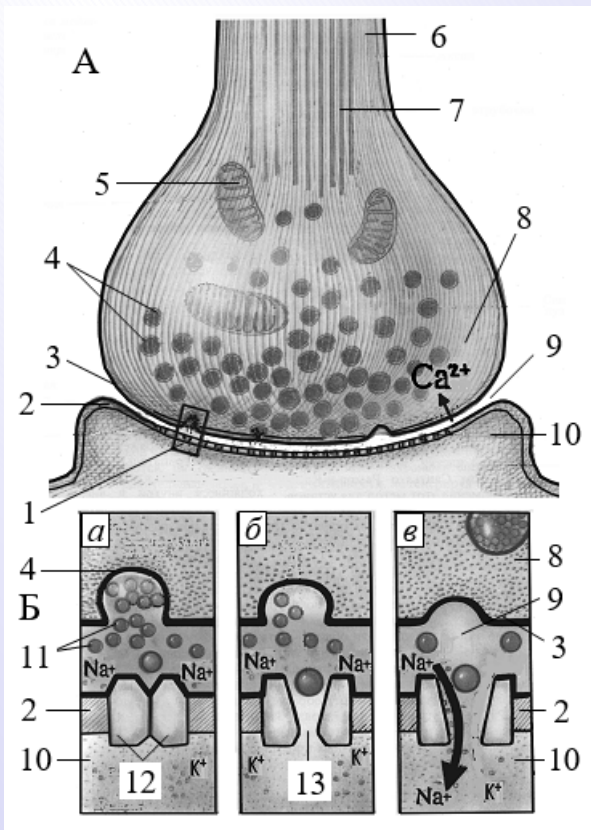


Рисунок 14 – Схема строения аксодендритического синапса (А) и выделения в нем медиатора (Б): 1 – участок с синаптическим пузырьком и постсинаптическим рецептором, он же под большим увеличением (Б); 2 – постсинаптическая мембрана; 3 – пресинаптическая мембрана; 4 – пузырьки медиатора; 5 – митохондрия; 6 – аксон; 7 – микротрубочки; 8 – пресинаптический отдел; 9 – синаптическая щель; 10 – постсинаптический отдел; 11 – молекулы медиатора; 12 – постсинаптический рецептор; 13 – натриевый канал

собой. Так же суммируются ВПСП, быстро возникающие друг за другом в одном синапсе. Когда в результате такой суммации общая деполяризация постсинаптической мембраны достигнет примерно 60 мВ, в постсинаптическом отделе возникает **потенциал действия** (нервный импульс), который распространяется по второй клетке электрическим путем. Не вступившая во взаимодействие с постсинаптическим



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 102 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

рецептором часть медиатора разрушается специальным ферментом или поступает обратно через пресинаптическую мембрану в пресинаптический отдел.

Таким образом, через химический синапс возбуждение передается химическим путем с помощью медиатора только в одном направлении – от пресинаптического отдела к постсинаптическому. Скорость передачи возбуждения через синапс примерно в 200 раз меньше, чем через такой же по протяженности участок нервного волокна. Это получило название *синаптической задержки*. Синаптическая задержка составляет около 0,2–0,5 мс, причем основная часть этого времени тратится на процесс выделения медиатора в синаптическую щель. Чем больше синапсов имеется на протяжении нервного пути, тем меньше общая скорость распространения по нем возбуждения.

В состоянии относительного покоя, даже когда в пресинаптический отдел не поступают нервные импульсы, тем не менее, происходит самопроизвольный выброс одиночных квантов медиатора в синаптическую щель. Это вызывает кратковременную слабую деполяризацию постсинаптической мембраны, которая получила название *миниатюрного возбуждающего постсинаптического потенциала* (МВПСП). Одиночный квант медиатора приводит к открытию примерно на 1 мс одного ионного канала в постсинаптическом рецепторе. При этом возникает МВПСП величиной 0,1–0,2 мВ.

Синапсы, в которых поступивший нервный импульс вызывает возбуждение второй клетки, называются возбуждающими. Медиаторами в возбуждающих синапсах чаще всего являются такие химические вещества как ацетилхолин, норадреналин и др.

Синапсы, в которых поступивший нервный импульс вызывает торможение второй клетки, называют тормозными. В них выделяются тормозные медиаторы – ГАМК, глицин и др. Тормозной медиатор, взаимодействуя с постсинаптическим рецептором, открывает в нем избирательные каналы для ионов калия и хлора. При этом натриевые каналы постсинаптической мембраны остаются закрытыми. В результате анионы хлора поступают из внеклеточной среды, где их больше, в цитоплазму



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 103 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

постсинаптической клетки, где их меньше, и несут с собой отрицательный заряд.

Катионы калия выходят из постсинаптического отдела по осмотическому градиенту и несут с собой положительный заряд. Происходит не уменьшение, а увеличение заряда на мембране (гиперполяризация), что приводит к торможению клетки, на которой находится тормозной синапс (рис. 15). Величина, на которую увеличивается заряд постсинаптической мембраны в результате действия тормозного медиатора, называется *тормозным постсинаптическим потенциалом* (ТПСП).

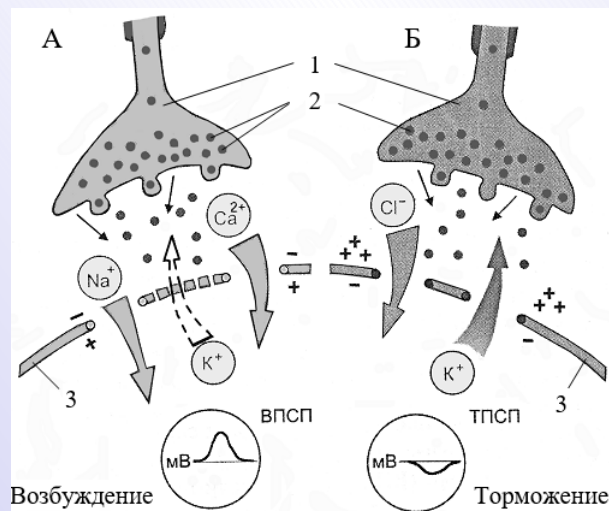


Рисунок 15 – Механизм действия медиатора в возбуждающем (А) и тормозном (Б) синапсах: 1 – пресинаптические нервные окончания; 2 – синаптические пузырьки с медиатором; 3 – мембрана постсинаптического рецептора

В зависимости от того, какой по химической природе медиатор выделяется в синаптическую щель, синапсы подразделяют на холинергические (медиатор – ацетилхолин), норадренергические (медиатор – норадреналин), ГАМК-ергические (медиатор – ГАМК), серотонинергические (медиатор – серотонин) и т. д.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 104 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите классификацию **нейронов**.
2. По каким признакам классифицируются **рецепторы**?
3. Охарактеризуйте **нервный центр** в соответствии с представлениями И.П. Павлова.
4. В чем отличие рефлекторного кольца от **рефлекторной дуги**?
5. Как происходит распространение нервного импульса по безмякотным и мякотным нервным волокнам?
6. Как происходит распространение нервного импульса по мякотным нервным волокнам?
7. Укажите типы нервных волокон.
8. По каким принципам осуществляют классификацию **синапсов**?
9. Как происходит синаптическая передача возбуждения в возбуждающих синапсах?
10. Как происходит синаптическая передача возбуждения в тормозных синапсах?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 105 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 4. Структуры различных отделов центральной нервной системы и их функции

План лекции

1. Функции спинного, продолговатого и среднего мозга.
2. Функции ретикулярной формации, мозжечка и промежуточного мозга.
3. Функции подкорковых узлов и коры больших полушарий.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [1, 5–8, 14, 17, 19, 21–23].

1. Функции спинного, продолговатого и среднего мозга

Функции спинного мозга. Спинной мозг у человека является низшим отделом ЦНС, имеющим сегментарную организацию (рис. 16). Сегментарность заключается в том, что: 1) сегменты спинного мозга иннервируют участки тела, расположенные на том же уровне (шейные – шею, грудные – грудь и т. д.); 2) нейроны спинного мозга напрямую связаны с рабочими органами в отличие от нейронов надсегментарных центров, например коры больших полушарий, которые управляют деятельностью мышц через сегментарные центры, в том числе и через спинной мозг. Спинной мозг у человека имеет значительно меньшую самостоятельность по сравнению со спинным мозгом животных. У человека его вес по отношению к головному мозгу составляет всего 2 % (у кошек – 25 %, у кролика – 45 %).

Спинной мозг выполняет интегративную, проводниковую и рефлекторную функции. Интегративная функция заключается в объединении (интеграции) поступающей информации от рецепторов. Она у спинного мозга проявляется в небольшой степени. Интегративная функция более значительна у вышележащих отделов ЦНС и наиболее выражена у коры больших полушарий.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 106 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Проводниковая функция у спинного мозга выражена очень хорошо и осуществляется благодаря проводящим путям, расположенным в белом веществе. Различают *восходящие* и *нисходящие проводящие пути*. По восходящим путям импульсы поступают от нижележащих сегментов спинного мозга к вышележащим сегментам и к головному мозгу, а по нисходящим путям – в обратном направлении.

Рефлекторная функция спинного мозга осуществляется благодаря передаче нервных импульсов с афферентных путей на эфферентные, в результате чего происходит ответная реакция на раздражение. Связь спинного мозга с рецепторами и рабочими органами осуществляется посредством нервных волокон, входящих в спинной мозг и выходящих из него в составе спинномозговых корешков. Распределение функций этих волокон подчиняется *закону Белла-Мажанди*, а именно: все чувствительные (афферентные) волокна входят в спинной мозг через задние корешки, а все двигательные и вегетативные (эфферентные) волокна выходят через передние корешки. В задних корешках волокон примерно в пять раз больше, чем в передних. По задним корешкам в спинной мозг поступают импульсы от рецепторов скелетных мышц, сухожилий, кожи, сосудов, внутренних органов. Передние корешки содержат волокна к скелетным мышцам и вегетативным ганглиям. В вегетативных ганглиях происходит синаптическая передача импульсов на нейроны, аксоны которых иннервируют внутренние органы.

Спинной мозг выполняет много рефлекторных функций. В нем находятся центры, осуществляющие движения всех скелетных мышц за исключением мышц, расположенных на голове.

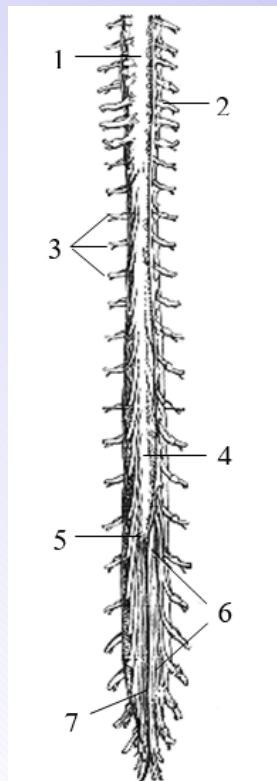


Рисунок 16 – Спинной мозг: 1 – шейное утолщение; 2 – спинномозговой узел; 3 – спинномозговые нервы; 4 – поясничное утолщение; 5 – мозговой конус; 6 – конский хвост; 7 – концевая нить



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 107 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Также в спинном мозге расположены центры всех рефлексов мочеполовой системы и прямой кишки, терморегуляторных рефлексов, центры, регулирующие обмен веществ, сокращение диафрагмы, центры большинства сосудистых рефлексов. Кроме того, спинной мозг постоянно посылает нервные импульсы к мышцам, поддерживая их небольшое напряжение и готовность к работе – мышечный тонус.

Степень проявления **рефлексов** зависит от наличия связи структур спинного мозга со структурами головного мозга. После спинализации, т. е. отделения спинного мозга от головного у животных посредством перерезки или вследствие травмы у человека, исчезают многие сложные формы активности, создаваемые спинным мозгом. Такое состояние получило название *спинальный шок*. Продолжительность спинального шока у человека от нескольких недель до 4–5 месяцев. Когда шок проходит, рефлексы восстанавливаются.

Рефлексы, протекающие с участием спинного мозга, подразделяются на *двигательные*, осуществляющиеся с помощью альфа-мотонейронов передних рогов, и *вегетативные*, осуществляемые эфферентными клетками боковых рогов и бокового промежуточного вещества.

Альфа-мотонейроны – это крупные клетки, от которых отходят толстые быстروпроводящие нервные волокна. Они осуществляют передачу к скелетным мышцам импульсов, выработанных в спинном мозге. Аксон каждого мотонейрона, вступая в мышцу, многократно делится, и может охватывать своими окончаниями до нескольких сотен экстрафузальных мышечных волокон, образуя с ними двигательную, или нейромоторную единицу.

Импульсы, поступающие от альфа-мотонейронов, вызывают сокращение скелетных мышц. Потенциалы действия в альфа-мотонейроне возникают с частотой, не превышающей 200–300 имп/с, и со следовой гиперполяризацией длительностью от 50 до 150 мс. В зависимости от частоты воспроизведения импульсов и длительности следовой гиперполяризации альфа-мотонейроны разделяют на *фазические* (фазные) и *тонические*. Фазическими мотонейронами иннервируются более быстрые, «белые»



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 108 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

мышцы, тоническими – более медленные «красные».

Второй тип мотонейронов спинного мозга – *гамма-мотонейроны* посылают тонкие волокна к интрафузальным (внутриверетенным) мышечным волокнам, которые являются мышечными **рецепторами**. Импульсы, поступающие от гамма-мотонейронов, не вызывают сокращение скелетных мышц, а изменяют чувствительность мышечных рецепторов.

В спинном мозге замыкается огромное количество **рефлекторных дуг**, с помощью которых регулируются функции организма. Типичные *спинномозговые (спинальные) рефлексы*, т. е. рефлексы, присущие самому спинному мозгу, можно изучить в чистом виде только после отделения спинного мозга от головного у животного (спинальное животное) или у человека, у которого в результате травмы произошел разрыв спинного мозга на границе с продолговатым мозгом. Первым следствием нарушения целостности спинного мозга является спинальный шок. Он проявляется в резком падении возбудимости и в угнетении рефлекторных функций всех рефлекторных центров, расположенных ниже места перерезки или разрыва.

Спустя несколько недель, а то и месяцев у человека спинальный шок медленно проходит и постепенно восстанавливается рефлекторная деятельность скелетных мышц, величина кровяного давления, рефлексы мочеиспускания, дефекации и ряд половых рефлексов. Это свидетельствует о том, что центры этих рефлексов располагаются в спинном мозге.

Первыми после отделения головного мозга от спинного и снятия шока появляются сгибательные и разгибательные рефлексы. Вслед за ними обнаруживаются *сухожильные рефлексы*, дуги которых являются *моносинаптическими*, т. е. имеющими только один синапс. Моносинаптическая дуга состоит из чувствительного нейрона, дендриты которого идут от рецепторов растяжения – мышечных веретён, и эфферентного нейрона, оканчивающегося на мышечных волокнах. В спинном мозге меньше моносинаптических дуг и больше полисинаптических. Сухожильные рефлексы легко вызываются с помощью короткого удара по сухожилию и имеют важное диа-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 109 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

гностическое значение в неврологической практике.

Важное значение для поддержания мышечного тонуса, выпрямленной позы и стояния человека имеют *рефлексы растяжения*. Под влиянием силы тяжести раздражаются рецепторы растяжения (мышечные веретёна) в мышце. Так, при стоянии четырехглавая мышца бедра подвергается растяжению из-за тенденции колена сгибаться под влиянием гравитации. От мышечных веретён четырехглавой мышцы поступают длительное время асинхронные импульсы к альфа-мотонейронам спинного мозга. В ответ альфа-мотонейроны посылают тоже асинхронные импульсы к экстрафузальным волокнам четырехглавой мышцы. В результате этого мышца отвечает плавным длительным сокращением, автоматически противодействующим силе тяжести. Рефлексы растяжения иногда относят к группе *тонических* или *позных рефлексов*, т. к. их объединяет длительное поддержание рефлекторного сокращения разгибательных и реже сгибательных мышц без заметного их утомления. Тонические рефлексы направлены на поддержание определенной позы. В их осуществлении кроме механизмов спинного мозга участвуют двигательные центры головного мозга.

На уровне спинного мозга замыкаются *шейные позные рефлексы*, изученные голландским физиологом Р. Магнусом в опытах на кошках. Среди них различают рефлексы, возникающие при наклоне головы вниз и вперед, и рефлексы, наблюдаемые при поворотах головы. При наклоне головы вниз и вперед у животного увеличивается тонус мышц-сгибателей передних конечностей и тонус мышц разгибателей задних конечностей, вследствие чего передние конечности сгибаются, а задние разгибаются. При наклоне головы вверх и назад возникают противоположные реакции. Эти рефлексы возникают с рецепторов, расположенных в мышцах шеи.

С этих же рецепторов возникают рефлексы, наблюдаемые при поворотах головы вправо или влево. У животного на стороне, куда повернута голова, повышается тонус мышц-разгибателей обеих конечностей и одновременно повышается тонус мышц-сгибателей на противоположной стороне тела. При повороте головы смещается центр тяжести в сторону поворота и на этой же стороне повышается тонус



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 110 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

мышц-разгибателей обеих конечностей, в результате чего сохраняется поза тела.

Ритмические рефлексy, или *рефлексy мышц-антагонистов*, лежат в основе правильных попеременных движений при ходьбе, беге, чесании и т. д. Эти рефлексy характеризуются тем, что при возбуждении мотонейронов мышц-сгибателей одновременно происходит торможение мотонейронов мышц-разгибателей. При этом в конечности другой стороны наблюдаются обратные явления. Центры рефлексa ходьбы лежат в поясничных сегментах спинного мозга.

К двигательным рефлексам спинного мозга относят также *висцеромоторные рефлексy*. Они возникают при определенных раздражениях внутренних органов и характеризуются появлением двигательных реакций мышц грудной и брюшной стенки, мышц-разгибателей спины (например, при икоте).

Двигательные рефлексy спинного мозга называют также соматическими, т. к. они проявляются в деятельности скелетных мышц. Кроме их осуществления, спинной мозг играет важную роль в рефлекторной регуляции внутренних органов, являясь центром многих *вегетативных рефлексов*. Вегетативные рефлексy спинного мозга разделяют на симпатические и парасимпатические. В боковых рогах сегментов грудного отдела и верхних сегментов поясничного отдела спинного мозга расположены *центры симпатического отдела*, а в боковом промежуточном веществе крестцового отдела – *центры парасимпатического отдела вегетативной нервной системы*. Эти центры участвуют в регуляции пищеварения, дыхания, кровообращения, мочеиспускания, дефекации, осуществляют некоторые половые рефлексy.

Функции продолговатого мозга. Продолговатый мозг (*рис. 17*) является продолжением спинного и в нижней части похож на него по строению и форме. В продолговатом мозге частично сохраняется сегментарное строение, типичное для спинного мозга. Вверху продолговатый мозг переходит в *варолиев мост*, а боковые его отделы переходят в *нижние ножки мозжечка*, который находится сзади.

Продолговатый мозг и мост выполняют проводниковую, рефлекторную и интегративную функции. В них поступают афферентные нервные волокна от вестибу-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 111 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

лярных и слуховых рецепторов, от кожи и мышц головы, от внутренних органов. *Проводниковая функция* продолговатого мозга и варолиева моста заключается в передаче импульсов из спинного мозга в вышележащие отделы ЦНС и в проведении импульсов, идущих из головного в спинной мозг.

Через продолговатый мозг проходят восходящие пути от рецепторов слуховой и вестибулярной чувствительности. В продолговатом мозге афферентные нервные волокна, несущие информацию от рецепторов кожи и мышечных рецепторов, образуют синапсы на вторых нейронах, аксоны которых составляют путь в **таламус**.

Продолговатый мозг и мост выполняют сложные рефлекторные функции, в том числе и жизненно важные для организма. На дне IV-го желудочка в ретикулярной формации продолговатого мозга находятся жизненно важные *дыхательный центр*, регулирующий дыхание, и *сосудодвигательный центр*, регулирующий работу сердца и просвет кровеносных сосудов. В продолговатом мозге и мосту находится ряд рефлекторных центров, связанных с процессами пищеварения, а именно: центры жевания, сосания, слюноотделения, глотания, выделения пищеварительных соков желудком, поджелудочной железой и др. Здесь же находятся центры некоторых *защитных рефлексов*: чихания, кашля, рвоты, мигания, слезоотделения.

Целая группа рефлексов продолговатого мозга и моста направлена на *поддержание позы тела*. В зависимости от рецепторов, при возбуждении которых осуществляется поддержание позы, эти рефлексы подразделяют на *шейные тониче-*

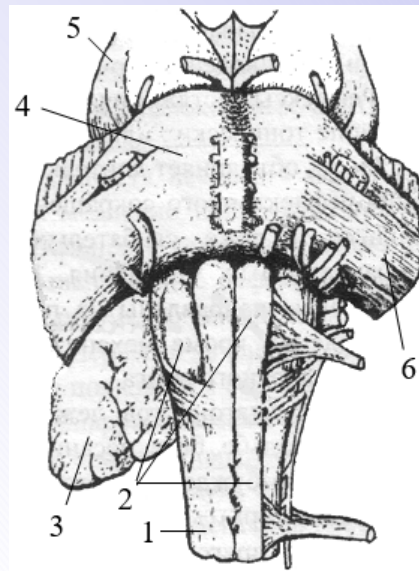


Рисунок 17 – Продолговатый мозг и варолиев мост: 1 – спинной мозг; 2 – продолговатый мозг; 3 – мозжечок; 4 – варолиев мост; 5 – средний мозг (ножка мозга); 6 – средняя ножка



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 112 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ские рефлексы и вестибулярные (лабиринтные). Шейные тонические рефлексы запускаются при возбуждении проприорецепторов мышц шеи вследствие изменения положения головы относительно туловища.

Вестибулярные рефлексы неразрывно связаны с шейными тоническими рефлексами и дополняют их, т. к. не зависят от положения головы относительно туловища. Вестибулярные рефлексы подразделяются на *статические* и *статокинетические*. Статические рефлексы вызываются главным образом возбуждением рецепторов, расположенных в мешочке и маточке **вестибулярного аппарата**, и обеспечивают поддержание позы и равновесия тела при разнообразных неподвижных его положениях в пространстве. Среди статических рефлексов различают две группы: 1) *познотонические* рефлексы, или рефлексы положения, благодаря которым сохраняется определенная поза; 2) *установочные*, или выпрямительные рефлексы, которые обеспечивают переход из неестественной позы в обычное положение.

Статокинетические рефлексы обеспечивают поддержание позы тела при изменении скорости движения. Эти рефлексы вызываются при возбуждении рецепторов, расположенных в полукружных каналах вестибулярного аппарата. Возбуждение же рецепторов возникает при движении эндолимфы в каком-либо из трех полукружных каналов в результате ускорения или торможения тела человека. К статокинетическим вестибулярным рефлексам относятся также *лифтные рефлексы*, которые проявляются в увеличении тонуса мышц сгибателей и уменьшении тонуса мышц разгибателей при ускорении вверх. При ускорении вниз наблюдается обратная картина: тонус мышц сгибателей уменьшается, а тонус мышц разгибателей повышается. В результате в начале подъема происходит сгибание конечностей и человек слегка приседает, а в начале спуска – их разгибание и человек слегка выпрямляется.

Функции среднего мозга. Средний мозг совместно с варолиевым мостом и продолговатым мозгом образует ствол головного мозга, в котором он занимает относительно небольшую по объему часть. Средний мозг расположен над варолиевым мостом спереди от мозжечка. Он состоит из *ножек мозга* и *крыши среднего мозга*,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 113 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

или *четверохолмия* (рис. 18).

Ножки мозга занимают переднюю часть среднего мозга и представляют собой белые округлые тяжи, выходящие из моста и направляющиеся к большим полушариям. На поперечном разрезе среднего мозга видно, что каждая ножка состоит из покрывки и основания, на границе которых находится *черное вещество*, или *черная субстанция*. Черная субстанция представляет собой скопление тел нейронов, содержащих пигмент меланин, придающий нейронам характерный темный цвет.

Основание ножек образовано в основном нервными волокнами, идущими из коры больших полушарий в **спинной, продолговатый мозг** и **мост**. Покрывка ножек мозга состоит из восходящих нервных волокон, направляющихся в отдел промежуточного мозга – таламус. Среди этих волокон залегают ядра, самыми крупными из которых являются *красные ядра*. Они представляют собой удлиненные образования, расположенные между черной субстанцией и находящимся в центре серым веществом (рис. 19).

Четверохолмие составляет заднюю часть среднего мозга. Перпендикулярными бороздами четверохолмие делится на верхние, или передние, и нижние, или задние холмики (двухолмия), или бугры. В углублении между верхними холмиками находится железа внутренней секреции – *эпифиз*. Между ножками мозга и четверохолмием в центре среднего мозга проходит узкий канал – *водопровод мозга* (Сильвиев водопровод), сообщающийся снизу с IV-м желудочком, а сверху – с III-м желудочком.

Средний мозг выполняет рефлекторную, интегративную и проводниковую функ-

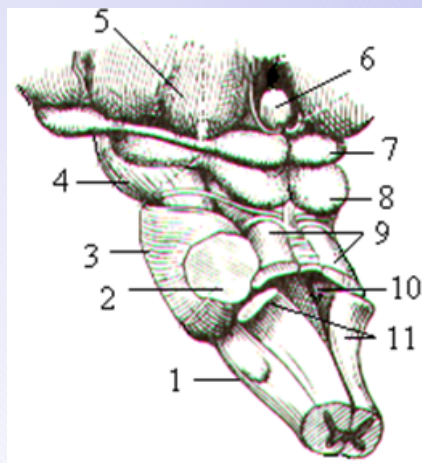


Рисунок 18 – Ствол мозга сбоку и сверху (мозжечок удален):

1 – продолговатый мозг; 2 – средняя ножка мозжечка; 3 – мост; 4 – ножка мозга; 5 – промежуточный мозг; 6 – эпифиз; 7 – верхние и нижние (8) бугры четверохолмия; 9 – верхние и нижние (11) ножки мозжечка; 10 – четвертый желудочек



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 114 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ции. Он участвует в осуществлении целого ряда важных безусловных рефлексов. Так, при участии бугров четверохолмия осуществляются *ориентировочные* зрительные и слуховые **рефлексы** на неожиданные раздражители. В ответ на внезапное раздражение происходит поворот головы и глаз в сторону раздражителя, а у животных – настораживания ушей. Этот рефлекс И.П. Павлов назвал рефлексом «Что такое?». Он необходим для подготовки организма к своевременной реакции на любое новое воздействие. Он сопровождается усилением тонуса мышц-сгибателей (подготовка к двигательной реакции) и изменениями вегетативных функций (дыхание, сердцебиение).

Передние бугры четверохолмия являются первичными *подкорковыми зрительными центрами*, а задние бугры – первичными *подкорковыми слуховыми центрами*. Ядра, расположенные в передних и задних буграх четверохолмия, участвуют в осуществлении *сторожевого рефлекса* при внезапной подаче светового или звукового раздражителей. Этот рефлекс проявляется в перераспределении мышечного тонуса: происходит повышение тонуса мышц-сгибателей и уменьшение тонуса мышц-разгибателей, что мобилизует организм на быструю ответную реакцию.

На поперечном разрезе среднего мозга видно, что каждая ножка состоит из покрывки и основания, на границе которых находится *черное вещество*, или *черная субстанция* (рис. 19). Черная субстанция представляет собой скопление тел нейронов, содержащих пигмент меланин, придающий нейронам характерный темный цвет.

Черная субстанция среднего мозга участвует в регуляции тонуса мышц и различных тонких движений (например, мелких движений пальцев рук). Черная субстанция функционально связана с подкорковыми ядрами больших полушарий – полосатым телом и бледным шаром. Нейроны черной субстанции имеют дофаминергическую природу, т. к. синтезируют медиатор *дофамин*. Аксоны

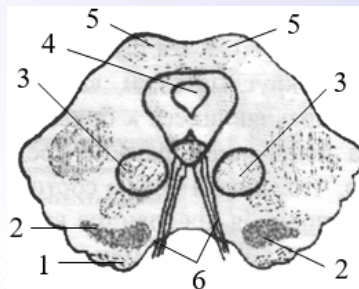


Рисунок 19 – Поперечный разрез среднего мозга (схема): 1 – ножки мозга; 2 – черная субстанция; 3 – красные ядра; 4 – водопровод мозга; 5 – бугры четверохолмия; 6 – глазодвигательный нерв



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 115 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

этих нейронов идут к полосатому телу и образуют синапсы на его нервных клетках, также содержащих в значительных количествах дофамин. Повреждение черной субстанции приводит к дегенерации дофаминергических нервных путей к полосатому телу, что является одной из причин возникновения тяжелого заболевания нервной системы – *болезни Паркинсона*.

В покрывке среднего мозга располагаются ядра *глазодвигательного* и *блокового нервов* (соответственно III-й и IV-й пары черепномозговых нервов). Эти нервы управляют движениями глаз, **аккомодацией** глаза, зрачковым рефлексом.

Важным промежуточным центром проводящих путей ствола мозга являются *красные ядра* (рис. 19). Они связаны нервными путями с корой больших полушарий, ретикулярной формацией, мозжечком и **спинным мозгом**. От красных ядер берет начало нисходящий *руброспинальный путь*, идущий к мотонейронам спинного мозга. С его помощью осуществляется регуляция тонуса скелетных мышц, а именно: происходит повышение тонуса нейронов, иннервирующих мышцы-сгибатели, и уменьшение тонуса нейронов мышц-разгибателей. Это имеет большое значение при поддержании позы и осуществлении движений. Если у животного перерезать головной мозг на уровне задних бугров четверохолмия так, чтобы красные ядра оказались выше линии перерезки, то у такого животного перестают поступать импульсы от красных ядер к нейронам мышц-сгибателей и наступает резкое повышение тонуса разгибательной мускулатуры. Конечности у животного сильно выпрямляются, голова запрокинута назад, хвост приподнят, конечности трудно согнуть даже силой.

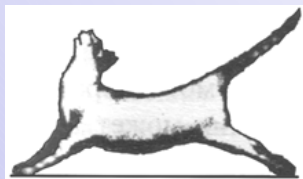


Рисунок 20 –
Децеребрационная
ригидность

Животное не может принять нормальную позу. Такое состояние мускулатуры тела называется *децеребрационной ригидностью* (рис. 20). Если поставить такое животное на лапы, то оно сохраняет стоячее положение, так как тонус разгибателей настолько высок, что сгибания в суставах не происходит.

Предполагается, что красные ядра являются не только источником, но и посредником в регуляции разгибательных



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 116 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

рефлексов, передавая тормозные влияния от **мозжечка** и моторных областей коры. Удаление мозжечка или моторных областей коры приводит к усилению тонуса мышц-разгибателей.

2. Функции ретикулярной формации, мозжечка и промежуточного мозга

Функции ретикулярной формации. Ретикулярная формация начинается в срединной части верхних шейных сегментов спинного мозга и продолжается в центральных отделах продолговатого мозга, моста, среднего и промежуточного мозга. Она представляет собой скопления нейронов (ядра) с многочисленными сильно ветвящимися отростками, идущими в разных направлениях и образующими густую сеть. Аксоны ветвятся больше, чем дендриты, и образуют ветви, идущие как в восходящем, так и в нисходящем направлении. В структурах ретикулярной формации обнаружены адренергические, дофаминергические, холинергические нейроны, между которыми образуется очень много синапсов. От всех поступающих в таламус, а затем в кору больших полушарий афферентных путей отходят многочисленные коллатерали к ретикулярной формации, чем и обеспечивается ее восходящая активирующая деятельность. Ретикулярная формация также получает импульсы из мозжечка, подкорковых ядер, лимбической системы, которые обеспечивают эмоционально-адаптивные поведенческие реакции, мотивационные формы поведения.

В ретикулярной формации человека выделяют 48 ядер. Наиболее крупным является гигантоклеточное ядро, которое содержит гигантские **нейроны**, отсутствующие в других ядрах. Важным свойством нейронов ретикулярной формации является их высокая химическая чувствительность к различным гуморальным факторам (адреналину, CO_2) и фармакологическим веществам, особенно к анестезирующим препаратам и так называемым успокаивающим средствам.

В ретикулярной формации продолговатого мозга располагаются жизненно важ-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 117 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ные центры регуляции дыхания, сердечно-сосудистой системы, деятельности пищеварительного тракта, центры рефлекторных актов, связанных с вестибулярными и слуховыми нервами.

Установлено, что ретикулярная формация по восходящим нервным путям оказывает *возбуждающее влияние на кору больших полушарий*, а по нисходящим путям – возбуждающее или тормозящее действие на деятельность спинного мозга (рис. 21). Ретикулоспинальные влияния играют важную роль в координации простых и сложных движений, в реализации влияний психической сферы на осуществление сложной двигательной поведенческой деятельности человека.

Было обнаружено, что электрическое раздражение гигантоклеточного ядра ретикулярной формации вызывает неспецифическое торможение сгибательных и разгибательных рефлексов, осуществляемых мотонейронами *спинного мозга*. Влияние ретикулярной формации на мышечный тонус передается по двум ретикуло-спинальным путям: быстропроводящему и медленнопроводящему. Импульсы, поступающие по этим путям, повышают активность гамма-мотонейронов спинного мозга, что в свою очередь возбуждает альфа-мотонейроны, и мышечный тонус увеличивается. Ретикулярная формация может выступать не только в роли регулятора возбудимости мотонейронов спинного мозга, но и принимать участие в процессах, связанных с поддержанием позы и организацией целенаправленных движений.

Активность самой ретикулярной формации поддерживается непрерывным по-

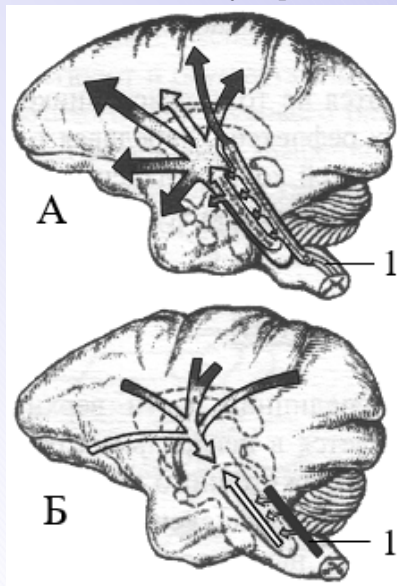


Рисунок 21 – Схема связи ретикулярной формации с корой больших полушарий: А – схема восходящих путей к коре; Б – схема нисходящих путей коры к ретикулярной формации; 1 – специфические афферентные пути к коре, отдающие коллатерали к ретикулярной формации



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 118 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ступлением импульсов, идущих от различных органов чувств и периферических рецепторов. Важная роль в поддержании ее активности принадлежит гуморальным факторам, по отношению к которым она обладает высокой чувствительностью.

Благодаря работам Х. Мегуна и Дж. Моруцци были открыты восходящие, активирующие влияния ретикулярной формации на кору больших полушарий (рис. 21, А). Обнаружено, что ретикулярная формация участвует в *регуляции сна и бодрствования*. Раздражение и возбуждение ее с помощью вживленных в мозг электродов вызывает пробуждение у спящих животных. Эта поведенческая реакция пробуждения сопровождается учащением ритма электроэнцефалограммы (ЭЭГ) в обширных областях коры больших полушарий. У бодрствующего животного подобное раздражение повышало уровень корковой активности, усиливало внимание к внешним сигналам и улучшало их восприятие. Десинхронизация ЭЭГ (рис. 22) является проявлением активирующего действия ретикулярной формации, регистрируемого в различных зонах коры больших полушарий и оказывающего генерализованное влияние. Разрушение восходящих путей от ретикулярной формации приводит к глубокому сну у бодрствовавших животных и уменьшению частоты колебаний ЭЭГ.

Ретикулярная формация может оказывать и тормозное влияние на **кору больших полушарий**, которое изучено значительно хуже. Оно имеет место в случае длительной и монотонной работы. Например, в производственных условиях при работе на конвейере или в спорте при прохождении длинных и сверхдлинных дистанций.

В электрических проявлениях деятельности мозга активирующие влияния ретикулярной формации проявляются в виде возникновения частой асинхронной активности (десинхронизация), а тормозящие влияния – в виде медленных ритмичных колебаний (синхронизация).

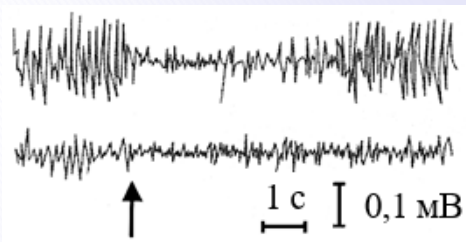


Рисунок 22 – Десинхронизация ЭЭГ при раздражении ретикулярной формации: Стрелкой показано начало раздражения



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 119 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Большинство нейронов ретикулярной формации являются *полисенсорными*, т. е. отвечают на различные раздражения: световые, звуковые, тактильные и т. д. Эти нейроны имеют обширные рецептивные поля, большой латентный период и слабую воспроизводимость реакции, что сильно отличает их от нейронов специфических ядер. В связи с этим нейроны ретикулярной формации относят к *неспецифическим*. Точно также восходящие пути ретикулярной формации называют неспецифическими, т. к. они направлены к обширным областям коры больших полушарий в отличие от специфических проекционных путей от органов чувств, идущих в конкретные зоны коры.

Ретикулярной формации принадлежит важная роль в механизмах формирования условнорефлекторных реакций организма. Она *повышает активность вегетативных нервных центров*, функционируя совместно с симпатическим отделом **вегетативной нервной системы**. Введение адреналина повышает тонус ретикулярной формации, в результате чего усиливается ее активирующее влияние на кору больших полушарий. Адреналин, выделяемый мозговым веществом надпочечников при эмоциях, действуя на ретикулярную формацию, увеличивает и удлиняет эффекты возбуждения симпатической нервной системы.

Благодаря наличию кольцевых связей в ретикулярной формации происходит *взаимодействие афферентных и эфферентных импульсов*, возможна их продолжительная циркуляция по кругу. Вследствие этого поддерживается определенный уровень возбуждения самой ретикулярной формации, а она в свою очередь поддерживает тонус и готовность к деятельности различных отделов центральной нервной системы. Активность ретикулярной формации находится под регулирующим влиянием коры больших полушарий (**рис. 21, Б**).

Функции мозжечка. Мозжечок расположен позади и чуть выше продолговатого мозга и варолиева моста под большими полушариями.

Мозжечок человека состоит из непарной средней части – червя и расположенных по обе стороны от червя двух полушарий. Поверхность мозжечка покрыта серым



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 120 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

веществом, толщиной 1–2,5 мм, образующим его кору. Под корой находится белое вещество, в котором группами располагается серое вещество, представляющее собой скопления тел нейронов – ядра мозжечка.

Мозжечок выполняет проводниковую, рефлекторную и интегративную функции. Эфферентные пути от мозжечка идут к **спинному** и **продолговатому мозгу**, к **ретикулярной формации**, красным ядрам **среднего мозга**, к **промежуточному мозгу**, **коре больших полушарий** и к **подкорковым ядрам**.

Мозжечок оказывает рефлекторные влияния на различные двигательные и вегетативные функции. Главное его значение заключается в дополнении и коррекции деятельности остальных двигательных центров. Мозжечок участвует: 1) в регуляции позы и мышечного тонуса; 2) в коррекции медленных целенаправленных движений и координации их с рефлексами поддержания позы; 3) в координации быстрых целенаправленных движений, осуществляемых по команде из коры больших полушарий.

Мозжечок вносит в выполнение движений необходимые поправки, обеспечивая точность, ловкость и координированность движений. При нарушении функций мозжечка возникают различные двигательные расстройства: атония, астенция, астазия, атаксия, асинергия, дисметрия, адиадохокинез, дезэквilibрия (**рис. 23**).

Атония характеризуется резким ослаблением мышечного тонуса. Голова повисает на груди. Атония обычно сопровождается астенцией – слабостью и повышенной утомляемостью мышц.

Астазия проявляется в утрате способности мышц к длительному тетаническому сокращению, вследствие чего конечности и голова непрерывно дрожат и качаются, т. е. наблюдается тремор. У людей астазия проявляется в невозможности поддерживать позу Ромберга: соблюдать равновесие при закрытых

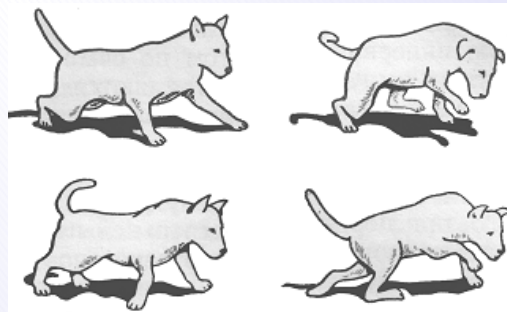


Рисунок 23 – Двигательные расстройства у собаки после удаления мозжечка



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 121 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

глазах и вытянутых вперед руках. Атаксия характеризуется нарушением координации движений, походки и др. При атаксии ноги широко расставлены, движения избыточны, из-за которых больного как пьяного бросает из стороны в сторону.

Асинергия проявляется в нарушении взаимодействия между двигательными центрами различных мышц. При этом происходит как бы распад программы движения и целостное движение состоит не из одновременных содружественных актов, а распадается на ряд простых движений выполняемых последовательно. Речь человека изменяется, разрывается на необычных слогах. Асинергия сочетается с *дисметрией*, или утратой соразмерности движения. При дисметрии наблюдается несоответствие между интенсивностью мышечного сокращения и задачей выполняемого движения, движения становятся размашистыми и неупорядоченными в пространстве.

Адиадохокинез характеризуется нарушением координации быстрых целенаправленных движений. При этом человек не способен выполнять быструю последовательность движений, например поочередное сгибание и разгибание пальцев. При нарушении функций мозжечка также наблюдается дезэквilibрия, т. е. потеря способности сохранять равновесие. При запрокидывании головы назад человек падает.

Мозжечок участвует не только в регуляции движений, но и осуществляет контроль над вегетативными функциями, оказывая облегчающее или угнетающее влияние на деятельность сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной систем, на терморегуляцию. Мозжечок согласовывает величину артериального давления и дыхания в соответствии с интенсивностью движений, а также оказывает влияние на перистальтику кишечника. Он оценивает состояние внутренних органов и деятельность мышц и приспособливает их к интересам всего организма. Влияния мозжечка осуществляются, по-видимому, благодаря его связям с **ретикулярной формацией** и **гипоталамусом**. Деятельность мозжечка протекает в непосредственной связи с корой больших полушарий и под ее контролем.

Функции промежуточного мозга. Наиболее важными функциональными образованиями промежуточного мозга являются таламус и гипоталамус.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 122 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Таламус имеет форму двух крупных эллипсоидных тел, по бокам срастающихся с большими полушариями. Серое вещество в таламусе сгруппировано в *ядра*, которые расположены главным образом в области боковой стенки III-го желудочка. Всего в таламусе выделяют до 40 парных ядер. По функциональному значению ядра подразделяют на *специфические, неспецифические, ассоциативные* и *моторные*.

Специфические ядра таламуса часто подразделяют на *сенсорные* и *несенсорные*. На нейронах сенсорных специфических ядер заканчиваются волокна различных восходящих путей. В специфических, или проекционных, ядрах таламуса происходит синаптическая передача импульсов, поступивших от всех рецепторов тела, за исключением обонятельных, на нейроны, по аксонам которых импульсы направляются в соответствующие участки коры больших полушарий. Тот факт, что афферентные сигналы на пути к коре переключаются на нейронах таламуса, имеет большое значение. Тормозные влияния, приходящие в таламус из коры больших полушарий, других образований и соседних таламических ядер, позволяют подавить слабые второстепенные возбуждения и обеспечить лучшую передачу в кору наиболее важной информации.

На нейронах несенсорных специфических ядер происходит синаптическая передача информации, поступающей в таламус из разных отделов головного мозга.

Специфические ядра на пути от рецепторов к **коре больших полушарий** являются как бы передаточной станцией и одновременно фильтром, пропускающим к коре только наиболее важную информацию и тормозящим второстепенную. В них также происходит перекодирование и обработка информации. Нейроны специфических ядер посылают по направлению к коре аксоны, почти не имеющие боковых ответвлений. При одиночном раздражении каких-либо специфических ядер возникает возбуждение в строго определенных точках коры, а при их повреждении пропадает определенный вид чувствительности. При поражении одних ядер у человека возникают мучительные боли, а при поражении других наблюдается выключение болевых ощущений.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 123 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Неспецифические ядра таламуса имеют многочисленные нервные связи с ретикулярной формацией, мозжечком, со специфическими и ассоциативными ядрами таламуса, подкорковыми узлами и со всеми областями коры больших полушарий. Нейроны неспецифических ядер посылают к коре аксоны, дающие множество боковых ответвлений. По ним сначала сигналы передаются в подкорковые структуры, от которых импульсы поступают параллельно в разные отделы коры. Через неспецифические ядра в кору передаются возбуждающие влияния от **ретикулярной формации**, в результате чего активность коры повышается. При раздражении неспецифических ядер возбуждение возникает и распространяется почти на все области коры. Реакция в коре возникает с большим скрытым периодом и значительно усиливается при повторении. Нейроны коры больших полушарий вовлекаются в процесс активности постепенно, что получило название *реакции вовлечения* (рис. 24).

Благодаря обширным связям неспецифические ядра таламуса выступают в роли интегрирующего посредника между стволом мозга и мозжечком с одной стороны, и корой больших полушарий, подкорковыми узлами и лимбической системой с другой стороны, объединяя их в единый функциональный комплекс. Неспецифические ядра таламуса осуществляют контроль ритмической активности коры больших полушарий. Повреждения неспецифических ядер таламуса у людей при нейрохирургических операциях приводят к нарушениям сознания. Это свидетельствует о том, что импульсы, поступающие от неспецифических ядер, поддерживают уровень возбудимости корковых нейронов, необходимый для сохранения сознания. Разрушение неспецифических ядер не вызывает грубых расстройств эмоций, восприятия, сна и бодрствования, образования условных рефлексов, а нарушает только тонкое регулирование поведения.

Кора больших полушарий, в свою очередь, может оказывать тормозные и воз-

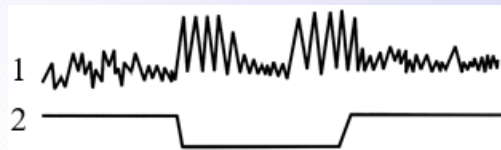


Рисунок 24 – Реакция «вовлечения» при раздражении ядер таламуса: 1 – ЭЭГ соматосенсорной зоны коры; 2 – отметка раздражения



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 124 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

буждающие влияния на специфические и неспецифические ядра таламуса. Эти влияния распространяются на специфические ядра по прямым кортикоталамическим путям, а на неспецифические ядра через ретикулярную формацию. Например, раздражение сенсомоторной зоны коры угнетает на длительное время возникновение реакции вовлечения. Это свидетельствует о наличии между таламусом и корой больших полушарий двусторонних циклических связей, которые играют важную роль в интегративной деятельности мозга, в регуляции таких физиологически важных состояний, как сохранение сознания, смена сна и бодрствования.

Ассоциативные ядра таламуса не относятся к какой-либо одной сенсорной системе и получают афферентные импульсы только от специфических (проекционных) ядер. Через ассоциативные ядра таламус связан с ассоциативными областями коры. Кора больших полушарий посылает к ассоциативным ядрам нервные волокна, регулирующие их активность. Главной функцией этих ядер является интеграция деятельности, как таламических ядер, так и ассоциативных зон коры больших полушарий головного мозга.

Моторные ядра таламуса связаны с мозжечком, подкорковыми узлами, моторной зоной коры больших полушарий и участвуют в регуляции движений.

Благодаря обширным связям таламус играет важнейшую роль в жизнедеятельности организма. Импульсы, идущие от зрительных бугров в кору, изменяют состояние корковых нейронов и регулируют ритм корковой активности. Когда импульсы поступают в кору пачками, то они тормозят ее, вызывая уменьшение активности, преобладание альфа-ритма на электроэнцефалограмме (реакция синхронизации). Если от таламуса поступают одиночные импульсы, то кора испытывает активирующее воздействие, что проявляется на электроэнцефалограмме в смене альфа-ритма на более быстрый бета-ритм (реакция десинхронизации).

Между корой и таламусом существуют кольцевые кортико-таламические взаимосвязи, лежащие в основе образования условных рефлексов. С непосредственным участием зрительных бугров происходит формирование эмоций человека (смеха, плача),



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 125 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

сложных психических рефлексов. Таламусу принадлежит большая роль в возникновении ощущений, в частности ощущения боли. Тесная связь таламуса с подкорковыми узлами обуславливает его участие в психоэмоциональной и мотивационной деятельности, в формировании чувственного компонента автоматических движений.

При повреждении таламуса у человека наблюдается полная потеря чувствительности или ее снижение на противоположной стороне, отсутствуют сокращения мимических мышц, которые сопровождают эмоции. Также могут возникать расстройства сна, понижение слуха, зрения.

Гипоталамус расположен под таламусом и впереди от ножек мозга. Он имеет тесные нервные и сосудистые связи с рядом расположенной эндокринной железой – гипофизом, а также многочисленные нервные связи со всеми отделами ЦНС. Гипоталамус играет важную роль в поддержании постоянства внутренней среды организма, обеспечении интеграции функций соматической, вегетативной и эндокринной систем, а также в организации инстинктивного поведения. Прimitивные типы мотиваций поведения (голод, жажда, сон, половое влечение) формируются при участии гипоталамуса. Гипоталамус ответственен за согласованную работу управляющих систем, обеспечивая единство соматических и вегетативных процессов в организме.

В гипоталамусе насчитывается более 30 пар ядер, которые на основе цитоархитектонического строения подразделяют на три не резко разграниченные группы: *переднюю, среднюю и заднюю*.

В ядрах гипоталамуса расположены *высшие центры вегетативной нервной системы*. В ядрах передней группы расположены главным образом центры **парасимпатического отдела**. Раздражение этих ядер сопровождается признаками активации парасимпатической нервной системы: снижением **артериального давления**, урежением сердцебиений, сужением зрачков, увеличением перистальтики желудка и кишечника, усилением секреции пищеварительных желез и др. Ядра передней группы контролируют процессы отдыха, восстановления и накопления энергетических ресурсов организма.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 126 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

В ядрах задней группы расположены преимущественно центры **симпатического отдела** вегетативной нервной системы. Раздражение этих ядер вызывало реакции, характерные для симпатической нервной системы: повышение артериального давления, увеличение силы и частоты сердечбиений, расширение зрачков, торможение деятельности **желудочно-кишечного тракта** и др. Задняя группа ядер обеспечивает мобилизацию и расходование энергетических ресурсов для активной деятельности организма.

В ядрах средней группы находятся центры, регулирующие обмен веществ и пищеводобывательные поведенческие реакции. Также в этих ядрах имеются своеобразные нейроны-датчики, реагирующие на различные изменения внутренней среды организма: температуру и вязкость крови, концентрацию различных веществ в **крови**, содержание в ней **гормонов** и др.

Гипоталамус является интегративным центром регуляции температуры тела. Перерезка мозга у кошки ниже гипоталамуса нарушает терморегуляцию и превращает теплокровное животное в холоднокровное. Терморегуляцию осуществляют два гипоталамических центра: теплопродукции и теплоотдачи. В этих центрах обнаружены *термочувствительные нейроны* (термодетекторы), способные генерировать потенциалы действия при изменении температуры гипоталамуса. Термодетекторов, реагирующих на тепло, примерно в 3 раза больше, чем реагирующих на холод. В центре **теплоотдачи** термодетекторов значительно больше, чем в центре **теплопродукции**.

Центр теплопродукции находится в заднем гипоталамусе. Его раздражение приводит к повышению температуры тела в результате усиления окислительных процессов, увеличению тонуса мышц и появлению мышечной дрожи, сужению сосудов кожи. Повреждение задней группы ядер гипоталамуса вызывает подавление образования тепла в организме и снижение температуры тела – *гипотермию*.

Центр теплоотдачи находится в передней группе ядер гипоталамуса. Раздражение этих ядер приводит к увеличению теплоотдачи в результате расширения сосудов кожи, увеличения выделения и испарения пота, появления тепловой одышки.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 127 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Разрушение передней группы ядер сопровождается нарушением отдачи тепла и повышением температуры организма – *гипертермией*.

Одной из главнейших функций гипоталамуса является *регуляция деятельности гипофиза*. Клетки многих ядер гипоталамуса осуществляют нейросекрецию и могут трансформировать нервные влияния в эндокринные, вырабатывая биологически активные вещества. Большая часть этих веществ поступает в гипофиз. Благодаря связям гипоталамуса с гипофизом в виде гипоталамо-аденогипофизарной и гипоталамо-нейрогипофизарной систем создается единая *нейрогуморальная регуляция функций*.

В гипоталамусе и гипофизе обнаружены *энкефалины* и *эндорфины* – особая группа нейrogормонов, которые оказывают на нервные клетки морфиноподобное действие и, по-видимому, играют существенную роль в регуляции вегетативных процессов и поведения.

Наиболее сложным проявлением **интегративной функции** гипоталамуса является объединение отдельных жизненно необходимых реакций организма в сложные комплексы, обеспечивающие биологически адекватное поведение. Важнейшими из них являются *пищевое поведение, питьевое поведение, оборонительное поведение и бегство, половое поведение, регуляция сна и бодрствования* и др. Все эти поведенческие комплексы направлены на обеспечение выживания особи и вида и включают в себя моторные, вегетативные и гормональные компоненты. Прямое участие гипоталамуса в осуществлении поведения доказывается электрическим раздражением его разных маленьких участков у животных, в результате чего наблюдаются разнообразные поведенческие реакции.

Возникающие в организме биологические потребности вызывают в определенных структурах гипоталамуса, а также лимбической системы и коры больших полушарий появление мотивационного возбуждения. В результате у человека возникает эмоционально окрашенное стремление к удовлетворению соответствующей потребности, что и осуществляется с помощью поведенческой реакции. В осуществлении даже биологических форм поведения, не говоря уже о социальных, гипоталамус обеспе-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 128 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

чивает только основополагающие механизмы. Эмоциональный компонент поведения проявляется благодаря лимбической системе, а социальные аспекты биологического поведения оцениваются лобными долями коры больших полушарий.

Медицинскими наблюдениями давно было обнаружено, что опухоли, кровоизлияния или воспаления в области гипоталамуса вызывают сильные отклонения пищевого поведения, как в сторону чрезмерного потребления пищи, так и отказа от нее. Электрофизиологические исследования на животных позволили обнаружить в гипоталамусе несколько зон, обуславливающих *пищевое поведение*. Так, при разрушении в гипоталамусе небольшого участка (латерального ядра), расположенного сбоку от вентромедиальных ядер, наблюдается полный отказ от пищи и воды, истощение и гибель животного (**рис. 25, а**). Эта зона была названа «*центром голода*». Если же «центр голода» не разрушать, а возбуждать электрическим раздражением через вживленные электроды, то у животного возникает пищевое поведение, т. е. поиск и прием пищи. Предполагается, что нейроны центра насыщения по мере потребления пищи активируются и подавляют функции центра голода.

Разрушение вентромедиальных ядер гипоталамуса вызывает чрезмерное потребление пищи и ожирение (**рис. 25, б**). В этом случае наблюдаются все реакции, характерные для животного при поиске пищи. Оно начинает есть, даже если не голодно, и при этом пережевывает несъедобные предметы. Происходит обильное слю-

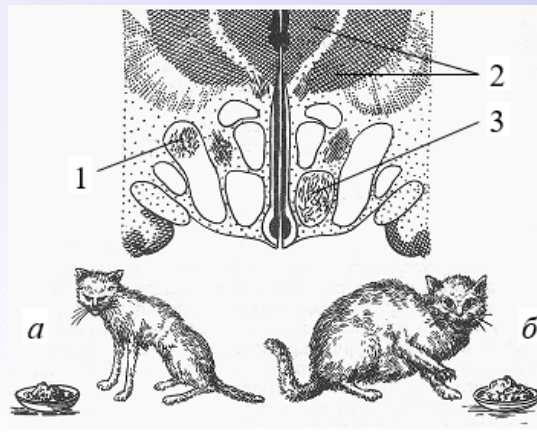


Рисунок 25 – Влияние повреждений участков гипоталамуса на пищевое поведение: а – разрушение латерального ядра (вызывает потерю аппетита); б – разрушение вентромедиального ядра (вызывает ярость и чрезмерный аппетит); 1 – латеральное ядро; 2 – таламус; 3 – вентромедиальное ядро



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 129 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ноотделение, повышенная перистальтика и усиленное кровоснабжение кишечника. Предполагают, что в этом участке гипоталамуса находится «центр насыщения», регулирующий величину потребления пищи.

Некоторые нейроны «центра голода» и «центра насыщения» имеют хеморецепторы к глюкозе, аминокислотам, жирным и органическим кислотам, а также к **гормонам** инсулину, адреналину и др. Поступление с кровью этих веществ влияет на активность его нейронов. В «центре голода» обнаружены нейроны, тормозящие свою импульсную активность при повышении концентрации глюкозы в крови. В «центре насыщения» выявлены нейроны, которые, наоборот, возбуждаются при повышении содержания глюкозы.

Гипоталамус также участвует в регуляции приспособительных поведенческих реакций, направленных на *поддержание водного баланса* организма. В передней области гипоталамуса возле супраоптических ядер имеется зона («центр жажды»), где локализованы нейроны с осморецепторной функцией, т. е. обладающие способностью возбуждаться при увеличении осмотического давления крови, вызванного уменьшением воды в организме. Дефицит воды создает мощную мотивацию, направленную на его устранение, и появление чувства жажды. Разрушение «центра жажды» приводит к отказу от приема воды. На активность этого центра влияют импульсы от осморецепторов, расположенных в кровеносных сосудах и тканях, а также концентрация в крови гормона вазопрессина.

При локальном электрическом раздражении различных зон гипоталамуса у бодрствующих животных возникает *агрессивно-оборонительное поведение*. Вероятно, различные виды агрессивности, направленные на борьбу за жизнь, территорию, лидерство в группе и т. д., обеспечиваются разными группами нейронов гипоталамуса. Например, при таком раздражении кошка принимает угрожающую позу, оскаливает зубы, шипит и выпускает когти, делает попытки к нападению или бегству. У нее изменяются вегетативные реакции – учащается дыхание, поднимается шерсть на спине, расширяются зрачки, возрастает артериальное давление, кровоток в ске-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 130 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

летных мышцах увеличивается, а в кишечнике уменьшается. Из мозгового вещества надпочечников в кровь выбрасываются адреналин и норадреналин, а из гипофиза – адренотропный гормон, приводящий к увеличению выделения гормонов корковым веществом надпочечников. После перерезки ствола мозга ниже гипоталамуса агрессивное поведение исчезает.

После перерезки ствола мозга сразу выше гипоталамуса агрессивное поведение с реакциями ярости, моторными, вегетативными и гормональными компонентами возникает очень легко. Однако агрессивные реакции не направлены на какой-то объект и называются *ложной яростью*.

При раздражении некоторых боковых отделов гипоталамуса агрессивное поведение животного имеет четкую направленность против конкретного объекта и осуществляется без лишних движений и демонстрации утешения.

В заднем отделе гипоталамуса обнаружены зоны, связанные с регуляцией *полового поведения*. В опытах на крысах с хронически вживленными в эти зоны электродами было установлено, что подопытные крысы довольно быстро обучались нажимать на рычаг (рис. 26), который включает электрическое раздражение их собственного гипоталамуса, вызывающее чувство полового удовольствия. Если животным предоставлялся свободный выбор, то голодные крысы гораздо чаще устремлялись к рычагу самостимуляции, чем к лежащей рядом пище, и нажимали на рычаг до 5000 за 1 час.

Работы, проведенные в условиях нейрохирургической клиники, показали, что раздражение аналогичных участков мозга у людей вызывало чувства радости, удовлетворения, сопровождавшиеся эротическими переживаниями. Материалы клинических наблюдений свидетельствуют о том, что гипо-

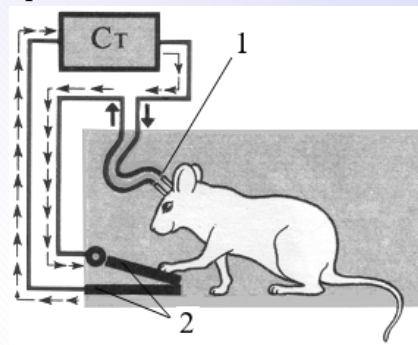


Рисунок 26 – Самораздражение:
1 – электроды, вживленные в гипоталамус; 2 – пластинки, замыкающие электрическую цепь;
Ст – электростимулятор



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 131 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

таламус регулирует правильную *периодичность функций*, связанных с размножением. Опухоли в области гипоталамуса могут вызывать быстрое половое созревание, нарушение менструального цикла, половую слабость и ряд других дисфункций.

Гипоталамус принимает участие в *чередовании состояний сна и бодрствования*. При электрическом раздражении некоторых зон среднего гипоталамуса бодрствующие животные засыпают, а при раздражении заднего гипоталамуса спящие животные просыпаются и поддерживаются в состоянии бодрствования. Известны случаи перехода людей в состояние летаргического сна при повреждении гипоталамуса.

Области гипоталамуса, раздражение которых приводит к поведенческим реакциям, широко перекрываются. В связи с этим пока не удалось точно определить конкретные группы нейронов или другие анатомические структуры, отвечающие за то или иное поведение.

3. Функции подкорковых узлов и коры больших полушарий

Функции подкорковых узлов. Большие полушария – это самый крупный и главный отдел головного мозга у человека, управляющий деятельностью других отделов головного мозга и спинным мозгом. Он составляет 80 % массы всего головного мозга человека. Большие полушария разделены продольной щелью, в глубине которой соединяются между собой *мозолистым телом*. Мозолистое тело представляет собой белое вещество, состоящее из нервных волокон, соединяющих правое и левое полушария.

Снаружи большие полушария покрыты тонким слоем серого вещества. Его называют плащом, или чаще *корой больших полушарий*. Под корой расположено белое вещество больших полушарий, в глубине которого находятся скопления серого вещества – *подкорковые ядра*, или *подкорковые узлы*, или *базальные ганглии* (рис. 27). К подкорковым ядрам относятся *хвостатое ядро* и отделенное от него полоской белого вещества *чечевицеобразное ядро*. Чечевицеобразное ядро в свою очередь делится



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 132 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

полоской белого вещества на *скорлупу* и *бледный шар*, или *бледное ядро*. Хвостатое ядро и скорлупа примыкают друг к другу и их часто объединяют под общим названием «*полосатое тело*» из-за того, что скопления тел нейронов, образующих серое вещество этих ядер, чередуются с прослойками белого вещества.

Подкорковые узлы функционируют в единстве с корой больших полушарий, **промежуточным мозгом** и другими отделами мозга. Это обусловлено наличием кольцевых связей между ними. Через подкорковые ядра могут соединяться между собою разные отделы **коры больших полушарий**, что имеет большое значение при образовании условных рефлексов. Совместно с промежуточным мозгом подкорковые ядра участвуют в осуществлении сложных безусловных рефлексов: оборонительных, пищевых и др.

Подкорковые узлы объединяют деятельность нижележащих образований, регулируя мышечный тонус и обеспечивая необходимое положение тела во время физической работы. Бледное ядро выполняет моторную функцию. Оно обеспечивает проявление древних автоматизмов – ритмических рефлексов. С его деятельностью связано также выполнение содружественных, мимических и других движений.

Полосатое тело оказывает на двигательную деятельность тормозящее, регулирующее влияние, угнетая функции бледного ядра, а также моторной области коры больших полушарий. При заболевании полосатого тела возникают непроизвольные беспорядочные сокращения мышц. Они обуславливают некоординированные толч-

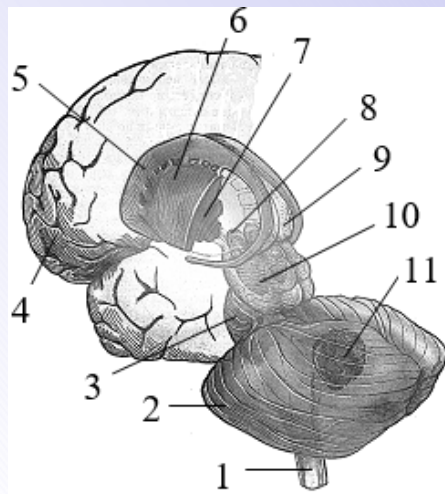


Рисунок 27 – Базальные ганглии (часть полушарий удалена):
1 – спинной мозг; 2 – мозжечок;
3 – мост; 4 – кора; 5 – хвостатое ядро; 6 – скорлупа; 7 – бледный шар; 8 – субталамическое ядро; 9 – таламус; 10 – черная субстанция; 11 – глубинные ядра мозжечка



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 133 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

кообразные движения головы, рук и ног. Нарушения возникают также в чувствительной сфере – понижается болевая чувствительность, расстраиваются внимание и восприятие. Хвостатое ядро играет определенную роль в самооценке поведения человека. При неправильных движениях или умственных операциях из хвостатого ядра в кору больших полушарий поступают импульсы, сигнализирующие об ошибке.

Подкорковые ядра играют важную роль в *регуляции движений и сенсомоторной координации*. При поражении базальных ганглиев развиваются три типа серьезных нарушений: 1) изменение мышечного тонуса, 2) утрата некоторых определенных движений, 3) появление нескольких видов произвольных движений.

Изменение мышечного тонуса при большинстве заболеваний подкорковых ядер заключается главным образом в его усилении. Возникает *гипертонус*, или *восковидная ригидность*, не зависящая от положения суставов и фазы движения. Ригидность может иногда захватывать все группы мышц, которые бывают настолько напряжены, что выполнение произвольных движений практически невозможно. Чаще всего повышенный тонус развивается в мышцах, противодействующих силе гравитации. При пассивных движениях мышцы расслабляются не постепенно, а ступенчато («симптом зубчатого колеса»).

Утрата некоторых определенных движений, или *акинезия*, имеет различное выражение в зависимости от места и степени патологических изменений в подкорковых ядрах. Акинезия проявляется в скованности движений, неподвижной позе и маскообразном лице с немигающим выражением глаз. Больные испытывают большие, а иногда непреодолимые трудности при начале или завершении движения. Утрачиваются содружественные движения, обычно связанные с определенными видами двигательной активности. Например, при ходьбе отсутствуют содружественные движения рук. Больной встает и садится, не производя при этом целого ряда естественных содружественных движений туловища и конечностей.

Непроизвольные движения, возникающие при заболеваниях базальных ганглиев, включают разные виды двигательных расстройств. Среди них преобладают несколь-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 134 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ко видов дрожания, или тремора, хорей, атетоз и болезнь Паркинсона. Наиболее часто тремор проявляется в концах конечностей, однако может захватывать голову, лицо и туловище. Тремор, возникающий во время покоя, называется *статическим тремором*. Он подавляется при выполнении произвольных движений. Наиболее тяжелую форму тремор приобретает при эмоциональном возбуждении.

Хорея – это заболевание, при котором происходят непроизвольные быстрые, иногда причудливые судорожные подергивания, вовлекающие различные группы мышц. Это может быть сгибание пальца, отведение рук, подъем плеча, гримаса лица и т. п. Иногда эти движения кажутся целесообразными, однако, чаще производят впечатление бессмысленных действий. Они могут возникать не только в покое, но и сопровождать произвольные акты. Хорея, как правило, вызвана поражением полосатого тела.

Атетоз возникает, как и хорея, при поражении полосатого тела. Он проявляется в виде медленных червеобразных движений кистей и пальцев рук. Обычно наблюдаются чередующиеся сильные сгибания и разгибания кистей и пальцев рук. В тяжелых случаях вовлекается лицевая мускулатура. Гримаса на лице часто возникает одновременно с движением конечности.

Болезнь Паркинсона, или *дрожательный паралич*, возникает при обширных поражениях нейронов подкорковых ядер и особенно бледного шара. При этой болезни также повреждаются черная субстанция **среднего мозга** и дофаминергический афферентный путь, идущий от черной субстанции к полосатому телу и, по-видимому, оказывающий на него тормозное влияние. Болезнь Паркинсона проявляется в виде комбинации тремора, ригидности и акинезии.

В последнее время для выяснения роли подкорковых ядер в осуществлении движений используют в опытах на животных вживленные микроэлектроды. В опытах на обезьянах установлено наличие взаимосвязи между разрядами нейронов полосатого тела и медленными, направленными из стороны в сторону червеобразными движениями конечностей.

По современным представлениям, базальные ганглии являются одним из уров-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 135 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ней иерархической системы регуляции движений. Получая информацию от ассоциативных зон коры, подкорковые ядра участвуют в создании программы целенаправленных движений. От подкорковых ядер далее информация поступает в передний **таламус**, где она объединяется с информацией, приходящей от **мозжечка**. Из ядер таламуса импульсы направляются в двигательную кору, которая отвечает за осуществление программы целенаправленного движения через нижележащие двигательные центры, расположенные в стволе мозга и в **спинном мозге**. Наряду с этим подкорковые узлы контролируют силу, амплитуду, скорость и направление движений.

Функции коры больших полушарий. Кора больших полушарий является высшим отделом центральной нервной системы, который в процессе филогенетического развития появляется позже всего и формируется в ходе индивидуального (онтогенетического) развития позже других отделов мозга. Для коры больших полушарий характерно обилие межнейронных связей. После рождения человека по мере развития мозга увеличивается число взаимосвязей. Этот процесс протекает особенно интенсивно до 18 лет.

Для изучения функций коры больших полушарий применяют различные методы: 1) удаление отдельных участков коры; 2) метод раздражения с использованием вживленных микроэлектродов, химических и температурных раздражителей; 3) метод отведения биопотенциалов от отдельных зон и нейронов коры больших полушарий; 4) метод **условных рефлексов**, разработанный И.П. Павловым; 5) клинический метод, позволяющий изучать деятельность отдельных органов и их систем, которые наблюдаются у людей при повреждении коры больших полушарий.

С появлением в процессе эволюции коры больших полушарий она начинает контролировать все процессы, протекающие в организме, а также всю деятельность человека, т. е. происходит *кортикализация функций*. Кора больших полушарий выполняет следующие функции: 1) осуществляет высшую регуляцию всех двигательных и эмоционально-вегетативных реакций; 2) производит высший анализ и синтез всей информации, поступающей от рецепторов; 3) обеспечивает замыкательную функ-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 136 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

цию, т. е. образование новых условных рефлексов и их систем – динамических стереотипов; 4) благодаря памяти в коре накапливается огромный объем информации, что имеет большое значение для сохранения индивидуального опыта, используемого по мере необходимости; 5) за счет деятельности коры осуществляются высшие психические функции человека: мышление, сознание, речь, регуляция общественного поведения.

Использование методов удаления и электрофизиологического исследования новой коры позволило обнаружить в ней две группы полей, или зон: *проекционные*, которые в свою очередь подразделяются на первичные проекционные и вторичные проекционные, и *ассоциативные*. Первичные проекционные зоны (первичные поля) связаны с органами чувств и органами движения. Они являются центральными, или корковыми, отделами анализаторов (зрительная зона, слуховая зона и т. д.). Первичные зоны получают импульсы от одинаковых **рецепторов** (одной модальности), но не могут полностью обеспечить их анализ и интегративное восприятие. При разрушении первичных проекционных зон возникает так называемая корковая слепота, корковая глухота и т. д.

Рядом с первичными проекционными зонами расположены вторичные проекционные зоны (вторичные поля), которые связаны с органами тела через первичные зоны. Вторичные проекционные зоны служат для обобщения и дальнейшей обработки информации, поступающей от определенных рецепторов. Отдельные ощущения объединяются в них в комплексы, обуславливающие процессы восприятия. При разрушении вторичных проекционных полей человек видит предметы, но не узнает их, или слышит слова, но не понимает их значения.

В коре больших полушарий человека обнаружены следующие проекционные зоны: *мотосенсорные, сенсомоторные, зрительные, слуховая, вкусовая, обонятельная и вестибулярная*.

В 1870 г. Г. Фрич и Е. Гитциг обнаружили, что у собак и кошек электрическая стимуляция некоторых областей коры больших полушарий вызывает сокра-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 137 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

щение мышц противоположной стороны тела. Вскоре были определены границы *двигательной области* (моторной зоны) коры, которая у человека занимает переднюю центральную (прецентральную) извилину (рис. 28, А). В 30-е годы 20-го века У. Пенфилд, основываясь на результатах, полученных во время нейрохирургических операциях на человеке, выяснил точное представление мышц тела и конечностей в передней центральной извилине. Слабое электрическое раздражение отдельных участков передней центральной извилины вызывало сокращение строго определенных мышц. В верхних частях этой извилины проецируется мускулатура ног, в средних – рук и большинства мышц туловища, в нижних – мышц лица и головы. Площадь участка коры в передней центральной извилине, связанного с какой-то мышцей, пропорциональна не размерам этой мышцы, а точности ее движений. Наибольшее пространство в двигательной области коры занимает представление мышц лица, языка, кисти руки (рис. 28, А).

Впоследствии на медиальной поверхности полушария рядом с передней центральной извилиной была обнаружена еще одна *вторичная двигательная область*, при раздражении которой возникают сокращения мышц нижней части туловища. Обе двигательные области не только посылают импульсы к мышцам тела, но также получают информацию от кожных и мышечных рецепторов, т. е. имеют самостоятельные сенсорные входы. Поэтому они получили название *первичной* и *вторичной мотосенсорной зоны*. При повреждении этих зон наступают различные параличи (утрата движений) или парезы (ослабление движений).

Сенсорные импульсы от рецепторов кожи, мышц и внутренних органов поступают в заднюю центральную (постцентральную) извилину, являющуюся *первичной соматосенсорной зоной* (областью). На границе пересечения центральной борозды с верхним краем височной доли в глубине боковой борозды, отделяющей височную долю от теменной и лобной, обнаружена *вторичная соматосенсорная зона*, которая имеет значительно меньшую площадь, чем первая.

Как и в мотосенсорных зонах, в соматосенсорных зонах наибольшую площадь за-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 138 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

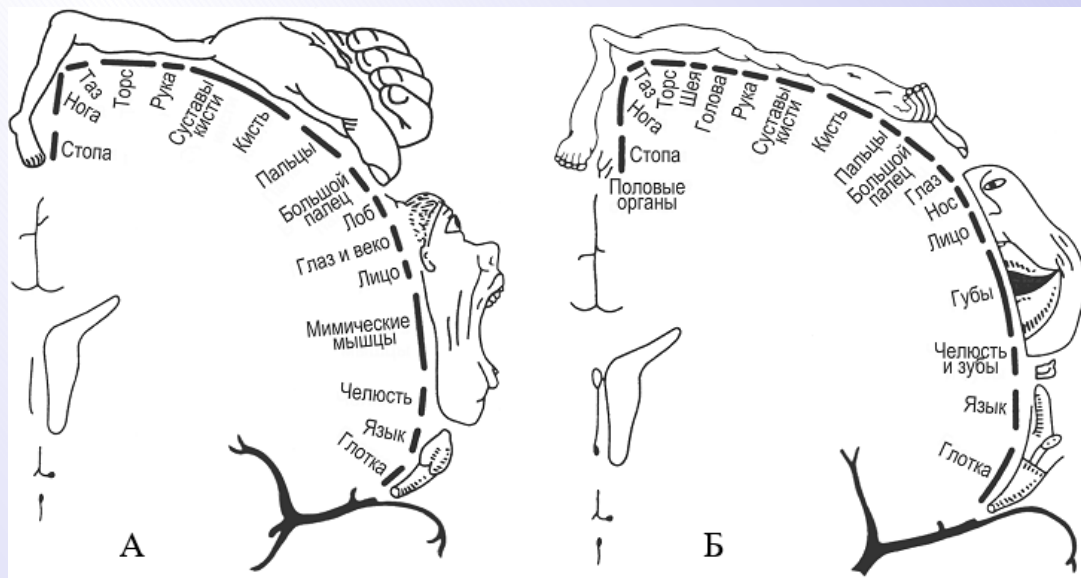


Рисунок 28 – Схема представительства частей тела человека в двигательной области передней центральной извилины (А) и в сенсомоторной области задней центральной извилины (Б). Изображение двигательного (А) и чувствительного (Б) человечка, или «гумункулуса», (по У. Пенфилду, Т. Рассмуссену) отражает относительные размеры представительства в коре отдельных участков тела

нимает представительство мышц лица, языка и кисти руки (рис. 28, Б). При раздражении определенных точек соматосенсорной зоны одного полушария на противоположной половине тела в соответствующих участках возникают ощущения прикосновения, давления, покалывания, онемения, тепла или холода. Повреждение участков соматосенсорной зоны приводит к сильному ослаблению чувствительности той части тела, которая представлена в поврежденном участке коры. Соматосенсорные зоны



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 139 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

кроме сенсорных входов содержит моторные выходы, и поэтому их часто называют *первичной и вторичной сенсомоторными зонами*.

Мотосенсорные и сенсомоторные зоны функционально взаимосвязаны, однако, в восприятии кожно-мышечной чувствительности главную роль играет первичная сенсомоторная зона, а в управлении движениями – первичная мотосенсорная зона.

Из числа других проекционных зон коры четкую локализацию в затылочной доле в области шпорной борозды имеет *первичная зрительная зона* (рис. 29). В связи с бинокулярным зрением первичная зрительная зона каждого полушария получает зрительную информацию от **сетчаток** обоих глаз. Причем в каждое полушарие проецируются половины сетчаток (левые половины – в правое полушарие, а правые – в левое). При этом в каждом полушарии происходит совмещение зрительных полей обоих глаз, что обеспечивает восприятие объема предметов и других эффектов бинокулярного зрения. Электрическое раздражение сенсорной зрительной зоны может вызвать простейшие зрительные ощущения. Рядом с первичной расположена *вторичная зрительная зона*, участвующая в обеспечении зрительного внимания и управлении движениями глаз.

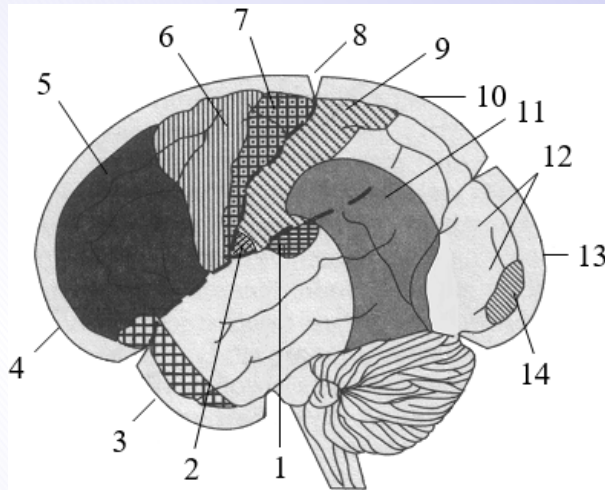


Рисунок 29 – Проекционные и ассоциативные зоны коры больших полушарий (вид сбоку): 1 – слуховая зона; 2 – вкусовая зона; 3 – височная доля; 4 – лобная доля; 5 – лобная ассоциативная зона; 6 – вторичная мотосенсорная зона; 7 – первичная мотосенсорная зона; 8 – центральная борозда; 9 – первичная соматосенсорная зона; 10 – теменная доля; 11 – теменно-височные ассоциативные зоны; 12 – вторичная зрительная зона; 13 – затылочная доля; 14 – первичная зрительная зона



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 140 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Сенсорная *слуховая зона* расположена в височной области в основном в глубине боковой борозды (рис. 29). Только небольшая часть этой зоны видна на верхнем крае височной доли. Различные участки кортиева органа улитки проецируются в определенные участки слуховой зоны. Электрическое раздражение слуховой зоны у людей с сохраненным сознанием вызывает ощущения шума в обоих ушах.

Благодаря наличию слуховой зоны в обоих полушариях повреждение слуховой зоны в одном полушарии затрудняет восприятие речи, определение источника звука в пространстве и распознавание временных характеристик звука, но не приводит к глухоте. Удаление обеих слуховых зон вызывает глухоту.

Вкусовая зона располагается в теменной доле, в нижней части задней центральной извилины. При её раздражении возникают различные вкусовые ощущения.

Обонятельная зона коры располагается на основании мозга, в области гиппокамповой извилины. В возникновении обонятельных ощущений большое значение имеют структуры древней коры.

Местонахождение *вестибулярной зоны* у человека окончательно не выяснено. У обезьян вестибулярная зона расположена впереди от нижнего участка центральной борозды.

Первичные и вторичные проекционные зоны (первичные и вторичные поля) хорошо выражены как у человека, так и у позвоночных животных. В коре больших полушарий человека и млекопитающих рядом с проекционными зонами расположены поля, которые не связаны с выполнением какой-либо специфической сенсорной или моторной функции. Такие поля составляют *ассоциативные зоны* (третичные поля). Они либо отсутствуют, либо слабо развиты даже у млекопитающих животных. Только у обезьян они сравнительно хорошо представлены, а у человека занимают почти половину площади всей коры.

Нейроны ассоциативных зон реагируют на раздражения различных модальностей, причем их ответы возникают не на отдельные элементы объекта, а на целые его комплексы. В нейроны третичных полей поступают афферентные импульсы от ас-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 141 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

социативных ядер таламуса, в которых уже произошла предварительная обработка информации от различных чувствительных путей. Ассоциативные зоны участвуют в интеграции сенсорной информации и в обеспечении связей между чувствительными и двигательными зонами коры. Эти механизмы являются *физиологической основой высших психических функций*. Получив максимальное развитие у человека, третичные поля участвуют в осуществлении новых, специфически человеческих функций: речи, чтения, письма, логического мышления, интеллекта и т. д. Психофизиологические функции, осуществляемые ассоциативными зонами коры, инициируют поведение организма, его сознательную целенаправленную деятельность. Третичные поля созревают у человека позже других корковых полей, они осуществляют наиболее сложные функции коры. При врожденном недоразвитии третичных полей человек не в состоянии овладеть речью (произносит лишь бессмысленные звуки) и даже простейшими двигательными навыками (не может одеваться, пользоваться орудиями труда и т. п.).

Ассоциативные зоны занимают ряд областей теменной, височной и лобной долей коры. В настоящее время установлено, что *теменные ассоциативные зоны* (рис. 29) участвуют в оценке биологически значимой информации, формировании «схемы тела», в восприятии расположения окружающих предметов в пространстве, а также в хранении и реализации программы двигательных автоматизированных актов (например, рукопожатие, причесывание и др.). Теменные ассоциативные зоны осуществляют различные виды узнавания: формы, величины, значения предметов, познание закономерностей, процессов и др.

Височные ассоциативные зоны обеспечивают понимание речи, как собственной, так и чужой. В средней части верхней височной извилины находится центр распознавания музыкальных звуков и их аккордов. На границе височной теменной и затылочной долей расположен центр чтения письменного текста, обеспечивающий распознавание и хранение образов письменной речи.

Большую часть лобных долей составляют ассоциативные зоны, которые имеют



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 142 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

обширные двусторонние связи с лимбической системой. *Лобные ассоциативные зоны* контролируют оценку мотивации поведения и программирование сложных поведенческих актов, участвуют в управлении движениями (рис. 29). Так, например, поражение лобных долей вызывает у больных тенденцию к повторению двигательных актов без видимой на то необходимости, а также нарушает запоминание месторасположения предметов. Лобные ассоциативные зоны осуществляют формирование доминирующей мотивации, обеспечивающей направление поведения человека. Они также осуществляют вероятностное прогнозирование, что проявляется в коррекции поведения в ответ на изменения обстановки внешней среды и доминирующей мотивации. Лобные ассоциативные зоны проводят самоконтроль действий путем сравнения результата действия с планируемыми намерениями. Предполагается, что лобные ассоциативные зоны наряду с теменными участвуют в интеграции сведений о времени и пространстве.

Взаимоотношения между правым и левым полушариями у человека проявляются, как в совместной их деятельности, так и в функциональной асимметрии. Выделяют моторную, сенсорную и психическую асимметрию.

Моторной асимметрией называют неодинаковость двигательной активности рук, ног, лица, половин тела, управляемых каждым полушарием мозга. *Сенсорной асимметрией* обозначают неравнозначность восприятия каждым из полушарий объектов, расположенных слева и справа от средней плоскости тела. *Психической асимметрией* называют специализацию полушарий мозга в отношении различных форм психической деятельности.

Предполагают, что в процессе обучения правое полушарие работает по принципу дедукции, т. е. сначала осуществляет синтез, а затем анализ. Левое же полушарие функционирует по принципу индукции, сначала анализируя раздражители, а затем синтезируя их.

Было установлено, что левое полушарие доминирует в отношении речи, сложных произвольных движений, чтения, письма и счета, в оценке времени, установлении



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 143 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

сходства. Правое полушарие ответственно в основном за неречевые функции – распознавание сложных зрительных и слуховых образов, тактильное восприятие, восприятие пространства, формы и направления, установление различий, за интуицию. Оно превосходит левое в создании геометрических рисунков и рисунков с перспективой. При выработке **условного рефлекса** сначала доминирует правое полушарие, а во время упрочнения рефлекса – левое.

На основании результатов изучения функций людей с расщепленным мозгом или подвергнутых действию одностороннего электрошока было обнаружено, что левое полушарие осуществляет переработку информации аналитически и последовательно, а правое – одновременно и целостно.

Более чем у 95 % всех праворуких людей, не имевших в раннем возрасте травм или поражений мозга, язык и речь контролируется левым полушарием, а у остальных 5 % – правым. Большая часть леворуких людей, около 70 %, также имеют речевые зоны в левом полушарии. У половины из остальных левшей (примерно 15 %) речь контролируется одним правым полушарием, а у другой половины (примерно 15 %) – обоими полушариями.

Предполагается, что у мужчин функциональная асимметрия полушарий выражена в большей степени, чем у женщин. У мужчин поражение левого полушария вследствие инсульта или опухоли мозга вызывало потерю речи в три раза чаще, чем у женщин, или приводило к гораздо большему ухудшению речевых способностей. У мужчин поражение левого полушария ухудшало результаты речевого теста в большей степени, чем неречевого (невербального). При поражении правого полушария получалось обратное соотношение. Для женщин сторона, на которой произошло поражение, не имела столь большого значения. Следовательно, у мужчин специализация полушарий, по-видимому, выражена больше, чем у женщин.

Объединить способности двух полушарий призвано дополняющее друг друга взаимодействие, а соблюдать баланс между способностями каждого полушария помогает реципрокное взаимодействие полушарий. В целом, сложный двуединый харак-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 144 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

тер межполушарных взаимоотношений позволяет оптимизировать психическую деятельность и поведение. Полноценная психика предполагает согласованную и уравновешенную работу обоих полушарий.

Совместное функционирование обоих полушарий, каждое из которых использует свои методы обработки информации, обеспечивает наиболее высокую эффективность деятельности организма. С усложнением задачи необходимо объединение усилий обоих полушарий, в то время как при решении простых задач асимметрия фокуса активности вполне оправдана. При решении нестандартных, творческих задач используется неосознаваемая информация. Это достигается совместной деятельностью обоих полушарий при хорошо выраженном фокусе активности в правом полушарии.

Специализация полушарий разная, но они всегда работают совместно. Именно благодаря их взаимодействию становятся возможными психические процессы, гораздо более сложные и сильнее отличающиеся от тех, которые составляют специальный вклад каждого полушария в отдельности.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие функции осуществляет спинной мозг? В чем суть закона Белла-Мажанди?
2. Дайте характеристику двигательным рефлексам **спинного мозга**.
3. Какие функции осуществляет **продолговатый мозг**?
4. Перечислите основные функции бугров четверохолмия, черной субстанции и красных ядер **среднего мозга**.
5. Какое влияние оказывает **ретикулярная формация** на вышележащие и нижележащие отделы ЦНС?
6. Какие двигательные расстройства наблюдаются при нарушении функций **мозжечка**?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 145 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

7. Укажите функциональное значение специфических, неспецифических, ассоциативных и моторных ядер **таламуса**.
8. Каковы функции **гипоталамуса**?
9. Как участвует гипоталамус в регуляции инстинктивного поведения?
10. Какие нарушения регуляции движений и сенсомоторной координации наступают при поражении **подкорковых ядер**?
11. Перечислите методы изучения **коры больших полушарий** и ее функции.
12. Назовите проекционные зоны коры больших полушарий. Охарактеризуйте мотосенсорные и сенсомоторные зоны.
13. Какова роль ассоциативных зон коры больших полушарий?
14. В чем проявляется функциональная асимметрия больших полушарий?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 146 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 5. Функциональная организация вегетативной нервной системы

План лекции

1. Структурно-функциональная организация вегетативной нервной системы.
2. Особенности соматической и вегетативной иннервации.
3. Влияние симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы на иннервируемые органы.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [1, 5, 8, 14, 17, 19, 21–23].

1. Структурно-функциональная организация вегетативной нервной системы

Вегетативной нервной системой называют часть нервной системы, которая регулирует и координирует деятельность внутренних органов, обмен веществ, гладкую мускулатуру, железы внутренней секреции, постоянство внутренней среды организма и функциональную активность тканей. ВНС иннервирует весь организм, все органы и ткани. Структурные и функциональные особенности ВНС дали определенные основания рассматривать ее как «автономную», т. е. не зависящую в своих функциях от деятельности центральной нервной системы и от воли человека. Однако представление об автономности вегетативной нервной системы является весьма условным.

В настоящее время не подлежит сомнению, что посредством ВНС центральная нервная система выполняет важнейшие функции: 1) регулирует функции внутренних органов, а также кровоснабжение и трофику всех тканей организма; 2) обеспечивает энергетические потребности различных форм психической и физической



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



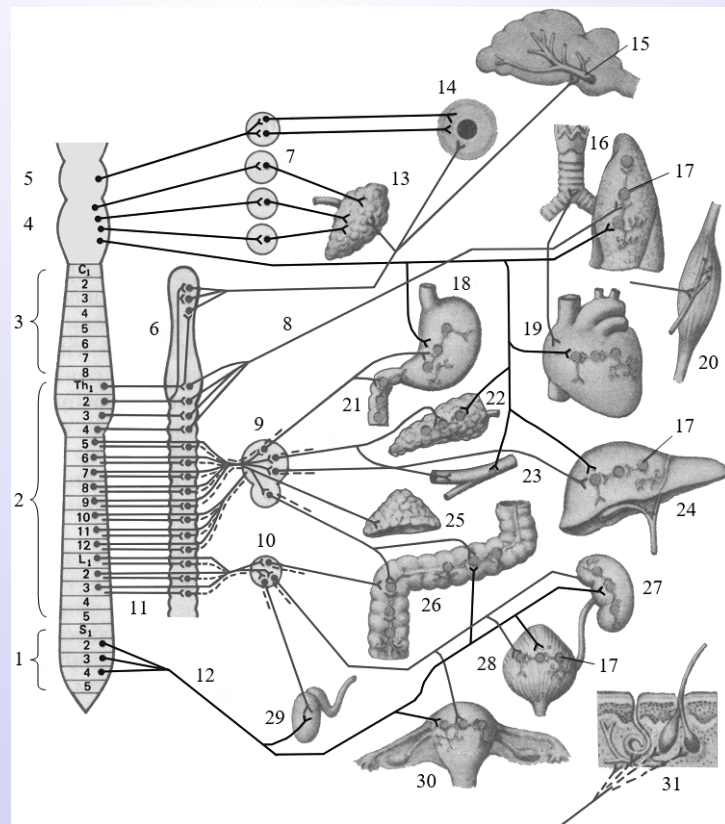
Страница 147 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

деятельности (изменение интенсивности процессов обмена веществ, функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем и др.).



26 – толстая кишка; 27 – почка; 28 – мочевого пузыря; 29 – внутренняя часть мужских половых органов; 30 – матка; 31 – кожа

Рисунок 30 – Вегетативная нервная система (общий план строения эфферентной части): 1 – крестцовый отдел спинного мозга (S); 2 – тораколюмбальные центры спинного мозга (Th–L); 3 – шейный отдел спинного мозга (C); 4 – продолговатый мозг; 5 – средний мозг; 6 – симпатический ствол (паравerteбральные ганглии); 7 – парасимпатические ганглии головы; 8 – постганглионарные волокна; 9 – солнечное сплетение и его узлы; 10 – каудальное брыжеечное сплетение и его узлы; 11 – преганглионарные волокна; 12 – тазовый нерв; 13 – слюнные железы; 14 – внутренние мышцы глаза; 15 – сосуды головного мозга и его оболочек; 16 – трахея, бронхи, легкие; 17 – функциональные модули метасимпатической нервной системы; 18 – желудок; 19 – сердце; 20 – скелетная мышца; 21 – двенадцатиперстная кишка; 22 – поджелудочная железа; 23 – сосуды внутренних органов; 24 – печень; 25 – надпочечник;



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 148 из 744](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

В вегетативной нервной системе выделяют *симпатический отдел*, или симпатическую нервную систему, и *парасимпатический отдел*, или парасимпатическую

нервную систему (рис. 30). Иногда выделяют еще метасимпатическую (интраорганную) часть ВНС. Сфера иннервации метасимпатической части ВНС охватывает только те внутренние органы, которые обладают собственным моторным ритмом, например желудок, кишечник. Двигательная активность этих органов после перерезки идущих к ним нервов регулируется рефлекторными дугами, замыкающихся внутри их стенок.

Симпатический и парасимпатический отделы ВНС различаются между собой:

- 1) по расположению центров в мозге, от которых идут к органам нервные волокна;
- 2) по близости расположения ганглиев к органам-мишеням;
- 3) по медиатору, который используют постганглионарные нейроны в синапсах на клетках органов-мишеней для регулирования их функций (рис. 31);
- 4) по характеру оказываемых влияний на внутренние органы.

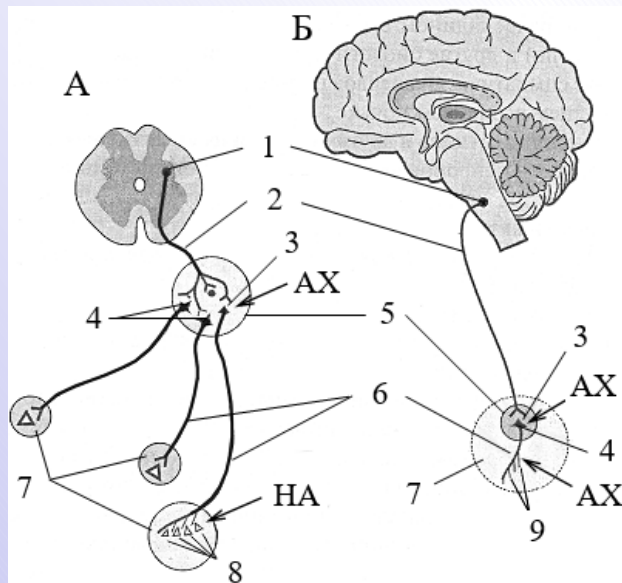


Рисунок 30 – Структурно-функциональные особенности симпатического (А) и парасимпатического (Б) отделов вегетативной нервной системы: 1 – тела центральных (преганглионарных) нейронов в центральных частях ВНС; 2 – преганглионарные волокна; 3 – Н-холинорецепторы; 4 – тела постганглионарных нейронов; 5 – вегетативные ганглии; 6 – постганглионарные волокна; 7 – рабочие органы; 8 – α -, β -адренорецепторы; 9 – Н-, М-холинорецепторы; АХ – ацетилхолин; НА – норадреналин



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 149 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Для периферического отдела ВНС характерно диффузное распространение возбуждения. Это обусловлено явлением *мультипликации* в вегетативных ганглиях, главным образом в симпатических, а также многократным ветвлением в органах окончаний постганглионарных нервов. Число эфферентных (постганглионарных) нейронов в симпатических ганглиях в 10–30 раз больше, чем входящих в узлы преганглионарных волокон. Поэтому каждое преганглионарное волокно образует синапсы на нескольких ганглионарных нейронах, что обеспечивает дивергенцию возбуждения и генерализованное влияние на иннервируемые органы.

Преганглионарные волокна ВНС относятся к типу В, имеют диаметр 2–3,5 мкм, покрыты тонкой миелиновой оболочкой и проводят импульсы со скоростью от 3 до 18 м в секунду. Постганглионарные волокна принадлежат к типу С, имеют диаметр до 2 мкм, большая часть их не покрыта миелиновой оболочкой. Скорость распространения по ним нервных импульсов от 1 до 3 м в секунду.

Медиатором, выделяющимся окончаниями преганглионарных волокон в **синапсах** симпатических ганглиев, является *ацетилхолин*. Медиатором, образующимся в окончаниях постганглионарных симпатических нервов (за исключением нервов потовых желез, а также иннервирующих сосуды **сердца** и скелетных мышц), является *норадреналин* (рис. 31).

В симпатических ганглиях имеются М-холинорецепторы, возбуждение которых угнетает передачу с преганглионарных симпатических волокон на ганглионарные нейроны. На уровне вегетативных центров взаимодействие проявляется в том, что возбуждение симпатической нервной системы при эмоциональном и физическом напряжении одновременно ведет к снижению тонуса парасимпатической нервной системы. В других случаях, например в регуляции работы сердца, повышенный тонус парасимпатического отдела сменяется повышенной активностью симпатического отдела ВНС.

Медиатором, выделяющимся окончаниями как преганглионарных, так и постганглионарных парасимпатических волокон, является ацетилхолин (рис. 31). Основную



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 150 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

массу парасимпатических узлов составляют мелкие ганглии, диффузно разбросанные в толще или на поверхности внутренних органов. Для парасимпатического отдела ВНС характерно наличие длинных отростков преганглионарных нейронов и чрезвычайно коротких постганглионарных волокон.

2. Особенности соматической и вегетативной иннервации

Вегетативные **рефлекторные дуги** построены по такому же плану, что и соматические, и содержат чувствительные, вставочные и эфферентные звенья. Вместе с тем, рефлекторные дуги ВНС имеют ряд отличий от дуг соматических рефлексов:

1. Тела эффлекторных нейронов ВНС лежат в ганглиях за пределами центральной нервной системы.
2. Рефлекторная дуга ВНС может замыкаться вне ЦНС в экстра- и интраорганных (интрамуральных) ганглиях.
3. Дуга центрального вегетативного **рефлекса**, т. е. замыкающегося в спинном или головном мозге включает, как минимум, четыре нейрона: чувствительный, вставочный, преганглионарный и постганглионарный. Дуга же периферического вегетативного рефлекса, т. е. замыкающегося в ганглии, может состоять из двух нейронов: афферентного и эфферентного.
4. Афферентное звено дуги вегетативного рефлекса может быть образовано как собственными вегетативными, так и соматическими чувствительными нервными волокнами.

Вследствие длительной синаптической задержки (около 10 мс) и продолжительной следовой деполяризации нейроны вегетативных ганглиев обладают низкой лабильностью. Они способны воспроизводить всего 10–15 импульсов в секунду, тогда как у мотонейронов соматической нервной системы эта величина может достигать 200 имп/с.

Преганглионарные волокна ВНС относятся к типу В, имеют диаметр 2–3,5 мкм,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 151 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

покрыты тонкой миелиновой оболочкой и проводят импульсы со скоростью от 3 до 18 м в секунду. Постганглионарные волокна принадлежат к типу С, имеют диаметр до 2 мкм, большая часть их не покрыта миелиновой оболочкой. Скорость распространения по ним нервных импульсов от 1 до 3 м в секунду.

Симпатическая нервная система состоит из центральной части, расположенной в боковых рогах от I-го грудного до II – IV-го поясничных сегментов спинного мозга, и периферической, включающей многочисленные нервы, узлы и сплетения. Симпатические нервные узлы подразделяются на две группы: *паравертебральные* (околопозвоночные) и *превертебральные* (предпозвоночные).

Паравертебральные ганглии располагаются двумя цепочками по бокам от позвоночника и образуют правый и левый *симпатические стволы*. Превертебральные узлы находятся на достаточно большом отдалении как от позвоночника, так и от иннервируемых органов, и располагаются в периферических нервных сплетениях, лежащих в грудной и брюшной полостях. К числу наиболее крупных превертебральных ганглиев относятся чревный, верхний брыжеечный и нижний брыжеечный узлы. Два первых вместе с отходящими нервами образуют самое крупное из автономных сплетений организма – *солнечное сплетение*.

Симпатические нервные волокна выходят из **спинного мозга** в составе передних корешков спинномозговых нервов, а затем через соединительную ветвь направляются к соответствующему узлу симпатического ствола. Там большая часть волокон образует синапсы на нейронах ганглия, аксоны которых (постганглионарные волокна) идут уже к органам. Другая, меньшая часть волокон следует через узел симпатического ствола без перерыва и подходит к превертебральным ганглиям. Здесь преганглионарные волокна разветвляются и образуют синапсы на нейронах ганглия. Аксоны ганглионарных нейронов (постганглионарные волокна) направляются к органам и синаптически контактируют с их клетками. Для постганглионарных симпатических волокон характерно образование сплетений по ходу артерий, снабжающих кровью данный орган.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 152 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Центральная часть парасимпатического отдела ВНС расположена в **среднем и продолговатом мозге**, а также в боковом промежуточном веществе крестцового отдела **спинного мозга**. От среднего мозга отходят парасимпатические волокна, которые входят в состав глазодвигательного нерва. Эти волокна иннервируют круговую мышцу радужной оболочки глаза, при их возбуждении происходит уменьшение про света зрачка.

Из продолговатого мозга выходят парасимпатические волокна, идущие в составе лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов. Волокна, входящие в состав лицевого и языкоглоточного нервов, иннервируют слюнные железы. При их возбуждении наблюдается обильное выделение слюны. Волокна блуждающего нерва, разветвляясь, иннервируют многие внутренние органы: **сердце**, пищевод, бронхи, альвеолы легких, желудок, тонкий и верхний отдел толстого кишечника, поджелудочную железу, надпочечники, **почки**, печень, селезенку.

От крестцового отдела **спинного мозга** отходят волокна тазового нерва, которые иннервируют органы малого таза: сигмовидную и прямую кишку, мочевой пузырь, половые органы, за исключением матки.

3. Влияние симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы на иннервируемые органы

Симпатическая нервная система иннервирует все органы и ткани организма, в том числе скелетные мышцы и ЦНС. Симпатический и парасимпатический отделы ВНС, как правило, оказывают на органы противоположное влияние. Например, при возбуждении симпатических нервов ритм сердца ускоряется, а под влиянием парасимпатических (блуждающих) нервов замедляется. За счет разнонаправленного влияния двух отделов ВНС на деятельность органов обеспечивается лучшее приспособление организма к условиям существования.

С участием симпатического отдела ВНС протекают рефлекторные реакции, на-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 153 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

правленные на обеспечение *деятельного состояния организма*, в том числе двигательной деятельности. Происходит расширение бронхов, сосудов сердца и скелетных мышц, усиливаются и учащаются сердцебиения, выбрасывается кровь из депо, увеличивается содержание глюкозы в крови, усиливается работа эндокринных и потовых желез и др. (табл. 2).

Таблица 2 – Изменение функций различных органов при стимуляции симпатических и парасимпатических нервов

Орган или система	Симпатические нервы	Парасимпатические нервы
Пищеварительный тракт:		
продольные и циркулярные мышцы	Ослабление моторики	Усиление моторики
сфинктеры	Сокращение	Расслабление
секреция в желудке и кишке	Торможение	Усиление
Желчный пузырь и протоки	Расслабление	Сокращение
Мочевой пузырь:	Расслабление	Сокращение
наружный сфинктер	Сокращение	–
внутренний сфинктер	Расслабление	Сокращение
Бронхиальные мышцы		
Внутриглазные гладкие мышцы:	Сокращение	–
мышца, расширяющая зрачок	–	Сокращение
сфинктер зрачка	Расслабление	Сокращение
цилиарная мышца	Сокращение	–
Пиломоторные мышцы		
Половые органы:		
семенные пузырьки	Сокращение	–
семявыносящий проток	Сокращение	–
матка	Зависит от полового цикла	Зависит от полового цикла
Сердце:		
ритм	Ускорение	Замедление
сила сокращения	Увеличение	Ослабление



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 154 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Орган или система	Симпатические нервы	Парасимпатические нервы
Кровеносные сосуды:		
артерии кожи	Сужение	–
артерии брюшной полости	Сужение	–
артерии скелетных мышц	Сужение	–
артерии стенки сердца	Сужение, расширение	–
сосуды мозга	Сужение	–
артерии половых органов	Сужение	Расширение
вены	Сужение	–
Экзокринные железы:		
слюнные	Слабая секреция	Выраженная секреция
слезные	–	Секреция
пищеварительные	Снижение секреции	Увеличение секреции
потовые	Слабая секреция	Выраженная секреция
Жировая ткань	Липолиз	–
Эпифиз	Увеличение секреции и синтеза мелатонина	–
Печень	Гликогенолиз	–

Одновременно уменьшаются процессы мочеобразования и пищеварения, предотвращаются акты мочеиспускания, дефекации и др. Происходит мобилизация резервов организма, активируются процессы терморегуляции, механизмы свертывания крови, защитные реакции иммунитета. В связи с этим симпатическую нервную систему образно называют «системой для борьбы или бегства».

Симпатическая нервная система оказывает на функции организма диффузное и генерализованное действие благодаря интенсивному ветвлению симпатических волокон. Например, при различных эмоциональных состояниях организма (страх, гнев, злость), когда симпатическая нервная система возбуждена, одновременно наблюдается учащение сокращений сердца, сухость во рту, расширение зрачков и т. д. Генерализованное воздействие почти на все структуры организма возникает также



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 155 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

при выбросе в кровь адреналина из мозгового вещества надпочечников, которое иннервируется симпатическими нервами.

Симпатическая нервная система не только регулирует работу внутренних органов, но и оказывает влияние на обменные процессы, протекающие в скелетных мышцах и в нервной системе. Это было впервые установлено Л.А. Орбели и получило название *адаптационно-трофической функции* симпатической нервной системы. Огромное значение для двигательной деятельности организма имеет адаптационно-трофическое влияние симпатических нервов на скелетные мышцы. Так, небольшие сокращения утомленной мышцы могут снова увеличиться при возбуждении симпатической нервной системы – *эффект Орбели-Гинецинского* (рис. 32). Было также обнаружено, что стимуляция симпатических волокон может значительно изменять возбудимость **рецепторов** и даже функциональные свойства ЦНС. Следовательно, за счет трофического влияния симпатической нервной системы лучше, полнее осуществляются специфические функции органов и тканей, повышается работоспособность организма.

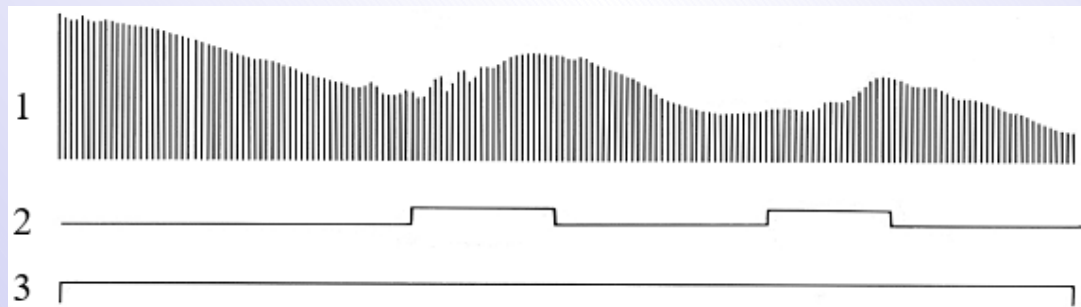


Рисунок 32 – Повышение работоспособности утомленной изолированной икроножной мышцы лягушки при раздражении симпатических нервных волокон: 1 – сокращения икроножной мышцы; 2 – отметка раздражения симпатических волокон; 3 – отметка ритмического раздражения нерва нервно-мышечного препарата лягушки



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 156 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Удаление симпатической нервной системы у животных или медикаментозное выключение ее у людей при некоторых формах стойкой гипертензии не сопровождается значительными расстройствами функций. Однако в экстремальных условиях, требующих напряжения организма, после удаления симпатической нервной системы обнаруживается значительно меньшая выносливость и нередко гибель животных.

Функцией парасимпатической нервной системы является активное участие в *процессах восстановления организма* после деятельного состояния, обеспечение процессов, *стабилизирующих внутреннюю среду организма* на протяжении длительного периода времени. Влияния парасимпатических нервов могут сказываться либо прямо на иннервируемые органы, как в кольцевой мускулатуре радужной оболочки глаза или в слюнных железах, либо через посредство **нейронов** интрамуральных ганглиев, в том числе и метасимпатической части ВНС. В первом случае постганглионарные парасимпатические волокна сами непосредственно контактируют с клетками рабочего органа и вызываемое ими действие, как правило, *противоположно влиянию симпатических нервов*. Например, раздражение парасимпатического блуждающего нерва вызывает уменьшение частоты и силы сердечбиений, сужение бронхов, усиление моторики желудка и кишечника и другие эффекты.

На органы, в которых имеются интрамуральные ганглии метасимпатической части ВНС, парасимпатическая нервная система может оказывать (в зависимости от функционального состояния иннервируемого органа) как возбуждающее, так и тормозящее влияние.

За счет парасимпатической нервной системы осуществляются рефлекторные реакции защитного характера, например сужение зрачка при вспышке яркого света. Происходят рефлекторные реакции, направленные на сохранение состава и свойств внутренней среды организма (возбуждение блуждающего нерва стимулирует процессы пищеварения и тем самым обеспечивает восстановление уровня питательных веществ в организме). Парасимпатическая нервная система оказывает пусковые влияния на деятельность органов, способствуя опорожнению желчного пузыря, моче-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 157 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

испусканию, дефекации и т. д.

Симпатический и парасимпатический отделы ВНС взаимодействуют между собой на разных уровнях: на эффекторной клетке, на уровне нервных окончаний, в вегетативных ганглиях и на центральном уровне. Так, наличие у эффекторной клетки симпатической и парасимпатической иннервации обеспечивают возможность осуществления этой клеткой противоположных реакций. В сердце, **желудочно-кишечном тракте**, мышцах бронхов может наблюдаться реципрокное торможение выделения **медиатора** из адренергических и холинергических нервных окончаний.

Самые различные акты поведения, проявляющиеся в мышечной деятельности, всегда сопровождаются *вегетативными компонентами поведения*. Ими называют изменения деятельности внутренних органов, т. е. органов кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения, внутренней секреции, связанных с обеспечением функций организма, потребность в которых возникает при различных жизненных ситуациях. Вегетативные показатели обладают очень высокой реактивностью в ответ на внешние воздействия, особенно при различных эмоциональных реакциях. При этом происходит ускорение ритма сердца, учащение дыхания, потоотделение, торможение секреции пищеварительных желез, расширение зрачков и т. п.

Особенно большое значение имеет участие ВНС в *поддержании гомеостаза* при различных изменениях окружающей среды и внутреннего состояния организма. Так, повышение температуры воздуха сопровождается рефлекторным потоотделением, рефлекторным расширением периферических кровеносных сосудов и усиленной отдачей тепла. Это способствует поддержанию температуры тела на постоянном уровне и препятствует перегреванию. Тяжелая кровопотеря сопровождается учащением сердечного ритма, сужением сосудов и выбросом в общий круг кровообращения депонированной в селезенке крови, в результате обеспечивается нормальное кровоснабжение органов. Все эти и многие другие реакции организма формируются высшими отделами центральной нервной системы, влияния которой реализуются через **вегетативную нервную систему**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 158 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Механизмы регуляции вегетативных функций имеют *многоуровневую иерархическую структуру*. Первым низшим уровнем этой иерархии являются внутриорганные периферические рефлексy, замыкающиеся в интрамуральных ганглиях ВНС. Второй уровень представляют рефлекторные реакции, замыкающиеся в превертебральных и паравертебральных симпатических ганглиях солнечного сплетения, симпатического ствола и др. Большой вклад в изучение этих рефлексов внесли ученые Института физиологии Академии наук Беларуси под руководством академика И.А. Булыгина. Третьим уровнем указанной иерархии являются низшие вегетативные центры в спинном, продолговатом и среднем мозге. Высшие уровни регуляции вегетативных функций представлены центрами, находящимися в ретикулярной формации, мозжечке, гипоталамусе, подкорковых ядрах, лимбической системе и коре больших полушарий.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключаются особенности вегетативной иннервации?
2. Какие различия имеются между эфферентными звеньями **симпатического** и **парасимпатического отделов** вегетативной нервной системы?
3. Что такое явление мультипликации в вегетативных ганглиях?
4. Где расположены центральные части симпатического отдела ВНС?
5. Где расположены центральные части парасимпатического отдела ВНС?
6. Какое влияние оказывает симпатический отдел ВНС на иннервируемые органы?
7. В чем суть эффекта Орбели-Гинецинского?
8. Какова роль в организме парасимпатического отдела ВНС?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 159 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 6. Общий план строения и организации функций сенсорных систем

План лекции

1. Понятие о рецепторах, органах чувств, анализаторах и сенсорных системах. Общие принципы их строения.
2. Значение, классификация и общие свойства анализаторов.
3. Кодирование и передача сенсорной информации.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 11, 14, 17, 18, 21–23].

1. Понятие о рецепторах, органах чувств, анализаторах и сенсорных системах. Общие принципы их строения

Восприятие любой информации о внешней и внутренней среде начинается с раздражения рецепторов. **Рецептор** может быть представлен нервным окончанием или специализированными клетками, воспринимающими раздражение и преобразовывающими энергию раздражения в нервный импульс.

Более широким понятием, чем рецептор, является понятие *орган чувств*, под которым понимают образование, включающее рецепторы, а также другие клетки и ткани, способствующие лучшему восприятию рецепторами какого-то определенного раздражения. Например, рецепторы зрения (фоторецепторы) – это палочки и колбочки сетчатки глаза. Вместе с преломляющей системой, оболочками, мышцами, кровеносными сосудами глазного яблока фоторецепторы составляют орган чувств – глаз.

Однако для возникновения ощущения одного органа чувств недостаточно. Необходимо, чтобы возбуждение от органа чувств было передано по афферентным путям в ЦНС в соответствующие проекционные зоны в коре больших полушарий (**рис. 33**). Это было установлено русским ученым И.П. Павловым, который ввел в физиологию



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 160 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

понятие *анализатор*. Анализаторами И.П. Павлов назвал специальные структуры нервной системы, обеспечивающие вход чувственной информации в мозг и ее анализ, в результате чего возникает ощущение.

Дальнейшее изучение механизмов восприятия и анализа информации, а также реакции на нее организма привело к появлению более общего, чем анализатор, понятия *сенсорные системы*. Сенсорная система включает в себя не только сложную многоуровневую систему передачи информации от рецепторов к коре больших полушарий и анализа ее, что И.П. Павлов назвал анализатором, но и включает процессы синтеза различной информации в коре и регулирующие влияния коры к ниже лежащим нервным центрам и рецепторам.

Изучая структуру анализаторов, И.П. Павлов установил, что любой анализатор состоит из трех отделов: *периферического отдела* (определенных рецепторов или органа чувств), *проводникового отдела* (афферентных проводящих путей) и *коркового*, или *центрального, отдела* (определенного участка в коре больших полушарий). Например, периферический отдел зрительного анализатора представлен глазом, проводниковый отдел – это зрительный нерв и восходящие зрительные пути, корковый отдел – зрительная зона **кору больших полушарий**.

Главными в периферическом отделе анализатора являются рецепторы, которые в процессе эволюции приспособились воспринимать действие определенных раздражителей (адекватных раздражителей). Рецепторы осуществляют преобразование энергии раздражителя в нервный импульс, т. е. первичное *кодирование информации* и превращение ее в сенсорный код. Кроме рецепторов, в периферический отдел могут входить другие клетки и ткани, которые способствуют лучшему восприятию раздражения.

Проводниковый отдел анализатора состоит из чувствительных нейронов и вставочных нейронов ствола головного мозга и подкорковых структур. Вставочные нейроны расположены на различных уровнях ЦНС и совместно с чувствительными нейронами образуют цепочку, по которой возбуждение от рецепторов поступает в



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 161 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

кору больших полушарий.

Проводниковый отдел обеспечивает не только проведение сенсорных сигналов в кору больших полушарий, но и частичную переработку поступающей информации.

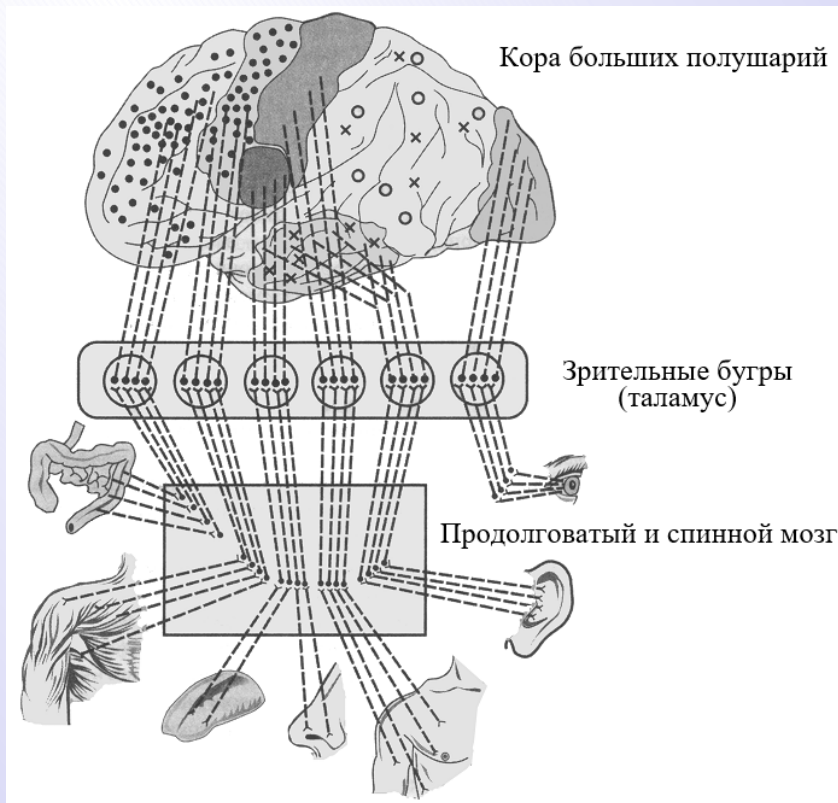


Рисунок 33 – Общая схема строения анализаторов

Центральный, или корковый, отдел анализатора находится в коре больших по-



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 162 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

лушарий. В нем И.П. Павлов выделял центральную часть, или «ядро», и периферическую часть. Центральная часть представлена специфическими нейронами, перерабатывающими сенсорную информацию, поступающую от рецепторов, а периферическая часть состоит из **нейронов**, рассеянных по коре больших полушарий. Корковые отделы анализаторов называют также *сенсорными зонами, первичными и вторичными проекционными зонами*, которые частично перекрывают друг друга. Высший анализ и синтез поступающей информации осуществляется в корковых отделах анализаторов, в результате чего возникает полное и точное представление об окружающей среде.

2. Значение, классификация и общие свойства анализаторов

Значение анализаторов. Организм человека и животных может нормально функционировать только при постоянном получении благодаря анализаторам информации о состоянии и изменениях внешней среды, в которой он находится, а также о состоянии внутренней среды и всех частей тела. Без информации, поступающей в мозг, не могут осуществляться простые и сложные рефлексy вплоть до психической деятельности человека. Сложные акты поведения человека во внешней среде требуют постоянного анализа внешней ситуации, а также осведомленности нервных центров о состоянии внутренних органов.

С помощью анализаторов осуществляется познание окружающего мира. При раздражении рецепторов в коре больших полушарий возникают ощущения, которые отражают отдельные свойства предметов и явлений. На основе ощущений формируются понятия и представления, отражающие взаимосвязи и зависимости между предметами и явлениями, делаются выводы и заключения, осуществляются адекватное поведение во внешней среде и практическая деятельность человека. Поэтому нарушения функции анализаторов, особенно зрительного и слухового, чрезвычайно сильно затрудняют познание окружающего мира. Образное и целостное представле-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 163 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ние о предметах внешней среды обеспечивается в результате объединения информации, воспринимаемой несколькими анализаторами. Например, качество пищи мы оцениваем с помощью зрительного, обонятельного, тактильного и вкусового анализаторов.

Необходимо отметить, что благодаря развитию науки и техники за последние 150 лет появились факторы, например, ионизирующее излучение, радиоволны, которые оказывают сильное воздействие на организм. Однако для их восприятия у человека нет соответствующих структур. Человек может ощутить влияние этих факторов лишь вторично, т. е. после того как они вызовут в организме определенные изменения.

Анализаторы при нормальном функционировании в пределах чувствительности своих рецепторов дают верное представление об окружающей действительности, что подтверждается практикой. Это дает возможность человеку познавать окружающий мир, достигать прогресса в областях знания, науки и техники.

Информация, поступающая от различных рецепторов в ЦНС, необходима для поддержания ее деятельного состояния и всего организма в целом. Искусственное выключение большинства органов чувств в специальных экспериментах на животных приводит к резкому снижению тонуса коры и сонному состоянию животного. Разбудить его можно только путем воздействия на не выключенные органы чувств. Специальные эксперименты на людях, помещенных в камеры, исключающие поступление зрительных, слуховых и других раздражений, показали, что резкое снижение поступления сенсорной информации отрицательно сказывается на способности концентрировать внимание, логически мыслить, выполнять умственные задачи. В ряде случаев появлялись зрительные и слуховые галлюцинации.

Информация, передаваемая в ЦНС от рецепторов интероцептивного анализатора, расположенных во внутренних органах, служит основой процессов *саморегуляции*. Так, например, если изменяется давление крови, то в барорецепторах стенок сосудов возникает возбуждение. Оно передается в сосудодвигательный центр продолговатого мозга, импульсы от которого вызывают расширение сосудов и восста-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 164 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

новление кровяного давления до нормальной величины.

Помимо первичного сбора информации об окружающей среде и внутреннем состоянии организма важной функцией анализаторов является информирование нервных центров о результатах рефлекторной деятельности, т. е. осуществление *обратных связей*. Например, для точного выполнения ответной двигательной реакции на какое-либо раздражение ЦНС должна получать информацию от двигательного и *вестибулярного анализаторов* о силе и длительности выполняемых сокращений мышц, о скорости и точности перемещения тела, положении тела в пространстве, об изменениях темпа движений и т. д. Без этой информации невозможно формирование и совершенствование двигательных навыков, в том числе трудовых и спортивных.

Классификация анализаторов. И.П. Павлов выделял у человека восемь анализаторов: зрительный, слуховой, вестибулярный, вкусовой, обонятельный, кожный (обеспечивающий температурную и тактильную чувствительность), двигательный (обеспечивающий восприятие сигналов от опорно-двигательного аппарата) и висцеральный (или интероцептивный, воспринимающий информацию от внутренних органов и внутренней среды организма). Впоследствии было установлено наличие и исследованы характеристики болевого анализатора.

Функционирование всего нескольких анализаторов, тем не менее, обеспечивает множество видов ощущений. Это объясняется, во-первых, тем, что каждый анализатор состоит из большого количества (до миллиона) параллельных каналов, отличающихся по своим свойствам и, соответственно, по возникающим ощущениям. И, во-вторых, в условиях естественной жизнедеятельности анализаторы находятся в постоянном взаимодействии, вызывающем громаднейшее разнообразие ощущений. Благодаря анализаторам человек обладает пятью чувствами – зрением, слухом, вкусом, обонянием и осязанием, с помощью которых осуществляется связь организма с внешней средой.

Анализаторы классифицируют по различным признакам: природе действующего раздражителя, характеру возникающих ощущений, уровню чувствительности ре-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 165 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

цепторов, скорости адаптации и многое другое. Наиболее употребляемой является классификация анализаторов по их роли в организме. Так, зрительный, слуховой, обонятельный, вкусовой и кожный анализаторы воспринимают и анализируют изменения внешней среды. Их возбуждение воспринимается субъективно в виде ощущений.

Воспринимают и анализируют изменения внутренней среды организма, показатели **гомеостаза** внутренние, или висцеральные, анализаторы. Колебания показателей внутренней среды в пределах физиологической нормы у здорового человека обычно не воспринимается субъективно в виде ощущений. Так, мы не можем субъективно определить величину артериального давления, состояние кровеносных сосудов и др. Однако информация, идущая из внутренней среды, играет важную роль в регуляции функции внутренних органов, обеспечивая приспособление организма к различным условиям его жизнедеятельности. Изменение некоторых констант внутренней среды организма может восприниматься субъективно в виде ощущений (жажда, голод, половое влечение), формирующихся на основе биологических потребностей.

Вестибулярный и двигательный анализаторы воспринимают и анализируют изменения положения тела в пространстве и частей тела друг относительно друга. Поскольку мы оцениваем положение нашего тела или его частей друг относительно друга, эта импульсация доходит до нашего сознания.

Часто отдельно выделяют болевой анализатор в связи с его особым значением для организма, т. к. он несет информацию о повреждающих действиях. Болевые ощущения могут возникать при раздражении как экстеро-, так и интерорецепторов.

Общие свойства анализаторов. Анализаторам характерны следующие общие свойства:

- 1) *Высокая чувствительность к адекватным раздражителям.* Например, в ясную темную ночь человеческий глаз может различить свет свечи на расстоянии свыше 10 км. Для оценки чувствительности используют такие критерии как *порог ощущения* и *порог различения*. Порогом ощущения называют минимальную силу раздражения рецепторов анализатора, вызывающую едва замет-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 166 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ное ощущение.

Порог различения – наименьшее изменение силы раздражения рецепторов анализатора, воспринимаемое субъективно в виде изменения интенсивности ощущения. Зависимость величины ощущения от силы раздражения выражает *закон Вебера–Фехнера*, согласно которому ощущение увеличивается пропорционально логарифму интенсивности раздражения. Однако этот закон недостаточно точен при малых силах раздражения.

- 2) *Адаптация анализаторов*, т. е. свойство приспосабливаться к постоянной интенсивности длительно действующего раздражителя. При действии сильного раздражителя возбудимость рецепторов анализатора уменьшается, и пороги раздражения возрастают. При действии слабого раздражителя возбудимость рецепторов анализатора может увеличиться, и пороги раздражения снижаются. Не все анализаторы обладают одинаковой способностью к адаптации. Хорошо адаптируются обонятельный, температурный, тактильный анализаторы, очень мало адаптируются вестибулярный, двигательный и болевой анализаторы.

Скорость и степень адаптации у разных анализаторов к разным раздражителям тоже различна. По скорости адаптации все рецепторы анализаторов делят на быстро и медленно адаптирующиеся. Например, темновая адаптация при переходе от яркого света к темноте развивается в течение часа, а световая адаптация при переходе от темноты к свету наступает в течение минуты. Физиологическое значение адаптации заключается в установлении оптимального количества сигналов, поступающих в ЦНС, и ограничении поступления импульсов, не несущих новую информацию.

- 3) *Иррадиация и индукция в нейронах анализатора*. Иррадиация – это распространение возбуждения на другие нейроны в корковом отделе того же анализатора. Ее можно наблюдать при рассматривании квадратов одинакового размера на разном фоне (**рис. 34**). Так, белый квадрат на черном фоне кажется



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 167 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

больше, чем таких же размеров черный квадрат на белом фоне.

Индукция бывает одновременной и последовательной. *Одновременная индукция* является процессом, противоположным иррадиации. Суть ее в том, что одновременно с развитием возбуждения в одних **нейронах** анализатора, в соседних вызывается торможение. *Последовательная индукция* состоит в том, что после прекращения возбуждения в нервных центрах анализатора развивается процесс торможения, а после прекращения торможения – процесс возбуждения. Процессы одновременной и последовательной индукции лежат в основе явлений контраста. Например, серая фигура на белом фоне кажется темнее, чем та же самая фигура на темном фоне (**рис. 35**), что обусловлено явлением одновременного зрительного контраста. Кислая пища после сладкой кажется еще более кислой, а теплая вода после холодной кажется горячее, причиной чему является последовательная индукция.

Явления контраста могут быть причиной иллюзий. Зрительная иллюзия контраста (иллюзия Эббингауза) проявляется в том, что один и тот же предмет воспринимается как более крупный среди маленьких фоновых предметов и меньший среди больших фоновых предметов (**рис. 36**).



Рисунок 34



Рисунок 35

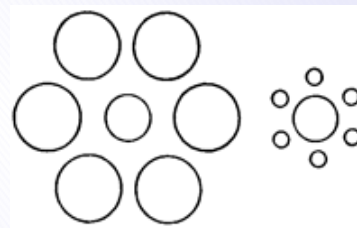


Рисунок 36 – Зрительная иллюзия



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 168 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

4) *Следовые процессы в анализаторах.* После прекращения раздражения рецепторов физиологические процессы в анализаторе еще длятся некоторое время в виде *положительных и отрицательных следовых явлений*. Положительные следовые процессы являются как бы кратковременным продолжением процессов, происходивших в анализаторах при действии раздражителя. Т. е. ощущение (зрительное, слуховое, вкусовое и т. д.) длится еще некоторое время после прекращения действия раздражителя на рецепторы. Благодаря положительным следовым явлениям возможно слитное восприятие отдельных кадров в кинофильме. В силу инерционности восприятия зрительное ощущение от одного кадра сохраняется до появления другого, отчего и возникает иллюзия непрерывности действия (при условии демонстрации 18–24 кадра в секунду).

5) *Взаимодействие анализаторов.* Все анализаторы функционируют не изолированно, а во взаимодействии друг с другом. Их взаимодействие может усиливать или наоборот ослаблять ощущения. Например, звуковые раздражители воспринимаются лучше при сочетании их со световыми, на чем основана светомузыка. Благодаря взаимодействию анализаторов обеспечивается образное и целостное представление о предметах и явлениях. Например, качество пищи мы оцениваем с помощью **зрительного**, обонятельного, вкусового, тактильного и температурного анализаторов. При этом формируется представление как об отдельных качествах (запахе, вкусе, цвете и т. д.), так и о пище в целом.

Благодаря взаимодействию анализаторов возможна частичная *компенсация нарушенных функций* при повреждении одного из анализаторов. Например, у слепых повышается чувствительность слухового анализатора настолько, что они могут определить местоположение крупных предметов за счет улавливания отраженных от них звуковых волн.

Взаимодействие сенсорных систем проявляется на различных уровнях головного мозга. Особенно велика роль в этом ретикулярной формации и коры больших полушарий.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 169 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3. Кодирование и передача сенсорной информации

Кодирование сенсорной информации. В анализаторах кодируются качественные свойства раздражителя, его сила и продолжительность действия, а также пространство, т. е. участок тела, на который действует раздражитель и локализация раздражителя в окружающей среде.

Кодированием называют процесс преобразования информации в отделах анализатора в условную форму, или *код*, удобную для передачи. Воспринимаемый рецепторами анализатора стимул кодируется, т. е. преобразуется в электрическую форму – нервный импульс. В **синапсах** проводящих афферентных путей электрический сигнал вызывает выделение медиатора, превращаясь в химический код. Таким образом, в процессе передачи информации в анализаторах код неоднократно меняется, но восстановления сигнала в его первоначальном виде уже не происходит. Например, звуковые колебания воспринимаются слуховыми рецепторами, но далее в проводниковом и корковом отделах анализатора нервные импульсы, идущие от рецепторов, в звуковые колебания обратно не преобразуются.

Особенностью кодирования информации в сенсорных системах является то, что оно осуществляется на основе *недвоичных кодов*, позволяющих при малой длине кода получить большее число комбинаций. Нервные импульсы служат универсальным кодом нервной системы. Содержание информации кодируется не амплитудой импульсов, а *частотой импульсов, объединением их в пачки, числом импульсов в пачке, интервалами между пачками*. Передача сигнала с **нейрона** на нейрон в анализаторах осуществляется с помощью различных медиаторов, т. е. химического кода. Поступившая в ЦНС информация хранится (запоминается). Для этого она кодируется с помощью биохимических и структурных изменений в нейронах.

В периферическом отделе анализатора *кодирование качества* раздражителя осуществляется за счет специфичности рецепторов, которые приспособились в процессе эволюции к восприятию адекватного раздражителя.

Кодирование силы раздражителя происходит вследствие изменения частоты им-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 170 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

пульсов, генерируемых рецепторами в единицу времени (частотное кодирование). При увеличении в определенных пределах силы раздражения частота импульсов возрастает. Также при изменении силы раздражителя может изменяться число возбужденных рецепторов, величина латентного периода и время реакции.

Кодирование пространства, т. е. раздражаемого участка тела, осуществляется величиной площади рецептивного поля, на котором возбуждаются рецепторы. Кроме того, от рецепторов различных участков тела импульсы поступают в определенные зоны коры больших полушарий.

Кодирование продолжительности (времени) действия раздражителя происходит благодаря тому, что рецепторы начинают возбуждаться с началом действия раздражителя и прекращают возбуждаться сразу после его прекращения. В организме имеются *on-*, *off-* и *on-off-*рецепторы, возбуждающиеся соответственно только при включении, только при выключении, а также при включении и выключении раздражителя.

В проводниковом отделе анализатора кодирование осуществляется только в синапсах, где происходит смена кода, а в самих нервных волокнах дополнительно информация не кодируется. Нервные волокна служат как бы проводами, по которым передается информация, закодированная в рецепторах и переработанная в синапсах, расположенных в нервных центрах. Между нервными импульсами, проводимыми по нервному волокну, могут быть различные интервалы, импульсы могут быть объединены в пачки, насчитывающие разное число импульсов. Между пачками могут быть различные интервалы. Количество возбужденных нервных волокон в нервном стволе тоже может быть разным.

В нервных центрах проводникового отдела, например в зрительных буграх, информация кодируется путем изменения объема импульсации на входе и на выходе, а также путем пространственного кодирования, обусловленного связью определенных нейронов с определенными рецепторами. В сенсорных центрах осуществляются тормозные процессы, которые производят фильтрацию и дифференциацию поступающей информации.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 171 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

В корковом отделе **анализатора** поступающая в виде нервных импульсов информация перекодируется в структурные и биохимические изменения в нейронах, что обуславливает ее запоминание. В **коре больших полушарий** осуществляется высший анализ и синтез поступившей информации.

Анализ заключается в том, что благодаря возникающим ощущениям человек различает действующие раздражители (звуки, запахи и др.), определяет их силу, время действия, а также участок тела, на который действует раздражитель, и локализацию самого раздражителя.

В результате синтеза поступающей информации происходит узнавание известного предмета или явления. Если предмет или явление встречаются впервые, то в корковом отделе анализатора формируется образ нового предмета или явления. При этом объединяется информация, поступающая от нескольких анализаторов, а также происходит ее сопоставление со следами памяти о других похожих предметах или явлениях. Полученная информация кодируется с помощью механизмов долговременной памяти. Затем осуществляется выбор имеющейся или разработка новой программы ответной поведенческой реакции организма.

Передача сенсорной информации. Проведение нервных импульсов от рецепторов в проводниковом отделе анализатора осуществляется двумя афферентными путями – специфическим проекционным и неспецифическим.

Специфический проекционный путь включает в себя: 1) рецептор; 2) первый чувствительный нейрон, расположенный всегда вне ЦНС в спинномозговых ганглиях или в ганглиях черепномозговых нервов; 3) второй нейрон, расположенный в **спинном** или **продолговатом** или **среднем мозге**; 4) третий нейрон, находящийся в зрительных буграх **промежуточного мозга**; 5) четвертый нейрон, расположенный в проекционной зоне данного анализатора в **коре больших полушарий**.

От вторых нейронов специфического пути, т. е. в спинном, продолговатом и среднем мозге, отходят боковые ответвления (коллатерали) к нейронам ретикулярной формации. Здесь происходит конвергенция импульсов от рецепторов разных мо-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 172 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

дальностей, что обуславливает взаимодействие анализаторов. Из ретикулярной формации возбуждение направляется по *неспецифическим путям* во все отделы коры больших полушарий. Импульсы, поступающие из ретикулярной формации, уже не имеют сенсорной модальности и поэтому не вызывают чувственных ощущений. Они только повышают возбудимость множества нейронов коры. Вследствие иррадиации в процесс возбуждения включаются гипоталамус, лимбическая система, моторные центры, что обуславливает эмоциональный, вегетативный и двигательный компоненты сенсорных реакций.

Для структурно-функциональной организации анализаторов характерны такие общие принципы как *многоуровневость* и *многоканальность*. Многоуровневость – это последовательная переработка отдельных видов сенсорной информации на разных уровнях ЦНС, позволяющая организму более быстро реагировать на простые сигналы. Многоканальность проявляется в наличии большого количества параллельных афферентных нервных волокон в проводниковых отделах анализаторов, что обеспечивает надежность и точность поступления и анализа сенсорной информации.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем различаются понятия «**рецептор**», «орган чувств», «**анализатор**» и «сенсорная система»?
2. Как происходит трансформация энергии раздражителя в нервный импульс в первичночувствующих и вторичночувствующих **рецепторах**?
3. Как классифицируют анализаторы?
4. Какова структура анализаторов?
5. Охарактеризуйте общие свойства анализаторов.
6. Как происходит кодирование качества, силы и продолжительности действия раздражителя?
7. Что такое многоуровневость и многоканальность применительно к анализаторам?
8. Охарактеризуйте два афферентных пути в проводниковом отделе анализатора.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 173 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 7. Физиология зрительной, слуховой и вестибулярной сенсорных систем

План лекции

1. Зрительная сенсорная система.
2. Слуховой анализатор.
3. Вестибулярная сенсорная система.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 12, 14, 15, 17, 18, 21–23].

1. Зрительная сенсорная система

Зрительная сенсорная система является важнейшей в организме человека, т. к. она поставляет около 90 % информации, идущей от всех рецепторов к головному мозгу. Благодаря деятельности зрительного анализатора различают освещенность предметов, их цвет, форму, величину, направление передвижения, расстояние, на которое предметы удалены от глаза и друг от друга. Все это позволяет оценивать пространство, ориентироваться в окружающем мире, выполнять различные виды целенаправленной деятельности.

При попадании световых лучей в глаз происходит их преломление, или *рефракция*, т. е. изменение направления их хода. Основными преломляющими средами глаза являются роговица (коэффициент преломления ею лучей у человека 1,37 диоптрии) и хрусталик (коэффициент преломления $\approx 1,42$ диоптрии). В преломлении световых лучей также участвуют, но в малой степени, водянистая влага передней камеры глаза и стекловидное тело (**рис. 37**). Суммарная преломляющая сила диоптрического аппарата здорового неаккомодированного глаза (при рассматривании предметов, расположенных далее 65 м) составляет 58,6 диоптрии.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 174 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

При нормальной рефракции глаза и нормальных его размерах световые лучи, идущие от далеко расположенных предметов (далее 65 м) и являющиеся практически параллельными, после прохождения через светопреломляющую систему глаза собираются в фокусе на сетчатке. Изображение получается четким, но уменьшенным и перевернутым (рис. 37, А). Нормальная рефракция глаза носит название *эмметропии*, и такой глаз называют эмметропическим. Наряду с нормальной рефракцией могут наблюдаться ее аномалии: *близорукость (миопия)* и *дальнозоркость (гиперметропия)*. И близорукость, и дальнозоркость могут быть как врожденными, так и приобретенными.

При *врожденной близорукости* преломляющая сила оптических структур глаза имеет нормальную величину, но глазное яблоко не шаровидно, а вытянуто вдоль оптической оси. Поэтому лучи от каждой точки удаленного предмета после прохождения через светопреломляющий аппарат глаза фокусируются не на сетчатке, а перед ней (ближе нее) в стекловидном теле. На сетчатке же вместо точки возникает раздвоенное расплывчатое изображение, т. к. лучи после фокусирования уже разошлись (рис. 37, Б).

При *врожденной дальнозоркости* преломление диоптрическим аппаратом глаза осуществляется нормально, но глазное яблоко уменьшено вдоль оптической оси. В результате лучи от каждой точки близко расположенного предмета после их преломления фокусируются в точки за сетчаткой. На сетчатке же вместо точки получается нечеткое размытое изображение, т. к. лучи еще в точку не собрались (рис. 37, В).

Причиной приобретенной как близорукости, так и дальнозоркости является нарушение аккомодационных способностей глаза. Настройка преломляющего аппарата глаза на определенное расстояние до рассматриваемого объекта, позволяющая его ясно, четко видеть, называется *аккомодацией*. Основным механизмом аккомодации

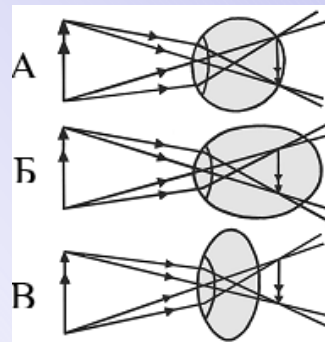


Рисунок 37 – Ход лучей в глазу



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание

« »

Страница 175 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

глаза у человека заключается в непроизвольном изменении кривизны хрусталика, особенно его передней поверхности.

В случае *приобретенной близорукости* форма глазного яблока остается нормальной, но наблюдается повышенная аккомодация, т. е. хрусталик более округлый, чем следует, и преломляет лучи более сильно. Для коррекции врожденной и приобретенной близорукости необходимо носить очки с рассеивающими двояковогнутыми линзами, увеличивающими угол поступления световых лучей в глаз.

Причиной *приобретенной дальновзоркости* является недостаточная аккомодация, т. е. преломляющая способность хрусталика, который менее округлый, чем следует. При этом форма глазного яблока остается нормальной. Для коррекции врожденной и приобретенной дальновзоркости необходимо носить очки или контактные линзы с двояковыпуклыми линзами, преломляющую силу которых должен подбирать врач.

Степень аккомодации хрусталика тем больше, чем ближе к глазу рассматриваемый объект. Однако ближе какого-то минимального расстояния нельзя четко видеть предметы даже при максимальной аккомодации. Это минимальное расстояние от глаза, на котором человек начинает четко видеть предмет, получило название *ближней точки ясного видения*. К старости хрусталик, вследствие уменьшения своей эластичности, не может становиться достаточно округлым даже при полном ослаблении натяжения цинновых связок. В результате ближняя точка ясного видения отодвигается от глаза и развивается *старческая дальновзоркость*. В этом случае для рассматривания близко расположенных предметов, чтения необходимо ношение очков с двояковыпуклыми линзами.

Поверхность роговицы даже нормального глаза не является идеально сферической поверхностью относительно оптической оси. Обычно кривизна ее в вертикальной плоскости несколько больше, чем в горизонтальной. Это различие вызывает неодинаковое преломление лучей, поступающих в глаз под разными углами, что получило название *астигматизма*. При чрезмерно выраженном астигматизме изображение предметов в глазу искажается, вытягивается или сплющивается, что требует



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 176 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

применения очков со специальными сфероцилиндрическими линзами.

В центре радужной оболочки глаза имеется отверстие – зрачок, через который лучи света проникают в глаз. Зрачок способствует четкости изображения на сетчатке, пропуская только центральные лучи и не пропуская на периферические части хрусталика лучи, которые вызывают светорассеяние в глазу, так называемую *сферическую абберацию*. Кроме того, изменение диаметра зрачка может изменять до 17 раз интенсивность светового потока, проходящего к хрусталику и далее к сетчатке. Диаметр зрачка у молодых людей может колебаться от 1,5 до 8,0 мм. Средний диаметр зрачка уменьшается с возрастом.

Диаметр зрачка изменяется рефлекторно, что называется *зрачковым рефлексом*. Сужение зрачка происходит при увеличении освещенности, а также при рассматривании близко расположенного предмета и во сне. Расширение зрачка наблюдается при уменьшении освещенности, при возбуждении рецепторов и любых афферентных нервов. Также зрачок расширяется при эмоциях, связанных с повышением тонуса **симпатического отдела** автономной нервной системы (боль, гнев, страх, радость и т. д.), при психических возбуждениях (психозы истерии и т. д.), при удущье, наркозе.

Как правило, когда человек видит что-то интересное или стимулирующее, его зрачки расширяются. Размер зрачка также связан с психической активностью при решении проблем. Максимально зрачки расширяются в момент нахождения решения проблемы.

Зрачковый рефлекс осуществляется двумя системами гладких мышц, расположенных в радужной оболочке. При сокращении *кольцевой мышцы-сфинктера*, волокна которой идут по кругу вокруг зрачка, зрачок сужается. При сокращении *мышцы-дилататора*, волокна которой отходят от зрачка в радужной оболочке радиально, зрачок расширяется. Кольцевые мышцы радужной оболочки иннервируются парасимпатическими волокнами глазодвигательного нерва, а радиальные мышцы – симпатическими волокнами.

Остротой зрения называется его максимальная способность различать отдель-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 177 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ные объекты. Острота зрения определяется наименьшим углом зрения, под которым глаз еще способен видеть раздельно две точки. Нормальный глаз способен различать две светящиеся точки под углом зрения в 1 минуту ($1'$), при этом величина изображения на сетчатке равна 4 мкм. Острота зрения зависит от оптических свойств глаза, структурных особенностей сетчатки и функциональной деятельности нейронов проводникового и центрального отделов зрительного анализатора.

Определение остроты зрения осуществляется с помощью буквенных или с изображением различного вида фигур специальных таблиц. Острота зрения, определенная по таблице с изображением рядов букв или фигур разной высоты, выражается обычно в относительных величинах, причем нормальная острота принимается за единицу.

Пространство, видимое глазу при неподвижном устремленном вперед взоре, называется *полем зрения*. Различают отдельно поле зрения левого и правого глаза, а также общее поле зрения для двух глаз. В пределах общего поля зрения выделяется область, которую могут видеть два глаза одновременно. Это *бинокулярное зрительное поле*.

Поле зрения правого глаза человека вытянуто больше вправо и вниз, левого глаза – влево и вниз. Величина поля зрения у людей зависит от глубины положения глазного яблока, расстояния между глазами, формы и размеров надбровных дуг, носа, скуловых костей.

Различают *центральное зрение*, когда изображение проецируется на сетчатку в область желтого пятна, и *периферическое зрение*. Острота зрения наибольшая в области центральной ямки, находящейся в центре желтого пятна. Периферическое (боковое) зрение отличается меньшей остротой. Оно плохо различает детали предметов, но хорошо воспринимает их движение.

Поле зрения больше всего для лучей белого цвета. Для цветowych лучей оно значительно меньше, т. к. количество рецепторов, воспринимающих цвет (колбочек), быстро уменьшается во все стороны от желтого пятна, а на периферии сетчатки колбочек почти нет. Среди цветowych лучей самое малое поле зрения для зеленого



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 178 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

цвета, больше для красного, еще больше для синего цвета.

Глаз способен воспринимать размер, форму, объем предмета, его цвет, яркость, движение, положение в пространстве и расстояние до него. *Бинокулярное зрение* (зрение двумя глазами) играет важную роль в восприятии разноудаленных предметов, в достаточно точном определении расстояния между ними и до них, т. е. ощущении глубины пространства, если расстояние до предметов не превышает 200 м.

Восприятие скорости движения предметов в пространстве обеспечивается скоростью перемещения изображения на сетчатке, а также импульсами, поступающими в ЦНС от мышц глаза при его движениях вслед за предметом.

При рассматривании предмета обоими глазами его изображение попадает на идентичные (симметричные) точки сетчаток обоих глаз, возбуждение от которых объединяется в корковом отделе анализаторов в единое целое. В итоге в восприятии человека эти два изображения (одно от левого, другое от правого глаза) сливаются в одно. Однако при рассматривании близких предметов левый глаз их видит чуть больше слева, а правый – справа. Вот эта степень смещения изображения на сетчатке правого и левого глаз позволяет на основании жизненного опыта определять объемы предметов, расстояние до них и взаимную глубину их расположения. При сильном переутомлении или отравлении (например, алкоголем) бинокулярное зрение ухудшается и может появиться раздвоение изображения.

При рассматривании неподвижного предмета для обеспечения ясного видения глаза человека совершают 4 типа мелких произвольных движений. Если заблокировать эти движения глаз, то окружающие нас неподвижные предметы вследствие адаптации рецепторов сетчатки станут трудно различимыми. Например, у лягушки глаза неподвижны, поэтому она хорошо различает только движущиеся предметы, в том числе насекомых или движущийся язык змеи, который лягушка принимает за летающую бабочку и сама прыгает к змее.

Периферической рецепторной структурой зрительного анализатора является сетчатка глаза. В ней анатомически различают 10 слоев. Однако с функциональной



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 179 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

точки зрения главными являются пигментный слой, рецепторный слой и четыре слоя, образованных различными нервными клетками: горизонтальными, биполярными, амакриновыми и ганглиозными (рис. 38).

Пигментный слой сетчатки образован эпителиальными клетками и прилегает к сосудистой оболочке. Эти клетки содержат пигмент, поглощающий свет и препятствующий его отражению и рассеиванию, что обеспечивает четкость зрительного восприятия. Отростки пигментных клеток заходят между светочувствительными сегментами фоторецепторов, принимают участие в обмене веществ фоторецепторов и восстановлении зрительного пигмента после его расщепления и обесцвечивания.

Фоторецепторы сетчатки глаза представляют собой нейросенсорные клетки. Наружные сегменты одних из них имеют палочковидную форму, а других – колбачковидную, из-за чего эти рецепторы называют, соответственно, *палочками* и *колбочками*. В каждом глазу человека насчитывается примерно 6 млн колбочек и 120 млн палочек.

Место выхода зрительного нерва из сетчатки не содержит фоторецепторов и называется *слепым пятном*. В центральной ямке желтого пятна сетчатки содержатся только колбочки, где их плотность самая высокая. К периферии сетчатки количество колбочек уменьшается, а палочек – возрастает. Колбочки воспринимают цвета и функционируют в условиях яркой освещенности

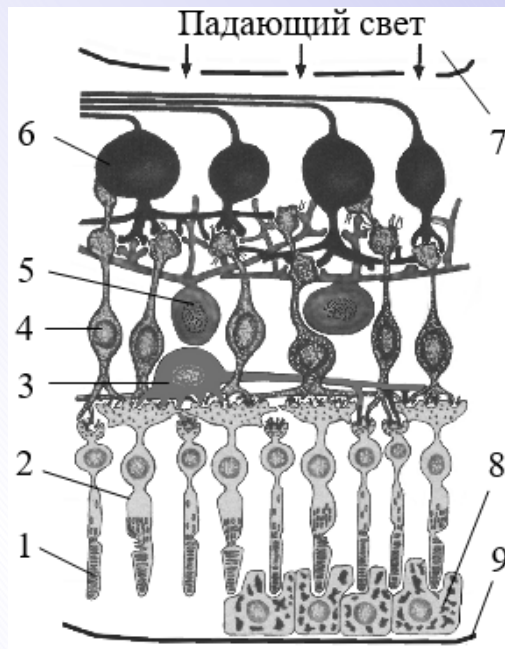


Рисунок 38 – Схема строения сетчатки: 1 – палочка; 2 – колбочка; 3 – горизонтальная клетка; 4 – биполярная клетка; 5 – амакриновая клетка; 6 – ганглиозная клетка; 7 – стекловидное тело; 8 – пигментный слой; 9 – сосудистая оболочка



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 180 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

объектов. Они обеспечивают цветное, или хроматическое, зрение. Палочки являются **рецепторами** сумеречного зрения, воспринимающими белый цвет и оттенки серого цвета в условиях слабой освещенности, т. е. обеспечивают бесцветное, или ахроматическое, зрение.

Фоторецепторы обладают очень высокой чувствительностью. Полагают, что они возбуждаются при действии на них 1–2 квантов света. Это обусловлено особенностью строения рецепторов и протекающих в них под действием света физико-химических процессов. В фоторецепторах находятся светочувствительные пигменты. В палочках на мембране наружных сегментов содержится *родопсин*, в колбочках – *йодопсин* и другие родственные ему пигменты.

Родопсин состоит из *ретинала* (альдегида витамина А) и белка *опсина*. Под действием света родопсин (зрительный пурпур), придающий сетчатке красный свет, обесцвечивается и расщепляется на ретиналь и опсин, в результате чего возникает нервный импульс. В темноте родопсин опять восстанавливается. При недостатке витамина А в пище возникает заболевание «*куриная слепота*», или гемералопия. При этой болезни человек днем видит нормально, т. к. много цветовых лучей и функционируют колбочки. В сумерках из-за нарушения функционирования рецепторов сумеречного зрения – палочек больной человек ничего не видит.

Механизм цветового зрения объясняют две взаимодополняющие теории. Согласно *трехкомпонентной теории цветоощущения* Ломоносова–Юнга–Гельмгольца в сетчатке глаза имеются три типа колбочек. Одни из колбочек обладают максимальной чувствительностью к красному цвету, другие – к зеленому, третьи – к сине-фиолетовому. Если одновременно и с одинаковой интенсивностью действуют на фоторецепторы все три цвета, то получается ощущение белого цвета.

Однако трехкомпонентная теория цветового зрения не способна объяснить явления одновременного и последовательного контраста. Если яркое зеленое кольцо окружает серый круг, то последний в результате одновременного цветового контраста приобретает красный цвет. Если же достаточно долго смотреть на окрашенную



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 181 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

в красный цвет поверхность, а затем перевести взор на белую, то последняя приобретает зеленоватый оттенок. Это явление последовательного контраста.

Явления контраста послужили основой для *теории оппонентных (контрастных) цветов*, предложенной Э. Герингом. Согласно этой теории, существуют три антагонистических, или оппонентных, нейронных механизма: один – для ощущения красного и зеленого цвета, второй – для желтого и синего, третий, отличающийся от двух первых механизмов, – для ощущения черного и белого цвета. Например, если нейрон из такого механизма возбуждается под действием зеленого цвета, то красный цвет вызывает его торможение.

Полученные к настоящему времени данные позволяют считать, что процессы в колбочках более соответствуют трехкомпонентной теории цветоощущения, тогда как для нейронных сетей сетчатки и вышележащих зрительных центров больше подходит теория контрастных цветов Геринга.

Существуют аномалии цветового зрения, которые могут проявляться в виде частичной или полной цветовой слепоты. Людей, совсем не различающих цвета, называют ахроматами, а болезнь – *светобоязнью*. Такие люди видят мир черно-белым и только при слабом освещении, а яркий свет их слепит. Встречаются три вида частичной цветовой слепоты: 1) *дальтонизм* – слепота в основном на красный цвет; таких людей называют еще «краснослепыми»; 2) «зеленослепые» люди, плохо воспринимающие зеленый цвет; 3) «фиолетовослепые» люди, встречающиеся редко, не воспринимающие синий и фиолетовый цвета.

2. Слуховой анализатор

Орган слуха состоит из наружного, среднего и внутреннего уха. *Наружное ухо* представлено ушной раковиной и наружным слуховым проходом и предназначено для улавливания и проведения звуковых волн (рис. 39). Ушная раковина образована эластическим хрящом сложной формы и покрыта кожей. Наружный слуховой



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 182 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

проход состоит из хрящевой и костной части. В нем, кроме сальных желез, имеются видоизмененные потовые железы, вырабатывающие вязкий, желтоватый секрет – ушную серу, выполняющую защитную функцию. Наружное ухо от среднего отделяет *барабанная перепонка*.

Среднее ухо расположено в основании пирамиды височной кости и состоит из *барабанной полости* и *слуховой (евстахиевой) трубы*, соединяющей барабанную полость с носоглоткой. В барабанной полости находится цепь слуховых косточек: *молоточек*, *наковальня* и *стремечко*, соединенных при помощи суставов подвижно и передающих колебания барабанной перепонки к внутреннему уху. Рукоятка молоточка вплетена в барабанную перепонку и сращена с ней. Головка молоточка и тело наковальни сочленены суставом и укреплены связками. Длинный отросток наковальни соединен суставом со стремечком, основание которого входит в овальное окно и прилегает к его мембране.

Внутреннее ухо расположено в пирамиде височной кости. Оно образовано сложным устроенными костными каналами, получившими название *лабиринта*. Различают костный лабиринт и вставленный в него и повторяющий его форму перепончатый лабиринт. Пространство между костным и перепончатым лабиринтом заполняет *перилимфа*, а внутри перепончатого лабиринта находится *эндолимфа*.

Лабиринт состоит из трех отделов: преддверия, улитки и полукружных каналов. *Преддверие* образует среднюю часть лабиринта и сообщается с каналом улитки спереди и с полукружными каналами сзади. На наружной стенке преддверия, обращенной к барабанной полости, находится *овальное окно* и чуть ниже – *круглое*

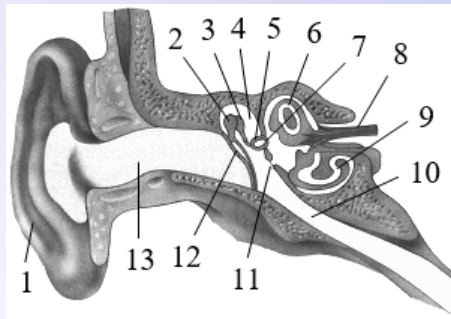


Рисунок 39 – Орган слуха: 1 – ушная раковина; 2 – молоточек; 3 – наковальня; 4 – барабанная полость; 5 – стремечко; 6 – полукружной канал; 7 – овальное окно; 8 – слуховой нерв; 9 – улитка; 10 – слуховая труба; 11 – круглое окно; 12 – барабанная перепонка; 13 – наружный слуховой проход



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 183 из 744

Назад

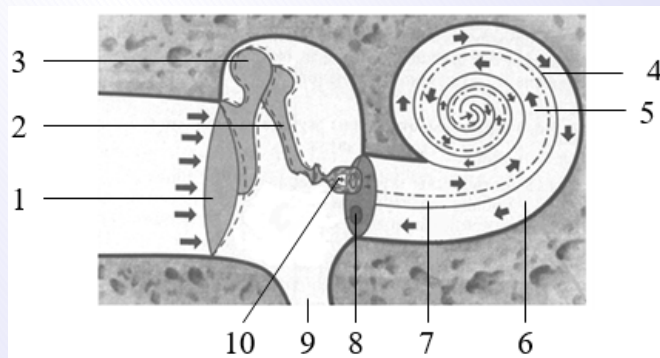
На весь экран

Закрыть

окно. В улитке расположены рецепторы слухового анализатора, а в полукружных каналах – рецепторы вестибулярного анализатора.

Звуковые колебания улавливаются ушной раковиной и проходят по наружному слуховому проходу к барабанной перепонке (рис. 40), которая начинает колебаться в соответствии с частотой звуковых волн. Колебания барабанной перепонки передаются цепью *слуховых косточек*, т. е. молоточком, наковальней и стремечком, расположенных в среднем ухе, на мембрану овального окна, которая отделяет внутреннее ухо от среднего. Площадь барабанной перепонки во много раз больше площади овального окна, вследствие чего давление звуковых волн на мембрану овального окна усиливается примерно в 25 раз. Слуховые косточки, работая как рычаги, уменьшают амплитуду колебаний, передаваемых на мембрану овального окна, но увеличивают (до 60 раз) их силу. С учетом усиливающего эффекта наружного уха суммарное давление звуковых колебаний на мембрану овального окна возрастает в 180–200 раз.

Рисунок 40 – Проведение звуковых волн в ухе: 1 – барабанная перепонка; 2 – наковальня; 3 – молоточек; 4 – основная мембрана; 5 – верхняя лестница; 6 – нижняя лестница; 7 – средняя лестница; 8 – круглое окно; 9 – слуховая труба; 10 – стремечко



В среднем ухе расположены две мышцы, которые при очень сильных звуках сокращаются и ограничивают амплитуду колебаний барабанной перепонки и движение стремечка. Это уменьшает энергию колебаний, передаваемых на внутреннее ухо,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 184 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

и предохраняет его от повреждений. Сокращение этих мышц возникает безусловнорефлекторно сразу же после начала действия сильных звуков. При мгновенных взрывах, ударах этот механизм не успевает сработать, и возможна потеря слуха.

Слуховая (евстахиева) труба, соединяющая полость среднего уха, или барабанную полость, с носоглоткой, способствует выравниванию давлений воздуха на барабанную перепонку со стороны наружного слухового прохода и барабанной полости. При глотании, зевании вход из носоглотки в евстахиеву трубу открывается, вентилируя полость среднего уха и уравнивая давление в нем с атмосферным. Если внешнее давление быстро меняется (быстрый подъем вверх или спуск на самолете), а глотания не происходит, то разность давлений между атмосферным воздухом и воздухом в барабанной полости приводит к натяжению барабанной перепонки, снижению восприятия звуков и возникновению неприятных ощущений. При раскрытом рте звуковые волны вызывают меньший прогиб барабанной перепонки и уменьшают опасность ее разрыва при очень сильных звуках. Например, артиллеристам рекомендуют открывать рот при стрельбе.

Слуховая труба у маленьких детей короткая и широкая, что благоприятствует проникновению возбудителей инфекции из носоглотки при простудных заболеваниях. Это может привести к отиту – воспалению среднего уха.

Кроме воздушной проводимости существует еще и *костная проводимость звуковых волн*. Это вызвано тем, что звуковые волны могут вызывать колебания в костях черепа, которые, минуя наружное и среднее ухо, передаются непосредственно улитке внутреннего уха. На этом принципе работают некоторые слуховые аппараты для глухих. Под водой костная проводимость увеличивается, особенно для низких звуков.

Восприятие высоты и силы звука, локализации источника звука начинается с попадания звуковых волн в наружное ухо, где они приводят в движение барабанную перепонку (рис. 40). Колебания барабанной перепонки передаются слуховыми косточками на *мембрану овального окна*, расположенного на наружной стенке *преддверия*, которым начинается внутреннее ухо. Преддверие сообщается сзади с полу-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 185 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

кружными каналами, являющимися частью вестибулярного аппарата, а спереди – с каналом улитки, в которой находятся слуховые рецепторы.

Костный канал улитки спирально закручен на 2,5 завитка и разделен по всей длине вестибулярной мембраной (мембраной Рейснера) и основной мембраной на три узких хода, или *лестницы* (рис. 41, А): верхнюю (вестибулярную), среднюю и нижнюю (барабанную). Верхняя лестница начинается от овального окна и соединяется с нижней лестницей через отверстие в верхушке улитки – геликотрему. В результате верхний и нижний ходы являются как бы единым каналом, идущим от овального до круглого окна. Оба этих хода, или лестницы, заполнены перилимфой.

Вестибулярная и основная мембрана герметически ограничивают среднюю лестницу, которая заполнена эндолимфой. В эндолимфе средней лестницы на основной мембране расположен звуковоспринимающий рецепторный аппарат – *кортиев орган* (орган Корти, спиральный орган).

Кортиев орган состоит из одного ряда внутренних и 3–4 рядов наружных *рецепторных волосковых клеток* (рис. 41, Б). Нижний конец волосковых клеток фиксирован в основной мембране. Волосковые клетки омываются эндолимфой. Верхние их концы покрыты мелкими микроволосками и соприкасаются с нависающей над ними студенистой *покровной (текториальной) мембраной*.

Колебания, переданные слуховыми косточками мембране овального окна, вызывают колебание перилимфы верхней (вестибулярной) лестницы. Эти колебания через геликотрему передаются перилимфе нижней лестницы и доходят до круглого окна, слегка выпячивая его мембрану в полость среднего уха.

Колебания перилимфы передаются также на эндолимфу средней лестницы, что приводит в колебательные движения основную мембрану с расположенными на ней рецепторными волосковыми клетками кортиева органа. При этом микроволоски рецепторных клеток, соприкасающиеся с текториальной мембраной, изгибаются. В рецепторных клетках возникает нервный импульс, который передается по дендритам нейронов спирального ганглия, проходящим в основной мембране. Нейроны спираль-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 186 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ного ганглия, расположенного в стенке улитки, являются первыми афферентными нейронами проводникового отдела слухового анализатора.

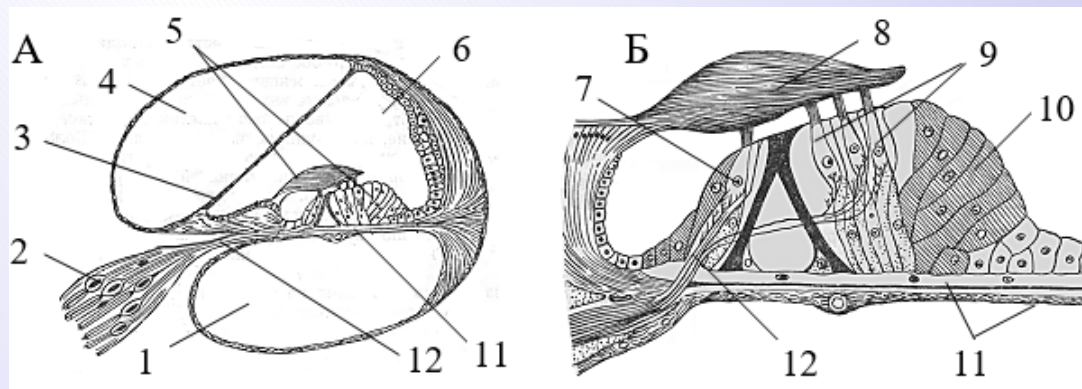


Рисунок 41 – Схема поперечного разреза канала улитки (А) и строения кортиева органа (Б): 1 – нижняя лестница; 2 – спиральный ганглий; 3 – вестибулярная мембрана; 4 – верхняя лестница; 5 – кортиев орган; 6 – средняя лестница; 7 – внутренние волосковые клетки; 8 – покровная мембрана; 9 – наружные волосковые клетки; 10 – опорные клетки; 11 – основная мембрана; 12 – нервные волокна

Центральный, или корковый отдел слухового анализатора находится в верхней височной извилине височной доли **коры больших полушарий**. По нисходящим путям слуховая сенсорная система посылает эфферентные импульсы, которые настраивают рецепторные волосковые клетки кортиева органа на восприятие определенных звуковых сигналов.

Еще во второй половине 19-го века Г. Гельмгольц сформулировал *резонансную теорию слуха*. Согласно этой теории, основная мембрана представляет собой набор поперечно натянутых эластичных волокон, каждое из которых настроено и резонирует на звук определенной частоты. Длина этих волокон не одинакова, пото-



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 187 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

му что не одинакова по ширине основная мембрана. У человека у овального окна, т. е. возле основания улитки, ширина основной мембраны составляет 0,04 мм. Дальше по направлению к вершине улитки она постепенно расширяется и достигает в конце 0,5 мм.

Самые короткие волокна расположены в узкой части основной мембраны возле овального окна. Они резонируют, т. е. колеблются в унисон, с высокочастотными звуковыми колебаниями. В результате возбуждаются находящиеся на них рецепторные волосковые клетки. В унисон со звуковыми колебаниями низкой частоты колеблются длинные волокна основной мембраны, расположенные ближе к верхушке улитки. При действии сложного звука возникают колебания различных волокон основной мембраны.

В основе резонансной теории лежит представление о том, что волокна основной мембраны натянуты по ее ширине, а механическая связь волокон по длине мембраны отсутствует, т. е. колебание одной части мембраны не должно передаваться соседним участкам. Однако в 50–60-е годы 20-го века венгерский биофизик Г. Бекеша доказал, что волокна основной мембраны не натянуты изолировано в поперечном направлении и что они механически связаны по всей длине мембраны. Поэтому он предложил новую теорию, которую называют *теорией бегущей волны* (теорией места).

Г. Бекеша было установлено, что основная мембрана жестче всего у основания улитки возле овального окна, т. е. там, где она уже. По направлению к вершине улитки ее жесткость постепенно уменьшается. При колебаниях основной мембраны волны бегут от овального окна к вершине улитки (рис. 42). Градиент жесткости мембраны всегда заставляет волны двигаться от овального окна к вершине и никогда в обратном направлении. Высокочастотные колебания продвигаются по основной мембране лишь на короткое расстояние и затухают недалеко от основания улитки. Длинные же низкочастотные волны распространяются по всей основной мембране до вершины улитки. Начальная, самая жесткая часть основной мембраны служит высокочастотным фильтром.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 188 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Бегущая волна имеет наибольшую амплитуду на строго определенном участке мембраны, что зависит от ее частоты. И хотя сама волна движется, ее огибающая для данной частоты постоянна. Смещения пиков для высоких частот направлены к основанию, а для низких частот – к вершине улитки. Ощущение той или иной высоты звука зависит от длины колеблющегося участка основной мембраны и, следовательно, от числа раздражаемых и возбуждающихся рецепторных волосковых клеток, а также от места их расположения. Чем меньше колеблющихся волосковых клеток и чем ближе они расположены к овальному окну, тем более высоким воспринимается звук.

Человек может воспринимать звуки с частотой колебаний от 15–20 Гц до 20 000 Гц. Звуки, используемые в речи, содержат частоту колебаний от 150 до 2500 Гц. Максимальная чувствительность слуха человека в возрасте до 40 лет приходится на частоту 3000 Гц, в 40–50 лет – 2000 Гц, после 50 лет – 1000 Гц. Восприятие звуков высокой частоты ухудшается к старости и снижается верхняя граница воспринимаемых звуковых колебаний.

Ощущение силы (интенсивности) звука связано с различным соотношением числа возбужденных внутренних и наружных волосковых рецепторных клеток. Поскольку внутренние клетки менее возбудимы, чем наружные, то они начинают возбуждаться только при более сильных звуках. Диапазон громкости звуков, воспри-

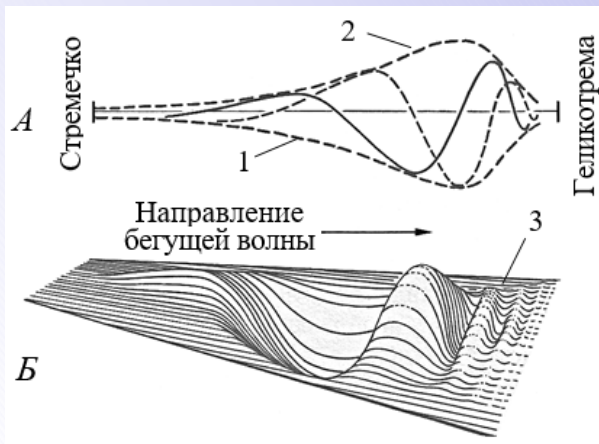


Рисунок 42 – Схема бегущей волны (А) и трехмерная реконструкция волны (Б) по W.D. Keidel, W.D. Neef: 1 – огибающая волны показывает максимальную амплитуду волны (2), вызванную постоянной частотой, в различных участках основной мембраны (3) улитки



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание

◀

▶

◀◀

▶▶

Страница 189 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

нимаемых человеком, от 1 до 140 децибел (дБ). Например, крик человека имеет громкость 80 дБ.

Слуховой анализатор может *адаптироваться* к действию звука. Чувствительность его к тихим звукам может повышаться, а при действии сильных – во много раз снижаться.

Определение положения источника звука в пространстве облегчается с помощью *бинаурального слуха*, т. е. способности слышать одновременно двумя ушами. При бинауральном слухе если источник звука находится справа или слева от средней линии головы, то в правое и левое ухо поступают звуковые волны, отличающиеся по фазе, громкости и времени поступления. Точность определения направления звука с помощью бинаурального слуха достигает 1° . При моноуральном слухе (слушании одним ухом) определение направления звука хуже ($5\text{--}10^\circ$) и при этом человек вынужден крутить головой.

3. Вестибулярная сенсорная система

Вестибулярная сенсорная система играет важную роль в пространственной ориентировке человека. Она воспринимает и анализирует информацию об *ускорениях* или *замедлениях*, возникающих в процессе прямолинейного или вращательного движения, а также при *изменении положения головы* в пространстве. При равномерном движении или в условиях покоя рецепторы вестибулярного анализатора не возбуждаются. Импульсы от вестибулорецепторов вызывают перераспределение тонуса скелетной мускулатуры, что обеспечивает сохранение равновесия тела. Эти влияния осуществляются рефлексорным путем через ряд отделов ЦНС.

Периферическим отделом вестибулярного анализатора является вестибулярный аппарат, находящийся в лабиринте пирамиды височной кости (**рис. 43**). Он состоит из *преддверия* и трех *полукружных каналов*. Лабиринт имеет костные и перепончатые стенки. Полость между костными и перепончатыми стенками заполнена



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 190 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

перилимфой. Внутри перепончатого лабиринта находится эндолимфа.

Преддверие разделяется костным гребешком на две полости: переднюю (округлую, сферическую), называемую *мешочком*, и заднюю (овальную, эллиптическую), называемую *маточкой*. Обе полости сообщаются между собой. Мешочек соединяется узким каналом с перепончатым каналом улитки, а маточка сообщается с полукружными перепончатыми каналами.

В мешочке и маточке находится *отолитовый аппарат* (рис. 44). Он представляет собой скопления рецепторных волосковых клеток, образующих возвышения – *пятна*. Выступающая в полость мешочка или маточки часть рецепторной клетки оканчивается одним более длинным подвижным волоском и 50–100 склеенными неподвижными волосками. Эти волоски погружены в желеобразную мембрану, на поверхности и внутри которой находятся кристаллики карбоната кальция – *отолиты*. Поэтому мембрану тоже часто называют *отолитовой мембраной*.

При изменении положения головы, а также ускорении или замедлении прямолинейного движения тела отолитовая мембрана скользит в эндолимфе мешочка или маточки и сгибает волоски, что вызывает возбуждение рецепторных волосковых клеток. В результате изменяется характер нервной сигнализации от отолитового аппарата в ЦНС.

Полукружные каналы находятся в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Около места соединения с преддверием один конец каждого канала образует расширение – *ампулу*. В полукружных каналах рецепторные и опорные клетки сконцентрированы только в ам-

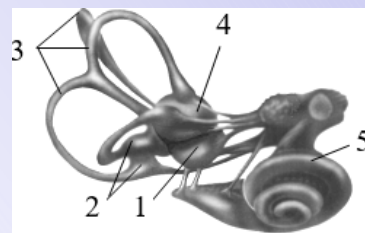


Рисунок 43 – Лабиринт височной кости: 1 – мешочек; 2 – ампулы; 3 – полукружные каналы; 4 – маточка; 5 – улитка

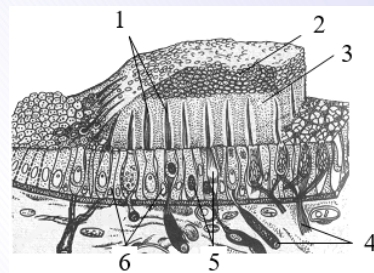


Рисунок 44 – Оtolитовый аппарат: 1 – волоски; 2 – отолиты; 3 – отолитовая мембрана; 4 – нервные волокна; 5 – волосковые клетки; 6 – опорные клетки



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 191 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

пулах в виде *гребешков*, или *крист*. Волоски рецепторных клеток окружены желеобразным веществом, не содержащим солей кальция и образующим особый колпачок – *листовидную мембрану (купулу)*, способную колебаться при движении эндолимфы.

Движение эндолимфы наблюдается при вращательных (угловых) ускорениях и торможениях. В начале движения или при увеличении его скорости эндолимфа полукружных каналов отстает от движения костной части, вследствие чего давление в ампуле увеличивается (эндолимфа как бы движется назад). При уменьшении скорости или прекращении движения или вращения эндолимфа в силу инерции продолжает поступательное движение, в связи с чем давление в ампуле снижается.

Движение эндолимфы в противоположных направлениях вызывает либо возбуждение, либо торможение волосковых клеток. Вследствие этого изменяется нервная импульсация в подходящих к этим клеткам волокнах вестибулярного нерва. Поскольку полукружные каналы расположены во всех трех взаимно перпендикулярных плоскостях, то при ускорении или замедлении движения тела человека в любую сторону обязательно происходит изменение давления хотя бы в одной из ампул полукружных каналов, воспринимаемое рецепторными волосковыми клетками вестибулярного анализатора.

Вестибулярный нерв входит составной частью в преддверно-улитковый нерв, ядро которого расположено в **продолговатом мозге**. Оно имеет связи со **спинным мозгом**, **мозжечком**, центрами, регулирующими работу внутренних органов, с ядрами глазодвигательных нервов. Корковый отдел вестибулярного анализатора находится в височной доле **коры больших полушарий**. Поэтому раздражение рецепторов вестибулярного аппарата сопровождается перераспределением тонуса мышц, с целью установления исходного положения тела. Одновременно возникает ряд **вегетативных рефлексов**: изменение кровяного давления, температуры кожи, частоты сокращения сердца, частоты дыхания и др.

При поражении вестибулярного анализатора исчезает способность сохранять вертикальное положение тела, возникает головокружение и тошнота, слабость, потли-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 192 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

вость и т. д. Такая же картина наблюдается при чрезмерном раздражении вестибулярного аппарата, приводящем к состоянию укачивания, или «морской» болезни.

Организм также плохо переносит не только перераздражение, но и отсутствие раздражения рецепторов вестибулярного аппарата, что наблюдается при невесомости в космосе. Поэтому космонавты проходят специальные тренировки (свободное падение с самолета), чтобы предотвратить расстройство физиологических функций и резкое ухудшение самочувствия в предстоящих длительных космических полетах.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое рефракция? Укажите преломляющие среды глаза человека.
2. Как осуществляется **аккомодация** глаза?
3. Укажите причины врожденной и приобретенной близорукости и дальнозоркости.
4. Что такое астигматизм?
5. Как осуществляется зрачковый рефлекс и какое он имеет значение для нормального зрения?
6. Что такое поле зрения и его характеристики у человека?
7. Опишите фотохимические процессы в рецепторах **сетчатки**.
8. В чем суть трехкомпонентной теории цветоощущения и теории оппонентных (контрастных) цветов?
9. Как осуществляется воздушная проводимость звуковых волн в **слуховом анализаторе**?
10. Как устроена улитка и кортиева орган?
11. Охарактеризуйте теории слуха А. Гельмгольца и Г. Бекеша.
12. Какую информацию предоставляют рецепторы отолитового аппарата и полукружных каналов?
13. Что представляет собой отолитовый аппарат и как он функционирует?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 193 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

14. Как устроены полукружные каналы?
15. Что наблюдается при нарушении функции вестибулярного анализатора?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 194 из 744

Назад

На весь экран

Закреть

Лекция 8. Основные закономерности высшей нервной деятельности. Особенности формирования условных рефлексов

План лекции

1. Значение условных рефлексов, их отличие от безусловных рефлексов. Образование условных рефлексов.
2. Классификация условных рефлексов. Торможение условных рефлексов.
3. Типы высшей нервной деятельности.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 12, 14, 15, 17, 18, 21–23].

1. Значение условных рефлексов, их отличие от безусловных рефлексов. Образование условных рефлексов

Значение условных рефлексов. При достаточно большом разнообразии безусловно-рефлекторной деятельности высокая адаптация животных к изменяющимся условиям жизни не может быть в полной мере обеспечена только безусловными рефлексами. Врожденные рефлексы при всей их сложности отличаются стандартностью и автоматизмом. Приспособительная же изменчивость поведения свойственна всем живым существам. Уже одноклеточные простейшие организмы могут образовывать своеобразные *внутриклеточные связи*. Так, если на пути движущейся амебы поставить узкий мощный луч света, то, как только ее ложноножка попадает под яркое освещение, амеба останавливается. Затем она начинает опять выпускать ложноножки, пытаясь преодолеть световую преграду. Сделав несколько десятков попыток, амеба выпускает ложноножки назад и уходит обратно от луча света. Если такие испытания продолжать на этой же амебе, то число попыток преодолеть световую преграду уменьшается. При шестых испытаниях амеба делает всего лишь четыре попытки и сразу же резко изменяет направление своего движения.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 195 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Инфузории-туфельки легко вырабатывают внутриклеточные связи на ориентиры своего обычного пути движения. Если одних инфузорий поместить в треугольный сосуд, а других в квадратный, то, плавая и наталкиваясь на стенки сосуда, они поворачивают в конце каждой грани в треугольном сосуде на 120° , а в четырехугольном – на 90° . Если через некоторое время обе группы туфелек выпустить в круглый сосуд, то у инфузорий, живших до этого в треугольном сосуде, путь движения будет иметь форму треугольника, а живших в квадратном сосуде, – форму квадрата.

Таким образом, внутриклеточные связи у протистов и других животных организмов, не имеющих нервной системы, помогают им осваивать новые способы передвижения и реагировать на изменения условий внешней среды.

С возникновением в процессе эволюции нервной системы она берет на себя руководство всеми адаптивными реакциями организма. Одной из специальных функций нервной системы становится образование *временных нервных связей*, которые И.П. Павлов назвал условными рефлексам. Первые условные рефлексы в очень простой форме появляются у червей, т. к. у них в процессе эволюции возникли нервные центры – ганглии.

И.П. Павлов подчеркивал, что если бы условия жизни организма были неизменными, то для адаптации к ним было бы достаточно безусловных рефлексов, которые осуществляют грубое приспособление к условиям среды. Более тонкое приспособление организма достигается путем образования условных рефлексов. Многочисленными и разнообразными экспериментами доказано, что в организме нет органа, деятельность которого не могла бы измениться в результате образования условного рефлекса. Любая функция целостного организма может быть усилена или заторможена под влиянием условно-рефлекторных воздействий. Звуки (тоны и шум), свет, контуры освещенных предметов, цвета, запахи и любые другие, разнородные по своей природе раздражители при их сочетании с безусловными раздражениями становятся сигналами условных рефлексов.

Условные рефлексы имеют *сигнальное значение*. Благодаря им организм заранее



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 196 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

готовится к предстоящей безусловно-рефлекторной деятельности и лучше ее выполняет. В отличие от безусловных, условные рефлексы обладают замечательным качеством изменяться вслед за изменениями внешних обстоятельств, что обеспечивает адекватный характер поведения. Образование систем условных рефлексов – *динамических стереотипов* облегчает выполнение сложных актов жизнедеятельности, в результате чего экономится энергия организма. Образование условных рефлексов является предметной основой формирования трудовых, учебных и спортивных навыков у человека, его обучения и воспитания.

Отличие условных рефлексов от безусловных. Условные рефлексы имеют следующие характерные признаки, отличающие их от безусловных рефлексов:

1. Условные рефлексы – это индивидуально своеобразные, приобретенные реакции организма, образовавшиеся в результате жизненного опыта или в процессе обучения. Рефлекторные дуги условных рефлексов формируются после рождения организма.
2. Условные рефлексы требуют специальных условий для своего образования. Поэтому у одних особей данного вида, находящихся в определенных условиях среды, образуются одни условные рефлекс, а у других особей этого вида, живущих в отличающейся среде обитания, вырабатываются другие условные рефлексы.
3. В отличие от безусловных рефлексов, которые относительно постоянные, стойкие и сохраняются в течение всей жизни, условные рефлексы изменчивы. Они могут образовываться с целью приспособления организма к новым факторам среды, а с прекращением действия этих факторов условные рефлексы быстро угасают.
4. Безусловных рефлексов у человека сравнительно немного и они могут осуществляться на уровне спинного мозга и ствола мозга без участия высших отделов ЦНС. Условных рефлексов в процессе жизни организма образуется очень много, но для их формирования необходимо наличие и нормальное функционирование высших отделов головного мозга и особенно коры больших полушарий.

Образование условных рефлексов. Условные рефлексы вырабатываются на



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 197 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

базе безусловных рефлексов. Для образования условного рефлекса необходимы следующие условия:

1. Действие безразличного (в будущем условного) раздражителя должно предшествовать действию безусловного раздражителя и некоторое время совпадать с ним.
2. Действие условного раздражителя должно быть обязательно подкреплено действием безусловного раздражителя.
3. Необходимо неоднократное повторение действия сочетания условного и безусловного раздражителей.
4. Необходимо нормальное состояние организма, его **коры больших полушарий** и отсутствие посторонних сильных раздражителей.

В соответствии с представлениями И.П. Павлова, образование условного рефлекса связано с *установлением временной связи между двумя группами клеток коры больших полушарий*: между воспринимающими безразличное (в будущем условное) раздражение и воспринимающими безусловное раздражение. После нескольких повторений сочетаний действия условного и безусловного раздражителей временная нервная связь становится настолько прочной, что при действии только одного условного раздражителя возбуждение передается по временной нервной связи в другую группу клеток, ответственную за соответствующую безусловно-рефлекторную реакцию.

И.П. Павлов раскрыл механизм образования условного рефлекса в опытах с формированием *условного слюноотделительного рефлекса у собаки на свет лампочки*. Пищевой раздражитель вызывает у собаки безусловно-рефлекторную реакцию выделения слюны (**рис. 45, А**). При включении лампочки в отсутствие пищи свет от нее является для собаки вначале безразличным раздражителем, не вызывающим выделения слюны и других безусловных пищеварительных рефлексов (**рис. 45, Б**). Однако, поскольку собака видит свет лампочки, в зрительной зоне коры больших полушарий возникает возбуждение группы клеток, которое И.П. Павлов назвал очагом возбуждения от безразличного (в будущем условного) раздражителя.

Лампочка горит, и в это время приносят пищу. Вкус, вид и запах пищи вызывают



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 198 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

поток импульсов от рецепторов в пищевой центр, т. е. в группы нейронов в различных отделах головного мозга, в том числе и в коре больших полушарий (пищевом центре коры), связанных с регуляцией функций пищеварения. Пищевой центр возбуждается (по И.П. Павлову, очаг возбуждения от безусловно-рефлекторного раздражителя – пищи) и от него поступают нервные импульсы к слюнным железам. У собаки происходит выделение слюны, т. е. осуществляется безусловно-рефлекторная реакция (рис. 45, В).

В данном случае в коре больших полушарий одновременно существует два очага возбуждения: слабый очаг от безразличного и сильный очаг от безусловного раздражителя. Поскольку возбуждение распространяется по нервной системе, то между этими очагами образуется *временная связь*.

После нескольких повторений сочетаний действия безразличного (свет лампочки) и безусловного (пища) раздражителей временная нервная связь становится настолько прочной, что при действии лишь одного безразличного раздражителя возбуждение передается по временной нервной связи из очага, воспринимающего свет, к клеткам пищевого центра. Пищевой центр, являющийся безусловно-рефлекторным очагом, возбуждается и посылает импульсы к слюнным железам. В результате у собаки выделяется слюна, хотя ей пищи пока еще не приносили (рис. 45, Г). С этого момента свет лампочки перестал быть безразличным раздражителем для собаки, а стал *условным сигналом*, что скоро должны принести пищу. Выработался условный слюноотделительный рефлекс на загорание лампочки.

В образовании условного рефлекса обычно различают две последовательные стадии: генерализацию и специализацию. На стадии *генерализации* безусловно-рефлекторную ответную реакцию вызывает не только подкрепляемый условный сигнал, но и сходные с ним раздражители. Например, при выработке пищевого условного рефлекса у собаки на звук частотой 500 Гц вначале звуки частотой 300 и 700 Гц тоже вызывали рефлекторную реакцию, хотя и не сопровождались пищевым подкреплением. Стадия генерализации имеет большое биологическое значение, поскольку в



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



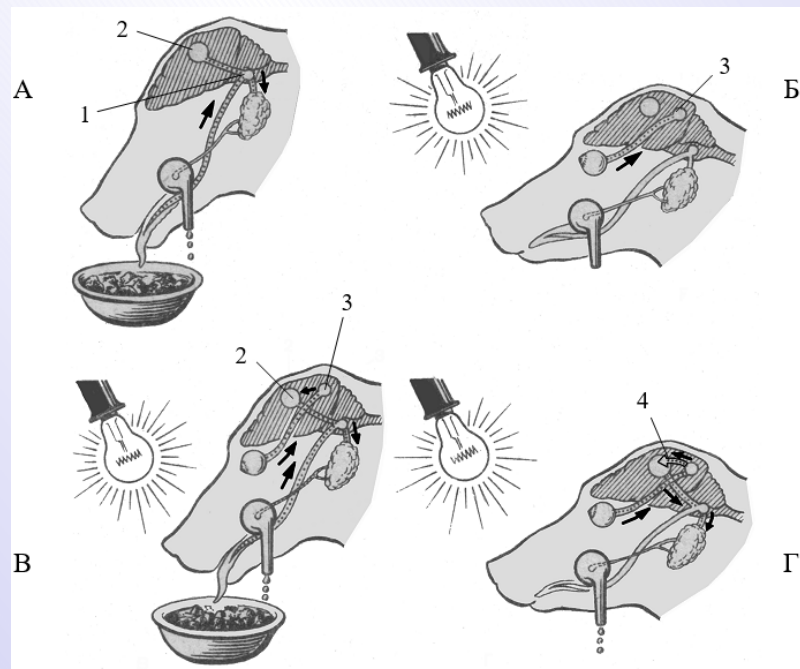
Страница 199 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

естественных условиях жизни позволяет организму адаптироваться сразу к широкому спектру похожих раздражителей.



раздражителя в зрительной зоне коры; 4 – временная связь в коре между центрами условного и безусловного раздражителей

После стадии генерализации наступает стадия *специализации*, во время которой ответная реакция наблюдается лишь на подкрепляемый условный сигнал, а все остальные, хотя и похожие раздражители, становятся неэффективными. Стадия специализации условного рефлекса, как правило, совпадает с началом его автоматизации. Биологическое значение стадии специализации состоит в выделении из большого разнообразия только определенных значимых сигналов, имеющих наибольшую

Рисунок 45 – Механизм образования условного рефлекса по И.П. Павлову: А – действие пищевого раздражителя вызывает безусловно-рефлекторную реакцию выделения слюны; Б – действие безразличного по отношению к пищевым рефлексам светового раздражителя; В – установление временной связи при сочетании действия безразличного и безусловного раздражителей; Г – действие только светового раздражителя вызывает безусловно-рефлекторную реакцию. 1 – центр слюноотделения в продолговатом мозге; 2 – пищевой центр в коре больших полушарий; 3 – очаг возбуждения от безразличного (в будущем условного)



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 200 из 744](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

вероятность вызывания безусловно-рефлекторной реакции.

После исследований И.П. Павлова к настоящему времени установлено, что временная нервная связь между очагом условного и очагом безусловного раздражителя образуется не только на уровне коры больших полушарий, но и одновременно через подкорковые отделы головного мозга. Оказалось, что некоторые условные рефлексы можно выработать у животных и после удаления больших полушарий. Однако корковые временные связи являются главными. При разрушении **коры больших полушарий** сложные условные рефлексы исчезают, а более простые значительно ослабевают.

Также установлено, что упрочнение временной нервной связи достигается благодаря увеличению количества **синапсов** между нейронами, образующими временную нервную связь, и облегчению выделения в них медиатора. В результате чего возбуждение способно из очага условного раздражителя распространиться по временной нервной связи до очага безусловного раздражителя и вызвать безусловно-рефлекторную реакцию. Высказываются также предположения о роли нейроглии, о возможном изменении свойств ДНК, РНК и последующего синтеза белка в процессе образования условного рефлекса.

Ученик И.П. Павлова Э.А. Асратян установил, что высшая нервная деятельность характеризуется образованием *условных рефлексов с прямыми и обратными связями*. В процессе выработки условного рефлекса образуется двусторонняя связь между двумя центрами. Одним из них является корковый отдел **анализатора**, на рецепторы которого действует условный раздражитель, а другим – центр безусловного рефлекса, на базе которого вырабатывается условный рефлекс. При сочетании двух безусловных рефлексов: мигательного, вызываемого струйкой воздуха в глаз, и пищевого образуется *условный рефлекс с двусторонней связью* (**рис. 46**). В случае, когда подавали воздушную струю, возникал пищевой рефлекс, а при предъявлении пищевого раздражителя происходило мигание.

В настоящее время для более полного изучения механизма образования условных рефлексов существенное значение имеет не только точная регистрация самой



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 201 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ответной реакции (слюноотделения, движения и т. п.), но также исследование электрической активности, возникающей в различных мозговых структурах во время действия условного и безусловного раздражителей.

Условный рефлекс может образоваться и при сочетании условного сигнала с прямым электрическим или химическим раздражением коры полушарий большого мозга или подкорковых ядер. Многократное, в течение 8–17 дней, впрыскивание морфина в одинаковых условиях и в одно и то же время вызывает образование условного рефлекса у животного (появление слюноотделения, рвоты, шаткой походки, изменение дыхания) при действии одной обстановки опыта, при подготовке к впрыскиванию или при введении под кожу изотонического раствора хлорида натрия.

Современные нейрофизиологические исследования позволили расширить представления о механизме формирования условного рефлекса. Изучение функций ретикулярной формации ствола мозга и корково-подкорковых взаимоотношений показало, что в образовании «временной связи» условного рефлекса задействован практически весь мозг. Вследствие генерализованных активирующих влияний ретикулярной формации на **кору больших полушарий** и условный и безусловный раздражитель вызывают не только локальные очаги возбуждения в коре, но и оказывают на нее общее влияние.

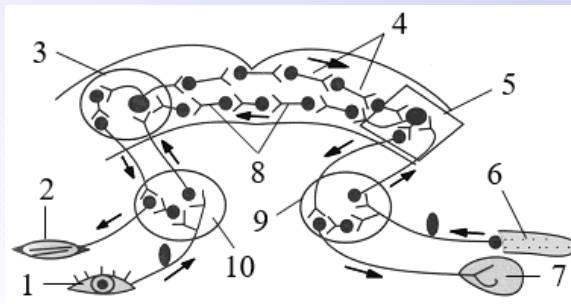


Рисунок 46 – Схема дуги условного рефлекса с двусторонней связью (по Э.А. Асратянц): 1 – глаз; 2 – мышца; 3 – корковый центр мигательного рефлекса; 4 – прямая временная связь; 5 – корковый центр пищевого рефлекса; 6 – язык; 7 – слюнная железа; 8 – обратная временная связь; 9 – подкорковый центр пищевого и мигательного (10) рефлексов



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 202 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

2. Классификация условных рефлексов. Торможение условных рефлексов

Классификация условных рефлексов. Существует несколько классификаций условных рефлексов в зависимости от того, какой критерий принят за основу их деления:

1. По биологическому значению условные рефлексы подразделяют на пищевые, оборонительные, половые, родительские и др.
2. По виду рецепторов, при раздражении которых вырабатывают условные рефлексы, последние делят на экстерорецептивные, проприорецептивные и интерорецептивные. *Экстерорецептивные условные рефлексы* обеспечивают связь организма с внешней средой. Они характеризуются высокой скоростью образования и стойкостью. *Проприоцептивные условные рефлексы* образуются при подкреплении безусловным раздражителем раздражения рецепторов, расположенных в мышцах и сухожилиях. Так, если брать лапу собаки в свою руку (пассивное сгибание лапы) и подкреплять это сгибание едой, то у собаки вырабатывается проприоцептивный условный слюноотделительный рефлекс. *Интерорецептивные условные рефлексы* формируются при подкреплении безусловным раздражителем раздражения рецепторов, находящихся во внутренних органах. Следует отметить, что интероцептивные условные рефлексы вырабатываются медленнее, чем экстероцептивные. Кроме того, они не столь четкие в своем проявлении и менее стойкие.
3. По характеру эфферентного ответа различают *соматические* (двигательные) и *вегетативные условные рефлексы*. К двигательным условным рефлексам относятся рефлексы оборонительного типа, когда условный сигнал, например звуки метронома, подкрепляется локальным раздражением лапы собаки слабым электрическим током. Через несколько сочетаний звуков метронома с током у собаки вырабатывается условный двигательный оборонительный рефлекс – включение метронома вызывает у собаки отдергивание лапы.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 203 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

В вегетативных условных рефлексах в качестве эфферентного проявления выступает работа какого-либо внутреннего органа или системы органов. Так, если человек в белом халате, находясь рядом с собакой, берет шприц, заполняет его адреналином и затем вводит адреналин собаке, то через 1–2 сочетаний этих процедур с непосредственным эффектом адреналина, вызывающего учащение сердцебиений и увеличение кровяного давления, у собаки образуется условный вегетативный рефлекс на белый халат, шприц, человека. Каждый из этих раздражителей становится условным сигналом, вызывая учащение сердцебиений и подъем кровяного давления. Подобные вегетативные условные рефлексy возникают и у человека, когда он идет к зубному врачу, сдает экзамены, готовится к старту на стадионе и т. п. К вегетативным условным рефлексам относится и классический слюноотделительный условный рефлекс.

4. В зависимости от отношения сигнального раздражителя к безусловному (подкрепляющему) раздражителю все условные рефлексy подразделяют на *натуральные* и *искусственные* (лабораторные). Натуральные условные рефлексy образуются на условные сигналы, являющиеся естественными признаками подкрепляющего безусловного раздражителя, например, на запах, цвет пищи. Искусственные условные рефлексy формируются на сигнальные раздражители, которые в обычной жизни не имеют отношения к подкрепляющему безусловному раздражителю, например, свет лампочки к пище.
5. По сложности различают *простые*, *комплексные* и *цепные* условные рефлексy. Простые условные рефлексy вырабатываются на одиночные раздражители. Однако в естественной жизни одиночные условные сигналы встречаются довольно редко. Гораздо чаще в качестве условного раздражителя выступают одновременные и последовательные комплексы одномодальных и разномодальных сигналов. В этих случаях безусловно-рефлекторная реакция возникает не на отдельно предъявленный сигнал, а только на целый комплекс условных раздражителей.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 204 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Если несколько **условных сигналов** предъявлять в виде цепи, включающей между сигналами паузы, то в этом случае вырабатывается условный рефлекс именно на цепь раздражителей. Характерной особенностью формирования условных рефлексов на комплексные и цепные раздражители является то, что на начальных этапах выработки каждый раздражитель из комплекса или цепи, предъявленный отдельно, вызывает вырабатываемую условную реакцию. Однако по мере упрочения условного рефлекса отдельные раздражители из комплекса или цепи теряют свое сигнальное значение и лишь весь комплекс или цепь раздражителей вызывает данный условный рефлекс.

6. По соотношению времени действия условного и безусловного раздражителей различают *условные наличные* и *условные следовые рефлексы*. При выработке условного наличного рефлекса условный раздражитель предшествует подаче безусловного раздражителя и некоторое время совпадает с ним по действию.

Следовые условные рефлексы образуются в том случае, когда между условным и безусловным раздражителями есть пауза. Если эта пауза составляет 5–30 с, то образуется короткий, или отставленный, следовой условный рефлекс. Если пауза составляет 2–3 мин, то образуется поздний, или запаздывающий, следовой условный рефлекс. Как и при наличных условных рефлексах, в следовых рефлексах четко выявляется способность животного дифференцировать время. Так, при коротком следовом рефлексе условное слюноотделение наступает через 5–30 с после окончания действия условного сигнала, при позднем следовом – через 2–3 мин после прекращения подачи сигнала. Название «следовые» условные рефлексы основано на том, что в данном случае условные рефлексы образуются на «след» от затухающего возбуждения в **коре больших полушарий** после прекращения действия условного сигнала.

7. Новые условные рефлексы можно выработать на базе уже сформированных условных рефлексов. Условные рефлексы, образованные при подкреплении безусловным раздражителем, получили название *условных рефлексов первого*



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 205 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

порядка. Если же подкреплением служит ранее выработанный прочный условный рефлекс, то образующуюся временную связь называют *условным рефлексом второго порядка*. Рефлекс третьего порядка образуется на базе условного рефлекса второго порядка.

Принцип выработки условных рефлексов высших порядков таков: сначала вырабатывается рефлекс 1-го порядка по схеме «условный сигнал плюс безусловное подкрепление», например «свет + еда». Вырабатывается условный слюноотделительный рефлекс на свет первого порядка. Далее, если хотят выработать условный рефлекс второго порядка, например, на гудок, то используют следующий алгоритм – «гудок + свет». В результате таких сочетаний у собаки вырабатывается условный рефлекс 2-го порядка на гудок, который будет более слабым и менее стойким по сравнению с условным рефлексом 1-го порядка. Это объясняется тем, что в данном случае гудок подкрепляется не едой, а сигналом (светом), который был непосредственно связан с едой. То есть пищевая условная реакция на гудок является опосредованной, так как она вырабатывается на основе условного (а не безусловного) подкрепления.

У собак удается образовать условные рефлексы только до третьего порядка, у детей – до 6-го порядка, а у взрослых людей – до 20-го порядка.

8. Кроме рассмотренных выше, различают также условные рефлексы на время, имитационные (подражательные), экстраполяционные, положительные, отрицательные и другие условные рефлексы.

Торможение условных рефлексов. Условные рефлексы пластичны. Они могут долго сохраняться, но могут и тормозиться. Торможением условных рефлексов называют снижение активности или полное прекращение условно-рефлекторной реакции, произошедшее под действием изменений во внешней среде или внутри дуги условного рефлекса. Различают два типа торможения условных рефлексов – внешнее и внутреннее.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 206 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Внешнее, или безусловное, торможение происходит под влиянием изменений во внешней среде. Оно подразделяется на индукционное и запредельное (охранительное).

Индукционное торможение возникает в том случае, когда одновременно с действием условного раздражителя начнет действовать посторонний сильный раздражитель. Согласно теории И.П. Павлова, посторонний сигнал вызывает сильное возбуждение в одном из участков **коры больших полушарий**. Это возбуждение от постороннего раздражителя вследствие отрицательной индукции приводит к торможению в участках коры, связанных с осуществлением **условного рефлекса**. В результате наблюдается торможение условного рефлекса.

Например, если одновременно с загоранием лампочки, на свет которой у собаки уже выработан условный слюноотделительный рефлекс, начнут подаваться сильные звуки, то выделения слюны не будет, т. к. произойдет торможение условного рефлекса. Если звуки прекратить и через некоторое время опять включить лампочку, то условный рефлекс опять проявится.

При *запредельном торможении* безусловное торможение условного рефлекса наступает без постороннего раздражителя. Запредельное торможение наблюдается тогда, когда тот же условный раздражитель подается с чрезмерно большой силой. Например, вместо включения обычной лампочки в глаза собаки направляют свет мощного прожектора. В результате клетки зрительной зоны коры не возбуждаются, а впадают в торможение, чтобы предотвратить свое повреждение. Естественно, условный слюноотделительный рефлекс в этом случае у собаки тормозится.

Запредельное торможение играет *охранительную роль* в организме, предохраняя нервную систему от чрезмерно сильных раздражений. Нужно учитывать, что границы работоспособности клеток коры больших полушарий не являются неизменной величиной. Склонность их впадать в состояние торможения зависит от возраста организма, его утомления, наличия заболеваний и других причин.

Внутреннее, или условное, торможение условных рефлексов, как полагал И.П. Павлов, в отличие от внешнего, развивается внутри дуги условного рефлекса, т. е. в тех



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 207 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

нервных структурах, которые участвуют в осуществлении данного рефлекса. Выработка внутреннего торможения на первых этапах достаточно трудна. Оно возникает только в определенных условиях и на протяжении длительного времени.

Различают 4 вида условного торможения: угасательное, запаздывающее, дифференцировочное и условный тормоз.

Угасательное торможение, или угасание, развивается в том случае, если много раз условный раздражитель уже выработанного условного рефлекса не подкрепляется безусловным раздражителем. В результате условнорефлекторная реакция постепенно ослабевает и, в конце концов, совсем исчезает. Угасательное торможение условных рефлексов играет важную роль, т. к. благодаря ему, организм перестает реагировать на сигналы, утратившие свое значение. Угасание лежит в основе забывания. Оно развивается волнообразно и зависит от индивидуальных особенностей организма.

Запаздывающее торможение **условных рефлексов** развивается тогда, когда условный раздражитель уже выработанного условного рефлекса подкрепляется безусловным раздражителем не сразу, а через некоторое время. Значение запаздывающего торможения заключается в предостережении организма от напрасной, преждевременной траты энергии. Рефлекторная реакция организма на условный сигнал в этом случае начинается не сразу с начала действия сигнала, а через определенное время.

В процессе жизнедеятельности очень важно выделять, или дифференцировать, из похожих условных раздражителей наиболее важные для организма. *Дифференцировочное торможение* похожих условных раздражителей вырабатывается путем подкрепления одних и неподкрепления других, хотя и похожих по физическим параметрам раздражителей. Торможение, развивающееся при этом, подавляет рефлекторную реакцию на раздражители, которые не подкрепляются.

Для дифференцировочного торможения характерны следующие основные свойства: 1) чем более похожи друг на друга различаемые раздражители, тем труднее выработать на один из них дифференцировочное торможение; 2) выработка диффе-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 208 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ренцировочного торможения происходит волнообразно; 3) степень дифференцировочного торможения зависит от силы возбуждения, вызываемого положительным условным рефлексом; 4) дифференцировочное торможение способно совершенствоваться, что лежит в основе тонкого анализа факторов внешней среды.

Благодаря дифференцировочному торможению можно выделить сигнально значимые признаки раздражителя из многочисленных окружающих звуков, предметов, лиц и т. д. Дифференцировочное торможение играет большую роль в обучении, особенно в музыке, живописи, спорте и др.

Условный тормоз – это разновидность внутреннего торможения, которая по сути близка к дифференцировочному торможению. Условный тормоз возникает в тех случаях, когда к условному раздражителю, на который был выработан прочный условный рефлекс, добавляется какой-то другой раздражитель, и это новое сочетание двух раздражителей уже не подкрепляется безусловным раздражителем.

Условный тормоз можно выработать у собаки в том случае, если какой-либо раздражитель, например стук метронома, постоянно подкреплять безусловным раздражителем, а комбинацию стук метронома плюс звонок оставлять без подкрепления. Первоначально указанная комбинация вызывает такой же условный рефлекс, как и изолированное применение метронома (генерализация). В дальнейшем, однако, эта комбинация утрачивает свое положительное сигнальное значение, между тем как один метроном сохраняет способность вызывать условный рефлекс. Иными словами, животное начинает дифференцировать действие комбинации и изолированного условного раздражителя. Причем оказывается, что добавочный раздражитель (в данном случае звонок) приобретает самостоятельное тормозящее значение. Он начинает тормозить условные рефлексы не только на метроном, но и на другие условные раздражители, с которыми никогда до этого не сочетался. Такой раздражитель И.П. Павлов назвал условным тормозом.

Условный тормоз расширяет возможности организма выделять из окружающей среды значимые сигналы и адекватно на них реагировать. Например, наличие взду-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 209 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

тости у банки консервов является дополнительным раздражителем, который свидетельствует, что такие консервы могут быть испорчены и употреблять их в пищу не следует.

3. Типы высшей нервной деятельности

Первая и вторая сигнальные системы. Для различения высшей нервной деятельности (ВНД) животных и человека И.П. Павлов ввел понятия первой и второй сигнальных систем, выражающих различные способы психического отражения действительности. Первая сигнальная система имеется и у животных и у человека. Деятельность этой системы проявляется в **рефлексах**, формирующихся на любые раздражения внешней и внутренней среды, за исключением смыслового содержания слова. *Сигналами 1-й сигнальной системы являются* запах, цвет, форма, температура, вкус предметов и т. д. Эти сигналы воздействуют на рецепторы анализаторов, от которых в головной мозг поступают нервные импульсы. И человек и животные в результате деятельности 1-й сигнальной системы осуществляют анализ и синтез этих нервных импульсов.

Первая сигнальная система обеспечивает конкретно-чувственное отражение окружающей действительности. *Характерными чертами условных рефлексов 1-й сигнальной системы являются:* 1) конкретность сигнала (то или иное явление окружающей действительности); 2) подкрепление безусловным раздражителем (пищевым, оборонительным, половым); 3) биологическая природа достигаемого приспособления (к наилучшему питанию, обороне, размножению).

У человека в процессе его социального развития, в результате коллективной трудовой деятельности появилась, по словам И.П. Павлова, «чрезвычайная прибавка» к механизмам работы мозга. Ею стала *2-я сигнальная система*, обеспечивающая формирование обобщенного представления об окружающей действительности с помощью слова и речи. Вторая сигнальная система тесно связана с сознанием и аб-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 210 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

страктным мышлением человека.

Сигналами 2-й сигнальной системы являются слова устной и письменной речи, а также – формулы и символы, рисунки, жесты, мимика. Деятельность 2-й сигнальной системы проявляется, главным образом, в речевых условных рефлексах. Сигнальное значение слова для человека заключается не в простом звукосочетании, а в его *смысловом содержании* (в отличие от дрессированных животных. Причем смысловое значение слова, например апельсин, не зависит от звучания этого понятия на различных языках.

Слово для человека является таким же и даже более сильным физиологическим раздражителем, как предметы и явления окружающего мира. Вторая сигнальная система является всеобъемлющей, способной заменять и обобщать все раздражители 1-й сигнальной системы. Сигналы 1-й сигнальной системы, поступающие из различных частей тела и окружающей среды, непрерывно взаимодействуют с сигналами 2-й сигнальной системы. При этом образуются условные рефлексy второго и более высших порядков.

Вторая сигнальная система составляет физиологическую основу *абстрактного речевого мышления*, присущего только человеку. Абстрактное мышление позволяет человеку отвлекаться от конкретных предметов и явлений окружающего мира, мыслить словами, заменяющими эти предметы, словесно сопоставлять и обобщать их в виде понятий и умозаключений. В осуществлении функций 2-й сигнальной системы принимают участие структуры правого и левого полушарий головного мозга.

Человек, как и животные, рождается только с безусловными рефлексами. В процесс роста и развития и у человека и у животных происходит формирование **условных рефлексов** 1-й сигнальной системы. У человека процесс развития ВНД на этом не заканчивается и на базе 1-й сигнальной системы формируются условные рефлексy 2-й сигнальной системы. Они начинают формироваться, когда ребенок начинает говорить и познавать окружающий мир. Условные рефлексy у него на словесные раздражители появляются лишь во второй половине первого года жизни. Следо-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 211 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

вательно, поведение человека складывается из безусловных рефлексов, условных рефлексов 1-й сигнальной системы и условных рефлексов 2-й сигнальной системы.

В физиологических условиях 2-я сигнальная система несколько притормаживает активность 1-й сигнальной системы. С появлением 2-й сигнальной системы возникает новая форма нервной деятельности – *отвлечение и обобщение* множества сигналов, поступающих в мозг. Это обуславливает высокую степень адаптации человека к окружающей среде. Вторая сигнальная система является высшим регулятором различных форм поведения человека в окружающем мире.

Характерными чертами условных рефлексов 2-й сигнальной системы являются:

- 1) распространение сигнального значения слов на все смежные, похожие факты и явления, т. е. все более широкое обобщение понятий и отвлечение от конкретных частных (человек идет, поезд тоже идет, часы идут, дождь идет и т. п.);
- 2) одномоментность формирования и перестройки временных нервных связей. Например, можно объяснить приезжему, как найти нужный ему дом, и человек, никогда не бывший в этом городе, прямо придет к месту назначения. Животное же, чтобы найти правильный путь в лабиринте, сделает множество проб и ошибок.
- 3) Отображение во второй сигнальной системе временных связей, образованных в первой, и наоборот. Например, если у человека выработать условный рефлекс вставания на звук звонка, а затем вместо включения звонка сказать слово «звонок», то человек встанет. Или же, если словами описывать вид и вкус любимого человеком кушанья, то у человека начнет выделяться слюна.
- 4) Чем более абстрактно и отвлеченно понятие, выраженное словом, тем слабее связь этого словесного сигнала с конкретным сигналом 1-й сигнальной системы.
- 5) Более высокая утомляемость и подверженность внешним влияниям рефлексов второй сигнальной системы по сравнению с первой.

Взаимодействие двух сигнальных систем выражается в явлении избирательной иррадиации нервных процессов между двумя системами. Оно обусловлено наличи-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 212 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ем связей между сенсорными зонами **коры больших полушарий**, воспринимающими стимулы и нервными структурами, обозначающими эти стимулы словами. Между двумя сигнальными системами существует также иррадиация торможения. Выработка дифференцировки к сигнальному стимулу может быть воспроизведена и при замене дифференцировочного раздражителя его словесным обозначением.

Виды темперамента по Гиппократу. В одной и той же обстановке, жизненной ситуации разные люди ведут себя и поступают по-разному. Еще в древности (≈ 400 лет до н.э.) Гиппократ объяснял природу индивидуальных особенностей поведения различным соотношением «жизненных соков» в теле человека: крови, слизи и желчи. Гиппократ считал, что когда у человека из всех его соков преобладает пылкая кровь (по латыни – sanguis), то по поведению такой человек будет *сангвинического темперамента*, т. е. решительным, энергичным, настойчивым, оптимально возбудимым и эмоциональным. Если же пылкую кровь охлаждает находящаяся в избытке слизь (phlegma), то получается *флегматик* – спокойный, хладнокровный и медлительный человек со слабым проявлением эмоций. Преобладание едкой желчи (chole) способствует образованию раздражительного, вспыльчивого, энергичного, повышено эмоционального, не знающего меры *холерического темперамента*. Когда же в организме накапливается много испорченной черной желчи (melan chole), то наблюдается *меланхолический темперамент*. Меланхолик имеет низкий уровень нервно-психической активности, унылый, тоскливый, с высокой эмоциональной ранимостью, мнительный, склонный к мрачным мыслям и с угнетенным настроением, замкнут, пуглив.

Большое количество наблюдений позволило Гиппократу подметить и описать четыре наиболее часто встречающихся в жизни вида темперамента, т. е. сангвинический, флегматический, холерический и меланхолический. Однако, ни Гиппократ, ни многие мыслители после него не смогли раскрыть истинную природу темперамента.

Общие типы ВНД по И.П. Павлову. Настоящая природа темперамента и характера человека была раскрыта И.П. Павловым с помощью *учения о ВНД*.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 213 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Многочисленные наблюдения и специальные опыты на животных, осуществленные И.П. Павловым и сотрудниками, убедительно показали, что разные темпераменты есть не что иное, как проявление индивидуальных различий в свойствах протекания возбудительных и тормозных процессов в высших отделах головного мозга. Характер человека складывается из его врожденного темперамента плюс изменения темперамента, обусловленные воспитанием, плюс сумма сложнейших отношений с окружающими людьми и событиями.

Совокупность врожденных и приобретенных свойств нервной системы, определяющих темперамент личности, И.П. Павлов назвал *типом ВНД*. И.П. Павлов выделил общие типы ВНД, характерные как для человека, так и для высших животных, и частные типы ВНД, свойственные только людям.

В основе *общих типов ВНД* лежат индивидуальные особенности протекания в ЦНС двух главных процессов: возбуждения и торможения. Эти процессы имеют три основных свойства: 1) *силу* возбуждения и торможения; 2) *уравновешенность* возбуждения и торможения; 3) *подвижность* процессов возбуждения и торможения.

Под силой нервных процессов понимают способность **нейронов** ЦНС адекватно отвечать на раздражители разной силы и в ответ на них развивать возбуждение или торможение. Сила нервных процессов зависит от работоспособности клеток коры больших полушарий.

Уравновешенность процессов возбуждения и торможения – это равновесие их по силе. Иногда у одних людей возбуждение преобладает над торможением, у других – наоборот.

Подвижность нервных процессов характеризуется скоростью, с которой нервные клетки способны переходить из состояния возбуждения в торможение или наоборот. Нервные процессы могут быть высоко подвижные или инертные.

В зависимости от выраженности этих трех свойств нервных процессов И.П. Павлов выделил *4 общих типа ВНД*, отличающихся по адаптивным способностям и устойчивости к неблагоприятным внешним факторам. Общие типы ВНД обнаруживаются как у людей, так и у высших животных.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 214 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

1-й тип. Сильный, неуравновешенный, с преобладанием процессов возбуждения над торможением (безудержный) тип. Он характеризуется быстрой выработкой условных рефлексов и медленным формированием условного торможения.

2-й тип. Сильный, уравновешенный, подвижный (живой) тип, характеризующийся большой силой, высокой подвижностью и уравновешенностью процессов возбуждения и торможения в коре больших полушарий. У представителей этого типа легко вырабатываются положительные и отрицательные условные рефлексы, они быстро адаптируются к изменениям стереотипа условных рефлексов.

3-й тип. Сильный, уравновешенный, инертный (спокойный, малоподвижный) тип, для которого характерны большая сила и уравновешенность и при этом малая подвижность возбуждения и торможения. Условные рефлексы вырабатываются медленнее, смена стереотипов рефлексов происходит труднее, чем у первого и второго типа.

4-й тип. Слабый тип, у которого отмечаются слабые процессы возбуждения и легко возникают тормозные реакции. У него выработка условных рефлексов затруднена, наблюдаются низкая работоспособность и быстрое истощение нервных клеток. На посторонние новые раздражители часто отмечается пассивно-оборонительная реакция, развивается запредельное торможение.

Первый тип ВНД по И.П. Павлову соответствует холерическому темпераменту, 2-й тип – сангвиническому, 3-й тип – флегматическому и 4-й тип – меланхолическому темпераменту. По существу темперамент и есть проявление типа ВНД в деятельности, поведении человека. Польский психолог Я. Стреляу и многие другие исследователи вслед за И.П. Павловым считают, что темперамент человека есть не что иное, как психическое проявление типа высшей нервной деятельности. В зависимости от того, какой тип ВНД и, соответственно, темперамент наличествует у человека, его реакция на одно и то же событие, жизненную ситуацию может существенно различаться. Это хорошо проиллюстрировал датский художник-карикатурист Х. Бидstrup, показав реакцию человека с разным темпераментом в случае, когда садятся



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 215 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

на его шляпу (рис. 47).

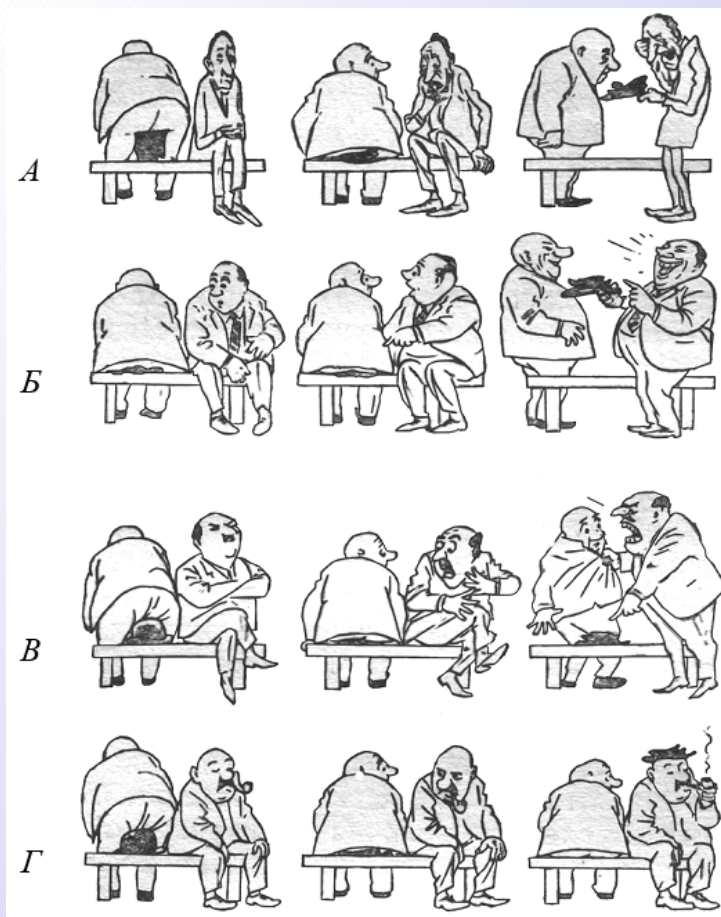


Рисунок 47 – Реакция человека с меланхолическим (А), сангвиническим (Б), холерическим (В) и флегматическим (Г) темпераментом на одно и то же событие



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 216 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Следует отметить, что четко выраженные 4 типа ВНД в жизни встречаются редко. Как правило, комбинация свойств нервных процессов более разнообразна.

В обычных условиях тип ВНД и темперамента человека лишь в незначительной степени определяет результативность его деятельности и проявляется преимущественно в индивидуальных особенностях поведения. В экстремальных же ситуациях влияние типа ВНД и темперамента на эффективность деятельности резко возрастает, так как привычные формы поведения не позволяет достичь желаемой цели: для этого нужны дополнительные волевые и физические усилия. В таких условиях более мобильными проявляют себя люди с 1-м и 2-м типом ВНД, тогда как в обстановке строгой регламентации продуктивность их труда понижается. Регламентация быстро утомляет их, поэтому предпочтительными для них являются действия, которые можно прерывать или чередовать с другими. Такое изменение типа деятельности предохраняет холериков и сангвиников от психической перегрузки и дает возможность работать длительное время без серьезных ошибок. И наоборот, люди с 3-м и 4-м типом ВНД в условиях жесткой регламентации проявляют большую продуктивность и сопротивляемость трудностям.

Тип ВНД и темперамент человека достаточно устойчивы. Это означает, что человек не может обнаруживать то черты холерика, то черты меланхолика. Также мала вероятность коренного изменения типа ВНД в процессе нормальных условий жизни. Однако это может произойти в каких-то чрезвычайно экстремальных условиях, что И.П. Павлов называл «*невротическим срывом ВНД*».

Частные типы ВНД по И.П. Павлову. Кроме 4-х общих для человека и животных типов ВНД И.П. Павлов выделил *три частных типа ВНД*, которые характерны только для человека. Деление на частные типы ВНД И.П. Павлов произвел в зависимости от взаимодействия и уравновешенности первой и второй сигнальных систем действительности.

1. *Художественный тип.* Характеризуется преобладанием первой сигнальной системы над второй. Люди с таким типом ВНД в процессе мышления широко



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 217 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

пользуются чувственными восприятиями и образами окружающего мира, непосредственно воспринимают действительность (наглядно-образное мышление). У них относительно слабее развита склонность к абстрактному мышлению. Среди людей с этим типом ВНД чаще встречаются поэты, писатели, художники, музыканты, композиторы.

2. *Мыслительный тип.* Характеризуется преобладанием второй сигнальной системы над первой, усиленным абстрактным мышлением. В отличие от художественного типа люди с мыслительным типом воспринимают окружающий мир более абстрактно, со склонностью к анализу и синтезу, обобщению сигналов окружающей среды. Среди людей с мыслительным типом ВНД больше математиков, шахматистов, следователей конструкторов.
3. *Средний тип.* К нему относится большинство людей. Для них характерна уравновешенность деятельности обеих сигнальных систем. Им присущи как образные впечатления, так и абстрактные заключения.

И.П. Павлов предполагал, что крайним человеческим типам «мыслительному» и «художественному» – должны соответствовать и противоположные типы темпераментов, т.е. меланхолики и холерики. Во время И.П. Павлова наука о мозге еще не располагала достаточным количеством сведений о функциональной специализации полушарий, и классификация людей по частным типам ВНД оставалась без достаточного обоснования. Сегодня накопленные данные о функциональной асимметрии полушарий показывают, что у людей с художественным типом ВНД преобладает «правополушарное» образное мышление, то есть у них более активно правое полушарие. Мыслительный тип – люди с преобладанием «левополушарного» абстрактного мышления, то есть с более активным левым полушарием.

Врожденные свойства нервной системы не являются неизменными. Они могут в той или иной мере изменяться под влиянием воспитания благодаря пластичности нервной системы. Преобладание активности одного из полушарий наряду с врожденными факторами может быть обусловлено особенностями воспитания и обучения, то



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 218 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

есть тренировкой.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие рефлексы называются безусловными?
2. Какое значение имеют **условные рефлексы**?
3. Укажите характерные признаки, отличающие условные рефлексы от безусловных.
4. Раскройте механизм образования условных рефлексов.
5. Приведите классификацию условных рефлексов.
6. Какое торможение условных рефлексов является внешним и на какие виды оно подразделяется?
7. Какое торможение условных рефлексов называется внутренним и как оно подразделяется?
8. Что называют первой и второй сигнальными системами?
9. Виды темперамента по Гиппократу.
10. Охарактеризуйте общие типы высшей нервной деятельности по И.П. Павлову.
11. Что лежит в основе классификации частных типов ВНД? Дайте им характеристику.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 219 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 9. Состав и общие свойства крови

План лекции

1. Кровь, тканевая жидкость, лимфа как внутренняя среда организма.
2. Основные функции крови. Плазма крови.
3. Состав, объем и физические свойства крови.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7–10, 14, 17, 21–23].

1. Кровь, тканевая жидкость, лимфа как внутренняя среда организма

Кровь, лимфа и тканевая жидкость являются внутренней средой организма. Омывая все клетки, внутренняя среда доставляет им вещества, необходимые для жизнедеятельности, и уносит конечные продукты обмена. Кроме крови, лимфы и тканевой жидкости во внутреннюю среду отдельных органов входят спинномозговая, суставная, плевральная и другие жидкости.

В отличие от непрерывно изменяющейся внешней среды внутренняя среда относительно постоянна по своему составу и физико-химическим свойствам (t° , осмотическое давление, pH и др.) и параметры ее колеблются лишь в очень узких пределах.

Постоянство химического состава и физико-химических свойств внутренней среды является важной особенностью организмов высших животных. Для обозначения этого постоянства американский физиолог Уолтер Кеннон в 1929 г. предложил термин – **гомеостаз** (от греч. *homoioides* – подобный, *stasis* – стояние). Однако идея о существовании физиологических механизмов, направленных на поддержание постоянства внутренней среды организма, была высказана еще во второй половине XIX века Клодом Бернаром. К. Бернар рассматривал стабильность физико-химических условий во внутренней среде как основу свободы и независимости живых организмов в



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 220 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

непрерывно меняющейся внешней среде. Явления гомеостаза наблюдаются на разных уровнях биологической организации. Гомеостаз выражается в наличии ряда жестких и пластичных биологических констант, т. е. устойчивых количественных показателей, характеризующих нормальное состояние организма. Эти константы непрерывно колеблются около постоянных уровней. Диапазон колебаний очень мал у жестких констант (например, у осмотического давления крови) и достаточно большой у пластичных констант (например, уровень кровяного давления). Константами гомеостаза являются: температура тела, осмотическое давление крови и тканевой жидкости, содержание в них ионов натрия, калия, кальция, хлора и фосфора, а также молекул белков и сахара, концентрация водородных ионов, кровяное давление и ряд других.

Следует иметь в виду, что постоянство состава является не абсолютным, а относительным и динамическим. Это постоянство достигается непрерывно совершаемой работой ряда органов и тканей, в результате которой выравниваются происходящие под влиянием изменений внешней среды и в результате жизнедеятельности организма сдвиги в составе и физико-химических свойствах внутренней среды. Дополнительные физиологические механизмы обеспечивают стабилизацию внутренней среды отдельных органов (например, гематоэнцефалический и гематоофтальмический барьеры определяют особые свойства жидкостей, окружающих клетки мозга и глаза).

Гомеостаз имеет определенные границы. При длительном пребывании организма в условиях, которые значительно отличаются от тех, к которым он приспособлен, гомеостаз нарушается, и могут произойти сдвиги, несовместимые с нормальной жизнью.

Высокий уровень гомеостаза возникает лишь на определенных этапах филогенеза (у высших животных) и онтогенеза (у новорожденных нет такого постоянства температуры тела, состава и свойств внутренней среды, как у взрослого организма). Высокая эффективность механизмов гомеостаза у млекопитающих, и в частности у человека, обеспечивает возможность их жизнедеятельности при значительных изме-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 221 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

нениях окружающей среды. Животные, неспособные поддерживать некоторые параметры внутренней среды, вынуждены жить в более узком диапазоне параметров окружающей среды (в частности, при более постоянных климатических условиях).

Даже небольшие нарушения гомеостаза приводят к патологии. Поэтому определение относительно постоянных физиологических показателей, таких, как температура тела, артериальное давление крови, ее состав и другие показатели, имеют большое диагностическое значение в медицине. Познание закономерностей гомеостаза человека имеет большое значение для выбора эффективных методов лечения многих заболеваний.

Циркуляция крови является необходимым условием поддержания гомеостаза и постоянства состава самой крови. Остановка сердца и прекращение движения крови немедленно приводят организм к гибели. Постоянство состава и свойств крови регулируется ЦНС и железами внутренней секреции.

Роль разных органов и их систем в сохранении гомеостаза различна. Так, система органов пищеварения обеспечивает поступление в кровь питательных веществ в том виде, в каком они могут быть использованы клетками организма. Система органов кровообращения осуществляет непрерывное движение крови и транспорт различных веществ в организме, в результате чего питательные вещества, кислород и различные химические соединения, образующиеся в самом организме, поступают к клеткам, а продукты распада переносятся к органам, которые их выводят из организма. Дыхательная система обеспечивает поступление кислорода в кровь и удаление CO_2 из организма.

Печень и ряд др. органов осуществляют значительное число химических превращений – синтез и расщепление многих химических соединений. Органы выделения – **почки**, легкие, потовые железы, кожа – удаляют из организма конечные продукты распада органических веществ и поддерживают постоянство содержания воды и электролитов в крови и, следовательно, в тканевой жидкости и в клетках организма.

В поддержании гомеостаза важнейшая роль принадлежит нервной системе. Чут-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 222 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ко реагируя на различные изменения внешней или внутренней среды, она так регулирует деятельность органов и систем, что предупреждаются и выравниваются сдвиги и нарушения, которые происходят или могли бы произойти в организме.

2. Основные функции крови. Плазма крови

Кровь – это жидкая соединительная ткань, состоящая из плазмы и взвешенных в ней кровяных телец – эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов (рис. 48). Она заключена в систему кровеносных сосудов и благодаря работе сердца находится в состоянии непрерывного движения. Составные части крови в основном образуются и разрушаются вне ее. Кровь вместе с кроветворными и кроверазрушающими органами составляют целостную систему крови. В этой системе выделяют 4 части: 1) периферическую кровь, циркулирующую по сосудам; 2) органы кроветворения и созревания форменных элементов крови (красный костный мозг, лимфатические узлы, селезенка, вилочковая железа); 3) органы кроверазрушения (ретикулоэндотелиальная система печени и селезенки); 4) регулирующий нейрогуморальный аппарат (вегетативная нервная система, эритропоэтины, лейкопоэтины, тромбопоэтины).

Благодаря циркуляции по сосудам кровь выполняет в организме следующие важнейшие функции: 1) транспортную, 2) дыхательную, 3) защитную, 4) регуляторную, 5) терморегуляторную, 6) поддержание постоянства водно-солевого состава и других параметров внутренней среды организма (гомеостатическая функция).

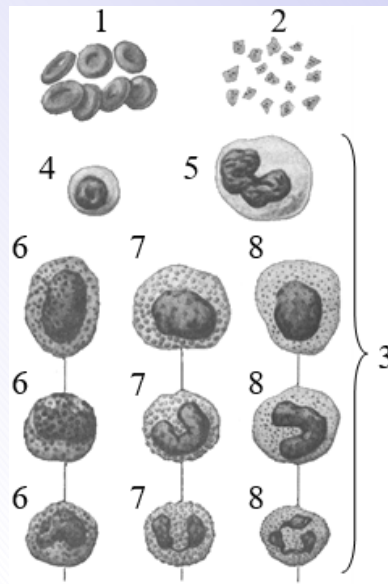


Рисунок 48 – Форменные элементы крови: 1 – эритроциты; 2 – тромбоциты; 3 – лейкоциты; 4 – лимфоцит; 5 – моноцит; 6 – базофилы; 7 – эозинофилы; 8 – нейтрофилы



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 223 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Транспортная функция крови заключается в переносе от желудка и ворсинок кишечника воды, минеральных и питательных веществ к клеткам, а от них к органам выделения продуктов распада. Транспортную функцию часто подразделяют на питательную и выделительную. *Дыхательная функция* заключается в связывании кислорода в капиллярах альвеол легких гемоглобином крови и переносе его к тканям, а также в переносе углекислого газа кровью от тканей к легким. *Защитную функцию* кровь выполняет благодаря способности лейкоцитов и защитных белков плазмы крови (иммуноглобулинов) обезвреживать микроорганизмы, их яды, чужеродные белки и некоторые инородные тела.

Осуществляя перенос гормонов и других физиологически активных веществ, кровь выполняет *регуляторную функцию*. Поступая от глубокозалегающих органов (так называемого теплового ядра тела) к поверхности тела, кровь выступает в роли теплоносителя и переносит тепло, выполняя тем самым *терморегуляторную функцию*. Также кровь разносит воду и растворы солей по организму, участвует в поддержании уровня глюкозы и других веществ, выполняя *гомеостатическую функцию*.

Плазма крови. Плазма крови представляет собой сложную смесь белков, аминокислот, углеводов, жиров, солей, **гормонов**, ферментов, **антител**, растворенных газов и продуктов распада белка (мочевина, мочевая кислота, аммиак и др.), подлежащих выведению из организма (**табл. 3**).

Таблица 3 – Состав плазмы крови

Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Вода	90–91	Мочевая кислота	0,004
Белки (всего): альбумины глобулины	7–8 5–6 2	Креатинин	0,006
		Натрий	0,3
		Калий	0,02
Фибриноген	0,04	Кальций	0,012



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 224 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Липиды	0,3	Магний	0,002
Нейтральный жир	0,1–0,2	Хлор	0,35
Глюкоза	0,12	Бикарбонаты	0,16
Аминокислоты	0,008	Фосфор	0,03
Мочевина	0,03	Сульфаты	0,02

Плазма крови имеет слабощелочную реакцию ($\text{pH} = 7,36$). Основными компонентами плазмы являются вода (90–91 %), белки (7–8 %), глюкоза (0,12 %), минеральные соли (0,9 %).

Между плазмой крови, межклеточной и внутриклеточной жидкостью постоянно происходит обмен водой и небольшими молекулами веществ (рис. 49). Межклеточная (тканевая) жидкость представляет собой внешнюю среду для большинства клеток организма. Обмен веществами между плазмой крови и межклеточной жидкостью происходит очень быстро через большую площадь стенок **капилляров**, высокопроницаемых для воды и растворов солей. Крупные молекулы белков не могут свободно проходить через стенку капилляров, и в этом отношении межклеточная жидкость существенно отличается от плазмы крови.

Белки плазмы крови делятся на *глобулины* (α , β , γ), *альбумины* и *липопротеиды* (табл. 4). Значение белков плазмы в следующем:

1) белок фибриноген участвует в процессе свертывания крови;

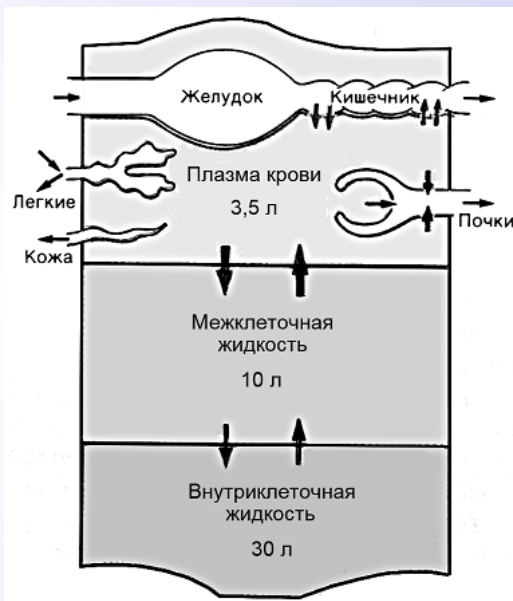


Рисунок 49 – Схема жидкостных сред организма. Представлены округленные значения для человека массой 70 кг



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 225 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

- 2) гамма-глобулины являются антителами, обеспечивающими иммунитет к определенным инфекционным болезням; очищенный g-глобулин используют для лечения некоторых болезней и повышения невосприимчивости к ним;
- 3) наличие белков в плазме крови повышает ее вязкость, что имеет значение в поддержании давления крови в сосудах;
- 4) белки, являясь буферами, участвуют в поддержании постоянства pH крови;
- 5) белки имеют большую молекулярную массу, поэтому крупные молекулы белков плазмы крови, как правило, не проникают через стенки **капилляров**. Они удерживают в сосудистой системе определенное количество воды, создавая *онкотическое давление* и участвуя в распределении воды между кровью и межклеточной жидкостью. Онкотическое давление гораздо меньше, чем создаваемое солями плазмы крови осмотическое давление, и равно в среднем 30 мм рт. ст. Оно более чем на 80 % определяется альбуминами. Онкотическое давление влияет на процессы образования межклеточной жидкости, лимфы, мочи, всасывания воды в кишечнике.

Таблица 4 – Белки плазмы крови

Фракции белков	%	г/100 мл в среднем	Основное физиологическое значение
Белки плазмы (общие)	100	7,3	
Альбумины	60,5	4,42	Поддержание онкотического давления
Глобулин (общий)	35,5	2,59	Транспортная функция Ферментативная функция Транспорт липидов Защитная роль Свертывание крови
α_1 -глобулин	4,0	0,29	
α_2 -глобулин	7,7	0,56	
β -глобулин	11,5	0,84	
γ -глобулин	12,3	0,90	
Фибриноген	4,0	0,29	

Одной из пластичных констант гомеостаза является содержание в плазме крови



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 226 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

глюкозы. После приема пищи концентрация глюкозы в плазме крови человека может возрасти до 0,2 % (пищевая гипергликемия). Снижение содержания глюкозы в плазме ниже 0,05 % называется гипогликемией.

При удалении из плазмы крови фибриногена получается *сыворотка крови*. Цельная кровь, лишенная фибриногена, называется *дефибринированной*. Она состоит из форменных элементов и сыворотки.

3. Состав, объем и физические свойства крови

Кровь представляет собой непрозрачную клейкую жидкость красного цвета, солоноватого вкуса, состоящую из двух частей: плазмы и форменных элементов – **эритроцитов**, **лейкоцитов** и **тромбоцитов**. Количество крови у большинства взрослых людей составляет примерно 7 % от веса тела (возможны колебания от 5 до 9 %), у лошади – 9,8 %, у свиньи – 4,6 %. Общее количество крови в организме сохраняется на относительно постоянном уровне. Быстрая потеря 1/3 части общего количества крови при травмах, ранениях может привести организм человека к гибели из-за быстрого падения кровяного давления. В этих случаях необходимо срочное переливание крови или кровезамещающей жидкости, чтобы поддержать уровень кровяного давления.

Часть объема крови, приходящаяся на долю форменных элементов, называется *гематокритом*. В норме у взрослого мужчины гематокрит равен 44–46 об. %, а у женщин – 41–43 об. %.

У здорового человека в условиях покоя вся кровь делится на две части: *циркулирующую* (40–50 %) и *депонированную* (50–60 %). Деponированная кровь сосредоточена в капиллярах кожи и подкожной клетчатки (≈ 10 %), селезенки (до 16 %), печени (до 20 %), легких и почти не смешивается с циркулирующей кровью. Благодаря депонированию уменьшается количество циркулирующей крови и снижается нагрузка на сердце.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 227 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Мышечная работа, повышение температуры тела удуще, вдыхание углекислого газа, эмоции, выделение в кровь или введение в нее адреналина вызывает выброс крови из депо и увеличение количества циркулирующей крови.

Если кровь, к которой добавлено противосвертывающее вещество (например, гепарин), налить в пробирку и оставить стоять неподвижно или центрифугировать, то форменные элементы как более тяжелые осадут на дно. При этом кровь разделится на три слоя. Нижний слой красного цвета состоит из смеси красных эритроцитов и бесцветных тромбоцитов. Верхний наиболее легкий слой – прозрачный, бесцветный, или слегка желтоватый, представляет собой плазму крови. Третий слой в виде тонкой пленки белого или светло-желтого цвета образован лейкоцитами. Он располагается между верхним и нижним слоем, т. к. лейкоциты тяжелее плазмы крови, но легче эритроцитов и тромбоцитов.

Относительная плотность, или удельный вес, цельной крови – 1,05–1,06, эритроцитов – 1,09, плазмы крови – 1,025–1,034. Вязкость цельной крови около 5,0, плазмы крови – 1,7–2,2 (вязкость дистиллированной воды равна 1).

Осмотическое давление крови равно 7,6–8,1 атмосферы. Оно создается суммарным числом молекул и ионов в крови и в первую очередь минеральными солями. На долю NaCl приходится 60 % всего осмотического давления. Благодаря осмотическому давлению осуществляется необходимый обмен веществ через полупроницаемые мембраны клеток крови и тканей. Осмотическое давление обеспечивает распределение воды между кровью и клетками тканей.

При помещении клеток крови в растворы с более высоким, чем в клетках, осмотическим давлением (*гипертонические растворы*) происходит сморщивание и гибель эритроцитов вследствие перехода воды из клеток в раствор (рис. 50). В растворах с более низким, чем в эритроцитах, осмотическим давлением (*гипотонические растворы*) вода переходит из раствора в эритроциты, они набухают и лопаются. Только в растворах, осмотическое давление которых равно осмотическому давлению в клетках (*изотонические растворы*), не происходит изменения объема клеток.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 228 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Даже незначительные изменения состава плазмы крови могут привести к гибели клеток крови и тканей. Поэтому осмотическое давление крови является жесткой константой **гомеостаза** и всегда находится на относительно постоянном оптимальном для обмена веществ уровне.

Важнейшим показателем является активная реакция крови, или pH. Это обусловлено тем, что катализаторами всех биохимических реакций в организме являются ферменты, которые активны только при определенной реакции среды. У артериальной крови pH равен 7,4, а у венозной крови вследствие большего содержания в ней углекислоты равен 7,35. При очень интенсивной мышечной работе pH крови может на короткое время смещаться в кислую сторону до 6,95.

Активная реакция крови поддерживается в организме на относительно постоянном уровне. Это обеспечивается *буферными системами* плазмы крови и **гемоглобина** эритроцитов, а также деятельностью выделительных органов. Примерно 75 % буферной способности крови обусловлено гемоглобином. Кроме крови буферные системы имеются и в тканях, где представлены в основном белковыми и фосфатными комплексами.

В крови имеется довольно постоянное отношение между кислотными и щелочными эквивалентами, что получило название *кислотно-щелочного равновесия* крови. Однако, несмотря на наличие буферных систем, сдвиги в сторону повышения кислотности крови или ее щелочности все же иногда наблюдаются при некоторых физиологических и особенно патологических условиях.

Сдвиг pH крови в кислую сторону называется *ацидозом*, сдвиг в щелочную сторону – *алкалозом*. В частности, ацидоз наблюдается при интенсивной мышечной работе, а алкалоз – при усиленной вентиляции легких в состоянии покоя.

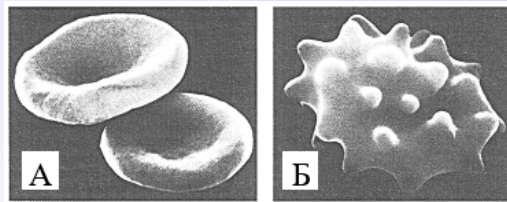


Рисунок 50 – Нормальные эритроциты (А) и сморщенные эритроциты (Б) в гипертоническом солевом растворе



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 229 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Вопросы для самоконтроля

1. Что образует внутреннюю среду организма?
2. Охарактеризуйте **гомеостаз**.
3. Что составляет систему **крови**?
4. Какие функции в организме выполняет кровь?
5. Какие основные компоненты **плазмы крови**?
6. В чем заключается значение белков плазмы крови?
7. Что такое гематокрит и каковы его нормы?
8. В чем значение осмотического давления крови?
9. Благодаря чему поддерживается рН крови?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 230 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 10. Форменные элементы крови

План лекции

1. Эритроциты, гемоглобин, их роль в организме.
2. Лейкоциты, их виды и функции.
3. Тромбоциты. Свертывание крови.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 16, 17, 21–23].

1. Эритроциты, гемоглобин, их роль в организме

Эритроциты. Эритроциты, или красные кровяные тельца, у человека и млекопитающих (кроме верблюда и ламы) представляют собой специализированные безъядерные клетки. Эритроциты человека имеют форму *двояковогнутого диска* диаметром 7–8 мкм. Двояковогнутая поверхность эритроцита увеличивает его поверхность, а также способствует более быстрому и лучшему насыщению его кислородом, т. к. любая его точка отстоит недалеко от поверхности. Кроме того, такая форма эритроцитов способствует их продвижению по узким капиллярам.

Количество эритроцитов в 1 мм³ циркулирующей крови у мужчин равно 4,5–5 млн, а у женщин – 4–4,5 млн. У высококвалифицированных спортсменов (особенно у бегунов), а также у людей, живущих в высокогорье, наблюдается увеличение количества эритроцитов (эритроцитоз) в 1 мм³ до 6 млн. При некоторых заболеваниях (серповидная анемия), под воздействием ионизирующего облучения число эритроцитов уменьшается (эритропения).

Эритроциты образуются у взрослого человека в ткани красного костного мозга из типичных ядерных клеток, у которых в процессе их развития ядра вытесняются гемоглобином. Благодаря отсутствию ядра эритроциты не способны к размножению



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 231 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

и почти не способны к биосинтезу. В крови может встречаться небольшое количество предшественников зрелых эритроцитов, имеющих ядро – ретикулоцитов.

Эритроцит покрыт тонкой 4-слойной мембраной, которая хорошо проницаема для воды, ионов хлора, кислорода, Эритроцит содержит по весу примерно 70 % воды и 30 % сухого вещества, из которого более 28 % приходится на гемоглобин, а остальное – на ферменты.

Эритроциты легко изменяют форму и обладают большой эластичностью, что облегчает проталкивание их через просвет капилляров. Эритроциты способны удерживаться друг около друга при соприкосновении своими плоскостями (слипаться), образуя так называемые «монетные столбики».

Эритроциты человека живут до 3–4 месяцев. Разрушение старых эритроцитов происходит в ретикулоэндотелиальных клетках печени и селезенки.

Эритроциты сохраняют свою жизнеспособность только в изотонических растворах. Концентрация солей в них для теплокровных животных и человека равняется 0,9 %. В гипертонических растворах вода из эритроцитов выходит в раствор, что ведет к сморщиванию их и гибели. В гипотонических растворах вода входит в эритроцит, что вызывает их набухание, а ниже 0,4 % раствора NaCl – лопание и выход гемоглобина в раствор, который приобретает красный прозрачный цвет (лаковая кровь). Концентрация NaCl в окружающем растворе, при которой начинается разрушение эритроцитов, или *гемолиз*, является мерой осмотической стойкости, или *резистентности*, эритроцитов.

Различают виды гемолиза: 1) *осмотический* – в гипер- и гипотонических растворах; 2) *химический* – под действием веществ, растворяющих оболочку эритроцита (некоторых кислот, бензина, эфира, хлороформа и других жирорастворителей); 3) *биологический* – в результате действия гемолизин, т. е. веществ животного или растительного происхождения (ядов змей, пчел, пауков, скорпионов, глистов, бактерий, ядовитых грибов, растений и др.); 4) *механический* – при сотрясении и ударе друг о друга эритроцитов во время плохой транспортировки крови для переливания.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 232 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Гемолизированная кровь не пригодна для переливания.

Кровь представляет собой устойчивую суспензию форменных элементов. Движение крови по сосудам, а также отрицательный заряд эритроцитов мешает процессу слипания их в «монетные столбики». При помещении в сосуд крови, к которой добавлено вещество, препятствующее ее свертыванию, начинает происходить слипание эритроцитов в «монетные столбики» и постепенное их оседание. Верхний слой крови, лишаясь эритроцитов, становится прозрачным.

Если оседание эритроцитов наблюдать, поместив кровь в специально градуированный капилляр, то по высоте образовавшегося прозрачного столбика плазмы определяют *скорость оседания эритроцитов* (СОЭ). Величина СОЭ у мужчин от 3 до 9 мм/ч, у женщин – от 7 до 12 мм/ч. У новорожденных – 0,5 мм/ч, у беременных женщин – до 50 мм/ч. СОЭ резко возрастает при воспалительных заболеваниях, а при лучевой болезни увеличивается до 60–80 мм/ч.

Увеличение СОЭ связано с изменением белкового состава крови. При неблагоприятном состоянии организма, в том числе и при воспалительных заболеваниях, увеличивается в плазме крови количество защитных белков – глобулинов, которые адсорбируются эритроцитами. Это снижает электрический заряд эритроцитов и изменяет свойства их поверхности, что усиливает процесс склеивания эритроцитов в «монетные столбики» и увеличивает СОЭ.

Эритроциты в организме выполняют несколько важных функций. Главная функция эритроцитов заключается в поглощении кислорода в капиллярах альвеол легких и переносе его в **капилляры** тканей, а также в поглощении углекислоты в капиллярах тканей и доставке ее в легкие.

Нужно отметить, что почти весь кислород переносится эритроцитами в виде *оксигемоглобина* и только около 2 % транспортируется в виде физического растворения в плазме крови. Углекислоту эритроциты переносят лишь частично: примерно 9 % в виде соединения с **гемоглобином** – *карбгемоглобина* и 24 % в виде бикарбоната калия – KHCO_3 . Остальная часть углекислоты переносится плазмой крови в виде



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 233 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

бикарбоната натрия – NaHCO_3 ($\approx 58\%$) и в виде физического растворения ($\approx 8\%$).

Вторая важная функция эритроцитов заключается в сохранении активной реакции крови благодаря буферной системе содержащегося в них гемоглобина.

Третья функция эритроцитов состоит в поддержании ионного состава крови, участии в водном и солевом обмене. Эта функция обеспечивается хорошей проницаемостью мембраны эритроцитов для воды и анионов и непроницаемостью для катионов. За сутки через эритроциты проходит от 300 до 2000 л воды с растворенными в ней анионами.

Кроме этих основных функций эритроциты способны адсорбировать токсины, **гормоны**, продукты расщепления белков, а также участвовать в ферментативных процессах расщепления веществ.

Гемоглобин. Функцию переноса кислорода эритроциты позвоночных животных и человека могут выполнять благодаря дыхательному пигменту – гемоглобину. У многих моллюсков и ракообразных дыхательным пигментом является гемоцианин – вещество синего цвета, у многощетинковых червей – хлорокруорин (вещество зеленого цвета).

Гемоглобин по химической природе является сложным белком – хромопротеидом, состоящим из белка *глобина* и железосодержащего пигмента – *гема*. В составе молекулы гемоглобина один глобин соединен с 4-мя гемами. В состав каждого гема входит атом двухвалентного железа, способный легко присоединять и отдавать молекулу кислорода.

В норме в крови содержится у мужчин 13,0–15,5 г%, у женщин 12,0–13,8 г% гемоглобина. Плохое питание, глистные и другие заболевания, отсутствие свежего воздуха уменьшают содержание гемоглобина.

Гемоглобин обладает свойством легко связывать и отдавать кислород. Присоединяя его, он образует оксигемоглобин (HbO_2). Поскольку при этом не происходит изменения валентности двухвалентного железа, входящего в гем, то такая реакция получила название не окисления, а оксигенации. Оксигемоглобин по цвету отли-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 234 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

чается от гемоглобина, поэтому артериальная кровь, содержащая оксигемоглобин, имеет ярко-алый цвет. Оксигемоглобин, отдавший кислород, называется восстановленным, или редуцированным, гемоглобином. Венозная кровь, содержащая большое количество восстановленного гемоглобина, имеет темно-вишневый цвет.

Общее количество гемоглобина в крови обуславливает максимальную *кислородную емкость крови*, т. е. ее способность к поглощению кислорода. Поскольку кровь взрослого человека содержит в среднем 600 г гемоглобина, то при полном насыщении кислородом она может поглотить его более 0,8 л.

При разрушении гемоглобина в ретикуло-эндотелиальных клетках печени, селезенки и последующих его превращениях образуется большинство пигментов кожи, желчи, мочи, кала и др.

Кроме соединений с O_2 гемоглобин может образовывать и другие соединения: *карбоксигемоглобин* – соединение с CO, *карбгемоглобин* – соединение с CO_2 . При отравлении сильными окислителями (окислами азота, бертолетовой солью и др.) образуется прочное соединение с кислородом – метгемоглобин и железо становится трехвалентным окисным.

В клетках сердечной и скелетной мышц находится мышечный гемоглобин – *миоглобин*, который способен не стойко связывать до 14 % от общего количества кислорода в организме. Если при сокращении мышцы кровеносные капилляры в ней пережимаются и кровоток в некоторых участках мышцы прекращается, то мышечные волокна снабжаются кислородом, отщепившимся от миоглобина. Миоглобин соединяется с кислородом и диссоциирует в 6 раз быстрее, чем гемоглобин. Время присоединения кислорода к миоглобину исчисляется сотысячными долями секунды. По строению миоглобин очень близок к гемоглобину. Его гем идентичен этой же группе молекулы гемоглобина, а белковая часть – глобин – обладает меньшим молекулярным весом, чем белок гемоглобина.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 235 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

2. Лейкоциты, их виды и функции

Лейкоциты, или белые кровяные тельца, образуются в красном костном мозге. Одна из разновидностей лейкоцитов – лимфоциты, кроме красного костного мозга, образуется также в лимфатических узлах, вилочковой железе, миндалинах, селезенке и аппендиксе. Продолжительность жизни у лейкоцитов разная и у большинства составляет от нескольких часов до нескольких дней. В 1 мм^3 крови взрослого человека в нормальных условиях содержится 4000–9000 лейкоцитов. Количество лейкоцитов может быстро изменяться. Увеличение числа лейкоцитов от нормы называется *лейкоцитозом*, а уменьшение – *лейкопенией*.

Лейкоцитоз наблюдается сразу после приема пищи, при воспалительных процессах, во время мышечной работы и после крика у детей (миогенный лейкоцитоз), у беременных женщин, при многих инфекционных заболеваниях. Лейкопения происходит при угнетении функции красного костного мозга, при ионизирующем облучении, при заболевании СПИДом. Уменьшение содержания лейкоцитов менее 500 в 1 мм^3 крови смертельно опасно.

Лейкоциты отличаются от **эритроцитов** наличием ядра и способностью к активному амебоидному движению. Они могут выходить в межклеточное пространство и в окружающие ткани.

В крови человека имеется несколько видов лейкоцитов. Их делят на две группы: *зернистые*, или *гранулоциты*, имеющие в цитоплазме характерную зернистость, и *незернистые*, или *агранулоциты*. В зависимости от способности окрашиваться красителями, гранулоциты подразделяются на *нейтрофилы*, *эозинофилы* и *базофилы*. Агранулоциты подразделяются на *лимфоциты* и *моноциты*.

Нейтрофилы обладают ярко выраженной способностью к *фагоцитозу*, т. е. могут захватывать и переваривать чужеродные вещества и микроорганизмы. Явление фагоцитоза открыл И.И. Мечников. Ядра зрелых нейтрофилов разделены на несколько частей. Поэтому они получили название сегментоядерных. Незрелые нейтрофилы имеют ядра в виде палочек (палочкоядерные нейтрофилы) или в виде



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 236 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

окала (юные нейтрофилы).

Кроме фагоцитарной функции нейтрофилы выполняют транспортную функцию, перенося антитела. Также они способствуют регенерации поврежденных тканей.

Эозинофилы инактивируют и переносят к легким и кишечнику гистамин, где он выделяется. Гистамин образуется в больших количествах при заболеваниях аллергического и анафилактического характера.

Базофилы синтезируют гепарин, препятствующий свертыванию крови. Кроме того, на мембране базофилов из белков крови образуется гистамин, вызывающий расширение сосудов, спазм бронхов, зудящую сыпь.

Лимфоциты подразделяются на Т- и В-лимфоциты. Т-лимфоциты осуществляют клеточный иммунитет. Различают Т-киллеры, Т-хелперы, Т-супрессоры и Т-клетки иммунной памяти. В-лимфоциты обеспечивают гуморальный иммунитет. Они с помощью Т-хелперов синтезируют защитные белки – иммуноглобулины. Лимфоциты могут адсорбировать антитела и транспортировать их к очагу воспаления, а также нейтрализовать различные токсины.

Моноциты являются самыми крупными форменными элементами крови. Они выполняют фагоцитарную функцию, но в отличие от нейтрофилов могут осуществлять ее и в кислой среде, т. е. непосредственно в очагах воспаления.

Физиологическое и диагностическое значение имеет не только количество лейкоцитов в крови, но и процентное соотношение между различными их видами. Это соотношение называется *лейкоцитарной формулой* (табл. 5).

Таблица 5 – Лейкоцитарная формула крови взрослого человека

Лейкоциты в 1 мм ³	Эозино- филы, %	Базофи- лы, %	Нейтрофилы, %			Лимфо- циты, %	Мноци- ты, %
			юные	палочко- ядерные	сегменто- ядерные		
6000–8000	1–4	0–0,5	0–1	2–5	55–68	25–30	6–8

При некоторых заболеваниях повышается процентное содержание отдельных ви-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 237 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

дов лейкоцитов и лейкоцитарная формула изменяется. Например, при коклюше, брюшном тифе возрастает число лимфоцитов, при малярии – количество моноцитов, при воспалении лёгких и других острых инфекциях – число нейтрофилов, при скарлатине, астме, глистных заболеваниях возрастает содержание эозинофилов.

3. Тромбоциты. Свертывание крови

Тромбоциты. Тромбоциты, или кровяные пластинки, представляют собой бесцветные, сферические, лишенные ядер тельца. Они образуются в красном костном мозге путем отделения участков цитоплазмы от гигантских клеток – мегакариоцитов. В 1 мм³ крови человека содержится 200 000–400 000 тромбоцитов. Значительная их часть находится в депо: печени, селезенке, легких. Тромбоциты имеют легко ранимую оболочку и быстро повреждаются в местах ранения, деформации и возникновения шероховатости кровеносных сосудов. Продолжительность жизни тромбоцитов в кровотоке 5–11 дней.

У новорожденных детей тромбоцитов меньше, чем у взрослых. К старости наблюдается уменьшение числа тромбоцитов – *тромбопения*. Она наблюдается также при недостатке в пище **витаминов А** и группы В, после ионизирующего облучения. У женщин в менструальный период число тромбоцитов уменьшается в 2–5 раз. Количество тромбоцитов возрастает в период пищеварения, беременности, при тяжелой мышечной работе.

Тромбоциты содержат большое количество серотонина, гистамина и адреналина, вызывающих сужение кровеносных сосудов. Тромбоциты обладают способностью к *адгезии* (прилипанию) к раневой поверхности, *агрегации* (скупиванию, объединению в группы) у места повреждения сосуда. Также они способны к образованию ложноножек и подвижности. Все эти способности тромбоцитов обеспечивают выполнение ими главной функции – участие в свертывании крови.

В организме человека и высших животных имеется **функциональная система,**



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 238 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

поддерживающая оптимальный для жизнедеятельности уровень агрегатного состояния крови. Она обеспечивает: 1) *остановку кровотечения* (гемостаз), 2) *антисвертывание*, 3) *растворение тромба* (фибринолиз). Очень часто эту функциональную систему подразделяют на две системы – *свертывающую* и *антисвертывающую*, которые находятся в организме в постоянном взаимодействии, в результате чего кровь в сосудах находится в жидком состоянии.

Свертывание крови. Механизмами остановки кровотечения являются сосудисто-тромбоцитарный (микроциркуляторный) и коагуляционный (свертывание) гемостаз.

Сосудисто-тромбоцитарный гемостаз происходит в мелких сосудах с низким кровяным давлением за счет сужения их просвета и образования тромбоцитарной пробки. Он состоит из ряда последовательных стадий:

1. Кратковременный спазм поврежденных сосудов, возникающий под влиянием высвобождающихся из тромбоцитов адреналина, норадреналина и серотонина.
2. Аггезия тромбоцитов к раневой поверхности, вызванная изменением в месте повреждения отрицательного заряда на внутренней поверхности кровеносного сосуда на положительный. Тромбоциты, несущие на своей поверхности отрицательный заряд, прилипают к поврежденному участку.
3. Обратимая агрегация тромбоцитов у места повреждения сосуда. Она обусловлена выделением из поврежденной стенки сосуда АТФ и АДФ, вследствие чего образуется рыхлая тромбоцитарная пробка, через которую может проходить плазма крови.
4. Необратимая агрегация тромбоцитов, при которой тромбоциты сливаются в однородную массу и образуют пробку, непроницаемую для плазмы крови.
5. Ретракция тромбоцитарного тромба, т. е. уплотнение и закрепление тромбоцитарной пробки с помощью фибриновых нитей в поврежденном сосуде. В мелких сосудах гемостаз на этом заканчивается. Однако в крупных сосудах непрочный тромбоцитарный тромб не выдерживает большого кровяного давления и вымывается. Поэтому в крупных сосудах на основе тромбоцитарного



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 239 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

тромб образуется более прочный фибриновый тромб, формирование которого обеспечивается ферментативным коагуляционным механизмом.

Коагуляционный гемостаз осуществляется при травме крупных сосудов и протекает в три последовательные фазы: 1) образование кровяной и тканевой протромбиназы, 2) образование тромбина, 3) образование фибрина. В ферментативных реакциях свертывания крови (гемокоагуляции) участвуют многочисленные вещества (факторы), находящиеся или образующиеся в **плазме крови**, и высвобождающиеся из тромбоцитов при их повреждении. Факторы плазмы обозначают римскими цифрами. К настоящему времени выявлено 15 *плазменных факторов*. Тромбоцитарные факторы, выделяющиеся из поврежденных тромбоцитов, обозначают арабскими цифрами. В гемокоагуляции установлено участие 10 *тромбоцитарных факторов*. Большинство из факторов являются ферментами. В крови они находятся в неактивном состоянии, но активируются друг другом в процессе свертывания крови.

Принципиальная схема сложнейшего каскада реакций гемокоагуляции следующая. Вышедший из поврежденных тромбоцитов тромбоцитарный тромбопластин и образовавшийся при повреждении стенок сосуда и окружающих тканей тканевой тромбопластин запускают образование протромбиназы. Образовавшаяся в 1-й фазе протромбиназа активирует протромбин, превращающийся во 2-й фазе свертывания в тромбин. Тромбин, действуя на растворенный в плазме фибриноген, переводит его в 3-й фазе в нерастворимую форму – фибрин. Все процессы свертывания крови могут осуществляться только в присутствии ионов кальция (фактор IV).

Образование фибрина из фибриногена идет поэтапно. Сначала от фибриногена отщепляются пептиды и образуются молекулы желеобразного фибрин-мономера, которые затем благодаря полимеризации превращаются в фибрин-полимер. В сети фибрина-полимера задерживаются форменные элементы крови. Формируется кровяной сгусток (тромб), закупоривающий повреждение в сосуде и предотвращающий кровопотерю. В норме выпущенная из сосуда кровь свертывается в течение 3–5 минут (методика определения свертывания крови по Сухареву).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 240 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Спустя некоторое время в результате сокращения нитей фибрина происходит ретракция тромба, т.е. тромб начинает уплотняться и из него удаляется сыворотка. Благодаря ретракции тромб плотнее закупоривает поврежденный сосуд и сближает края раны.

Одновременно с ретракцией тромба, хотя и с меньшей скоростью, начинается постепенное ферментативное растворение образовавшегося фибрина – *фибринолиз*, вследствие чего через некоторое время восстанавливается просвет закупоренного тромбом сосуда.

На свертывание крови влияет ряд факторов, одни из которых ускоряют, а другие замедляют этот процесс. Факторы, ускоряющие процесс свертывания крови: 1) нагревание раны до $+37-40\text{ }^{\circ}\text{C}$; 2) введение в кровь ионов Ca^{2+} , например CaCl_2 ; 3) тромбин; 4) разрушение форменных элементов крови и клеток тканей, приводящее к выходу факторов, участвующих в свертывании крови; 5) **ВИТАМИН К** (участвует в синтезе протромбина в печени); 6) адреналин, глюкокортикоиды, соматотропный гормон.

Факторы, замедляющие свертывание крови: 1) охлаждение раны; 2) связывание ионов Ca^{2+} лимонной кислотой и ее солями (цитратная кровь); 3) природные соединения, тормозящие свертывание – *антикоагулянты* (гепарин, образующийся в базофилах и содержащийся в печени, лёгких и других органах; гирудин, образующийся в слюнных железах пиявок; дикумарин, содержащийся в загнивающем клевере); 4) антитромбины, синтезирующиеся в печени; 5) продукты фибринолиза (растворения фибрина); 6) ионизирующее облучение; 7) содержание консервированной крови в парафинированных или силиконовых сосудах, препятствующих механическому повреждению форменных элементов крови.

Нарушение свертывания крови происходит при недостатке хотя бы одного фактора свертывания или тромбоцитов. Примером является наследственное заболевание – *гемофилия*, причиной которого является отсутствие антигемофильного глобулина А (фактор VIII) или антигемофильного глобулина В (фактор IX).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 241 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Регуляция свертывания крови осуществляется нейрогуморальным путем. Возбуждение симпатического отдела вегетативной нервной системы, возникающее при страхе, боли, при стрессовых состояниях, а также выделение в кровь повышенного количества адреналина и норадреналина резко ускоряют свертывание крови – гиперкоагуляция.

При повышении тонуса парасимпатического отдела **вегетативной нервной системы**, раздражении блуждающего нерва, выделении в кровь избытка ацетилхолина происходит выделение из стенок сосудов веществ, которые ускоряют процесс свертывания, а затем стимулируют фибринолиз, т. е. растворение тромба.

На свертывание крови оказывает влияние **кора больших полушарий**, что доказывается опытами с условно-рефлекторным изменением гемокоагуляции. Значение условно-рефлекторного ускорения свертывания крови заключается в подготовке организма к защите от потери крови.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте **эритроциты** человека.
2. Какие существуют виды гемолиза?
3. Какие функции выполняют эритроциты?
4. В чем заключается диагностическое значение скорости оседания эритроцитов?
5. Что такое оксигемоглобин, карбгемоглобин, карбоксигемоглобин, метгемоглобин и миоглобин?
6. Назовите все разновидности **лейкоцитов**.
7. Какие функции выполняют гранулоциты и агранулоциты?
8. Дайте характеристику **тромбоцитам**.
9. Какова принципиальная схема коагуляционного гемостаза?
10. Какие факторы ускоряют процесс **свертывания крови**?
11. Назовите факторы, вызывающие замедление процесса свертывания крови.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 242 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 11. Иммунные свойства крови

План лекции

1. Понятие об иммунитете. Виды иммунитета.
2. Роль Т- и В-лимфоцитов в осуществлении иммунитета.
3. Группы крови. Резус-фактор.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 16, 17, 21–23].

1. Понятие об иммунитете. Виды иммунитета

Понятие об иммунитете. Одним из основоположников науки о механизмах иммунных (защитных) реакций организма является французский ученый Луи Пастер, который разработал и ввел в практику вакцинацию как метод борьбы с инфекционными болезнями. Русский ученый И.И. Мечников разработал *клеточную теорию иммунитета*, установив механизм клеточного иммунитета, согласно которому невосприимчивость организма определяется фагоцитарной активностью лейкоцитов. Немецкий ученый Пауль Эрлих создал *гуморальную теорию иммунитета*, которая объясняла невосприимчивость организма выработкой в крови защитных гуморальных веществ – *антител*. По современным представлениям иммунитетом называется способность организма отвечать защитными реакциями на все, что ему генетически чужеродно, т. е. на микробы, вирусы, чужие клетки и ткани, на собственные, но генетически измененные клетки, а также на некоторые яды и токсины. Этим повреждающим агентам дали общее название *антигены*. В результате выработки иммунитета организм приобретает устойчивость к повторным воздействиям таких же антигенов, которые быстро нейтрализуются.

Защита от антигенов осуществляется посредством неспецифических и специфических механизмов, которые в свою очередь подразделяются на гуморальные и клеточные.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 243 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Неспецифические механизмы используются для обезвреживания даже тех антигенов, с которыми организм ранее вообще не сталкивался. Неспецифический гуморальный иммунитет создают защитные белки лизоцим, интерферон, 9 белков плазмы крови, называемых в совокупности комплементом, и др., постоянно имеющиеся в плазме крови. Неспецифический клеточный иммунитет обусловлен фагоцитарной активностью эозинофилов, базофилов, нейтрофилов и моноцитов, что обнаружил И.И. Мечников. Неспецифический гуморальный и неспецифический клеточный иммунитет обеспечивают наследственный иммунитет.

Виды иммунитета. При наличии наследственного иммунитета организм не восприимчив к инфекции от рождения. Различают *видовой наследственный* иммунитет и *индивидуальный наследственный* иммунитет. Человечеству присущ, например, видовой наследственный иммунитет к ящуру. На 1,5 млн. заболеваний ящуром сельскохозяйственных животных приходится всего один случай заболевания человека. Акулы почти не страдают инфекционными заболеваниями, раны у них не подвержены нагноению.

В отличие от неспецифических механизмов, лежащих в основе наследственного иммунитета, *специфические механизмы* обеспечивают *приобретенный иммунитет*. Специфические механизмы основаны на «запоминании» антигена при первом контакте с ним организма, «узнавании» его при повторном контакте и быстром уничтожении с помощью особой разновидности Т-лимфоцитов (Т-киллеров) и специально синтезированных антител, преимущественно иммуноглобулинов.

Приобретенный иммунитет подразделяется на активно приобретенный, образующийся после прививки или перенесения данного заболевания, и пассивно приобретенный, образующийся вследствие введения сыворотки крови организма, перенесшего данное заболевание. Для образования активного иммунитета с целью предохранения от заразных болезней производят *вакцинации* (прививки), т. е. вводят в организм вакцины. Вакцины состоят из убитых или живых, но ослабленных микробов или вирусов. Активный иммунитет длится в течение месяцев, лет и даже де-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 244 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

сятков лет. Различают *активно приобретенный естественным путем иммунитет* (после перенесения заболевания) и *активно приобретенный искусственным путем иммунитет* (после прививок). При обоих видах активного иммунитета в организме в **крови** образуется **антитела** после введения вакцины или перенесения заболевания. При пассивно приобретенном иммунитете готовые антитела содержатся в *сыворотках крови*, вводимых в организм.

2. Роль Т- и В-лимфоцитов в осуществлении иммунитета

В развитии защитных реакций организма основную роль играют **лимфоциты**. Лимфоциты образуются из стволовых клеток костного мозга. Выходя из костного мозга, одна часть стволовых клеток с кровью поступает в вилочковую железу или *тимус*, где они размножаются и превращаются в тимусзависимые лимфоциты, или *Т-лимфоциты*. Другая часть стволовых клеток не проходит через вилочковую железу, а превращается в лимфоциты в других органах. У птиц таким органом является фабрициева сумка (*Bursa*), поэтому этот вид лимфоцитов получил название *В-лимфоциты*. У млекопитающих и человека В-лимфоциты созревают в лимфатических узлах. В-лимфоциты живут несколько дней, а затем начинают размножаться, производя идентичные дочерние клетки.

Т-лимфоциты обеспечивают клеточный иммунитет. Различные разновидности Т-лимфоцитов выполняют разные функции. Так, *Т-лимфоциты-киллеры* (клетки-убийцы) соединяются с чужеродными клетками и убивают их. В мембрану киллеров встроены рецепторные белки, которые представляют собой антитела, возможно, фиксированные иммуноглобулины. Именно эти рецепторы осуществляют контакт лимфоцитов с чужеродными антигенами и их обезвреживание. Этот процесс требует участия так называемых *Т-хелперов* (лимфоцитов-помощников). Т-хелперы помогают также В-лимфоцитам синтезировать антитела. Третья группа Т-лимфоцитов – это так называемые *Т-клетки иммунной памяти*. Эти клетки, живущие более



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 245 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

10 лет, циркулируют в крови и после первого контакта с антигеном «запоминают» его на долгие годы. При повторном контакте с этим же антигеном клетки иммунной памяти его «узнают» и обеспечивают быструю его нейтрализацию. Четвертая разновидность Т-лимфоцитов – *Т-супрессоры* способны подавлять выработку антител В-лимфоцитами и активность других Т-лимфоцитов.

В-лимфоциты обеспечивают гуморальный иммунитет. При попадании в организм антигена В-лимфоциты превращаются сначала в *плазмобласты*, которые в результате ряда последовательных делений образуют *плазматические клетки* и *В-клетки иммунной памяти*. Цитоплазма плазматических клеток богата рибосомами, на которых активно синтезируются **антитела**, или *иммуноглобулины*. В выработке антител участвуют Т-хелперы, однако, точный механизм их участия пока не известен. Плазматические клетки строго специфичны по отношению к определенным антигенам – каждая клетка синтезирует только один тип антител.

Антитела, или иммуноглобулины, относятся к сложным белкам – гликопротеидам. Они специфически связываются с чужеродными веществами – антигенами. По строению молекулы иммуноглобулины бывают мономерные и полимерные. Каждая молекула имеет в своих цепях постоянные (COOH-концевые) и переменные (меняющиеся) (NH₂-концевые) части. Переменные части образуют активный центр (полость особой конфигурации, по размерам и структуре соответствующую антигену), который определяет способность антитела специфически связываться с антигеном. В результате этого связывания образуется прочный комплекс антиген – антитело.

У человека различают 5 типов иммуноглобулинов: IgG – основные действующие молекулы иммунитета, проходящие через плаценту; IgM – молекулы раннего противомикробного ответа, рецепторы В-лимфоцитов; IgA – молекулы, обуславливающие местный иммунитет на слизистых оболочках и в секретах слюнных, слезных и молочных желез; IgD – рецепторы В-лимфоцитов; IgE – реактины, эффекторы аллергии и противопаразитарного иммунитета.

Появившаяся во второй половине XX века болезнь СПИД (синдром приобретен-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 246 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ного иммунодефицита) вызывается ретровирусом ВИЧ, который избирательно поражает в организме Т-лимфоциты-хелперы, в результате чего специфические механизмы иммунной системы перестают действовать. Больной становится практически беззащитным перед любой самой безобидной инфекцией. Кроме Т-хелперов, ВИЧ поражает, хотя и гораздо реже, моноциты, микрофаги и клетки ЦНС, имеющие на своей поверхности рецептор T_4 , через который вирус проникает в клетку.

Иммунитет также подавляется под действием ионизирующего облучения.

3. Группы крови. Резус-фактор

Группы крови. Типичной реакцией типа антиген – антитело является *агглютинация эритроцитов*, которая происходит, если переливание донорской крови провести без учета ее группы. Агглютинация – это склеивание эритроцитов в комочки и их последующий гемолиз, что может привести к смерти человека, которому перелили несовместимую кровь.

Открытие групп крови было сделано в начале XX века австрийским ученым К. Ландштейнером с сотрудниками. В настоящее время известно, что в мембрану эритроцитов встроен целый ряд специфических полисахаридно-аминокислотных комплексов, обладающих антигенными свойствами. Эти комплексы называли *агглютиногенами*. С агглютиногенами реагируют специфические антитела, находящиеся в плазме крови и являющиеся г-глобулинами. Эти антитела называли *агглютинидами*.

В крови каждого человека содержится индивидуальный набор агглютиногенов и агглютининов, которых в настоящее время известно несколько сотен. Однако антигенные свойства у большинства обнаруженных агглютиногенов выражены слабо и при переливании крови ими можно пренебречь.

Определяющее значение при переливании имеют 4 группы крови, описанные еще К. Ландштейнером и его коллегами. Эти группы отличаются комбинацией двух агглютиногенов (А, В) и двух агглютининов (α , β). Агглютиноген А склеивается аг-



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 247 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

глютенином α , В – β . Естественно в крови одного человека не могут одновременно находиться А и α , В и β . Четыре комбинации агглютиногенов и агглютининов получили название *системы АВ0* и обуславливают наличие у человека четырех групп крови. Их обозначают: I (0) – не содержит агглютиногенов, но имеет агглютинины α , β ; II (А) – содержит А, β ; III (В) – содержит В, α ; IV (АВ) – имеет в мембране эритроцитов агглютиногены А, В, но в плазме крови нет агглютининов.

При переливаниях крови необходимо учитывать агглютиногены донора, т. е. человека, дающего кровь, и агглютинины реципиента, т. е. человека, принимающего кровь. Это обусловлено тем, что за один раз переливается небольшой объем **плазмы крови** донора, которая разбавляется большим количеством плазмы реципиента, и агглютинины крови донора быстро осаждаются и разрушаются антителами реципиента. В прошлом люди с I-й группой крови считались универсальными донорами и кровь их переливали лицам с любой другой группой. В настоящее время подобных гемотрансфузий стараются избегать. Причина в том, что хотя в эритроцитах I группы отсутствуют агглютиногены А, В, но зато в плазме есть агглютинины α , β . Поэтому плазму крови I-й группы можно вводить людям с другими группами лишь в ограниченном объеме, особенно к IV-й группе. При переливании больших объемов крови I группы к другим группам агглютинины донора уже не разводятся плазмой реципиента и наступает агглютинация.

В среднем на земном шаре насчитывается людей с I группой крови 40 %, со II – 39 %, с III – 15 %, с IV – 6 %. В отдельных регионах это соотношение выглядит по-другому, например, в Центральной Азии III группу крови имеют более 20 % населения, у 90 % индейцев Северной Америки – I группа крови. Примерно 40 % населения центральной Европы имеет I группу, более 40 % – II группу, 10 % или более – III, около 6 % – IV группу. Группы крови передаются по наследству.

Зависимости между группой крови и умственными и физическими способностями не выявлено. Однако подверженность к заболеванию некоторыми болезнями коррелирует с группами крови. Так, люди с I группой крови особенно беззащитны перед



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 248 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

чумой. Люди со II группой крови более подвержены гриппу, оспе, но обладают выраженной сопротивляемостью к брюшному тифу.

Кроме антигенов системы АВ0 в различных участках мембраны эритроцитов человека имеются антигены С, D, Е. Наиболее сильный из них антиген D был впервые обнаружен К. Ландштейнером и А. Винером в крови обезьяны макака-резус, и получил название *резус-фактор* (Rh). Кровь, эритроциты которой содержат резус-фактор, называли *резус-положительной* (Rh⁺). Если же резус-фактора в эритроцитах нет, то такую кровь называют *резус-отрицательной* (Rh⁻).

Особенностью резус-фактора как антигена является то, что у человека нет к нему врожденных антител. **Антитела** на резус-фактор появляются только после *сенсibilизации*, т. е. первого контакта Rh⁻ крови с Rh⁺. Следовательно, при первом переливании резус-положительной крови к резус-отрицательной или при первой резус-конфликтной беременности гемолиза эритроцитов и других серьезных осложнений не возникает. Однако при этом в организме формируется программа синтеза антител (антирезус-агглютининов) благодаря размножению разновидности Т-лимфоцитов – Т-клеток иммунной памяти. Возникает сенсibilизация, которая остается на всю жизнь.

Резус-конфликтная беременность возникает в том случае, если мать имеет резус-отрицательную кровь, а плод – резус-положительную кровь, унаследовав ее от отца с резус-положительной кровью. При первой резус-конфликтной беременности, особенно в ее последней стадии, из крови Rh⁺-плода в кровь Rh⁻-матери могут проникать небольшие количества **эритроцитов**. Это приводит к выработке у матери антирезус-агглютининов. Поскольку концентрация этих антител в крови матери возрастает медленно в течение нескольких месяцев, то при первой беременности серьезных осложнений не возникает, но происходит сенсibilизация.

При повторной резус-конфликтной беременности наблюдается быстрый синтез антирезус-агглютининов уже при первом переходе через плаценту в материнский кровоток эритроцитов плода, несущих резус-фактор. Эти антитела проникают через плаценту и разрушают эритроциты плода, что нередко вызывает его гибель.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 249 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Образование антител в организме Rh⁻-матери можно ограничить или полностью подавить путем так называемой анти-D-профилактики, вводя после первой резус-конфликтной беременности специальный анти-D-глобулин, который разрушает проникшие в кровь матери Rh⁺-эритроциты плода.

Среди европеоидов 85 % имеют резус-положительную кровь, а 15 % – резус-отрицательную. Среди монголоидов 99 % имеют резус-положительную кровь. Резус-фактор не изменяется в течение жизни и передается по наследству как доминантный признак.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называют **иммунитетом**? Кто разработал клеточную и гуморальную теории иммунитета?
2. Охарактеризуйте неспецифические и специфические механизмы иммунитета.
3. Какие существуют виды иммунитета?
4. Какую роль играют Т-лимфоциты в осуществлении иммунитета?
5. Как участвуют В-**лимфоциты** в осуществлении иммунных реакций?
6. Что такое агглютиногены и агглютинины?
7. Как учитываются **группы крови** и **резус-фактор** при переливании крови?
8. Когда возникает резус-конфликтная беременность?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 250 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 12. Значение кровообращения и функции сердца

План лекции

1. Функциональная организация сердечно-сосудистой системы.
2. Физиологические свойства сердца. Цикл сердечных сокращений.
3. Показатели работы сердца в покое и при мышечной нагрузке.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 16, 17, 21–23].

1. Функциональная организация сердечно-сосудистой системы

Кровь может выполнять все свои функции, только находясь в состоянии непрерывного движения. Движение крови в организме обеспечивает кровеносная система. У человека система кровообращения замкнутая и представлена четырехкамерным сердцем, исполняющим роль насоса, и двумя кругами кровообращения (рис. 51). Впервые замкнутая система кровообращения у животных была открыта английским врачом и физиологом У. Гарвеем в 1628 году.

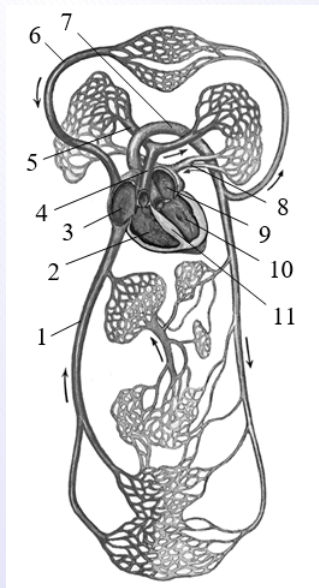


Рисунок 51 – Система кровообращения: 1 – нижняя полая вена; 2 – правый желудочек; 3 – правое предсердие; 4 – легочный ствол; 5 – легочная артерия; 6 – верхняя полая вена; 7 – аорта; 8 – легочные вены; 9 – левое предсердие; 10 – левый желудочек; 11 – межжелудочковая перегородка



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 251 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Сердце имеет конусовидную форму, расположено в грудной полости, позади грудины, причем в левой половине грудной полости находятся $2/3$, а в ее правой половине лежит $1/3$ часть сердца. От верхней расширенной части сердца отходят сосуды и его называют основанием, а нижнюю суженную часть – верхушкой. Сердце является полым мышечным органом, разделенным сплошной продольной перегородкой на правую и левую половину. В верхней части правой половины расположено правое предсердие, в нижней части – правый желудочек. В левой половине расположены, соответственно, левое предсердие и левый желудочек.

Стенки сердца состоят из трех слоев. Выстилает изнутри полости сердца внутренний эндотелиальный слой – *эндокард* и его выпястости образуют клапаны сердца. Средний слой – *миокард* образован поперечнополосатой сердечной мышечной тканью. Миокард предсердий и желудочков разобщен, что позволяет им сокращаться независимо друг от друга. Миокард левого желудочка значительно толще, чем в правом желудочке и предсердиях, что обусловлено большой выполняемой работой по накачиванию крови в большой круг кровообращения. Наружный слой – *эпикард* состоит из соединительнотканной пластинки, покрытой мезотелием. Эпикард на крупных сосудах вблизи сердца переходит в околосердечную сумку – *перикард*. Между эпикардом и перикардом имеется щелевидная полость, в которой находится серозная жидкость, уменьшающая трение при сердечных сокращениях.

Каждое предсердие сообщается с соответствующим желудочком предсердно-желудочковым отверстием. Предсердно-желудочковые отверстия закрываются створчатыми клапанами. Отверстие между правым предсердием и правым желудочком закрывается *трехстворчатым клапаном*, а между левым предсердием и левым желудочком – *двустворчатым (митральным) клапаном*. Со стороны желудочков к створчатым клапанам прикрепляются сухожильные нити сосочковых мышц, которые позволяют клапанам открываться только в сторону желудочков и не дают им выворачиваться в обратную сторону, т. е. в сторону предсердий.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 252 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

В легочном стволе и аорте на выходе из желудочков сердца также имеются клапаны в виде трех карманов, открывающиеся при выбросе крови из желудочков в эти сосуды. Они имеют форму полумесяца и названы *полулунными*. При уменьшении давления в желудочках сердца и попытке движения крови из аорты и легочного ствола в желудочки полулунные клапаны заполняются кровью, края их смыкаются, перекрывают просветы этих сосудов и препятствуют обратному току крови в желудочки сердца. Таким образом, клапанный аппарат обеспечивает правильные пути кровотока в сердце (рис. 52).

Малый, или легочный, круг кровообращения начинается выходящим из правого желудочка легочным стволом, разветвляющимся на две легочные артерии, по которым венозная **кровь** поступает в легкие. В капиллярах альвеол легких происходит газообмен, кровь становится артериальной и по четырем легочным венам (по две от каждого легкого) направляется в левое предсердие, где заканчивается малый круг кровообращения.

Из левого желудочка выходит аорта, несущая артериальную кровь в сосуды большого, или туловищного, круга кровообращения. В **капиллярах** большого круга происходит газообмен, кровь отдает питательные вещества, кислород и становится венозной. Затем она собирается в венулы, потом во все более крупные вены и по двум самым крупным верхней и нижней полым венам впадает в правое предсердие, где заканчивается большой круг кровообращения.

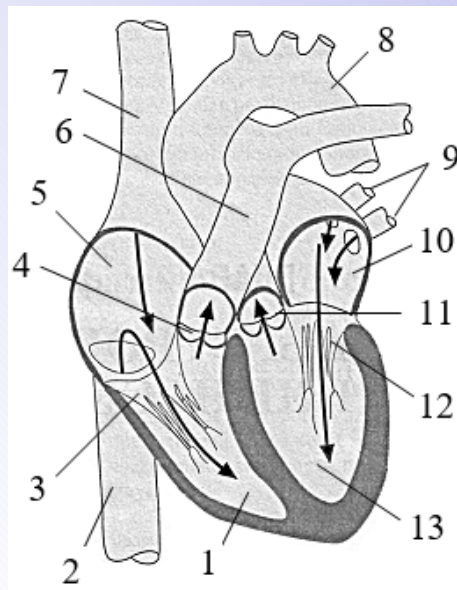


Рисунок 52 – Пути кровотока в сердце: 1 – правый желудочек; 2 – нижняя и верхняя (7) полая вены; 3 – трехстворчатый и двустворчатый (12) клапаны; 4, 11 – полулунные клапаны; 5 – правое и левое (10) предсердия; 6 – легочный ствол; 8 – аорта; 9 – легочные вены; 13 – левый желудочек



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 253 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

2. Физиологические свойства сердца. Цикл сердечных сокращений

Физиологические свойства сердца. Для сердечной мышцы характерны те же свойства, что и для скелетной мышцы, т. е. возбудимость, проводимость и сократимость. Но, кроме них, она обладает свойством, которого нет у скелетных мышц – *автоматией* сокращений.

Возбудимость сердечной мышцы меньше, чем скелетной. Она имеет более высокий порог раздражения, медленнее отвечает на раздражение и обладает более длительным периодом невозбудимости, или рефрактерности, чем скелетная мышца. Продолжительность потенциала действия мышечных клеток миокарда (кардиомиоцитов) желудочков почти соответствует длительности их сокращения и составляет 300–400 мс, что гораздо больше, чем волокон скелетной мышцы (10 мс). **Потенциал действия** кардиомиоцитов предсердия продолжается 100 мс, что по длительности соответствует систоле предсердий.

Сердце способно возбуждаться под действием электрических, механических, химических, температурных и других раздражителей. Это находит практическое применение в медицине (электронные стимуляторы, прямой и непрямой массаж сердца, различные лекарства).

Если нанести электрическое раздражение на сердце в период систолы желудочков, то независимо от силы раздражения сердце на него не ответит. Это *абсолютный рефрактерный период*, который длится столько же времени, сколько продолжается систола (**рис. 53**). С началом расслабления желудочков возбудимость сердца начинает восстанавливаться и наступает период *относительной рефрактерности*. Нанесение в этот период сильного раздражения может вызвать внеочередное сокращение – *экстрасистолу*.

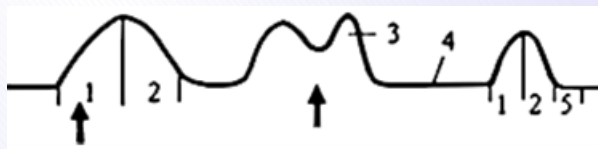


Рисунок 53 – Схема изменений возбудимости сердца: 1 – абсолютный рефрактерный период; 2 – период относительной рефрактерности; 3 – экстрасистола; 4 – компенсаторная пауза; 5 – период экзальтации



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 254 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 255 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

После экстрасистолы диастола сердца длится больше времени, чем обычно. Это *компенсаторная пауза*. После периода относительной рефрактерности наступает очень кратковременный период *повышенной возбудимости*, или *экзальтации*, во время которого сердечная мышца может ответить возбуждением и сокращением и на подпороговое раздражение. После этого восстанавливается первоначальный уровень возбудимости сердечной мышцы.

Возникнув в синусно-предсердном узле, возбуждение со скоростью 0,9–1,0 м/с распространяется по миокарду предсердий и достигает предсердно-желудочкового узла. В нем происходит задержка проведения возбуждения, что обусловлено морфологическими и функциональными особенностями этого узла. Через предсердно-желудочковый узел возбуждение проводится со скоростью $\approx 0,05$ м/с. Дальше скорость проведения возбуждения увеличивается: в пучке Гиса – до 1,5 м/с, а в волокнах Пуркинье – до 3–5 м/с. По мышечным волокнам миокарда желудочков возбуждение проводится со скоростью 0,9 м/с. Такая последовательность проведения возбуждения по проводящей системе сердца, т. е. от синусно-предсердного узла к волокнам Пуркинье, а также задержка проведения возбуждения в предсердно-желудочковом узле обеспечивают определенную последовательность в работе сердца – сначала возбуждаются и сокращаются предсердия, а затем желудочки.

В отличие от скелетной мышцы сердечная мышца не отвечает увеличением ответного сокращения на увеличение силы раздражения (рис. 54). На подпороговые раздражения сердце не отвечает сокращением. Но как только сила раздражения достигает порогового уровня, возникает максимальное сокращение миокарда.

Эта особенность сокращения сердечной мышцы получила название правила «*все или ничего*». Однако, правило «все или ничего» не абсолютно, т. к. величина макси-

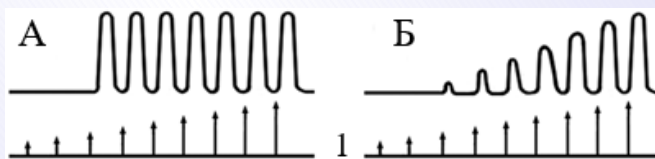


Рисунок 54 – Особенности сокращения сердечной (А) и скелетной (Б) мышцы: 1 – отметка раздражений с возрастающей силой

мального сокращения сердца может быть различной и зависит от функционального состояния миокарда.

Величина сокращения сердечной мышцы зависит от первоначальной длины ее волокон, т. е. чем сильнее сердце было растянуто кровью во время диастолы, тем сильнее оно сократится во время систолы. Эта зависимость была обнаружена Е. Старлингом и получила название «*закон сердца*». Это свойство сердечной мышцы имеет большое значение при переходе организма от состояния покоя к мышечной деятельности, что вызывает выход **крови** из депо и увеличение притока венозной крови к сердцу.

Способность сердца к ритмическому сокращению без нанесения внешних раздражений называется *автоматией*. Она обеспечивается импульсами, возникающими в самом сердце. Благодаря автоматии, извлеченное из тела сердце при создании необходимых условий может сокращаться в течение нескольких часов и даже суток. В основе автоматии лежит способность атипических мышечных клеток, расположенных в проводящей системе сердца, к самопроизвольной деполяризации и генерации импульсов.

Наибольшей способностью к автоматии обладает синоатриальный узел, который называют *водителем ритма*, или *пейсмекером сердца, 1-го порядка*. Он задает ритм возбуждений и сокращений сердца. Атриовентрикулярный узел является водителем ритма сердца 2-го порядка. Его способность к автоматии почти в 2 раза меньше, чем у синусно-предсердного узла. Автоматия волокон пучка Гиса еще меньше и ниже всего она у волокон Пуркинье. Таким образом, в проводящей системе сердца существует градиент автоматии, т. е. уменьшение ее по мере удаления от синоатриального узла к верхушке сердца.

Цикл сердечных сокращений. При частоте сокращений сердца 75 ударов в минуту полный цикл сердечной деятельности длится 0,8 с. Цикл сердечных сокращений (**рис. 55**) складывается из трех основных фаз: 1-я фаза – систола предсердий (длится 0,1 с), 2-я фаза – систола желудочков (0,33 с), 3-я фаза – общая



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 256 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

пауза, или общая диастола (0,4 с). Таким образом, диастола предсердий длится 0,7 с, а диастола желудочков – 0,5 с, т. е. отделы сердца у человека в состоянии покоя больше отдыхают, чем работают. При учащении сердцебиений, например при мышечной работе, укорочение сердечного цикла происходит за счет общей паузы, т. е. сокращения отдыха.



Рисунок 55 – Фазы сердечного цикла: I – предсердия, II – желудочки; темным цветом показана систола, светлым – диастола; а – асинхронное сокращение; б – изометрическое сокращение; в – фаза изгнания крови

Для каждой фазы сердечного цикла характерны изменение давления в полостях сердца, направление движения крови в сердце, движение стенок предсердий и желудочков, определенное положение створчатых и полулунных клапанов. Во время *общей паузы* в сердечном цикле предсердия и желудочки расслаблены, створчатые клапаны открыты, а полулунные закрыты (рис. 56).

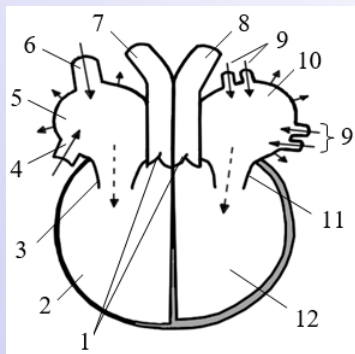


Рисунок 56 – Общая пауза (схема): 1 – полулунные клапаны; 2 – правый и левый (12) желудочки; 3 – трехстворчатый и двухстворчатый (11) клапаны; 4 – нижняя и верхняя (6) полые вены; 5 – правое и левое (10) предсердия; 7 – легочный ствол; 8 – аорта; 9 – легочные вены. Стрелками показано движение крови и стенок сердца



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 257 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Кровь поступает из вен в предсердия и протекает в желудочки. Сердце постепенно заполняется кровью и к концу общей паузы в состоянии покоя желудочки заполнены на 90 %. Стенки сердца растягиваются заполняемой кровью. Давление в предсердиях и желудочках равно 0. Давление крови в артериальной системе выше и поэтому полулунные клапаны закрыты.

Началом каждого сердечного цикла считается *систола предсердий* (рис. 57). Она начинается с сокращения мышечных волокон, окружающих устья полых и лёгочных вен. Устья пережимаются, и поэтому кровь не может вернуться из предсердий в вены.

Стенки предсердий сокращаются, объем их уменьшается и кровь выталкивается через раскрытые створчатые клапаны в желудочки. Желудочки наполняются и стенки их растягиваются кровью. Давление крови в желудочках в эту фазу меньше, чем в артериальном русле и поэтому полулунные клапаны закрыты.

По окончании систолы предсердий начинается *систола желудочков*. Она состоит из периода напряжения, состоящего из стадии асинхронного сокращения и изометрического сокращения желудочков, и периода изгнания крови, подразделяющегося на стадию быстрого изгнания крови и стадию медленного изгнания крови.

В стадию *асинхронного сокращения* (продолжительность 0,05 с) возбуждение по проводящей системе сердца уже поступило к желудочкам. Однако некоторые мышечные волокна миокарда уже успели возбудиться и сокращаются, а другие еще не возбудились и расслаблены. Поэтому направленного движения стенки желудочков нет и давление в них не увеличивается.

В связи с этим створчатые клапаны остаются открытыми, а полулунные – закрытыми. В самом конце этой стадии начинается диастола предсердий.

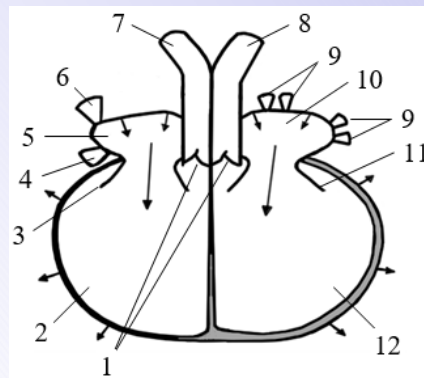


Рисунок 57 – Систола предсердий (схема). Обозначения те же, что и на рис. 56



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 258 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

В стадию *изометрического сокращения* (0,03 с) все волокна миокарда желудочков уже возбудились и сокращаются. Стенки желудочков давят на кровь, которая в самом начале стадии устремляется к предсердиям и захлопывает створчатые клапаны. Поскольку кровь, как и любая жидкость, практически не сжимаема, то уменьшения объема желудочков не происходит (изометрическое сокращение мышечных волокон миокарда желудочков).

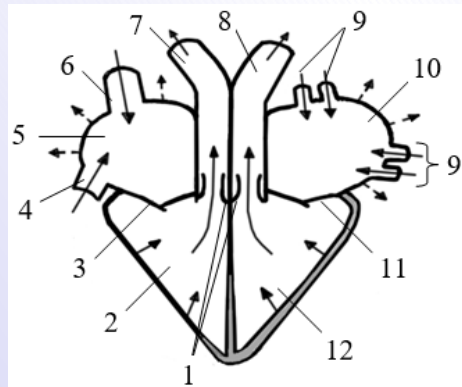


Рисунок 58 – Систола желудочков (схема). Обозначения те же, что и на **рис. 56**

с большой скоростью – стадия быстрого изгнания крови. По мере уменьшения объема крови в желудочках давление в них уменьшается, и скорость выброса крови падает. Наступает стадия медленного изгнания крови.

Как только давление в желудочках станет меньше, чем в артериальном русле, последние порции выброшенной крови, стремясь вернуться из аорты и легочного ствола обратно в желудочки, затекают в карманы полулунных клапанов и захлопывают их.

С этого момента начинается диастола желудочков. Желудочки расслабляются, давление в них становится меньше, чем в предсердиях, и створчатые клапаны открываются. Начинается общая пауза в цикле сердечных сокращений.

Давление крови в желудочках в эту стадию постоянно растет, но оно все еще меньше, чем в аорте и легочном стволе, и поэтому полулунные клапаны закрыты. В эту стадию разворачивается диастола предсердий и они начинают заполняться **кровью**.

Как только давление крови в полости желудочков становится выше, чем в артериальном русле, происходит раскрытие полулунных клапанов, желудочки сокращаются, объем их уменьшается и кровь выбрасывается в аорту и легочный ствол. Наступает *период изгнания крови* (**рис. 58**), который продолжается 0,25 с.

Вначале кровь поступает в артериальное русло



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 259 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3. Показатели работы сердца в покое и при мышечной нагрузке

Выбрасывая кровь в аорту и легочные артерии, сердце выполняет определенную работу. Левый желудочек выполняет работу в 5 раз большую (≈ 10 кгм/мин), чем правый (≈ 2 кгм/мин), т. к. накачивает кровь в большой круг кровообращения. При каждой **систоле** левый и правый желудочки выбрасывают одинаковое количество крови. Работа, производимая сердцем, увеличивается при возрастании объема и вязкости циркулирующей крови, при уменьшении диаметра и эластичности кровеносных сосудов.

Количество крови, выбрасываемое каждым желудочком сердца в кровеносные сосуды за 1 минуту, называется *минутным объемом крови* (МОК), или *минутным объемом сердца*. МОК является чрезвычайно важным показателем насосной функции сердца, который постоянно регулируется таким образом, чтобы сердечно-сосудистая система могла удовлетворить потребности организма в транспорте веществ **кровью** в конкретный момент времени.

Минутный объем крови зависит от частоты сердечных сокращений и объема крови, выбрасываемого из каждого желудочка сердца при каждом сокращении. В состоянии покоя у взрослых людей МОК составляет в среднем 4–6 л, при легкой работе нарастает до 10–15 л, а у тренированных спортсменов при очень напряженной мышечной деятельности может достигать 35–40 л. При легкой работе МОК повышается за счет учащения сердцебиений и увеличения объема крови, выбрасываемого в каждую систолу. При дальнейшем увеличении мощности нагрузки нарастание МОК обеспечивается главным образом за счет учащения сердечного ритма.

Количество крови, выбрасываемое левым желудочком сердца за одну систолу, называется *систолическим*, или *ударным объемом*. Левый желудочек выбрасывает такое же количество крови в аорту, как и правый желудочек в легочный ствол, так как большой и малый круги кровообращения взаимосвязаны. В состоянии покоя у взрослых здоровых людей систолический объем крови в среднем равняется 60–80 мл, а при мышечной работе возрастает и у тренированных спортсменов может достигать



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 260 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

до 100–150 мл и более. Систолический объем крови можно рассчитать путем деления МОК на число сердечных сокращений в 1 минуту.

В покое в кровеносные сосуды при систоле желудочков выбрасывается только около половины находящейся в них крови. Около 50 % крови остается в желудочках, что получило название конечносистолического объема. При увеличении силы сокращений сердце выбрасывает еще часть конечносистолического объема, которая называется *резервным объемом сердца*. Он равен примерно 30–40 мл. Благодаря наличию резервного объема сердце может увеличить количество выбрасываемой крови (**систолический объем**) уже при первых сокращениях после начала работы.

Однако даже при самых мощных сокращениях сердца, конечносистолический объем не может уменьшиться до нуля. Часть крови (примерно 30–40 мл), остающаяся в желудочках после их максимальной систолы, называется *остаточным объемом*, или *остаточной емкостью желудочков*.

В состоянии покоя не вся кровь, поступившая в желудочки сердца во время их диастолы, выбрасывается в сосуды во время систолы. Примерно половина объема крови остается в желудочках. Часть его выбрасывается при усилении сердечных сокращений и называется *резервным объемом*. Однако даже после максимального сокращения желудочка в нем остается часть крови, называемая *остаточным объемом*. Резервный и остаточный объемы равны примерно по 30–40 мл.

О функциональном состоянии сердца можно судить по ряду внешних проявлений, которые регистрируют с поверхности тела. Одной из наиболее информативной является методика регистрации биотоков сердца, что называется *электрокардиографией* (рис. 59), а сама записанная кривая – электрокардиограммой (ЭКГ).

При возбуждении предсердий и желудочков возникают биопотенциалы, которые распространяются по всему телу и могут быть зарегистрированы с помощью электродов, присоединенных к разным участкам тела. Электроды размещают на конечностях (стандартные отведения: 1-е – правая и левая рука, 2-е – правая рука и левая нога, 3-е – левая рука и левая нога), а также (16 грудных отведений) на грудной



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 261 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

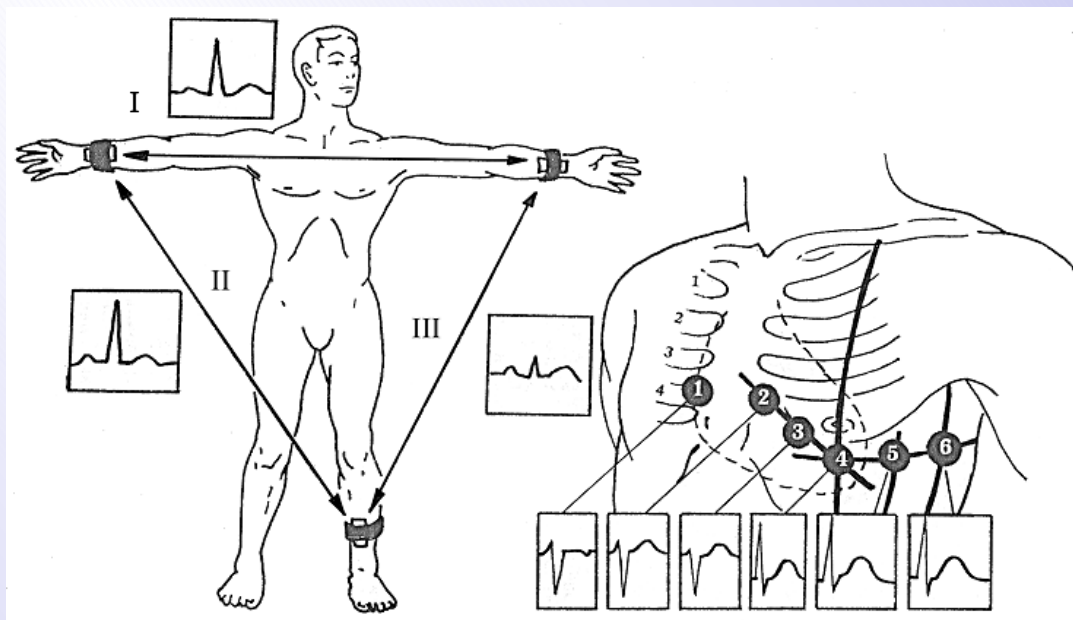


Рисунок 59 – Схема наложения электродов при записи электрокардиограммы в стандартных и грудных отведениях и ЭКГ, полученные при этих отведениях

клетке в области сердца (рис. 59).

ЭКГ состоит из зубцов и интервалов между ними и имеет в 1-м и 2-м отведениях следующий вид (рис. 60).

При анализе ЭКГ определяют амплитуду (вольтаж), форму, направление и длительность положительных и отрицательных колебаний (зубцов) в милливольтках и длительность интервалов между ними в долях секунды.

Зубец Р обусловлен процессом возбуждения в предсердиях и по времени совпадает с сокращением предсердий. Он является результатом алгебраического суммиро-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 262 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

вания положительно направленного потенциала правого предсердия и отрицательно направленного потенциала левого предсердия. Вследствие разного направления биопотенциалов зубец Р имеет небольшую величину и иногда может быть направлен вниз.

Интервал Р–Q соответствует времени, в течение которого возбуждение распространяется от предсердий до желудочков.

Комплекс зубцов QRS обусловлен возбуждением желудочков. Зубец Q отражает начало деполяризации желудочков, отрицательный, направлен вниз. Зубец R является главным зубцом деполяризации желудочков, по времени совпадает с их систолой, положительный, направлен вверх. Зубец S отражает окончание деполяризации обоих желудочков, отрицательный, направлен вниз. Зубцы Q и S непостоянны и записываются только у 3 % людей.

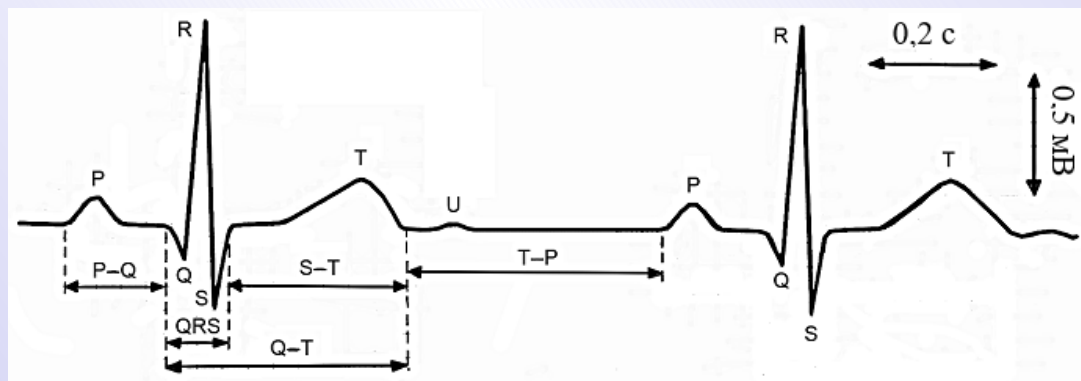


Рисунок 60 – Схема нормальной ЭКГ человека во втором отведении

Зубец Т обусловлен восстановительными процессами в миокарде после его возбуждения, т. е. реполяризацией мембраны клеток миокарда. В стандартных отведениях зубец положительный и направлен вверх, в некоторых грудных отведениях – отрицательный и направлен вниз.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 263 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Зубец U в норме – это небольшая закругленная волна (меньше или равна 0,1 мВ), которая следует за зубцом Т и имеет ту же направленность. Его происхождение не получило до сих пор удовлетворительного объяснения. Очень часто зубец U вообще не регистрируется на ЭКГ.

По показателям ЭКГ можно судить об автоматии, проводимости и возбудимости сердечной мышцы, о частоте сердечных сокращений, о заболеваниях сердца. Многие нарушения процессов возбуждения миокарда могут быть определены при оценке даже одного отведения электрокардиограммы.

Чем быстрее проводится возбуждение по сердцу, тем короче интервалы между зубцами ЭКГ. Чем выше возбудимость сердца, тем больше амплитуда (вольтаж) зубцов. При ритмичных сокращениях сердца расстояния между одинаковыми зубцами ЭКГ постоянны. В первую очередь об этом судят по величине интервалов R–R.

При *аритмии* сердечных сокращений величина интервалов R–R значительно отличается. Но даже у здоровых людей наблюдается едва заметная дыхательная аритмия, которая проявляется в том, что в конце выдоха ЧСС немного уменьшается. Это обусловлено тем, что при выдохе рефлекторно возбуждаются центры блуждающих нервов, и импульсы, поступающие по ним к **сердцу**, урежают ЧСС, что можно заметить в конце выдоха по интервалу R–R.

ЧСС у взрослых здоровых людей в покое – 60–70 ударов в минуту, у новорожденных – 120–140 уд/мин. ЧСС менее 60 уд/мин называется *брадикардией* (у лыжников, стайеров может быть 35–40 уд/мин.), выше 90 уд/мин называется *тахикардией*. При физической работе ЧСС возрастает до 200–220 уд/мин.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие клапаны имеются в **сердце** и их роль в кровотоке?
2. Какое строение имеет стенка сердца?
3. Как изменяется давление в полостях сердца и направление движения крови в



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 264 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

сердце в различные фазы сердечного цикла?

4. Охарактеризуйте возбудимость и сократимость сердечной мышцы.
5. Что такое автоматия сердца и чем она обусловлена?
6. Что такое систолический и **минутный объемы сердца** и как они изменяются при мышечной работе?
7. Что такое резервный и остаточный объемы сердца?
8. Каким процессам в сердце соответствуют зубцы **электрокардиограммы** и интервалы между зубцами?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 265 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 13. Гемодинамика. Регуляция кровообращения

План лекции

1. Факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам. Кровяное давление.
2. Движение крови по сосудам.
3. Регуляция сердечно-сосудистой системы.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 16, 17, 21–23].

1. Факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам. Кровяное давление

Морфофункциональные свойства кровеносных сосудов. Круги кровообращения у человека и позвоночных животных состоят из трех типов сосудов: артерий, капилляров и вен. Стенка артерии состоит из трех слоев: наружного – соединительнотканного, среднего – гладкомышечного и внутреннего – эндотелиального (рис. 61). В эндотелиальном слое имеются тонкие эластические и коллагеновые волокна. Средний гладкомышечный слой достаточно толстый. Под ним у большинства артерий расположена внутренняя эластическая мембрана, а над ним – наружная эластическая мембрана, образованная толстыми переплетающимися эластическими волокнами. Благодаря этому артерия не спадается даже при отсутствии в ней крови и может растягиваться кровью и сужаться при уменьшении в ней количества крови, т. е. обладает тонусом. Самым крупным сосудом артериального типа является аорта, самым мелким – артериола, которая разветвляется на капилляры.

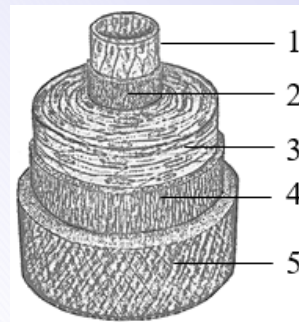


Рисунок 61 – Стенка артерии: 1 – эндотелий; 2 – внутренняя эластическая и наружная эластическая (4) мембраны; 3 – гладкомышечный слой; 5 – соединительнотканый слой



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 266 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Стенка капилляра состоит из одного слоя уплощенных эндотелиальных клеток – эндотелиоцитов, между которыми имеются поры. Через поры происходит обмен веществ между кровью и окружающими клетками тканей. У начала капилляров находятся гладкомышечные прекапиллярные сфинктеры, регулирующие кровоток. Капилляры могут незначительно сокращаться благодаря наличию в их стенках перicytов (клеток Руже).

Стенка вены также состоит из трех слоев. Различают вены безмышечного и мышечного типов. У безмышечных вен нет мышечных волокон. Такие вены плотно сращены со стенками органов (костей, мозговых оболочек, селезенки, плаценты, сетчатки глаза) и поэтому не спадаются. Вены являются емкостными сосудами, вмещающими 70–80 % крови организма.

У вен мышечного типа гладкомышечный слой тонкий и не содержит эластических волокон. Вследствие этого при многолетнем растяжении вен большим объемом крови они растягиваются и не могут вернуться к первоначальному диаметру (к старости, при заболевании варикозное растяжение вен). Кроме того, при отсутствии в вене крови она не может удерживать свой просвет и спадается.

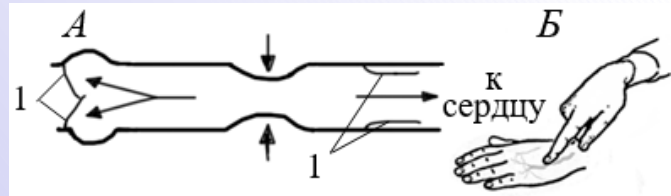


Рисунок 62 – Карманообразные клапаны: А – схема действия карманообразных клапанов; Б – обнаружение клапанов на латеральной подкожной вене руки; 1 – карманообразные клапаны. Стрелками показано давление сокращающихся мышц на вену и вызванное этим движение крови в вене

при попытке движения крови по вене от сердца карманы клапанов заполняются кровью, перекрывают просвет вены и препятствуют обратному току крови. Это явление

На внутренней поверхности стенок вен, исключая верхнюю и нижнюю полые вены, вены сердца, легких, головного мозга и некоторых других органов, имеются карманообразные клапаны (рис. 62, А). При движении крови к сердцу клапаны прижимаются кровью к стенке и не мешают кровотоку. Мышцы при сокращении сдавливают вены. При



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 267 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

получило название *мышечного насоса*.

Наличие карманообразных клапанов можно пронаблюдать у взрослого человека на тыльной стороне ладони в латеральной подкожной вене руки (рис. 62, Б), в которую сливается часть венозной сети тыла кисти. Если, нажав пальцем второй руки на вену, вести палец по ней в направлении от пальцев к запястью, то **кровь** будет сразу же заполнять вену вслед за движением пальца. Это происходит потому, что кровь течет к сердцу и прижимает к стенке вены карманообразные клапаны. Если же по этой вене вести палец от запястья к пальцам, то, пройдя небольшое расстояние по вене до ближайших карманообразных клапанов, кровь в них затекает, закрывает и останавливается. Ниже клапанов вслед за пальцем вена окажется не заполненной кровью. После поднятия пальца от вены кровь по ней пойдет вверх от пальцев и заполнит спавшийся участок.

Кровяное давление. Кровь движется по кровеносной системе вследствие разности давлений в устье аорты и полых венах. Уменьшение разности давлений и увеличение сопротивления кровотоку замедляют движение крови. Кровяное давление можно измерить, введя полую иглу (трубку) в кровеносный сосуд и соединив ее с манометром (прямой, или кровавый, способ). У человека кровяное давление измеряют косвенным (бескровным) методом электронным тонометром или по методу Н.С. Короткова, прослушивая фонендоскопом сосудистые тоны на сгибе локтя в плечевой артерии после предварительного пережатия ее манжеткой на плече.

Давление крови в артериях во время систолы желудочков выше и оно называется *систолическим*, или *максимальным*. Во время диастолы желудочков кровяное давление в артериях ниже и носит название *диастолического*, или *минимального*. В артериолах, капиллярах и венулах давление крови имеет свою постоянную для каждого сосуда величину и не изменяется при систоле и диастоле желудочков сердца. Давление в артериолах примерно соответствует так называемому *среднему артериальному давлению*. По величине оно ближе к диастолическому давлению, т. к. диастола более продолжительна по времени, чем систола.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 268 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

У взрослых здоровых людей (20–60 лет) по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в состоянии покоя систолическое давление считается *нормотоническим* в границах 100–140 мм рт. ст., выше 140 мм рт. ст. – *гипертензивным* (гипертоническим), ниже 100 мм рт. ст. – *гипотензивным* (гипотоническим). У ребенка в возрасте один месяц максимальное давление составляет 80 мм рт. ст., в возрасте 15–50 лет – 105–125 мм рт. ст.

Диастолическое давление в норме у взрослого человека в плечевой артерии равно 60–80 мм рт. ст. Разница между систолическим и диастолическим давлением называется *пульсовым давлением*. В норме оно равно 35–50 мм рт. ст.

Величина артериального давления зависит: 1) от количества **крови**, выбрасываемой сердцем в артерии; 2) от частоты сердцебиений; 3) от количества циркулирующей крови; 4) от емкости сосудистого русла; 5) от величины просвета (тонуса) сосудов; 6) от вязкости крови.

Систолическое давление в покое выше всего в 16–18 часов и ниже всего от 2 до 4 часов ночи. Кровяное давление увеличивается при мышечной работе, эмоциях и при увеличении обмена веществ.

В сосудах кровеносной системы кровяное давление выше всего в дуге аорты и ниже всего в полых венах. В аорте человека оно равно 120–140 мм рт. ст., в крупных артериях – 110–125 мм рт. ст., в артериолах – 40–60 мм. рт. ст., в капиллярах – 15–30 мм рт. ст., в полых венах – от 5 до –5 мм рт. ст. Давление в верхней и нижней полых венах становится отрицательным во время вдоха, когда давление в грудной полости уменьшается и полость создает присасывающее действие.

Артериальное давление достаточно быстро меняется в детском и подростковом возрасте, поддерживается на стабильном уровне у здорового населения в зрелом возрасте и опять начинает меняться у большинства людей в пожилом и старческом возрасте. У детей с возрастом увеличиваются значения систолического, диастолического и пульсового давления. Их величины, измеренные в плечевой артерии, имеют значительные индивидуальные колебания у детей одного возраста, причем более вы-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 269 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

сокое давление обнаруживается у детей с более высоким ростом и массой. Следует отметить, что цифровые значения артериального давления у детей и подростков, приводимые разными исследователями, несколько различаются, что, по-видимому, обусловлено проведением измерений в неодинаковых регионах, климатических условиях и т. д.

У новорожденных систолическое артериальное давление равно примерно 80 мм рт. ст. у мальчиков и 70 мм рт. ст. у девочек. К концу первого года жизни оно увеличивается до 90 мм рт. ст. К 7 годам кровяное давление возрастает и становится в среднем равным 100/58 мм рт. ст. у мальчиков и 104/61 мм рт. ст. у девочек.

Изучение возрастных изменений артериального давления у детей и подростков показало, что периоды интенсивного его повышения чередуются с периодами незначительных изменений. Первый период наблюдается в 9 лет, когда у девочек систолическое артериальное давление интенсивно нарастает и достигает к 10 годам примерно 120 мм рт. ст. Второй период начинается у девочек в 12–13 лет, у мальчиков – в 13–14 лет и к 15–16 годам систолическое артериальное давление достигает 130–134 мм рт. ст. Такое повышение кровяного давления в период полового созревания получило название *юношеская гипертония*.

После завершения полового созревания кровяное давление слегка снижается и в возрасте 20–40 лет систолическое артериальное давление составляет в среднем 105–125 мм рт. ст., диастолическое – 60–80 мм рт. ст.

В более позднем возрасте, особенно у людей пожилого и старческого возраста, ухудшаются эластические свойства аорты и ее главных ветвей. Уменьшается их растяжимость в связи с начинающимися склеротическими изменениями в стенках кровеносных сосудов. В результате отмечается возрастание артериального давления до 140/90 мм рт. ст. и более.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 270 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

2. Движение крови по сосудам

Движение **крови** по сосудам обусловлено разностью давлений в начале (аорта) и конце (полые вены) кровяного русла. Различают объемную и линейную скорости движения крови. *Объемной скоростью движения крови* называют количество крови, протекающее в единицу времени через сумму поперечных сечений одинаковых сосудов (артерий, вен, капилляров аорту) или через какой-то орган. Объемная скорость в различных органах разная и может изменяться, т. к. она зависит от работы органа и величины его сосудистой сети (**табл. 6**).

Таблица 6 – Объемная скорость крови у человека в покое и при мышечной деятельности (по Вейду и Бишопу)

Показатели	Объемная скорость крови (мл/мин)			
	Состояние покоя	Мышечная деятельность		
		легкая	средняя	тяжелая
Общая объемная скорость крови	5800	9500	17 500	25 000
Скелетные мышцы	1200	4500	12 500	22 000
Мозг	750	750	750	750
Сердце	250	350	7500	1000
Органы брюшной полости (без почек)	1400	1100	600	300
Почки	1100	900	600	250
Кожа	700	1500	1900	600
Другие органы	600	400	400	100

Линейной скоростью движения крови называют путь, пройденный кровью в единицу времени. Линейная скорость обратно пропорциональна суммарной площади поперечного сечения одинаковых сосудов (**рис. 63**). Наибольшая скорость течения крови в аорте (0,5 м/с), т. к. она одна и ее суммарное поперечное сечение самое малое (**табл. 7**).

По мере разветвления артерий скорость движения крови в них уменьшается, т. к. суммарная площадь поперечного сечения артерий больше, чем в аорте. Самое



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 271 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

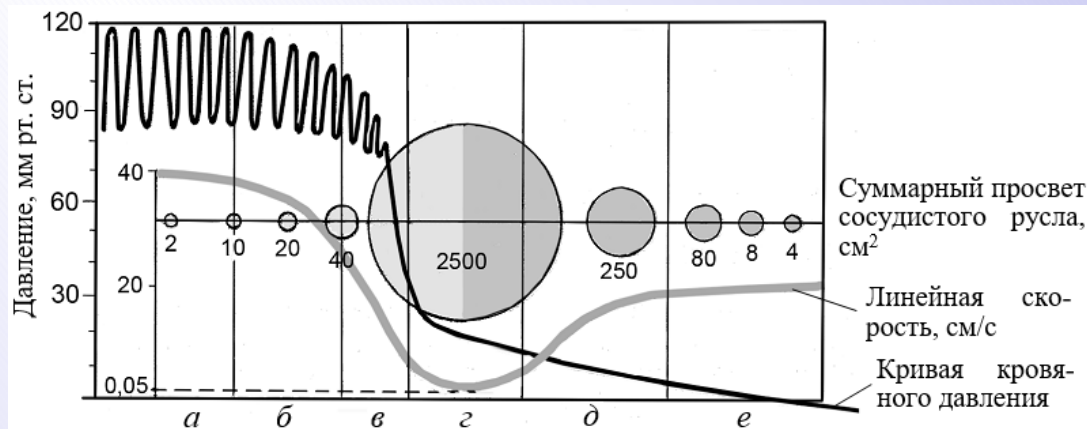


Рисунок 63 – Уровень кровяного давления, суммарный просвет сосудов и линейная скорость кровотока в различных отделах кровеносного русла: а – аорта; б – артерии; в – артериолы; г – капилляры; д – вены; е – вены

большое суммарное поперечное сечение **капилляров** и поэтому скорость движения крови в них самая малая (0,5 мм/с, т. е. в 1000 раз меньше, чем в аорте). Кровь из капилляров собирается в вены, которые объединяются сначала в мелкие, а затем в более крупные вены. Две самые крупные вены – нижняя и верхняя полые вены – впадают в правое предсердие. Суммарный просвет двух полых вен более чем в два раза шире аорты, поэтому скорость движения крови в них более чем в два раза меньше ($\approx 0,2$ м/с), чем в аорте.

Кровь, выброшенная из левого желудочка в аорту возвращается в правое предсердие, совершив кругооборот. Время кругооборота крови у человека в состоянии покоя равно 20–25 с. Оно уменьшается при физической нагрузке (до 10 с) и увеличивается к старости.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 272 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Таблица 7 – Внутренний диаметр и толщина стенки различных сосудов (по А.С. Burton)

Сосуд	Внутренний диаметр	Толщина стенки	Сосуд	Внутренний диаметр	Толщина стенки
Аорта	2,6 см	2 мм	Артерии	4 мм	1 мм
Артериолы	0,12 мм	0,03 мм	Артериолы	0,008 мм	0,001 мм
Венулы	0,02 мм	0,002 мм	Вены	1 мм	0,5 мм
Нижняя полая вена	3,2 см	1,5 мм	Верхняя полая вена	3,2 см	1,5 мм

Хотя сердце накачивает кровь в сосуды отдельными порциями, однако течет она непрерывным потоком. Кровь, выброшенная во время систолы желудочков, растягивает артериальные сосуды и они, словно растянутая пружина, приобретают потенциальную энергию. Растягиваются мышечные и эластические волокна стенок главным образом крупных артерий. Во время диастолы желудочков эластические стенки артерий пассивно возвращаются до первоначального просвета и накопленная в них потенциальная энергия заставляет кровь течь по сосудам.

Одной из характеристик деятельности сердечно-сосудистой системы является *пульс*. Пульсом, или пульсовой волной, называют ритмические колебания стенки аорты, вызванные повышением давления в ней в момент систолы, и распространяющиеся по стенкам артерий. Пульсовая волна возникает в аорте в момент выброса крови из левого желудочка, когда давление в аорте резко повышается и стенки ее растягиваются. Возникшее при этом колебание стенки аорты распространяется по всем артериям до капилляров, где пульсовая волна гаснет. Распространение пульсовой волны не зависит от скорости движения крови. Скорость распространения пульсовой волны в аорте и артериях $\approx 6-9$ м/с, а скорость движения **крови** в этих сосудах всего 0,5–0,3 м/с. Следовательно, пульсовая волна в несколько раз опережает движение той порции крови, выбросом которой она была вызвана. Ударов пульса столько же, сколько было систол желудочков в единицу времени, поэтому по пульсу определяют частоту сердечных сокращений.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 273 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Медленная скорость кровотока в капиллярах имеет большое значение, т. к. в них происходит обмен веществ между кровью и окружающими тканями. Число капилляров больше в тех тканях, где интенсивнее обмен веществ. При покое органа в нем функционирует лишь небольшое число капилляров, остальные находятся в спавшемся состоянии. Основной объем крови протекает через артериовенозные анастомозы, минуя сплетения капилляров (рис. 64).

Физические нагрузки являются наиболее часто встречающимися состояниями, к которым приходится адаптироваться организму человека. Во время мышечной работы возрастает частота и сила сердечных сокращений, увеличивается **минутный объем крови** и артериальное давление. Увеличение метаболических потребностей скелетных мышц удовлетворяется возрастанием в них кровотока. Одновременно снижается кровоток в брюшной полости и почках.

Многие из приспособительных реакций, связанных с физической нагрузкой, обусловлены повышением тонуса **симпатического отдела** вегетативной нервной системы. Кровоток в коже часто снижается в начале нагрузки, так как возрастает тонус артериол и они сужаются в результате увеличения активности симпатических сосудосуживающих нервов. Затем при продолжении выполнения динамической физической работы увеличивается теплопродукция и температура тела, что вызывает расширение сосудов кожи и увеличение кровотока.

Помимо увеличения кровотока в коже, при тяжелой физической нагрузке существенно возрастает кровоснабжение сердца. Это прежде всего обусловлено расши-

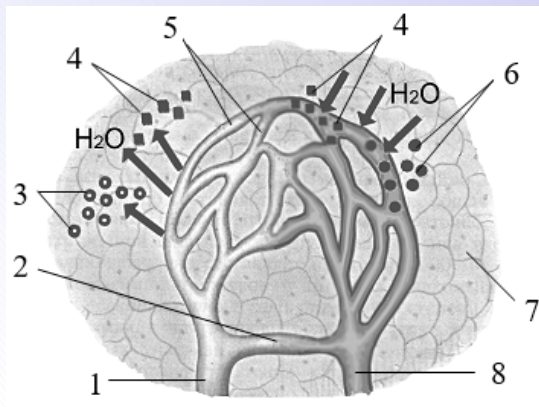


Рисунок 64 – Обмен веществ между кровью капилляров и тканями: 1 – артериола; 2 – артериовенозный анастомоз; 3 – питательные вещества и кислород; 4 – электролиты; 5 – капилляры; 6 – продукты обмена веществ; 7 – клетки тканей; 8 – венула



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 274 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

рением артериол в стенке сердца вследствие усиления его работы, увеличения потребления кислорода миокардом и интенсификацией в нем обмена веществ. Главным продуктом **метаболизма**, расширяющим венечные сосуды сердца, является аденозин.

Расширение кровеносных сосудов в работающем органе и увеличение в нем кровотока называется *рабочей гиперемией*. Она наиболее выражена в скелетных мышцах. Во время интенсивной физической работы кровоток в мышечной ткани может увеличиваться в десятки раз. При этом до 80 % минутного объема крови может проходить через скелетную мускулатуру при одновременном сужении сосудов и снижении кровотока в органах брюшной полости. Такое перераспределение крови, наблюдаемое при динамических мышечных нагрузках, необходимо для обеспечения высокой работоспособности организма.

Рабочая гиперемия обусловлена взаимосвязанным влиянием химических, нервных и механических факторов. Нервные импульсы, поступающие к мышцам и вызывающие их сокращение, одновременно обеспечивают усиление их кровоснабжения. В работающих мышцах накапливаются продукты метаболизма и биологически активные вещества (молочная и угольная кислоты, гистамин, ацетилхолин, окись азота, ионы водорода и калия, АДФ и др.), которые действуют на стенки артериол, вызывают расслабление их гладких мышц и расширение диаметра. Кроме того, происходит раскрытие не функционирующих (дежурных, резервных) **капилляров**. Так, в покоей мышце открыто для кровотока примерно 30 капилляров на 1 мм^2 поперечного сечения мышцы, а остальные находятся в спавшемся состоянии. При максимальной работе мышцы число открытых капилляров возрастает до 3000 на 1 мм^2 .

Без увеличенного поступления кислорода и других необходимых веществ с кровью нарушаются химические процессы высвобождения в мышцах энергии, необходимой для их сокращения.

Стенки **вен** тоньше и более растяжимы, чем стенки **артерий**. Поэтому емкость венозного русла может увеличиваться в 5–6 раз и в венах может депонироваться значительная часть крови. Основной источник движения крови по венам, как и по



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 275 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

артериям и капиллярам – накачивающая сила сердца. Облегчается движение крови по венам следующими дополнительными факторами:

- 1) сокращения скелетной мускулатуры и мускулатуры кишок (периферические сердца) проталкивают кровь в венах по направлению к сердцу, т. к. обратный ток крови в венах невозможен благодаря имеющимся в них карманообразным клапанам;
- 2) присасывающим действием грудной полости, в которой имеется отрицательное давление, а также присасывающим действием самого сердца во время диастолы;
- 3) более высокое давление в брюшной полости, по сравнению с грудной, способствует току крови к **сердцу**.

3. Регуляция сердечно-сосудистой системы

Миогенная регуляция сердечной деятельности. Сократительная сила миокарда может регулироваться на уровне мышечных клеток сердца – кардиомиоцитов даже в отсутствие нервных и гуморальных влияний, что получило название *миогенной регуляции деятельности сердца*. В ней различают гетерометрический и гомеометрический механизмы.

Гетерометрический миогенный механизм регуляции выявляется при растяжении волокон миокарда кровью, поступающей в предсердия и желудочки. О. Франк на полоске, вырезанной из сердечной мышцы, а Э. Старлинг на сердечно-легочном препарате обнаружили, что предварительное растяжение миокарда увеличивает силу его сокращения. Эти исследователи показали, что сердце сокращается во время систолы более сильно, если оно было больше наполнено и растянуто кровью во время предшествующей диастолы. Данная особенность сердечной мышцы получила название *закон Франка–Старлинга*.

Умеренное растяжение кардиомиоцитов приводит к увеличению зон сцепления между миофиламентными поперечными мостиками и актиновыми миофиламентами в



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 276 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

миофибриллах. Поэтому сила последующего сокращения возрастает.

Гомеометрический миогенный механизм не зависит от предварительного растяжения волокон миокарда. Важную роль в гомеометрической регуляции играют вставочные диски (нексусы), связывающие между собой кардиомиоциты и обеспечивающие обмен ионами и т. д. Гомеометрическая регуляция обуславливает также усиление сокращений миокарда при увеличении частоты сердцебиений (ритмоинотропная зависимость), что вызывается поступлением ионов кальция из межклеточных пространств и накоплением их в кардиомиоцитах. Ионы кальция необходимы для сцепления миозиновых мостиков с молекулами актина и осуществления сокращения кардиомиоцитов.

Нейрогенная регуляция сердца. Сердце иннервируется симпатическими и парасимпатическими нервами. Центры симпатических нервов находятся в боковых рогах 1–5 грудных сегментов **спинного мозга**. Русский ученый И.Ф. Цион впервые обнаружил, что раздражение симпатических нервов вызывает увеличение частоты сердечных сокращений (положительный хронотропный эффект), усиление сокращений, или положительный инотропный эффект (**рис. 65**), повышение возбудимости сердца (положительный батмотропный эффект), улучшение проведения возбуждения в сердце (положительный дромотропный эффект), повышение тонуса сердечной мышцы (положительный тонотропный эффект).

И.П. Павлов в составе симпатических нервов обнаружил веточки, раздражение которых приводит только к увеличению силы сердечных сокращений без изменения их ритма. Раздражение этих нервных волокон улучшает кровоснабжение и питание

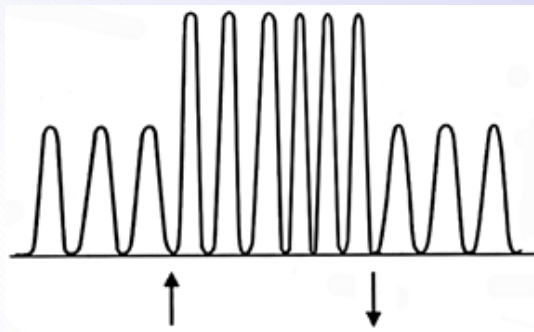


Рисунок 65 – Положительный инотропный эффект раздражения симпатического нерва на сердце. Стрелки показывают момент раздражения



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 277 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

(трофику) сердечной мышцы, что приводит к усилению ее сокращений.

Впервые влияние блуждающих нервов на сердце обнаружили братья Э. и Г. Веберы. Они установили, что раздражение блуждающих нервов вызывает эффекты, противоположные действию симпатических нервов, т. е. наблюдаются урежение и ослабление сердечных сокращений, снижение возбудимости, проводимости и тонуса сердечной мышцы (отрицательные хронотропный и другие вышеуказанные эффекты).

При сильном раздражении блуждающих нервов может произойти кратковременная остановка сердца в **диастоле**. Однако если продолжать раздражение блуждающего нерва, то сердечные сокращения восстанавливаются. Такое явление получило название «*ускользание сердца*» из-под влияния блуждающего нерва (**рис. 66**).

«Ускользание сердца» объясняется тем, что центры блуждающих и симпатических нервов, иннервирующих сердце, взаимосвязаны. Возбуждение одного из них влечет за собой возбуждение другого. Однако тонус блуждающих нервов преобладает над тонусом симпатических нервов. Перерезка у собаки блуждающих нервов или их блокада атропином вызывает выраженное увеличение частоты сердечных сокращений.

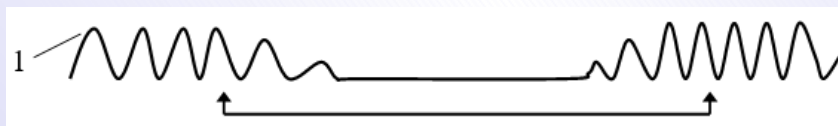


Рисунок 66 – «Ускользание сердца» из-под влияния блуждающего нерва: 1 – запись сердечных сокращений. Стрелками показан период раздражения блуждающего нерва

Кроме центров **спинного** и **продолговатого мозга**, в регуляции сердечной деятельности принимают участие **гипоталамус**, **мозжечок** и **кора больших полушарий**.

Рефлекторная регуляция работы сердца. Рефлекторные изменения работы сердца возникают при раздражении различных **рецепторов**. При раздражении одних рецепторов наблюдается усиление работы сердца (*симпатические рефлексy*), а при



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 278 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

раздражении других – ослабление сердечной деятельности (*вагальные рефлексы*, от слова вагус – блуждающий нерв).

Ряд рефлексов имеют важное значение для нормального кровообращения. К ним относятся *рефлекс Бейнбриджа* и *сосудисто-сердечные* (вазокардиальные) *рефлексы*. Рефлекс Бейнбриджа проявляется в усилении и учащении сердечных сокращений при увеличении растяжения притекающей кровью рецепторов, расположенных в устье полых вен и в стенке правого предсердия.

Сосудисто-сердечные **рефлексы** вызываются при изменении артериального давления и раздражении барорецепторов, а также хеморецепторов, расположенных в стенке кровеносных сосудов. Наибольшие скопления этих рецепторов находятся в дуге аорты, синокаротидной зоне и сосудах малого круга кровообращения. Их раздражение может усиливать или ослаблять сердечную деятельность.

Примером вагального рефлекса является глазосердечный рефлекс Данини–Ашнера, заключающийся в том, что при легком надавливании на глазные яблоки происходит урежение числа сердцбиений. У человека кратковременная остановка сердечной деятельности может наступить при ударе в живот в область солнечного сплетения. Примером симпатического рефлекса является усиление работы сердца при нагревании кожи и тела.

Рефлекторное учащение и усиление сердцбиений наблюдается при боли, при эмоциях (гневе, страхе, радости), а также при мышечной работе. Изменения сердечной деятельности при этом вызываются импульсами, поступающими к сердцу по симпатическим нервам, а также в результате уменьшения тонуса блуждающих нервов.

Влияние коры больших полушарий на работу сердца доказывается возможностью образования **условных рефлексов** (например, у спортсменов перед стартом учащается пульс).

Гуморальная регуляция сердечной деятельности. На работу сердца влияют различные ионы, гормоны, медиаторы и другие биологически активные вещества, поступающие к сердцу с кровью и осуществляющие **гуморальную регуляцию**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 279 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Увеличение содержания в сердце *ионов* K^+ угнетает деятельность сердца. Уменьшаются частота и сила сердечных сокращений, падает возбудимость и проводимость сердечной мышцы. При значительном увеличении концентрации K^+ синоатриальный узел перестает функционировать как водитель ритма и происходит остановка сердца в фазе **диастолы**. Подобным, но более слабым образом на сердце влияют анионы угольной кислоты (HCO_3^-) и катионы водорода (H^+).

Снижение концентрации ионов K^+ приводит к повышению возбудимости центров автоматии, что может сопровождаться нарушениями сердечного ритма – аритмиями и экстрасистолией.

Умеренный избыток *ионов* Ca^{2+} в крови усиливает и учащает сердцебиения, повышает возбудимость и проводимость сердечной мышцы. При значительном избытке ионов Ca^{2+} происходит остановка сердца в фазе **систола**.

Гормон мозгового вещества надпочечников *адреналин* усиливает и учащает сердечные сокращения. Он повышает проницаемость клеточных мембран для ионов Ca^{2+} . Адреналин взаимодействует с бета-адренорецепторами кардиомиоцитов, что приводит к активации фермента *аденилатциклазы*. Запускается цепь реакций, вызывающая в конечном итоге расщепление внутриклеточного гликогена и повышение снабжения миокарда энергией. Такое же влияние на сердце оказывает гормон поджелудочной железы *глюкагон*.

Гормон *тироксин*, выделяемый щитовидной железой, увеличивает частоту сердечных сокращений и повышает чувствительность сердца к симпатическим воздействиям.

Усиливают сокращения миокарда гормоны коры надпочечников – *кортикостероиды*, биологически активный полипептид – *ангиотензин*, гормон и медиатор *серотонин*.

Медиатор парасимпатической нервной системы – *ацетилхолин*, выделяющийся в сердце при раздражении блуждающего нерва, оказывает такое же действие, как и блуждающий нерв, т. е. ослабляет и замедляет работу сердца. Действие ацетилхолина на сердце в первую очередь основано на повышении проницаемости мембран кардиомиоцитов для ионов K^+ , препятствующей развитию деполяризации



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 280 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

и возбуждению.

Медиатор симпатической нервной системы – *норадреналин* действует противоположно ацетилхолину, вызывая усиление и учащение сердцебиений. Сниженная избытком K^+ возбудимость и проводимость предсердий и желудочков восстанавливается норадреналином.

Регуляция тонуса сосудов. Кровяное давление в организме поддерживает на относительно постоянном уровне благодаря нейрогуморальным механизмам саморегуляции. К кровеносным сосудам подходят симпатические и парасимпатические нервы, регулирующие тонус кольцевого гладкомышечного слоя стенки сосудов. Увеличение тонуса мускулатуры сосудов уменьшает их просвет, а ослабление тонуса увеличивает их диаметр.

Почти все симпатические нервы являются сосудосуживающими, или *вазоконстрикторами*, кроме волокон, иннервирующих сосуды головного мозга, сердца, легких и работающих мышц. Сосуды этих органов при возбуждении симпатической нервной системы расширяются. Симпатические вазоконстрикторы постоянно находятся в состоянии тонического возбуждения, поддерживая некоторую степень напряжения кольцевой мускулатуры сосудов. Сосудосуживающее действие симпатических нервов исследовал французский ученый Клод Бернар в специальных опытах на ухе кролика.

Ряд парасимпатических нервов (тазовый, языкоглоточный, верхнегортанный) являются сосудорасширяющими, или *вазодилататорами*. Не все парасимпатические нервы являются сосудорасширяющими. Например, волокна парасимпатического блуждающего нерва суживают сосуды сердца.

Гуморальная регуляция диаметра сосудов осуществляется за счет химических веществ, которые поступают в кровь и с ней циркулируют. К *сосудосуживающим факторам* относятся:

- 1) адреналин, который суживает артериолы кожи, органов пищеварения и лёгких. В низких же концентрациях он расширяет сосуды мозга, сердца и скелет-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 281 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ных мышц;

- 2) норадреналин – по своему действию близок к адреналину, серотонину, вазопрессину, ангиотензину II, но его действие более выражено и более продолжительно;
- 3) фермент ренин, который синтезируется в почках и выделяется в кровь, активирует белок ангиотензиноген, превращая его последовательно в ангиотензин I и ангиотензин II, обладающий мощным сосудосуживающим действием.

К *сосудорасширяющим веществам* относятся:

- 1) гистамин, расширяющий артериолы;
- 2) ацетилхолин, расширяющий артерии и вены;
- 3) брадикинин, простагландины, углекислота, молочная и пировиноградная кислоты, оксид азота, оказывающие преимущественно местное сосудорасширяющее действие.

Центральные механизмы, регулирующие поддержание **кровяного давления** на необходимом организму уровне, осуществляются за счет нервных образований, расположенных на различных уровнях ЦНС и получивших название *вазомоторного центра*. К нему относятся структуры, находящиеся в спинном, продолговатом мозге, мозжечке, гипоталамусе, коре больших полушарий.

Сосудодвигательный центр. Основным центром, поддерживающим постоянный уровень кровяного давления и тонуса сосудов, является *сосудодвигательный центр*, расположенный в **продолговатом мозге** на дне IV-го желудочка. Русским ученым В.Ф. Овсянниковым в 1871 г. было установлено, что этот центр состоит из двух отделов: *сосудосуживающего*, или *прессорного*, и *сосудорасширяющего*, или *депрессорного*.

Клетки прессорного отдела сосудодвигательного центра раздражаются при увеличении содержания углекислоты в крови и других кислых продуктов обмена (катионов H^+ , молочной кислоты и др.). В результате происходит сужение артерий и повышение артериального давления.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 282 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Депрессорный отдел способствует снижению артериального давления путем уменьшения активности симпатических сосудосуживающих волокон, в результате чего сосуды расширяются, а также путем ослабления симпатической стимуляции **сердца**. Кроме того, депрессорный отдел вызывает рефлекторное угнетение прессорного отдела и активирует парасимпатические механизмы.

Тонус сосудодвигательного центра регулируется импульсами, идущими от рецепторов, расположенных в стенке кровеносных сосудов. Одни из этих рецепторов реагируют на увеличение кровяного давления – *прессорецепторы*, а другие – *хеморецепторы* – чувствительны к углекислоте, ионам H^+ и кислым продуктам обмена веществ. Больше всего прессорецепторов и хеморецепторов находится в двух *сосудистых рефлексогенных зонах* – дуге аорты и синокаротидной зоне (области разветвления сонной артерии на внутреннюю и наружную сонную).

От дуги аорты отходит *нерв-депрессор*, а от синокаротидной зоны – *нерв Геринга*. Оба этих нерва идут в сосудодвигательный центр продолговатого мозга. Увеличение кровяного давления в аорте и сонной артерии раздражает прессорецепторы рефлексогенных зон, что вызывает поток импульсов по нерву-депрессору и нерву Геринга в депрессорный отдел сосудодвигательного центра и возбуждают его. В результате снижается тонус прессорного отдела, сосуды расширяются и артериальное давление снижается.

При накоплении в крови углекислоты, кислых продуктов обмена раздражаются хеморецепторы, импульсы от которых поступают в прессорный отдел и вызывают его возбуждение. От сосудосуживающего отдела импульсы поступают по симпатическим нервам к сосудам и вызывают их сужение. **Кровяное давление** повышается и скорость движения крови увеличивается. Одновременно учащается дыхание. Больше крови проходит через капилляры легких и почек в единицу времени и она быстрее очищается от избытка углекислоты и кислых продуктов обмена веществ.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 283 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Вопросы для самоконтроля

1. Какие особенности строения стенок артерий, вен и капилляров?
2. Что такое мышечный насос и какую роль играют карманообразные клапаны на внутренней поверхности стенок вен?
3. Какие нормы систолического, диастолического и пульсового давления у взрослого человека?
4. Как изменяется **артериальное давление** с возрастом человека?
5. Что называется объемной и линейной скоростью кровотока? От чего зависит скорость движения крови?
6. Как осуществляется миогенная регуляция работы сердца?
7. Охарактеризуйте нейрогенную регуляцию сердца.
8. В чем заключается рефлекторная регуляция работы сердца?
9. Как осуществляется **гуморальная регуляция** работы сердца?
10. Какие факторы оказывают на кровеносные сосуды суживающее и расширяющее действие?
11. Каков механизм функционирования прессорного и депрессорного отделов сосудодвигательного центра?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 284 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 14. Внешнее дыхание и его показатели

План лекции

1. Значение и основные этапы дыхания.
2. Дыхательный цикл. Механизм вдоха и выдоха.
3. Легочные объемы. Легочная вентиляция в покое и при мышечной деятельности.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 13, 14, 17, 22].

1. Значение и основные этапы дыхания

Значение дыхания. Дыхание – это физиологический процесс, обеспечивающий снабжение организма кислородом и удаление из него углекислого газа. Почти вся энергия в организме образуется в результате окисления органических веществ в клетках тканей. Снабжение клеток кислородом и перенос от них продуктов обмена к органам выделения осуществляется **кровью**. Поступление O_2 в кровь и удаление из нее CO_2 обеспечивают органы дыхания, образующие дыхательную систему. Прекращение дыхания приводит человека к смерти уже через несколько минут.

Кроме газообмена легкие выполняют и другие функции. Вместе с выдыхаемым воздухом из организма удаляется не только углекислый газ, но и водяные пары и некоторые летучие вещества, попавшие в организм (этанол, ацетон, эфир, закись азота и т. д.), т. е. легкие выполняют выделительную функцию. В легких вырабатываются биологически активные вещества: гепарин, гистамин, серотонин, простагландины и др. Легкие участвуют в процессах терморегуляции. Они выполняют защитную функцию, являясь барьером между внутренней и внешней средой организма, образуя **антитела** и осуществляя **фагоцитоз**. Дыхательная система участвует



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 285 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

также в регуляции pH внутренней среды организма за счет выделения углекислоты в виде CO_2 .

Поступивший в организм кислород используется для окисления в митохондриях органических веществ, в результате чего высвобождается энергия, необходимая для жизнедеятельности организма. Процессы *аэробного окисления* являются главными поставщиками энергии в организме человека. Вместе с тем, в условиях дефицита поступления кислорода в клетки, например при напряженной мышечной работе, энергия также высвобождается вследствие анаэробного расщепления углеводов в цитоплазме клеток с образованием молочной кислоты.

Основные этапы дыхания. Различают несколько *этапов дыхания*: 1) газообмен между альвеолами легких и окружающей средой, или вентиляция легких; 2) газообмен в легких, т. е. газообмен между кровью оплетающих альвеолы капилляров и газовой смесью в альвеолах; 3) транспорт газов кровью: O_2 от легких к тканям, а CO_2 от тканей к легким; 4) газообмен в тканях, т. е. поступление O_2 из крови капилляров в клетки тканей, а CO_2 из тканей в кровь; 5) тканевое (клеточное, внутреннее) дыхание, т. е. использование клетками O_2 на окисление с образованием CO_2 . Первый и второй этапы часто объединяют под названием *внешнее дыхание*, в результате которого обеспечивается газообмен между окружающим воздухом и **кровью**.

2. Дыхательный цикл. Механизм вдоха и выдоха

Поступление воздуха в легкие и изгнание его из легких происходит благодаря циклу дыхательных движений, т. е. *вдоху* (инспирации) и *выдоху* (экспирации). При вдохе одновременно протекают три процесса: 1) расширение грудной клетки, 2) расширение легких, 3) поступление воздуха по воздухоносным путям в альвеолы.

Механизм вдоха. Расширение грудной клетки при спокойном вдохе обеспечивается благодаря сокращению *инспираторных мышц*: диафрагмы, наружных межре-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 286 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

берных мышц и межхрящевых мышц. При усиленном вдохе подключаются мышцы, прикрепленные к костям плечевого пояса, черепу или позвоночнику, и способные поднимать ребра.

При сокращении диафрагмы ее купол опускается вниз, оттесняет органы брюшной полости и грудная клетка расширяется в вертикальном направлении. В состоянии покоя у человека вентиляция легких на 2/3 осуществляется за счет сокращения диафрагмы, являющейся главной дыхательной мышцей. Вследствие сокращения наружных межреберных и межхрящевых мышц происходит поднятие ребер и расширение грудной клетки в переднезаднем направлении и в стороны (рис. 67).

Важную роль в вентиляции легких играет *отрицательное давление в плевральной полости*. Отрицательное давление – это величина, на которую давление в плевральной полости ниже атмосферного. В процессе внутриутробного развития ребенка рост легких отстает от роста грудной клетки. Так как грудная полость герметически замкнута, то в плевральной щели между легочной и париетальной плеврой возникает отрицательное давление.

Легкие все время поджимаются к грудной клетке изнутри воздухом, поступающим по воздухоносным путям в альвеолы. На легкие атмосферный воздух действует только через воздухоносные пути. Поэтому они растянуты и прижаты к париетальной плевре, выстилающей внутреннюю поверхность грудной клетки. Плевральная полость (щель) заполнена плевральной жидкостью. Она смачивает висцеральный листок плевы, сросшийся с легкими, и париетальный листок плевы, сросшийся с грудной клеткой. Эти листки слипаются и между ними возникает сила сцепления.

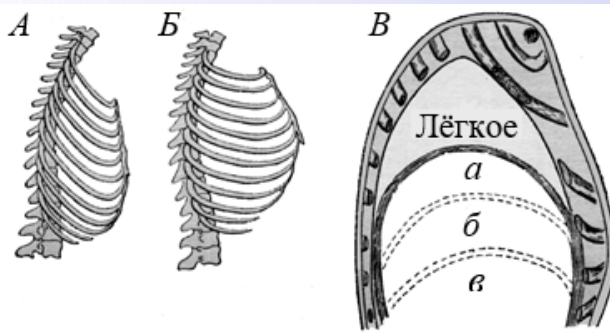


Рисунок 67 – Изменения положения грудной клетки при выдохе (А), вдохе (Б) и положения диафрагмы (В) при выдохе (а), обычном вдохе (б) и глубоком вдохе (в)



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 287 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Стремясь вернуться в обычное состояние, эластические элементы растянутых легких создают эластическую тягу легких (ЭТЛ), что является причиной возникновения отрицательного давления в плевральной полости.

Плевральная полость не сообщается с атмосферой. Поэтому давление в ней ($P_{пл}$) ниже атмосферного ($P_{атм}$) на величину ЭТЛ ($P_{пл} = P_{атм} - P_{ЭТЛ}$). При спокойном вдохе оно составляет -8 мм рт. ст., при спокойном выдохе оно изменяется до -4 мм рт. ст. (рис. 68). При максимальном вдохе у спортсменов с хорошо тренированным дыхательным аппаратом отрицательное давление может возрасти до -20 мм рт. ст., а при максимальном выдохе – приближаться к нулю. Если же в результате повреждения грудной клетки или легких нарушается герметичность плевральной полости (пневмоторакс) и в нее входит воздух, то легкие отрываются от париетальной плевро, спадаются и поджимаются к корню под действием ЭТЛ и сил поверхностного натяжения.

В результате расширения грудной клетки и легких при вдохе давление газовой смеси в альвеолах уменьшается по сравнению с атмосферным давлением примерно на $1,5$ мм рт. ст. Этого градиента давления оказывается достаточно для того, чтобы воздух из атмосферы начал поступать по воздухоносным путям в альвеолы легких.

Механизм выдоха. При выдохе происходит сужение грудной клетки, сужение легких и изгнание воздуха из легких в атмосферу. Спокойный выдох осуществляется пассивно за счет опускания ребер под собственной тяжестью, поднятия купола диафрагмы при ее расслаблении и действии на нее оттесненных при вдохе органов брюшной полости. Вследствие сужения грудной клетки давление в плевральной полости уве-

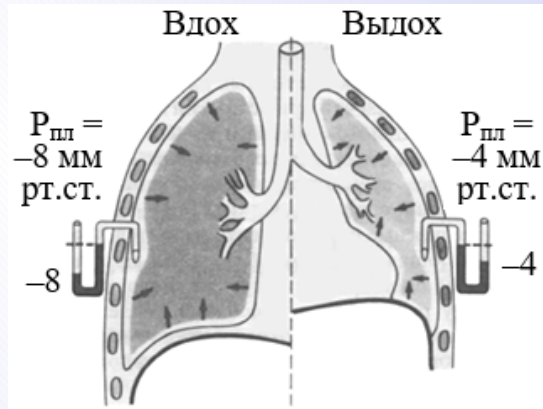


Рисунок 68 – Плевральное давление в различные фазы дыхания. Направления действия ЭТЛ показаны стрелками



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 288 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

личивается (отрицательное давление снижается до -4 мм рт. ст.). Давление передается на легкие и они сжимаются. Давление воздуха в альвеолах становится выше атмосферного примерно на $1,5$ мм рт. ст. и воздух из альвеол по воздухоносным путям изгоняется в атмосферу.

Состояние альвеол легких стабилизируется *сурфактантами* – поверхностными активными веществами, вырабатываемыми в бронхиолах и альвеолах. По своему составу сурфактанты представляют смесь фосфолипидов, белков, триглицеридов и др. веществ. Сурфактанты уменьшают поверхностное натяжение жидкости на внутренней стенке альвеол, что предохраняет их от слипания при выдохе. Также они угнетают микробы, защищают стенку альвеол и облегчают диффузию кислорода из альвеол в **кровь**.

Усиленное (форсированное) дыхание осуществляется с дополнительной затратой энергии, расходуемой на сокращение ряда дополнительных мышц. Это мышцы вдоха: грудино-ключично-сосцевидная, большая и малая грудные мышцы, передняя зубчатая мышца, трапециевидная мышца и др., а также экспираторные мышцы: внутренние межреберные, задние зубчатые, мышцы живота.

Если расширение грудной клетки при нормальном дыхании связано преимущественно с работой межреберных мышц и поднятием ребер, то это называют *грудным* (реберным) типом дыхания. При *брюшном типе* дыхания в результате сильного сокращения диафрагмы органы брюшной полости оттесняются, в результате чего при вдохе живот слегка выдвигается вперед. Более эффективным является брюшной тип, так как при таком дыхании глубже вентилируются легкие и облегчается венозный возврат крови от брюшной полости к **сердцу**.

3. Легочные объемы. Легочная вентиляция в покое и при мышечной деятельности

Легочные объемы. В зависимости от фазы и глубины дыхания в легких могут находиться различные объемы воздуха, которые называют легочными объемами.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 289 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ми (рис. 69). Различают также емкости легких, которые означают совокупность нескольких легочных объемов.

При спокойном дыхании человек вдыхает и выдыхает примерно 500 см^3 воздуха. Это *дыхательный объем*. Максимальный объем воздуха, который человек может дополнительно вдохнуть после спокойного вдоха, называется *резервным объемом вдоха*. У здорового взрослого человека он составляет $1500\text{--}2500 \text{ см}^3$ воздуха и более.

Максимальный объем воздуха, который человек может выдохнуть после спокойного выдоха, называется *резервным объемом выдоха*. Он равен $1200\text{--}1500 \text{ см}^3$. Вместе взятые дыхательный объем, резервные объемы вдоха и выдоха составляют *жизненную емкость легких* (ЖЕЛ). Это наибольший объем воздуха, который человек может выдохнуть после максимального вдоха. Величина ЖЕЛ, как и других объемов и емкостей зависит от пола, возраста и роста, тренированности дыхательной мускулатуры.

Около 1000 см^3 воздуха остается в легких после максимального выдоха, т. к. альвеолы полностью не спадаются. Это *остаточный объем*. Остаточный объем вместе с ЖЕЛ составляют *общую емкость легких*, т. е. тот объем воздуха, который легкие могут вместить при максимальном вдохе. У молодых людей в возрасте 20–30 лет она равна в среднем 6 л. Часть общей емкости легких, которая остается заполненной воздухом после обычного выдоха, называется *функциональной остаточной емкостью*. Она равна сумме остаточного объема и резервного объема выдоха.

При пневмотораксе большая часть остаточного воздуха выходит, а в альвеолах легких остается так называемый минимальный объем воздуха. Это обусловлено тем,

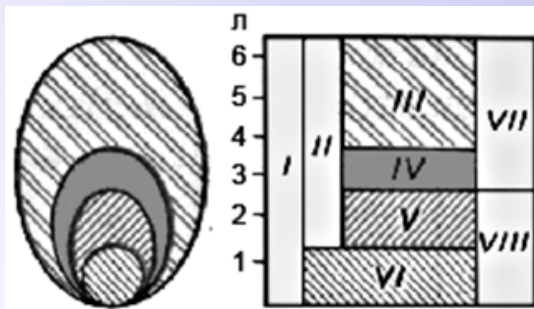


Рисунок 69 – Легочные объемы и емкости:
I – общая емкость легких; II – жизненная емкость легких; III – резервный объем вдоха; IV – дыхательный объем; V – резервный объем выдоха; VI – остаточный объем; VII – емкость максимального вдоха;

VIII – функциональная остаточная емкость



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 290 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

что часть концевых бронхиол, не содержащих хрящей, спадается при пневмотораксе раньше альвеол и воздух задерживается в так называемых воздушных ловушках. Поэтому легкие взрослого человека и даже новорожденного ребенка, сделавшего хотя бы один вдох, не тонут в воде. Легкое мертворожденного ребенка тонет в воде, т. к. не содержит воздуха, на чем основан тест судебно-медицинской экспертизы для определения, живым ли родился ребенок.

В легочном газообмене участвует не весь вентилируемый воздух, а лишь та его часть, которая достигает альвеол. Объем воздухоносных путей – носовой полости, носоглотки, гортани, трахеи, бронхов и бронхиол вплоть до их перехода в альвеолы называют *объемом мертвого пространства*. Это пространство является «мертвым» лишь в том смысле, что в нем не происходит газообмена. Однако оно обеспечивает вентиляцию легких, очищение, увлажнение и согревание вдыхаемого воздуха. Воздух мертвого пространства не участвует в газообмене и лишь перемещается в просвете воздухоносных путей при вдохе и выдохе. Только альвеолярная вентиляция обеспечивает обмен газов в легких.

Величина объема мертвого пространства у взрослого человека примерно 170 см³. При некоторых нарушениях функции легких, когда часть альвеол не вентилируются или не снабжается **кровью**, объем мертвого пространства может оказаться значительно больше.

Легочная вентиляция. Для газообмена между альвеолами легких и атмосферным воздухом большое значение имеет легочная вентиляция, обеспечивающая обновление состава альвеолярного воздуха. Величина легочной вентиляции зависит от глубины дыхания (дыхательного объема) и частоты дыхательных движений, т. е. вдоха и выдоха. *Легочной вентиляцией* называют объем воздуха, который проходит через легкие за единицу времени. Объемы вентиляции легких зависят от глубины и частоты дыхания. В качестве количественного показателя легочной вентиляции обычно измеряют *минутный объем дыхания* (МОД) и *максимальную вентиляцию легких* (МВЛ).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 291 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

МОД – это объем воздуха, проходящего через легкие за одну минуту. Он составляет у взрослого человека в покое 6–8 л при частоте дыхания 14–18 вдохов в минуту. При интенсивной мышечной нагрузке у спортсменов МОД может возрастать до 100 л, что получило название *гиперпноэ*. Произвольное усиление легочной вентиляции, превышающее метаболические потребности организма и не обусловленное потребностью в повышенном количестве кислорода, называется *гипервентиляцией*.

Для оценки проходимости дыхательных путей, упругости грудной клетки и растяжимости легких определяют МВЛ, т. е. объем воздуха, который проходит через легкие за 1 мин при максимально возможной глубине и частоте дыхания. МВЛ у молодых людей может достигать 120–150 л/мин, а у спортсменов – 180 л/мин. Она, как и ЖЕЛ, зависит от возраста, роста и пола.

Вопросы для самоконтроля

1. Укажите этапы дыхания. Что такое внешнее и внутреннее дыхание?
2. Чем обусловлено отрицательное давление в плевральной полости?
3. Какой механизм вдоха?
4. Раскройте механизм выдоха.
5. Что такое эластическая тяга легких?
6. Как изменяется давление в плевральной полости и в альвеолах легких при вдохе и выдохе?
7. Какие различают легочные объемы и емкости?
8. Что такое пневмоторакс?
9. Что называют **легочной вентиляцией**?
10. Какие количественные показатели используют для определения величины легочной вентиляции?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 292 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 15. Дыхательный газообмен

План лекции

1. Обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью.
2. Транспорт газов кровью.
3. Обмен газов между кровью и тканями. Дыхание при повышенном и пониженном атмосферном давлении.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 17, 21–23].

1. Обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью

Чистый атмосферный воздух содержит 20,93 % кислорода, 0,03–0,04 % углекислого газа, 79,03 % азота, инертных газов и водяных паров. В результате газообмена изменяется состав газовой смеси в альвеолах по сравнению с составом атмосферного воздуха. В покое в клетках организма человека за минуту при окислительных процессах используется 250–300 мл O_2 и выделяется 230–280 мл CO_2 . Следствием потребления организмом O_2 и выделения CO_2 являются изменения содержания O_2 , CO_2 и отчасти азота в альвеолярной смеси газов (табл. 8).

Таблица 8 – Состав атмосферного воздуха и газовой смеси в альвеолах (в %)

Компоненты	Атмосферный воздух	Выдыхаемая смесь газов	Альвеолярная смесь газов
O_2	20,93	16,3	14,0
CO_2	0,03–0,04	4,0	5,5
Азот, инертные газы и водяные	79,03	79,7	80,5



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 293 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

В выдыхаемом воздухе содержание O_2 несколько выше, а CO_2 меньше, чем в альвеолярной газовой смеси. Это обусловлено тем, что к выдыхаемой альвеолярной смеси газов добавляется воздух воздухоносных путей (мертвого пространства), не участвующий в газообмене и содержащий O_2 и CO_2 в таких же количествах, как и атмосферный воздух.

Газообмен в легких, т. е. переход O_2 из альвеол в поступающую в альвеолярные капилляры венозную **кровь** и CO_2 из венозной крови в альвеолу происходит путем *диффузии*. Причиной диффузии являются разности парциальных давлений O_2 и CO_2 по обе стороны *аэрогематического барьера*, образованного мембранами альвеол и оплетающих их капилляров (диффузная теория Круга). Парциальное давление газа – это то давление, которое создает данный газ в общем давлении смеси газов. Для характеристики давления газа в жидкости применяется термин «напряжение газа», который аналогичен термину «парциальное давление газа» в газовой смеси.

В альвеолярной смеси газов содержатся, кроме O_2 и CO_2 , азот, инертные газы и водяные пары. В этой смеси парциальное давление кислорода (pO_2) равно 100 мм рт. ст., pCO_2 равно 40 мм рт. ст. (**рис. 70**). В венозной крови, поступившей в легочные **капилляры**, pO_2 составляет 40 мм рт. ст., а pCO_2 равно 47 мм рт. ст. Поэтому O_2 диффундирует из альвеол в кровь, а CO_2 из крови в альвеолы. Кровь из венозной превращается в артериальную. В артериальной крови pO_2 составляет 95 мм рт. ст., pCO_2 – 40 мм рт. ст.

В ходе диффузии через аэрогематический барьер молекулы O_2 и CO_2 должны

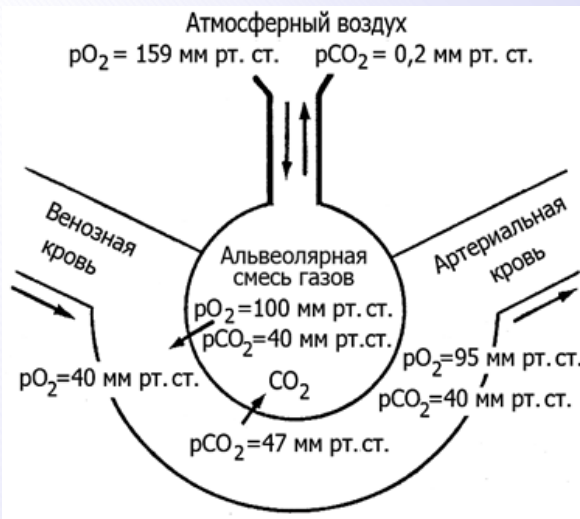


Рисунок 70 – Схема диффузии газов через стенку альвеолы и капилляра



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 294 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

преодолеть ряд структур. Этими структурами являются: слой сурфактанта, альвеолярный эпителий, две основные мембраны (альвеолы и капилляра), эндотелий кровеносного капилляра (рис. 71). Поскольку в транспорте O_2 и CO_2 существенную роль играют **эритроциты**, то этим газам необходимо проходить еще через слой плазмы крови и мембрану эритроцита.

При прохождении каждого эритроцита через легочные капилляры время, в течение которого возможна диффузия (время контакта), относительно невелико (около 0,5 с). Однако этого времени вполне достаточно для того, чтобы напряжения O_2 и CO_2 в крови практически сравнялись с их парциальными давлениями в альвеолах. Диффузии газов в легких способствует ряд факторов. Во-первых, наличие огромного числа (сотни миллионов) альвеол и большая их газообменная поверхность, составляющая у человека около 100 м^2 . Во-вторых, большая скорость диффузии газов через стенки альвеолы и капилляра, т. к. суммарная их толщина примерно равна 1 мкм. Выравнивание pO_2 в альвеолах и легочных капиллярах происходит за 0,25 с. Кровь же находится в капиллярах легких около 0,5 с, т. е. в два раза больше. Диффузия CO_2 из крови в альвеолы почти в 25 раз выше, чем O_2 из альвеолы в кровь. В-третьих, активизация **вентиляции легких**, а также кровообращения в них (до определенной величины) способствует легочному газообмену. При увеличении альвеолярной вентиляции (гипервентиляция) pO_2 в альвеолах повыша-

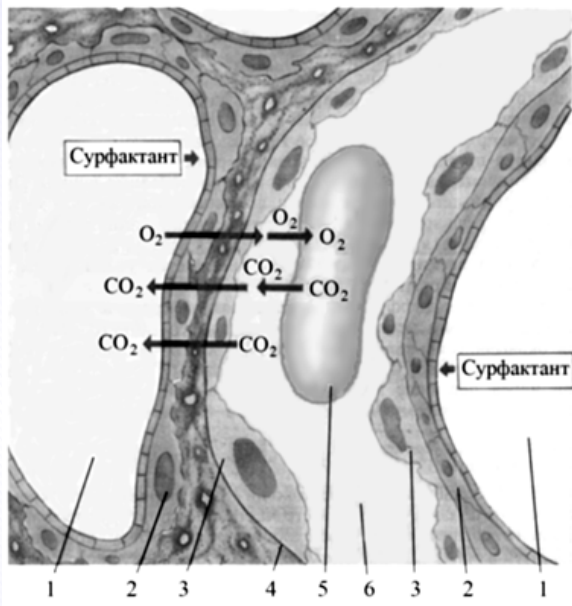


Рисунок 71 – Аэрогематический барьер:

- 1 – альвеола, 2 – эпителий альвеолы,
- 3 – эндотелий капилляра, 4 – основная мембрана, 5 – эритроцит, 6 – капилляр



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 295 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ется, а $p\text{CO}_2$ – снижается.

Артериальная кровь, богатая кислородом, из легочных капилляров поступает в легочные вены, затем в левое предсердие и левый желудочек и далее по аорте в большой круг кровообращения.

Парциальное давление CO_2 в клетках тканей и тканевой жидкости составляет 60 мм рт. ст., а в притекающей артериальной крови – 40 мм рт. ст. Благодаря этому градиенту CO_2 переходит из тканей в капилляры. В результате газообмена O_2 и CO_2 между кровью тканевых капилляров и тканями **кровь** становится венозной.

2. Транспорт газов кровью

Газы в крови находятся в виде физического растворения и химических соединений. Количество физически растворенного в крови O_2 составляет 0,3 объемных процента (об%), CO_2 – 4,5 об%, N_2 – 1 об%. Общее же содержание O_2 и CO_2 в крови во много раз больше, т. к. они переносятся кровью, в основном, в виде химических соединений (**табл. 9**).

Таблица 9 – Общее количество газов в крови в об% (мл в 100 мл крови)

Газы	Артериальная кровь	Венозная кровь
O_2	19–20	14,5–15,5
CO_2	52	58
N_2	1	1

Транспорт O_2 к тканям лишь в малой степени (менее 2 % от всего количества) осуществляется в виде физического растворения в плазме артериальной крови. Основная часть O_2 (более 98 %) переносится в форме непрочного соединения с **гемоглобином** – *оксигемоглобина*, или точнее калийной соли оксигемоглобина – KНbO_2 . Кислород обратимо связан с железом гема. Поскольку валентность железа при этом



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 296 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

не меняется, этот процесс называется не окислением, а *оксигенацией*.

Вообще же в животном мире в кислородном транспорте участвуют различные пигменты (хлорокруорины, гемоцианины, гемэретрины и гемоглобины), встречающиеся у некоторых представителей ряда типов животных: круглых, плоских и кольчатых червей, моллюсков, иглокожих, членистоногих.

Каждый из 4-х гемов молекулы **гемоглобина** присоединяет по одной молекуле кислорода, образуя оксигемоглобин, который принято обозначать HbO_2 , хотя более точно – $\text{Hb}(\text{O}_2)_4$. По химическим свойствам HbO_2 является слабой кислотой (но более сильной, чем угольная) и вступает в химическое взаимодействие с имеющимися в эритроцитах ионами K^+ , образуя KHbO_2 .

При нормальном атмосферном давлении 1 г гемоглобина может связать, превращаясь в оксигемоглобин, 1,36 мл газообразного кислорода. Количество O_2 , которое может быть связано гемоглобином содержащимся в 100 мл крови, у мужчин составляет примерно 20 мл (20 об%), что получило название *кислородной емкости крови*. У женщин она составляет 18–19 об%, т. к. у них меньше гемоглобина.

Связь **гемоглобина** с кислородом и прочность ее в молекуле оксигемоглобина зависит от парциального давления O_2 . Эта связь прочная при высоком парциальном давлении O_2 и снижается при его уменьшении. Поглощение O_2 гемоглобином в капиллярах легких идет одновременно с выделением CO_2 из крови в альвеолы. Поэтому по мере насыщения гемоглобина кислородом кривая диссоциации оксигемоглобина сдвигается влево (**рис. 72**). По мере того как венозная кровь, насыщаясь кислородом, превращается в артериальную,

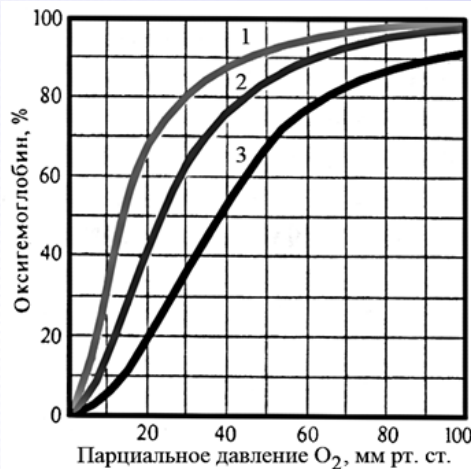


Рисунок 72 – Кривые диссоциации оксигемоглобина: 1 – при низком содержании CO_2 ; 2 – в норме; 3 – при высоком содержании CO_2



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 297 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

способность гемоглобина связывать O_2 увеличивается. В результате скорость диффузии кислорода из альвеол в кровь слегка возрастает. При парциальном давлении кислорода в артериальной крови, равном 95 мм рт. ст., кровь практически полностью насыщена кислородом, и содержание оксигемоглобина в виде $KHbO_2$ приближается к 100 % (рис. 72).

3. Обмен газов между кровью и тканями. Дыхание при повышенном и пониженном атмосферном давлении

Обмен газов между кровью и тканями. Поступив в **капилляры** тканей организма, оксигемоглобин диссоциирует. Поскольку парциальное давление O_2 в поступившей в капилляры тканей артериальной крови гораздо выше (95 мм рт. ст.), чем в клетках тканей (1–5 мм рт. ст.) и межклеточной жидкости (5–20 мм рт. ст.), то диссоциация $KHbO_2$ идет быстро и он распадается, высвобождая O_2 . Кислород диффундирует из капилляров в клетки (рис. 73).

Одновременно с выходом кислорода из **крови** в нее из клеток окружающих тканей поступает CO_2 . Увеличение в крови парциального давления CO_2 снижает pH, т. е. закисляет кровь, что повышает диссоциацию оксигемоглобина (эффект Бора). Кривая диссоциации оксигемоглобина смещается вправо и становится более плоской. В работающих мышцах дополнительно накапливается молочная кислота, а также повышается температура, что вызывает почти полный распад оксигемоглобина в тканевых капиллярах.

Всего в венозной крови содержится 58 об% CO_2 . Примерно 4,5 об% всего CO_2 , поступившего в кровь тканевых капилляров, физически растворяется в плазме крови. Очень малая часть оставшегося CO_2 медленно соединяется с водой плазмы, образуя H_2CO_3 . Остальная большая часть проникает в **эритроциты**, где под действием находящегося в эритроцитах фермента *карбоангидразы* из этого CO_2 и воды образуется H_2CO_3 . $KHbO_2$, отдавший кислород, превращается в KHb , который реагирует с H_2CO_3 , образуя HHb (восстановленный **гемоглобин**) и $KHCO_3$ (рис. 73).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 298 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

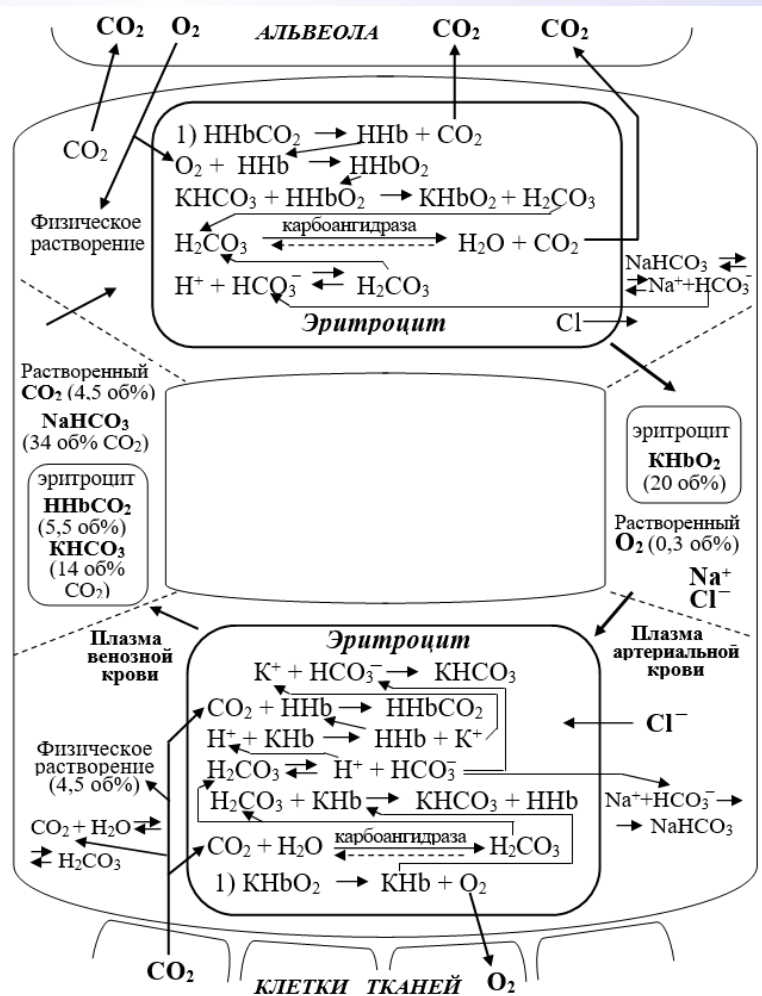


Рисунок 73 – Химические процессы, протекающие при обмене газами между альвеолой и кровью, транспорте O_2 и CO_2 , обмене газами между кровью и клетками тканей (схема)

Hb соединяется с CO_2 , образуя *карбогемоглобин* (HbCO_2), который связывает 5,5 об% CO_2 . Большая часть анионов угольной кислоты (HCO_3^-) диффундирует из эритроцитов в плазму, связывая там ионы натрия, образуя NaHCO_3 . В виде бикарбоната натрия находится 34 об% CO_2 . Таким образом, из 58 об% всего CO_2 , содержащегося в венозной крови, 48 об%, или 4/5, переносится в виде *бикарбонатов натрия и калия*.

В легких происходят обратные процессы. Часть CO_2 диффундирует из крови в альвеолы. Парциальное давление CO_2 в крови снижается и от карбогемоглобина отщепляется CO_2 . Образуется Hb , который соединяется с O_2 , образуя HbO_2 . HbO_2 вытесняет ионы K^+ из KHCO_3 . Образуется KHbO_2 и H_2CO_3 .



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 299 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Угольная кислота под действием карбоангидразы быстро диссоциирует и CO_2 выходит в альвеолы (рис. 73). Фермент карбоангидраза при высоком парциальном давлении CO_2 катализирует образование H_2CO_3 (в капиллярах тканей), а при низком pCO_2 катализирует расщепление H_2CO_3 (в капиллярах легких).

Таким образом, практически весь кислород переносится артериальной кровью от легких к тканям в виде соединения с **гемоглобином**. Что же касается углекислого газа, то подавляющая часть его переносится от тканей к легким в виде солей угольной кислоты – бикарбонатов натрия и калия.

Дыхание при повышенном атмосферном давлении. Дыхание при повышенном атмосферном давлении происходит во время водолазных и кессонных работ. Поскольку столб воды высотой 10 м соответствует давлению в 1 атмосферу, то при погружении под воду в скафандре водолаза или в кессоне должно поддерживаться давление воздуха или газовой смеси согласно этой пропорции.

При погружении под воду в водолазных костюмах человек может дышать только воздухом под соответствующим погружению повышенным давлением. В этих условиях увеличивается количество газов, растворенных в крови, кислорода и особенно азота. Поэтому при погружении на большие глубины для дыхания применяются гелиево-кислородные смеси. Гелий почти нерастворим в крови и при дыхании им снижается сопротивление дыханию. Кислород добавляют к гелию в такой концентрации, чтобы его парциальное давление на глубине (т. е. при повышенном давлении) было близким к тому, которое имеется в обычных условиях.

В этих условиях дыхание урежается до 2–4 раз в минуту. Вдох укорачивается, а выдох удлиняется и затрудняется. Газообмен в легких немного ускоряется. При обычном атмосферном давлении в **плазме крови** находится в растворенном состоянии около 1 % азота. Чем выше атмосферное давление, тем выше его растворимость, тем больше его накапливается в крови. Увеличивается количество растворенного азота и по мере удлинения времени подводных работ.

После работ на больших глубинах специального внимания требует переход чело-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 300 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

века от высокого давления к нормальному. При быстрой декомпрессии, например, при быстром подъеме водолаза, физически растворенные в крови и тканях газы значительно больше обычного, не успевают выделиться из организма и образуют пузырьки. Кислород и углекислый газ представляют меньшую опасность, т. к. они быстро связываются кровью и тканями. Особую опасность представляет образование пузырьков азота, которые разносятся кровью и закупоривают мелкие сосуды (газовая эмболия), что сопряжено с большой опасностью для жизни. Состояние, возникающее при быстрой декомпрессии, называется *кессонной болезнью*. Она характеризуется болями в мышцах, головокружением, рвотой, одышкой, потерей сознания, а в тяжелых случаях могут возникать параличи.

Для лечения кессонной болезни пострадавшего помещают в декомпрессионную камеру, где давление вновь поднимается до полного растворения азота. Затем очень медленно снижают его, чтобы азот успевал выходить через легкие. Профилактика этого состояния проводится путем использования ступенчатой декомпрессии, т. е. когда водолаз поднимается на поверхность, то через каждые 10 м подъема делает остановку на строго определенное время. Для дыхания на глубине применяют также газовую смесь, в которой азот замещается на гелий. Он практически не растворяется в плазме крови. Кроме того, азот на глубине более 70 м, а кислород – более 90 м приобретает наркотические свойства. Поэтому в гелиевой смеси всего 5 % кислорода.

При некоторых заболеваниях кровеносных сосудов, сердечной недостаточности и др. применяется метод лечения при повышенном давлении – гипербарическая оксигенация, что обеспечивает повышение доставки кислорода тканям. Человека помещают в специальную барокамеру, где давление кислорода повышено до 3–4 атмосфер. При таком давлении резко увеличивается количество кислорода, физически растворенного в крови и тканях. В таких условиях кислород переносится кровью в достаточном количестве даже без участия *гемоглобина*, т. к. высокое напряжение кислорода в крови создает условия для быстрой его диффузии к клеткам.

Гипербарическую оксигенацию можно использовать лишь в течение непродол-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 301 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

жительного времени. Длительное использование кислорода сопровождается кислородным отравлением. Это связано с тем, что при длительном действии кислорода в клетках возникает гипероксия или кислородное отравление.

Дыхание при пониженном атмосферном давлении. При подъеме на высоту человек оказывается в условиях пониженного атмосферного давления. Следствием понижения атмосферного давления является недостаточное снабжение организма кислородом – гипоксия, которая развивается в результате низкого парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе. При подъеме на высоту 1,5–2 км над уровнем моря не происходит значительного изменения снабжения организма кислородом и изменения дыхания.

На высоте 2,5–5 км наступает увеличение **вентиляции легких**, вызванное стимуляцией каротидных хеморецепторов. Одновременно происходит повышение артериального давления и увеличение частоты сердечных сокращений. Все эти реакции направлены на усиление снабжения тканей кислородом. В результате снижения напряжения кислорода в крови возбуждаются хеморецепторы сосудов. Дыхание учащается и углубляется. Увеличение вентиляции легких на высоте может привести к снижению парциального давления углекислого газа в альвеолярном воздухе. Из крови выводится углекислый газ и его напряжение падает ниже нормы, что снижает стимуляцию хеморецепторов, особенно центральных. Это приводит к угнетению дыхательного центра. Несмотря на гипоксию, дыхание становится редким и поверхностным.

На высоте свыше 7 км могут наступить опасные для жизни нарушения дыхания, кровообращения и потеря сознания. Особенно большую опасность представляет быстрое развитие гипоксии, при котором потеря сознания может наступить внезапно.

Дыхание чистым кислородом через загубник или маску позволяет сохранить нормальную работоспособность даже на высоте 11–12 км. На больших высотах даже при дыхании чистым кислородом его парциальное давление в альвеолярном воздухе оказывается ниже, чем в норме. Поэтому полеты на такие высоты возможны только в



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 302 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

герметизированных кабинах или скафандрах, где поддерживается достаточно высокое атмосферное давление.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой состав вдыхаемого, альвеолярного и выдыхаемого воздуха?
2. Что такое аэрогематический барьер?
3. Охарактеризуйте газообмен в легких.
4. Как происходит транспорт кислорода артериальной **кровью**?
5. Как осуществляется газообмен в тканях?
6. В каком виде переносится CO_2 венозной кровью от тканей к легким?
7. Охарактеризуйте дыхание при повышенном атмосферном давлении.
8. Что такое **кессонная болезнь** и как ее избежать?
9. Для чего используется гипербарическая оксигенация?
10. Охарактеризуйте дыхание при пониженном атмосферном давлении.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 303 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 16. Регуляция дыхания

План лекции

1. Нервная и рефлекторная регуляция дыхания. Дыхательный центр.
2. Гуморальная регуляция дыхания.
3. Регуляция дыхания при мышечной работе.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 16, 17, 22].

1. Нервная и рефлекторная регуляция дыхания. Дыхательный центр

Нервная регуляция дыхания. Дыхательный центр. Координированные сокращения дыхательных мышц, вызывающие чередование вдоха и выдоха, обеспечиваются ритмической активностью нейронов *дыхательного центра*. Еще в XIX-м веке П. Флуранс обнаружил в нижнем углу ромбовидной ямки в **продолговатом мозге** дыхательный центр, разрушение которого ведет к полной остановке дыхания. Несколько позже Н.А. Миславский установил, что этот центр состоит из двух парных структур, ответственных за вдох и выдох.

По современным представлениям, дыхательный центр, или точнее центральный дыхательный механизм, охватывает практически все отделы головного мозга. Поэтому различные специфические и неспецифические факторы, вызывая возбуждение разных нервных центров, оказывают влияние на дыхание (**рис. 74**).

В **варолиевом мосту** находится так называемый *пневмотаксический центр*, который участвует в переключении вдоха и выдоха. При разрушении этого центра у животных вдохи становятся очень длительными, продолжающимися десятки секунд или даже минуты.

Структуры **гипоталамуса** и **ретикулярной формации** определяют участие дыхания в эмоциональных и вегетативных реакциях организма. **Мозжечок** согласовы-



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 304 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

вает дыхание с движениями. Благодаря *коре больших полушарий* человек может произвольно на какое-то время задержать или усилить дыхание, способен управлять дыханием во время речи, пения, игры на духовых музыкальных инструментах, приспосабливать дыхание к поведенческой деятельности.

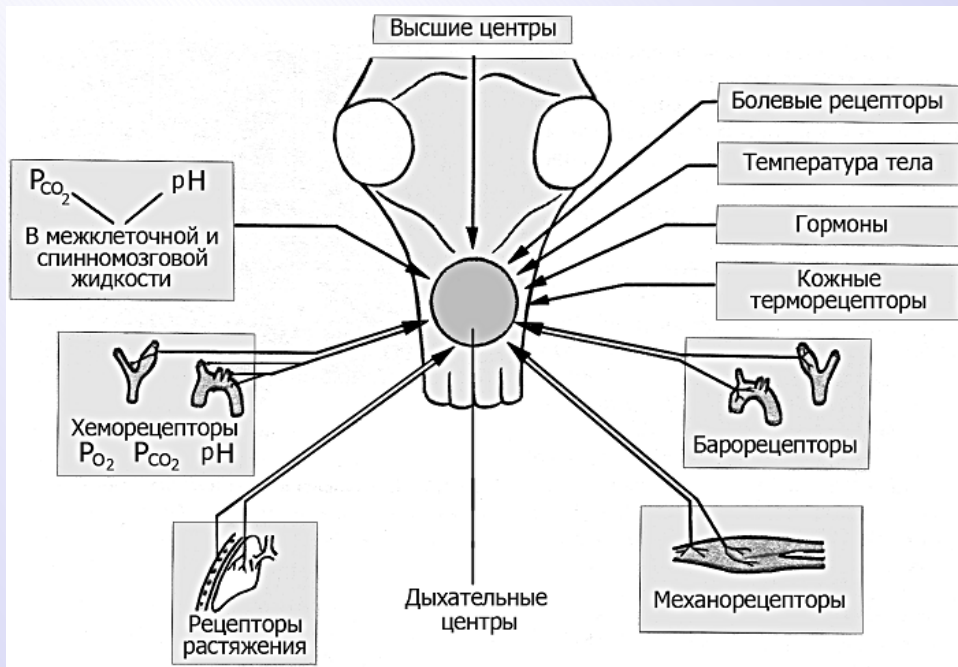


Рисунок 74 – Общая схема центральных и периферических факторов, влияющих на дыхание

Однако основная часть центрального дыхательного механизма (дыхательный центр продолговатого мозга) находится в дорсальных и вентральных дыхательных ядрах *продолговатого мозга*. Это доказывается тем, что после перерезки у животных головного мозга выше продолговатого мозга ритмическое дыхание сохраняется,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 305 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

а после перерезки ниже продолговатого мозга – прекращается.

В головном мозге выявлены группы так называемых *дыхательных нейронов*, импульсная активность которых меняется в соответствии с фазами дыхательного цикла. Различают *инспираторные нейроны*, которые посылают импульсы незадолго до вдоха и в течение самого вдоха, а также *экспираторные нейроны*, проявляющие активность во время выдоха и дыхательной паузы. Есть также несколько совокупностей нейронов, активность которых или занимает часть фазы вдоха или выдоха (ранние, поздние, полные) или включаются в моменты перехода от вдоха к выдоху и обратно.

Дыхательный центр продолговатого мозга обладает *автоматией*, т. е. постоянной ритмической активностью. Каждый дыхательный цикл начинается с возбуждения ранних инспираторных нейронов. Затем возбуждение переходит на полные инспираторные нейроны и по возвратным связям поступает на ранние инспираторные нейроны и тормозит их.

Большинство экспираторных нейронов являются антиинспираторными, и только часть из них посылает свои импульсы к мышцам вдоха.

Рефлекторная регуляция дыхания. В регуляции дыхания участвуют *механорецепторы* дыхательной системы. Они оказывают влияние на глубину вдоха и его длительность. При их раздражении осуществляются также рефлексы защитного характера – кашель и чихание. К механорецепторам относятся: 1) *рецепторы растяжения легких*, раздражение которых нарастает во время вдоха и приводит в конечном итоге к прекращению вдоха; 2) *ирритантные рецепторы*, реагирующие на спадение легких и вызывающие прекращение выдоха; 3) *рецепторы верхних дыхательных путей*, участвующие в осуществлении рефлексов кашля, чихания, глотания, принохивания.

Импульсы от рецепторов растяжения легких поступают в дыхательный центр по блуждающим нервам, что было доказано в опыте с раздуванием легких воздухом в различные фазы дыхания (рефлекс Геринга–Брейера). При раздувании легких



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 306 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

вдох рефлекторно тормозится и начинается выдох. Если же, наоборот, значительно уменьшить объем легких, то произойдет глубокий выдох. После перерезки блуждающих нервов рефлекс Геринга–Брейера исчезает, и дыхание становится реже и глубже. Таким образом, центральный дыхательный механизм постоянно получает информацию об уровне растяжения легких и его изменениях. **Рецепторы** растяжения обнаружены также в трахее, бронхах и бронхиолах.

При вдохе и выдохе происходит сокращение и расслабление дыхательных мышц, что сопровождается раздражением в них проприорецепторов, в первую очередь, сухожильных рецепторов Гольджи и мышечных веретен. Импульсы от проприорецепторов межреберных мышц, мышц брюшной стенки и т. д. усиливают вдох или выдох, преодолевая сопротивление дыхательной системы прохождению воздуха.

Рефлекторные влияния на дыхание вызываются раздражением обонятельных рецепторов пахучими веществами, тепловых или холодовых рецепторов кожи, повышением общей температуры тела.

2. Гуморальная регуляция дыхания

Еще в конце XIX-го века было установлено, что деятельность дыхательного центра продолговатого мозга зависит от состава крови, поступающей в мозг по общим сонным артериям, т. е. от некоторых гуморальных веществ. Это было показано Фредериком в опытах с *перекрестным кровообращением* (рис. 75).

У двух собак перерезали и соединяли перекрестно сонные артерии и отдельно яремные вены. После такого соединения и перевязки позвоночных артерий кровь из туловища первой соба-

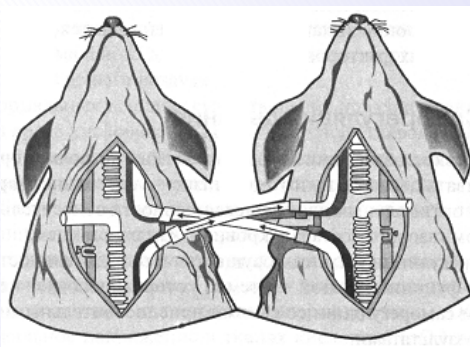


Рисунок 75 – Опыт Фредерика с перекрестным кровообращением



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 307 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ки поступала в голову второй собаки, а кровь из туловища второй собаки в голову первой. Если у первой собаки пережимали трахею и вызывали удушье, то дыхание усиливалось у второй собаки. У первой же собаки, несмотря на увеличение в артериальной крови содержания CO_2 и уменьшения O_2 , через некоторое время наступало ослабление дыхания. Это объясняется тем, что в голову первой собаки поступала кровь от туловища второй собаки, у которой в результате усиленного дыхания в артериальной крови снижалось содержание CO_2 .

Гуморальные вещества, в первую очередь CO_2 и водородные ионы вызывают усиление дыхания, действуя на специальные хеморецепторы. Основным регулятором активности центрального дыхательного механизма являются афферентные импульсы от *центральных хеморецепторов*, расположенных в продолговатом мозге, и от *периферических артериальных хеморецепторов*. Эти рецепторы участвуют в **гуморальной регуляции** дыхания. Импульсы от центральных и периферических хеморецепторов несут информацию о газовом составе внутренней среды организма.

Центральные хеморецепторы реагируют главным образом на изменения в крови и спинномозговой жидкости pH и содержания CO_2 : увеличение концентрации CO_2 (гиперкапния) и снижение pH приводит к усилению дыхания. Недостача кислорода сама по себе практически не влияет на центральные хеморецепторы продолговатого мозга.

Периферические артериальные хеморецепторы, реагирующие на изменение газового состава крови, обнаружены в *стенке дуги аорты* и в *синокаротидной области* в так называемом каротидном теле, расположенном в области разветвления общей сонной артерии на внутреннюю сонную и наружную сонную артерии. Каротидное тело обильно снабжается кровью и содержит рецепторы, реагирующие повышение содержания CO_2 (гиперкапнию), увеличение концентрации ионов водорода (ацидоз). Меньшее влияние в регуляции дыхания оказывает снижение в артериальной крови O_2 (гипоксемия). Аналогичные хеморецепторы имеются в стенке дуги аорты.

Сигналы, поступающие от центральных и периферических хеморецепторов, яв-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 308 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ляются необходимым условием для осуществления периодической активности дыхательного центра продолговатого мозга и соответствия **вентиляции легких** газовому составу крови.

Участие гуморальных факторов в регуляции центрального дыхательного механизма не позволяет человеку надолго произвольно задерживать дыхание. Как только парциальное давление накапливающегося в крови CO_2 достигает определенного уровня, сильное возбуждение хеморецепторов выводит дыхание из-под произвольного контроля и оно возобновляется.

3. Регуляция дыхания при мышечной работе

В условиях покоя основную роль в регуляции дыхания играют гуморальные факторы, т. е. изменение содержания в крови и цереброспинальной жидкости CO_2 , pH, O_2 . Через периферические и центральные хеморецепторы, а также прямым действием эти факторы вызывают изменение уровня активности дыхательного центра и, в конечном итоге, **легочной вентиляции**.

При мышечной работе, кроме гуморальных факторов, очень большую роль играют *нейрогенные факторы*. На это указывают следующие наблюдения:

1. Если снижение pH в артериальной **крови** при мышечной работе оказывает такое же влияние на легочную вентиляцию, как и в покое, то вентиляция при мышечной работе увеличивалась бы только в 2–3 раза, а не в 2–30 раз.
2. Недостаток O_2 в тканях (гипоксия) начинает усиливать легочную вентиляцию тогда, когда парциальное напряжение O_2 в артериальной крови падает до 60 мм рт. ст. Такой уровень никогда не достигается при мышечной работе.
3. Парциальное напряжение CO_2 в артериальной крови начинает увеличиваться спустя 20 с после начала работы. Следовательно, в начале работы нет никакого гиперкапнического стимула для усиления легочной вентиляции. Наблюдающаяся же усиленная вентиляция в начале работы может привести даже к



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 309 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

снижению парциального давления CO_2 в артериальной крови.

О том, что гуморальные факторы не являются главными в усилении дыхания при мышечной работе, свидетельствуют данные опытов *Ф. Као с перекрестным кровообращением*. В опытах кровь от активных конечностей работающей собаки отводилась в снабжающие головной мозг позвоночные артерии другой неработающей собаки. И, наоборот, в артериальное русло работающей собаки поступала **кровь** от неработающего животного. Несмотря на то, что в головной мозг неработающей собаки поступала кровь от работающей, у нее не было обнаружено никаких изменений в **легочной вентиляции**.

Среди нейрогенных факторов регуляции дыхания при мышечной работе наибольшую роль играют следующие:

1. *Условнорефлекторные корковые механизмы*. У животных с удаленной корой больших полушарий при ходьбе возникает сильная одышка, не наблюдаемая в покое. Также одним из проявлений **условнорефлекторных** механизмов регуляции дыхания является повышение легочной вентиляции еще до начала работы.
2. *Влияние моторных зон **коры больших полушарий***. Моторные зоны коры посылают нервные импульсы не только к центрам работающих мышц, но и в то же время «параллельные» импульсы к дыхательному центру, вызывая усиление его активности. Благодаря этому, легочная вентиляция увеличивается одновременно с началом мышечной работы, когда еще не начинают действовать гуморальные факторы. При этом в начале работы парциальное напряжение CO_2 в артериальной крови снижается.
3. *Рефлекторные влияния от рецепторов движущихся частей тела на дыхательный центр*. Участие этих рецепторов в регуляции дыхания доказывается тем фактом, что быстрое увеличение легочной вентиляции происходит в самом начале динамической, но не статической работы. Значение этих рефлекторных влияний в рабочей гипервентиляции не очень велико.

Таким образом, нейрогенные факторы служат главным активирующим механиз-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 310 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

мом усиления легочной вентиляции в начале мышечной работы. Гуморальные факторы регулируют и приспособливают объем легочной вентиляции в точном соответствии с химическим составом артериальной крови для поддержания постоянства этого состава. Гуморальные факторы играют роль химической **обратной связи**.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы строение и функции дыхательного центра **продолговатого мозга**?
2. Какое участие в регуляции дыхания принимают **варолиев мост, мозжечок, ретикулярная формация** и **кора больших полушарий**?
3. Как влияет на дыхание раздражение механорецепторов дыхательной системы, проприорецепторов дыхательных мышц, обонятельных, тепловых и холодовых **рецепторов**?
4. Как осуществляется рефлекторная регуляция дыхания?
5. Что доказывает опыт Фредерика с перекрестным кровообращением?
6. Какова роль периферических артериальных хеморецепторов в регуляции дыхания?
7. Что подтверждает ведущую роль нейрогенных факторов в регуляции дыхания при мышечной работе?
8. Охарактеризуйте нейрогенные факторы регуляции дыхания при мышечной работе.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 311 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 17. Общая характеристика пищеварительных процессов. Пищеварение в полости рта и желудке

План лекции

1. Значение, функции и общий план строения органов пищеварения. Методы исследования пищеварения.
2. Пищеварение в полости рта.
3. Пищеварение в желудке.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 17, 21–23].

1. Значение, функции и общий план строения органов пищеварения. Методы исследования пищеварения

Значение пищеварения. Пищеварение – это процесс физической и химической обработки пищи, в результате чего происходит превращение ее в более простые и растворимые соединения, которые могут всасываться, переноситься кровью и усваиваться организмом. Пища состоит из разнообразных пищевых продуктов растительного и животного происхождения: хлеба, мяса, рыбы, молока, яиц, овощей и фруктов. В состав пищевых продуктов входят *питательные вещества*: белки, жиры, углеводы, минеральные соли, вода и **витамины**. Эти вещества усваиваются организмом и включаются в состав клеток организма.

Из поступивших питательных веществ строятся новые и заменяются старые клетки. Это *строительная* функция питательных веществ. В результате расщепления питательных веществ в клетках организма выделяется энергия, необходимая для жизнедеятельности, что является их *энергетической* функцией. С питательными веществами поступают витамины, поступают или из них образуются биологически активные вещества, участвующие в *регуляции* деятельности клеток, тканей и органов.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 312 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Физические изменения пищи в пищеварительном тракте заключаются в ее механической обработке – размельчении, перемешивании, растворении. Химические изменения состоят из последовательных этапов гидролитического расщепления белков, жиров, углеводов и нуклеиновых кислот, происходящих под влиянием **пищеварительных ферментов**. Для того чтобы всосаться в кровь и лимфу, белки, жиры и углеводы должны предварительно расщепиться с помощью пищеварительных ферментов до более простых соединений.

Пищеварительные ферменты – это биологические катализаторы белковой природы. Они содержатся в пищеварительных соках, вырабатываемых пищеварительными железами. Различают ферменты: *протеазы*, расщепляющие белки до аминокислот; *липазы*, осуществляющие распад жиров до глицерина и жирных кислот; *амилазы*, гидролизующие сложные углеводы до моносахаридов; *нуклеазы*, осуществляющие расщепление нуклеиновых кислот. Ферменты обладают высокой активностью, специфичностью действия, требуют определенной температуры и pH среды.

Функции органов пищеварения. Выделение пищеварительных соков, содержащих ферменты, которые расщепляют жиры, белки и углеводы, является *секреторной* функцией органов пищеварительной системы. *Двигательная* функция осуществляется гладкими мышцами, входящими в состав стенок пищеварительного канала. Благодаря двигательной функции осуществляются жевание, глотание, передвижение пищи по пищеварительному каналу и удаление непереваренных остатков пищи из организма. *Всасывательная* функция осуществляется слизистой оболочкой желудка, тонкого и толстого кишечника. В результате всасывания во внутреннюю среду организма поступают продукты переваривания белков, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот, а также вода, минеральные соли и витамины.

Кроме секреторной, двигательной и всасывательной функций пищеварительная система выполняет экскреторную, защитную, метаболическую и эндокринную функции. Экскреторная, или выделительная, функция заключается в выведении из крови с желчью и другими пищеварительными соками продуктов обмена и чужеродных ве-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 313 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ществ, поступивших в **кровь**. Защитная функция осуществляется благодаря барьерной функции печени, бактерицидному действию веществ, содержащихся в слюне, желудочном соке и желчи, лимфатическим узлам в стенке пищеварительного тракта. Метаболическая функция обеспечивается синтезом, гидролизом и превращением различных веществ, в первую очередь, в печени. В органах пищеварительной системы секретируются многие **гормоны**: гастрин, секретин, холецистокинин и другие, что является эндокринной функцией.

Характерная для человека и высших животных пищеварительная система сформировалась в процессе длительного эволюционного развития. В зависимости от места действия пищеварительных ферментов пищеварение делят на три типа: внутриклеточное, внеклеточное дистантное и мембранное, или пристеночное.

Внутриклеточное пищеварение состоит в том, что поступившие в клетку путем эндоцитоза вещества гидролизуются ферментами лизосом либо в цитоплазме, либо в пищеварительной вакуоли. У человека внутриклеточное пищеварение выполняет главным образом защитные функции, осуществляя с помощью лейкоцитов крови переваривание чужеродных веществ и микроорганизмов (**фагоцитоз**).

Внеклеточное дистантное пищеварение осуществляется ферментами, выделившимися во внеклеточную среду. Так действуют на питательные вещества в полости пищеварительного тракта ферменты слюны, желудочного, поджелудочного и кишечного соков. Такое пищеварение называется **полостным**. Эффективность полостного пищеварения определяется активностью **ферментов** пищеварительных соков в разных отделах пищеварительного тракта.

Мембранное (пристеночное, контактное) пищеварение открыто русским ученым А.М. Уголевым в 1958 г. Такое пищеварение происходит в тонком кишечнике на огромной поверхности, образованной складками, ворсинками и микроворсинками его слизистой оболочки. Гидролиз происходит с помощью **ферментов**, адсорбированных из полости кишки на микроворсинках, а также встроенных в их мембраны ферментов, синтезированных в секреторных клетках слизистой оболочки кишки.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 314 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Мембранное пищеварение совершается в слое слизи, зоне гликокаликса и на поверхности микроворсинок с участием большого количества ферментов кишечного и поджелудочного сока.

Общий план строения органов пищеварения. Пищеварительная система человека представляет собой трубку (*пищеварительный тракт*), длиной у взрослого человека 7–8 м и расположенных вне ее стенки крупных слюнных желез, печени и поджелудочной железы. Желудок, тонкий и толстый кишечник объединяют под названием *желудочно-кишечный тракт*.

Стенка желудочно-кишечного тракта, а также нижнего отдела пищевода имеет общий план строения (рис. 76). Она состоит из двух гладкомышечных слоев: наружного и внутреннего продольного, и находящегося между ними циркулярного. Изнутри органы **желудочно-кишечного тракта** выстланы слизистой оболочкой. Наружный продольный мышечный слой покрыт соединительнотканной серозной оболочкой, от которой отходит брыжейка с нервами, кровеносными и лимфатическими сосудами, снабжающими органы пищеварительного тракта. Между мышечными слоями расположены нервные сплетения (Ауэрбаха и Мейснера), регулирующие моторную и секреторную функции желудочно-кишечного тракта. Благодаря этим нервным сплетениям моторика кишки может осуществляться автоматически даже после перерезки иннервирующих симпатических и парасимпатических нервов и изоляции отрезка кишки из организма.

Пищеварительная система состоит из ротовой полости, глотки, пищевода, желудка, тонкого и толстого кишечника. В ротовую полость открываются протоки трех

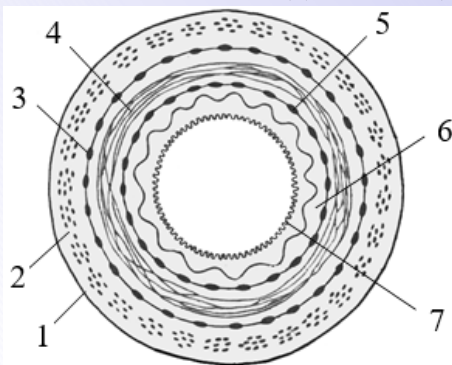


Рисунок 76 – Схема слоев стенки желудочно-кишечного тракта:

- 1 – серозная оболочка; 2 – продольный мышечный слой; 3 – межмышечное сплетение (Ауэрбаха); 4 – циркулярный мышечный слой; 5 – подслизистое сплетение (Мейснера); 6 – подслизистый мышечный слой; 7 – слизистая оболочка



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 315 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

пар крупных слюнных желез: околоушных, поднижнечелюстных (подчелюстных) и подъязычных. В глотке пищеварительный канал перекрещивается с дыхательным путем. После прохождения пищевода через диафрагму в брюшной полости пищеварительная трубка расширяется и образуется желудок.

От желудка начинается тонкий кишечник. Он образован двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишкой. В двенадцатиперстную кишку открываются протоки двух крупных пищеварительных желез – поджелудочной железы и печени. Подвздошная кишка впадает в начальный отдел толстого кишечника – слепую кишку. Толстый кишечник состоит из слепой кишки с червеобразным отростком (аппендиксом), восходящей ободочной, поперечной ободочной, нисходящей ободочной, сигмовидной ободочной и прямой кишки, заканчивающейся заднепроходным отверстием (рис. 77).

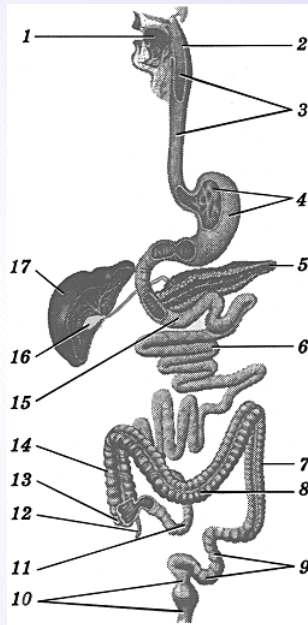


Рисунок 77 – Схема строения пищеварительной системы: 1 – ротовая полость; 2 – глотка; 3 – пищевод; 4 – желудок; 5 – поджелудочная железа; 6 – тощая кишка; 7 – нисходящая, поперечная (8) сигмовидная (9) и восходящая (14) ободочные кишки; 10 – прямая кишка; 11 – подвздошная кишка; 12 – аппендикс; 13 – слепая кишка; 15 – двенадцатиперстная кишка; 16 – желчный пузырь; 17 – печень

При исследовании процессов пищеварения первоначально и длительное время использовалась методика *острого эксперимента*. В нем у животного под наркозом проводилось вскрытие органов **желудочно-кишечного тракта** с целью получения пищеварительных соков, раздражения нервов и т. д. Воздействие наркотических веществ, хирургическая операция, кровопотеря меняли и нарушали нормальное течение жизнедеятельности. Полученные в таких условиях результаты только приблизительно характеризовали процессы, протекающие в здоровом организме в



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 316 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

нормальных условиях.

Русский хирург В.А. Басов в 1842 г. впервые провел операцию наложения фистулы у собаки для получения желудочного сока при последующем естественном кормлении животного.

В изучение процессов пищеварения большой вклад внес русский ученый И.П. Павлов с сотрудниками, разработавшими методику многих *хронических опытов* в исследованиях функций пищеварительных желез. И.П. Павлов широко ввел в физиологи метод наложения *фистул*, т. е. создания искусственного соединения (чаще всего с помощью трубки) между полостью органа (желудка, кишки, протоком слюнной железы, желчным протоком, поджелудочной железы и др.) и окружающей средой. И.П. Павлов усовершенствовал старые и разработал много новых хронических опытов («мнимое кормление», маленький «павловский желудочек», изолирование отдельных участков кишечника).

В лаборатории И.П. Павлова была разработана методика выключения печени из общего круга кровообращения путем образования соединения между воротной и нижней полрой венами. Это позволило исследовать защитную и барьерную функцию печени, ее роль в процессе обезвреживания ядовитых веществ, всасывающихся в желудочно-кишечном тракте. И.П. Павлов разработал новые методы изучения моторной функции кишечника путем изолирования отдельных его участков, выведения кишок под кожу и т. д.

Исследования И.П. Павлова в области пищеварения продолжили его ученики И.П. Разенков, К.М. Быков и др. И.П. Разенков детально изучал моторную и экскреторную функции **желудочно-кишечного тракта**. К.М. Быков установил наличие условнорефлекторной регуляции внутренних органов, показав, что вегетативные функции осуществляются не автономно, а подчинены влиянием со стороны высших отделов ЦНС, и в первую очередь **коры больших полушарий**.

В настоящее время разработаны новые инструментальные и электронные методы изучения деятельности пищеварения человека. К ним относятся: запись биотоков



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 317 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

мышц желудка – электрогастрография; рентгеноскопия и рентгенография; радиопилюли, которые проглатываются человеком и регистрируют давление, температуру, рН на протяжении всего пищеварительного канала; зондирование; эндоскопические и томографические исследования, гастроскопия и фиброгастроскопия, ультразвуковые исследования и др.

2. Пищеварение в полости рта

Пища вначале попадает в ротовую полость, где она пробует на вкус, измельчается, пережевывается и смачивается слюной. Здесь происходит формирование пищевого комка и частичное расщепление углеводов. Поступившая в рот пища раздражает вкусовые, тактильные и температурные рецепторы. При поступлении пищи в ротовую полость происходит секреторный акт – *слюноотделение* и двигательные акты – *жевание, сосание, глотание*, а при недоброкачественной пище – *выплевывание*.

Ротовая полость сверху отделяется от носовой полости твердым и мягким нёбом, по бокам ограничена щеками, снизу – челюстно-подъязычной мышцей, а спереди – губами. В ротовой полости находятся язык и зубы.

Язык – это мышечный орган, который образован поперечнополосатой мускулатурой и покрыт слизистой оболочкой. В слизистой оболочке языка находятся *вкусовые сосочки*, где расположены рецепторы, воспринимающие вкусовые раздражения. Язык перемешивает пищу в процессе жевания, помогает смачиванию ее слюной и глотанию, а также является органом речи.

Зубы измельчают пищу, а также принимают участие в формировании звуков речи. У взрослого человека 32 зуба.

В ротовую полость открываются протоки трех пар крупных слюнных желез – *подъязычных, поднижнечелюстных и околоушных* (рис. 78) и мелких желез ротовой полости – губных, небных, щечных, язычных, зубных. Количество выделяемой слюны у человека от 0,5 до 2 л в сутки. У человека днем выделяется наибольшее количество



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 318 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

слюны. Устная речь, письмо, потребление пищи, пищевые кислоты, вода, жевание усиливают слюноотделение. Слюноотделение у человека мало зависит от сухости пищи. Оно уменьшается при напряженной мышечной работе и эмоциях. Почти вся выделяющаяся слюна проглатывается, только часть ее теряется при выплевывании и испарении (у некоторых животных, в частности у собак, испарение слюны с высушенного языка играет существенную роль в терморегуляции при жаркой погоде).

Слюна – это бесцветная, легко пенящаяся, тянущаяся в нити жидкость без запаха и вкуса. Реакция слюны близка к нейтральной (колеблется от слабокислой до слабощелочной), рН слюны человека равен 5,25–7,24. Плотность слюны 1,002–1,01. В состав слюны входит вода (98,5–99,5 %) и плотные вещества (0,5–1,5 %), представленные на 2/3 органическими веществами и на 1/3 – минеральными. Минеральные вещества слюны: хлориды, фосфаты, бикарбонаты, нитраты, роданиды и др. Основные органические вещества: муцин, ферменты, белки, пептиды, аминокислоты.

Белковое вещество – *муцин* делает пищевой комок скользким, что облегчает глотание пищи и продвижение ее по пищеводу; чем больше муцина в слюне, тем она более вязкая и густая. Основные **ферменты** слюны – α -амилаза и мальтаза. *Амилаза* (старое название птиалин) расщепляет сложный углевод (полисахарид) крахмал через ряд декстринов до дисахарида мальтозы. Фермент *мальтаза* расщепляет мальтозу до моносахарида – глюкозы. Амилаза и мальтаза активны только в среде, близкой к нейтральной (рН около 7), в кислой среде ферменты слюны неактивны. Ферментоподобное вещество *лизоцим* угнетает деятельность микробов и разрушает (растворяет) их. По-видимому, поэтому некоторые животные (семейства кошачьи, волчьи) зализывают раны.

Раздражение ротовой полости пищей или другими веществами, а также раздра-

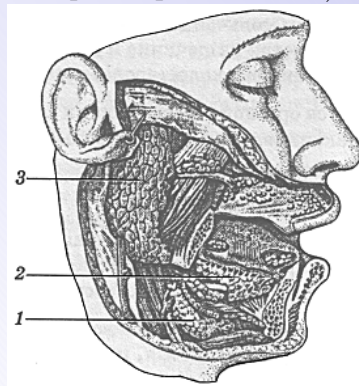


Рисунок 78 – Слюнные железы: 1 – подязычная; 2 – поднижнечелюстная; 3 – околоушная



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 319 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

жение рецепторов носовой полости вызывает безусловные слюноотделительные рефлекссы. Каждая слюнная железа иннервируется двумя видами нервов: *парасимпатическими* и *симпатическими*. Парасимпатические волокна к подчелюстной и подъязычной железам подходят в составе барабанной струны (VII-я пара черепномозговых нервов), к околоушной железе – в составе языкоглоточного нерва (IX-я пара черепномозговых нервов). Раздражение барабанной струны вызывает резкое увеличение кровоснабжения слюнных желез и усиливает слюноотделение. При этом в слюне содержится много минеральных солей и мало органических веществ.

Симпатическим нервом, иннервирующим слюнные железы, является шейный симпатический нерв. Раздражение его вызывает небольшое слюноотделение, но органических веществ в слюне больше, а солей меньше. Раздражение симпатического нерва уменьшает кровоснабжение слюнных желез. Подкорковые центры слюноотделения находятся в **продолговатом мозге** и **гипоталамусе**. Высший центр слюноотделения находится в передних отделах **коры больших полушарий**. Удаление этого центра снижает величину условных слюноотделительных рефлекссов.

Разнообразные раздражения слизистой оболочки рта (химические, механические и болевые) безусловнорефлекторно возбуждают работу больших слюнных желез. В ответ на зрительные, слуховые, обонятельные и другие раздражения могут вырабатываться **условные слюноотделительные рефлекссы**, механизм которых был подробно изучен И.П. Павловым.

Пережеванный и смоченный слюной пищевой комок попадает на спинку и корень языка. Мягкое нёбо поднимается и закрывает вход в носовую полость. Благодаря движениям языка и сокращениям мышц глотки пищевой комок проглатывается. При этом гортань поднимается, и вход в нее закрывается *надгортанником*. Это не позволяет пище попасть в дыхательные пути, несмотря на то, что в глотке пищеварительные пути пересекаются с дыхательными. Центр глотания расположен в **продолговатом мозге** рядом с дыхательным центром и находится с ним в реципрокных отношениях.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 320 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Пища из ротовой полости поступает в глотку через отверстие – *зев*. По бокам зева находятся органы лимфатической системы – *миндалины*, обезвреживающие микроорганизмы.

Через *глотку* пища попадает в *пищевод* – трубку длиной примерно 25 см. Пищевод проходит в грудную полость рядом с трахеей и на уровне XI грудного позвонка открывается в желудок. Волнообразными сокращениями мышц пищевода пищевой комок в течение нескольких секунд перемещается в желудок. Вода перемещается по пищеводу примерно за 1 с, твердая пища за 9–10 с.

3. Пищеварение в желудке

Желудок – это расширенная часть пищеварительного тракта. У взрослого человека он имеет емкость 2–2,5 л. Желудок человека состоит из двух отделов: кардиального, или фундального, (4/5 всего объема желудка) и пилорического, или привратникового, (1/5 всего объема). Оба отдела почти всегда сообщаются между собой и только в редких случаях (при пищевых отравлениях) разделяются между собой привратническим сфинктером.

Железы фундального отдела желудка состоят из *главных*, *добавочных* и *обкладочных клеток*. Главные клетки вырабатывают *ферменты*, добавочные – *слизь*, обкладочные – HCl. Железы пилорического отдела желудка не содержат обкладочных клеток и поэтому, в отсутствие пищи в желудке, среда в пилорическом отделе щелочная. Сок фундального отдела имеет кислую реакцию. В пилорическом отделе более сильно развита мышечная стенка и также более активно происходит всасывание, чем в фундальном отделе, где всасывание очень слабое. Пища в желудке находится несколько часов и подвергается действию желудочного сока.

Желудочный сок состоит из воды (99–99,5 %), HCl (0,4–0,5 %) и плотных веществ (0,3–0,4 %), в состав которых входят ферменты, минеральные соли, слизь. У человека pH желудочного сока колеблется от 1,0 до 2,5. В сутки у человека выделяется



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 321 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

1,5–2 л сока. В состав желудочного сока входят протеолитические ферменты (т. е. расщепляющие белки) – пепсин, химозин и желатиназа; фермент, расщепляющий жиры – липаза. **Ферментов**, расщепляющих углеводы, в частности, амилазы, в желудочном соке нет. Обнаруживаемая в пищевой каше (химусе) желудка амилаза является амилазой слюны, которая пропитала пищевой комок и попала в желудок.

Пепсин выделяется глазными клетками желудочных желез в неактивной форме в виде *пепсиногена*, который под действием HCl превращается в активный пепсин. Поэтому пепсин активен только в кислой среде и расщепляет белки до пептидов и частично до аминокислот. Термином пепсин в настоящее время обозначают несколько протеолитических ферментов, основными из которых являются пепсин А, парапепсин (пепсин В) и гастриксин (пепсин С).

Химозин, или реннин, или сычужный фермент, был обнаружен в отделе желудка (сычуге) телят и поэтому имеет эти вторые названия. Расщепляет только белки молока в любой среде: слабокислой, нейтральной и щелочной.

Желатиназа расщепляет желатин – белок, содержащийся в соединительной ткани.

Липаза желудочного сока обладает малой активностью и способна расщеплять только эмульгированные жиры молока.

Соляная кислота желудочного сока выполняет следующие функции: 1) активизирует пепсиноген, превращая его в активный фермент пепсин; 2) устанавливает значение pH, оптимальное для расщепляющего действия пепсина; 3) вызывает денатурацию и разбухание белков, что способствует их перевариванию, размягчает кости, попавшие с пищей; 4) оказывает бактерицидное действие на микробы, попавшие с пищей; 5) активизирует гормон гастрин (гастрогастрин), вырабатываемый клетками слизистой оболочки пилорического отдела желудка, и **гормон** секретин, вырабатываемый клетками слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки.

Слизь (муцин), образуемая в желудке, предохраняет его внутреннюю оболочку от вредных механических воздействий, действия пепсина и HCl. Слизь поглощает ферменты желудочного сока, что способствует их расщепляющему действию. Слизь



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 322 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

присоединяет растворимые в воде витамины В и С, благодаря чему они не разрушаются желудочным соком.

Таким образом, в желудке происходит расщепление части белков до пептидов и аминокислот, части жиров до глицерина и жирных кислот под действием ферментов желудочного сока, продолжается расщепление сложных углеводов до моносахаридов под действием ферментов слюны, находящихся в пищевом комке, до тех пор пока комок не пропитался HCl. Всасывание в желудке происходит лишь в незначительной степени. Среди пищевых веществ здесь медленно всасываются вода, минеральные соли, моносахариды (глюкоза, фруктоза, галактоза).

Рефлекторные влияния на желудочные железы передаются по блуждающим и симпатическим нервам. Раздражение блуждающих нервов усиливает желудочное сокоотделение, а раздражение симпатических нервов (чревные нервы) – тормозит. Влияние **коры больших полушарий** на желудочную секрецию доказывается возможностью образования условных рефлексов, вызывающих выделение желудочного сока, а также результатами опытов с гипнотическим внушением (если человеку внушают, что он съел вкусное блюдо, то начинается обильная желудочная секреция).

Весь процесс желудочного сокоотделения разделяется на три фазы, в изучение которых большой вклад внес И.П. Павлов. Первая фаза секреции желудочных желез – *мозговая*, или *сложнорефлекторная*. В эту фазу выделение желудочного сока происходит благодаря осуществлению *условных пищевых рефлексов* на вид, запах, звуки, связанные с пищей, и *безусловных пищевых рефлексов*, вызываемых раздражением рецепторов полости рта и глотки.

Следующая фаза – *нервно-химическая*, которая по И.П. Павлову делится на вторую фазу – желудочную, или нервно-гуморальную, или привратниковую, и третью фазу – кишечную. Во второй фазе секреции желудочных желез – *желудочной* отделение желудочного сока вызывается как механическими, так и химическими раздражениями клеток слизистой оболочки пилорического отдела (старое название – привратник) желудка. Раздражение и растяжение механорецепторов желудка пи-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 323 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

щей вызывает рефлекторное возбуждение центра блуждающего нерва и усиление желудочного сокоотделения.

Третья фаза секреции желудочных желез – *кишечная*. В эту фазу желудочное сокоотделение стимулируется веществами, содержащимися в пище и образовавшимися в слизистой оболочке двенадцатиперстной кишки. Эти вещества всасываются в кровь из двенадцатиперстной или тощей и подвздошной кишки, поступают с кровью к желудочным железам и вызывают секрецию желудочного сока.

На желудочную секрецию существенное влияние оказывает *эмоциональное возбуждение*. Стресс, раздражение и ярость вызывают усиление, а страх и тоска – торможение как секреции, так и моторики желудка.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие функции в организме выполняют питательные вещества?
2. Какими свойствами обладают **пищеварительные ферменты**?
3. В чем заключаются функции пищеварительной системы?
4. Охарактеризуйте внутриклеточное, внеклеточное дистантное и мембранное пищеварение.
5. Опишите роль ученых (В.А. Басов, И.П. Павлов, К.М. Быков, И.П. Разенков и др.) в изучении физиологии пищеварения.
6. Что происходит с пищей в ротовой полости?
7. Как устроена стенка желудка?
8. Какие состав и свойства желудочного сока?
9. Как происходит пищеварение в желудке?
10. Опишите фазы желудочной секреции по И.П. Павлову.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 324 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 18. Пищеварение в тонком и толстом кишечнике. Всасывание

План лекции

1. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Роль печени в пищеварении.
2. Пищеварение в тощей и подвздошной кишках. Всасывание.
3. Пищеварение в толстом кишечнике.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 10, 14, 17, 21–23].

1. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Роль печени в пищеварении

Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Двенадцатиперстная кишка является начальным отделом тонкого кишечника. Она имеет форму подковы, огибающей головку поджелудочной железы. Длина двенадцатиперстной кишки человека равна 25–30 см. При переходе в тощую кишку она образует резкий изгиб. Слизистая оболочка стенки двенадцатиперстной кишки образует круговые складки и имеет множество коротких и широких ворсинок. В нисходящей части кишки, кроме круговых складок, есть продольная складка, которая заканчивается возвышением – большим двенадцатиперстным сосочком (фатеров сосочек). На вершине сосочка открывается общий желчный проток и главный проток поджелудочной железы (рис. 79). По всему протяжении слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки расположены простые и сложно разветвленные трубчатые железы, вырабатывающие кишечный сок.

Переход пищевой кашицы (химуса) из желудка в кишечник происходит периодически, отдельными порциями. Это результат периодических сокращений мускулатуры всего желудка и работы пилорического сфинктера, отделяющего желудок от двенадцатиперстной кишки. Когда порция химуса, пропитанная HCl, попадает в



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 325 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

кишку, то соленая кислота, действуя на слизистую оболочку двенадцатиперстной кишки, вызывает сокращение пилорического сфинктера и его закрытие. Под влиянием выделяющихся в кишечнике щелочных соков через некоторое время кислота нейтрализуется, реакция в двенадцатиперстной кишке снова становится щелочной и пилорический сфинктер снова открывается. Однако в настоящее время установлено, что изменение кислотности содержимого двенадцатиперстной кишки не является единственным фактором, обеспечивающим переход пищевой кашицы из желудка в кишечник. Эвакуация пищи из желудка в тонкий кишечник регулируется нервной системой и гуморальным путем.

Двенадцатиперстная кишка является основным отделом пищеварительного канала, где происходит расщепление пищевых веществ – белков, жиров и углеводов. Это расщепление происходит под действием трех пищеварительных соков: поджелудочного сока, кишечного сока и желчи. Главная роль в пищеварении в двенадцатиперстной кишке принадлежит **ферментам** поджелудочного сока.

Поджелудочный сок начинает выделяться поджелудочной железой и поступать на протоку в двенадцатиперстную кишку через 3–5 минут после приема пищи и продолжается 6–14 часов. Его секреция, как и секреция желудочного сока, осуществляется в три фазы: сложнорефлекторную, желудочную и кишечную. В сложнорефлекторную фазу выделение сока возбуждается рефлекторно под влиянием условных и безусловных пищевых раздражителей. Парасимпатические (блуждающие) нервы преимущественно стиму-

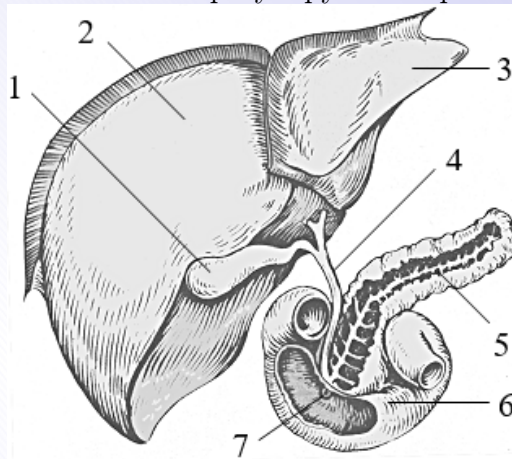


Рисунок 79 – Двенадцатиперстная кишка, печень, желчный пузырь и поджелудочная железа: 1 – желчный пузырь; 2 – правая и левая (3) доли печени; 4 – общий желчный проток; 5 – поджелудочная железа (вскрыт проток); 6 – двенадцатиперстная кишка (вскрыта); 7 – большой сосочек двенадцатиперстной кишки



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 326 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

лируют выделение поджелудочного сока, а симпатические волокна – тормозят.

Сильно активируется выделение поджелудочного сока гуморальным путем. В клетках слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки вырабатывается *просекретин*, который под действием HCl (попавшей из желудка вместе с пищевой кашицей в двенадцатиперстную кишку) превращается в активный **гормон секретин**. Секретин всасывается из кишки в кровь, поступает с кровью к поджелудочной железе и оказывает сильное возбуждающее влияние на выделение поджелудочного сока. Наряду с секретинотропными клетками слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки вырабатывают гормоны *холецистокинин* (панкреозимин) и *серотонин*, которые тоже поддерживают интенсивную секрецию поджелудочного сока. Усиливают секрецию поджелудочного сока ацетилхолин, гастрин, инсулин, соли желчных кислот. Тормозят секрецию панкреатического сока глюкагон, соматостатин, кальцитонин.

Поджелудочный сок – бесцветная прозрачная жидкость щелочной реакции (pH = 7,5 – 8,5). У человека за сутки выделяется 1,5–2,0 л сока. Поджелудочный сок содержит весь набор **ферментов**, необходимых для расщепления белков, жиров и углеводов. В панкреатическом соке имеются неактивные протеолитические ферменты *трипсиноген* и *химотрипсиноген*. Трипсиноген, попадая в двенадцатиперстную кишку, активируется содержащимся в кишечном соке ферментом *энтерокиназой* и превращается в активный *трипсин*. Трипсин, в свою очередь активирует химотрипсиноген и превращает его в активный фермент *химотрипсин*. Трипсин и химотрипсин расщепляет в щелочной среде белки и высокомолекулярные пептиды до полипептидов, олигопептидов и частично до аминокислот. Фермент *эластаза* активно гидролизует белки соединительной ткани эластин и коллаген. Ферменты поджелудочного сока *карбоксипептидазы* А и В отщепляют от пептидной цепи концевые аминокислоты, гидролизуют белки до свободных белков и простейших пептидов, способных к всасыванию.

Поджелудочный сок содержит также *амилазу*, расщепляющую полисахарид крахмал до дисахаридов (до мальтозы); *мальтазу*, превращающую дисахарид мальтозу



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание

«»

Страница 327 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

в моносахарид глюкозу; *лактазу*, расщепляющую молочный сахар (лактозу) до моносахарида галактозы; *сахаразу*, гидролизующую сахарозу до глюкозы; *нуклеазы*, действующие на нуклеиновые кислоты, и *липазу*, расщепляющую жиры до глицерина и жирных кислот.

Кишечный сок является вторым пищеварительным соком, действующим на компоненты пищи в двенадцатиперстной кишке. Кишечный сок вырабатывается расположенными в слизистой оболочке кишки бrunnerовыми и либеркюновыми железами. *Brunnerовы железы* расположены в верхней части двенадцатиперстной кишки и вырабатывают сок сильно щелочной реакции ($\text{pH} = 8,3 - 9,3$), содержащий много вязкого вещества муцина. В соке brunnerовых желез содержатся протеолитические **ферменты**, близкие к пепсину желудочного сока и действующие в слабокислой среде (pH от 4 до 7), небольшое количество амилаз и липаз.

Либеркюновы железы расположены на всем протяжении двенадцатиперстной кишки и ниже в тощей и подвздошной кишке. Сок этих желез щелочной реакции, мутный от примеси слизи, слущенных эпителиальных клеток и кристаллов холестерина. В нем содержатся ферменты, расщепляющие белки – *смесь пептидаз*, ранее называемых *эрепсином*; расщепляющие углеводы – *амилаза*, *мальтаза*, *лактаза*; расщепляющие жиры – *липаза*; расщепляющие нуклеиновые кислоты – *нуклеазы*. Кроме того, в кишечном соке содержится гормоны *секретин* и *мотилин*, фермент *энтерокиназа*, вырабатываемые клетками слизистой оболочки **двенадцатиперстной кишки**.

Роль печени в пищеварении. *Желчь* – третий пищеварительный сок, который оказывает действие в двенадцатиперстной кишке. Желчь вырабатывается секреторными клетками печени, которая является самой крупной пищеварительной железой. Наряду с желчью в печени синтезируется много ферментов, участвующих в обмене белков, жиров и углеводов (*секреторная и ферментообразующая функция печени*). В печени образуется витамин А, синтезируется из глюкозы гликоген.

В сутки у человека вырабатывается 0,5–1,5 л желчи, pH ее 8–8,5. Образование



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 328 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

желчи идет непрерывно, но выделение ее в двенадцатиперстную кишку происходит лишь после поступления пищи в желудок и кишечник. В отсутствие процесса пищеварения желчь, образующаяся в клетках печени, поступает в желчный пузырь (рис. 79), где происходит концентрирование желчи в несколько раз. Поэтому пузырная желчь имеет темный, почти черный цвет, и более густая, чем свежееобразованная печеночными клетками желчь, имеющая желтый цвет.

Все вены, несущие кровь от кишечника и желудка, объединяются в *воротную вену*, по которой кровь поступает в печень. Из крови клетки печени (гепатоциты) поглощают и обезвреживают вредные и ядовитые вещества, которые попали в организм с пищей или образовались при расщеплении пищи и всосались в **кровь** (*защитная, или барьерная, функция печени*). В обезвреживании частично участвуют желчные кислоты – *глукороновая, гликохолевая и таурохолевая*, образующиеся при распаде холестерина. В печени разрушаются старые и погибшие эритроциты, из **гемоглобина** которых образуются красящие вещества – пигменты *билирубин* и *биливердин*, образующиеся при распаде гемоглобина и включающиеся в состав желчи.

С желчью часть обезвреженных веществ поступает в кишечник и удаляется с калом из организма (*экскреторная функция печени*). Желчевыведение регулируется рефлекторно, путем передачи влияний условных и безусловных раздражителей по блуждающим и симпатическим нервам, а также гуморально. Гуморальными веществами, стимулирующими желчеобразование являются: сама желчь, гастрин, секретин, глюкагон, холецистокинин. Холецистокинин вызывает сокращение желчного пузыря и одновременно раскрытие сфинктера общего желчного протока (сфинктера Одди), что приводит к поступлению желчи в двенадцатиперстную кишку.

В процессе пищеварения желчь выполняет следующие функции: 1) эмульгирует жиры, т. е. уменьшает поверхностное натяжение в каплях жира, что вызывает дробление капель на мельчайшие микроскопические капельки (мелкодисперсная фаза). Это облегчает доступ **ферментов** и ускоряет расщепление жиров; 2) желчь активизирует ферменты (особенно липазу) поджелудочного и кишечного сока; 3) усиливает



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 329 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

движение кишечника; 4) угнетает деятельность и размножение микробов; 5) желчь содержит небольшое количество амилалитических и протеолитических ферментов.

2. Пищеварение в тощей и подвздошной кишках. Всасывание

Пищеварение в тощей и подвздошной кишках. Тошая и подвздошная кишка покрыты брюшиной (серозной оболочкой) и подвижно подвешены к задней стенке брюшной полости на брыжейке. Длина тощей кишки взрослого человека равна 2–2,5 м, подвздошной кишки – 2,5–3,5 м. В тощей и подвздошной кишках продолжается ферментативное расщепление пищи и всасывание образовавшихся продуктов, а также происходит перемешивание пищевой кашицы и продвижение ее в направлении толстого кишечника.

Вдоль всей тощей и подвздошной кишки в слизистой оболочке расположены *либеркюновы железы*, выделяющие *кишечный сок*, дополняющий своим действием переваривание пищевых веществ, происходившее в желудке и в двенадцатиперстной кишке. Сок либеркюновых желез тонкой кишки содержит такие же **ферменты**, как и сок либеркюновых желез двенадцатиперстной кишки: *смесь пептидаз* (эрепсин), *липазу*, *амилазу*, *мальтазу*, *лактазу*, *нуклеазы*, фермент *энтерокиназу*. У человека за сутки в двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишках выделяется от 1 до 3 л кишечного сока. Секреция либеркюновых желез стимулируется гормоном *энтерокринином*, образующимся в клетках слизистой оболочки тонкого кишечника и поступающим в кровь.

Пристеночное пищеварение, или *мембранное*, открыто русским ученым А.М. Уголевым. Он обнаружил, что если в пробирку, где находится кишечный сок и перевариваемые вещества, опустить полоску живой кишки, то скорость переваривания резко увеличивается. Было установлено, что в тонком кишечнике сочетаются два взаимосвязанных типа пищеварения: *полостное* и *пристеночное* (мембранное). Полостное пищеварение протекает в полости тонкой кишки и в слое слизи. С помощью



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 330 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

полостного пищеварения происходит первоначальный гидролиз крупных молекул пищевых веществ до более мелких (крахмала до дисахаридов; белков до поли- и олигопептидов и т. д.).

Пристеночное пищеварение происходит на поверхности микроворсинок клеток слизистой оболочки тонкой кишки (*энтероцитов*). Микроворсинки покрывают ворсинки и образуют так называемую *щеточную кайму*, на которой адсорбируются ферменты так, что активный центр фермента (реакционноспособная группа) ориентирован в полость кишки. Это значительно ускоряет реакции расщепления, повышает активность ферментов. Одни **ферменты** адсорбируются из полости кишки (из кишечного сока), другие (фосфатазы) вырабатываются в клетках слизистой оболочки и транспортируются на поверхность мембраны микроворсинки.

Микроворсинки покрыты гликокаликсом, образующим из мукополисахаридных нитей слой толщиной до 0,1 мкм. Нити связаны между собой кальциевыми мостиками, что обуславливает формирование особой сети. Она обладает свойствами молекулярного сита, разделяющего молекулы по их величине и заряду. Гликокаликс удерживает на поверхности эпителия кишечную слизь, которая вместе с гликокаликсом адсорбирует из полости кишки гидролитические ферменты, продолжающие полостной гидролиз питательных веществ, продукты которого переводятся на мембранные системы микроворсинок. На них завершается гидролиз питательных веществ по типу мембранного пищеварения с помощью кишечных ферментов с образованием в основном мономеров, которые всасываются.

На 1 см² поверхности тонкой кишки насчитывается 50–200 млн. микроворсинок. Расстояние между ними очень мало (несколько десятков ангстрем), что значительно меньше диаметра бактерий (несколько микрон). Поэтому бактерии не могут проходить через щеточную кайму и конечные этапы гидролиза протекают практически в стерильных условиях. Таким образом, щеточная кайма, образованная микроворсинками, выполняет еще и роль *бактериального фильтра*. В зоне щеточной каймы происходит заключительная стадия гидролиза и переход к всасыванию. Благода-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 331 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ря пристеночному пищеварению осуществляется расщепление 80–90 % пептидных и гликозидных (углеводных) связей, 55–60 % – триглицеридов (липидных связей). Пристеночное пищеварение регулируется путем изменения ультраструктуры щеточной каймы и количества ферментов в ней.

Всасывание. Всасыванием называется поступление через мембраны клеток в кровь и лимфу из пищеварительного тракта продуктов гидролиза пищи, воды и минеральных солей. У взрослого человека при нормальном питании за сутки всасывается примерно 100 г белков в виде аминокислот, 100 г жиров в виде глицерина и жирных кислот, 500 г углеводов в виде моносахаридов. Всасывание происходит сравнительно медленно и требует большой поверхности слизистой оболочки, на которой происходит соприкосновение с расщепленными веществами пищи. Поэтому всасывание продуктов гидролиза пищевых веществ невелико в начальных и конечных отделах **пищеварительного тракта**.

В ротовой полости могут всасываться вода, ионы Na^+ и K^+ , некоторые лекарственные вещества и аминокислоты, алкоголь.

В желудке всасывание также очень мало. Здесь всасываются вода с растворенными в ней минеральными солями, моносахариды, некоторые лекарства, алкоголь, в небольших количествах аминокислоты.

В **двенадцатиперстной кишке** всасывается не более 8 % расщепляющихся пищевых веществ.

В толстом кишечнике всасывание тоже невелико, так как большая часть питательных веществ всасывается в тонких кишках. В толстой кишке в небольшом количестве всасываются глюкоза, аминокислоты и некоторые другие вещества. На этом основано применение так называемых питательных клизм, т. е. введение легкоусвояемых питательных веществ в прямую кишку. В толстых кишках, в основном в слепой кишке, происходит интенсивное всасывание воды с минеральными солями, что приводит к образованию плотных каловых масс. Вместе с водой в толстом кишечнике могут всасываться и вредные и ядовитые вещества, образовавшиеся здесь



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 332 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

в результате процессов гниения и брожения.

Таким образом, главным отделом пищеварительного тракта, где происходит всасывание питательных веществ, является тощая и подвздошная кишка. Благодаря большому количеству складок, ворсинок и микроворсинок общая поверхность слизистой оболочки тощей и подвздошной кишки достигает 180 м^2 .

Всасывание осуществляется путем пассивного и активного транспорта. *Пассивный транспорт* не требует затрат энергии клетками и происходит в результате фильтрации, диффузии, осмоса. *Фильтрация* – это перенос раствора через пористую мембрану клетки под действием гидростатического давления (силы тяжести). Путем *диффузии* переносятся частицы растворенного вещества по концентрационному градиенту. Транспорт веществ по градиенту концентрации, без затрат энергии, но с участием специальных веществ-переносчиков, называется *облегченной диффузией*. *Осмоз* является разновидностью диффузии, но в данном случае по концентрационному градиенту переносятся частицы растворителя, каким в пищеварительной системе является вода.

Активный транспорт веществ может происходить против концентрационного, осмотического и электрохимического градиентов и требует затраты клеткой энергии АТФ. Он осуществляется по каналам мембраны с участием специальных переносчиков.

Пассивными способами (фильтрацией, диффузией и осмосом) по градиенту концентрации всасываются в значительной степени вода, минеральные соли, некоторые водорастворимые витамины, большинство лекарств. Транспорт ионов Na^+ и K^+ может быть пассивным и активным за счет натрий-калиевого насоса. С активным транспортом Na^+ связан перенос части воды.

Активно всасываются благодаря сокращению ворсинок большинство питательных веществ, которые могут поступать против концентрационного градиента, т. е. из полости кишки, где концентрация этих веществ может сказаться меньше, в клетки слизистой оболочки, где концентрация их может быть больше. Если же кишеч-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 333 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ный эпителий поврежден или анестезирован, в результате чего сокращения ворсинок отсутствуют, то всасывание осуществляется только пассивным путем и резко уменьшается.

Большое значение для всасывания имеют активные *сокращения ворсинок* слизистой оболочки тонкой кишки и движения микроворсинок энтероцитов. Всасывающая работа ворсинок осуществляется следующим образом (рис. 80). В каждую ворсинку входит 1–3 мелкие **артерии**, которые разветвляются на артериолы и капилляры. Когда всасывания не происходит, большая часть капилляров ворсинки не функционирует, и кровь из артериол поступает непосредственно в мелкие вены. Во время всасывания капилляры ворсинок раскрываются и просвет их расширяется. Внутри ворсинки имеется нервное волокно, гладкомышечное волокно и лимфатический капилляр.

При прикосновении пищевой массы к основанию ворсинки, она сжимается благодаря сокращению гладкомышечного волокна, при этом кровь и лимфа из ворсинки выжимаются. При расслаблении ворсинки кровь и лимфа не могут вернуться обратно в сосуды ворсинки, так как закрываются карманообразные клапаны, имеющиеся в лимфатическом капилляре и **вене**. В результате этого ворсинка при ее расслаблении запустевает и активно присасывает водные растворы питательных веществ из полости кишки. Сокращения и расслабления ворсинок происходят в течение нескольких часов после кормления. Частота этих сокращений приблизительно 6 раз в минуту.

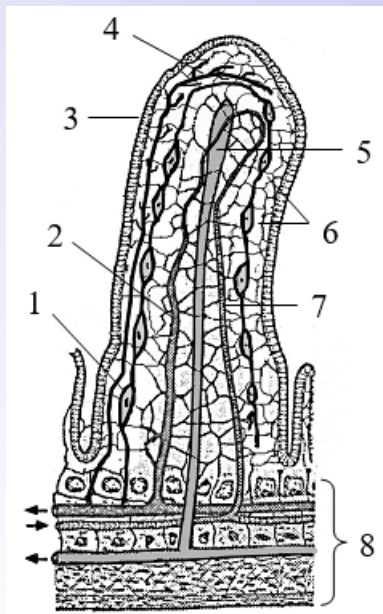


Рисунок 80 – Схема строения ворсинки: 1 – гладкомышечное волокно; 2 – венула; 3 – эпителий ворсинки; 4 – нервное волокно; 5 – лимфатический капилляр; 6 – капиллярная сеть; 7 – артериола; 8 – стенка кишки



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 334 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3. Пищеварение в толстом кишечнике

Из тонкого кишечника (подвздошной кишки) не всосавшаяся часть пищи переходит в начальный участок толстой кишки (слепую кишку) через *илеоцекальный сфинктер*. Этот сфинктер выполняет роль клапана, пропускающего содержимое кишок только в одном направлении: из тонкого кишечника в толстый. В отсутствие пищеварения илеоцекальный клапан закрыт. После приема пищи илеоцекальный сфинктер периодически, 1–2 раза в минуту, открывается и пищевая кашица небольшими порциями (до 15 мл) поступает из подвздошной в слепую кишку. Открытие и закрытие илеоцекального сфинктера зависит от давления в слепой кишке. При повышении в ней давления тонус илеоцекального сфинктера повышается, что тормозит поступление химуса из подвздошной кишки.

В слепой кишке имеется *червеобразный отросток*, или *аппендикс*. Воспаление этого отростка приводит к заболеванию – аппендициту. В аппендиксе и в стенке других отделов кишечника находится много лимфатических узлов, которые играют важную роль в обеспечении **иммунитета** организма.

Толстый кишечник в процессах пищеварения и всасывания пищевых веществ имеет небольшое значение. Это показал Е.С. Лондон в следующем опыте: собаке за один прием давали съесть все суточное количество пищи. В этом случае в толстую кишку поступало всего 10 % белковых веществ, 5 % крахмала и 3 % жира. В кале же обнаруживалось 7 % белковых веществ, 3 % углеводов и 3 % жира. Таким образом, в толстой кишке переваривается под действием ферментов, поступивших вместе с пищевой кашицей из верхних отделов пищеварительного канала, и всасываются лишь очень малые количества белков и углеводов.

В верхних отделах пищеварительного тракта человека поддерживаются условия, препятствующие развитию бактерий. В ротовой полости в роли антимикробного средства выступает лизоцим, в желудке – соляная кислота, в тонком кишечнике – желчь. И только в толстом кишечнике находится богатая *бактериальная флора*, вызывающая сбраживание углеводов и гниение белков. В толстом кишечнике



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 335 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

жвачных млекопитающих животных в большом количестве содержатся полезные бактерии, осуществляющие расщепление клетчатки. Значение таких бактерий для человека очень мало, так как в толстой кишке расщепляется и всасывается лишь около 2 % углеводов. При гнилом бактериальном разложении образуется ряд ядовитых для организма и дурно пахнущих веществ (индол, скатол, фенол, сероводород и др.) Они всасываются в **кровь**, транспортируются по воротной вене в печень, где и обезвреживаются. Углеводы сбраживаются бактериями до молочной и уксусной кислот, алкоголя, углекислого газа и воды. При правильном питании процессы брожения и гниения уравновешиваются.

У новорожденного ребенка в толстом кишечнике бактерий нет, они заселяются в течение первых месяцев жизни. Нормальная микрофлора угнетает болезнетворные микроорганизмы и предупреждает инфицирование организма. Бактерии участвуют в инактивировании и расщеплении **ферментов**, желчных кислот, других биологически активных веществ. Кишечной микрофлорой синтезируются витамины группы В, К.

В толстом кишечнике происходит всасывание воды, сгущение поступающего содержимого и образование плотных каловых масс, состоящих из остатков непереваренной пищи, слизи, желчных пигментов и бактерий (30–50 % от сухого вещества). В 1 г кала здорового человека содержится 10 млрд и более микроорганизмов. Цвет каловых масс обусловлен продуктами разложения желчных пигментов, а pH (5–7) продуктами брожения. Клетки слизистой оболочки толстого кишечника вырабатывают много слизи, облегчающей передвижение каловых масс по кишечнику.

Вопросы для самоконтроля

1. Какую роль играет поджелудочный сок в пищеварении?
2. Опишите состав и свойства кишечного сока.
3. Как осуществляется пищеварение в **двенадцатиперстной кишке**?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 336 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

4. В чем заключаются функции печени в пищеварении?
5. Охарактеризуйте пристеночное пищеварение.
6. Какой вклад вносят различные отделы **пищеварительного тракта** во всасывание продуктов гидролиза пищевых веществ?
7. Как осуществляется пассивный и активный транспорт продуктов гидролиза пищевых веществ из полости кишечника в **кровь** и лимфу?
8. Какие пищеварительные процессы протекают в толстом кишечнике?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 337 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 19. Общая характеристика процессов выделения

План лекции

1. Значение процессов выделения. Почки, их строение и функции.
2. Нефрон – функциональная единица почки.
3. Механизмы мочеобразования и мочевыделения.
4. Роль кожи в регуляции теплоотдачи.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 17, 21, 23].

1. Значение процессов выделения. Почки, их строение и функции

Значение процессов выделения. Выделительные процессы являются конечным этапом обмена веществ в организме. Значение их заключается в том, что они участвуют в поддержании постоянства внутренней среды организма – гомеостаза, удаляя из организма продукты распада и поддерживая постоянство рН в организме. Потовые железы и легкие играют существенную роль в терморегуляции.

Специальными выделительными органами являются почки и потовые железы кожи. В выделении принимают также участие легкие, слюнные железы, желудок, печень и кишечник, которые совместно с потовыми железами образуют *экстраренальные* (внепочечные) *пути* выделения продуктов обмена из организма человека. В здоровом организме доля участия этих органов в процессах выделения невелика, т. к. основную выделительную функцию обеспечивают почки.

Почки играют важную роль в поддержании осмотического и кровяного давления, кислотно-щелочного равновесия, водного баланса и ионного состава. При увеличенном поступлении воды в организм почки удаляют избыток воды с мочой, при этом концентрация веществ в конечной моче уменьшается. При обезвоживании увеличивается концентрация веществ в плазме крови, что раздражает *осморецепто-*



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 338 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ры, расположенные в **гипоталамусе**, кровеносных сосудах почек, печени, **сердца** и других органов. В результате усиливается образование вазопрессина (антидиуретического гормона) в **гипоталамусе** и выделение его нейрогипофизом. Под влиянием вазопрессина возрастает проницаемость для воды извитых канальцев 2-го порядка и собирательных трубочек, возрастает реабсорбция воды, соответственно уменьшается диурез и образуется осмотически концентрированная моча.

При недостаточности функций почек роль экстраренальных путей выделения значительно возрастает.

Через легкие выделяются углекислый газ, водяные пары, а также некоторые летучие и газообразные вещества, попавшие в организм (эфирные масла, алкоголь и др.)

Со слюной теряется вода и небольшое количество солей. В желудке в составе желудочного сока выделяются HCl, минеральные вещества, ферменты, слизь.

В печени разрушаются или обезвреживаются ядовитые продукты расщепления пищи, всосавшиеся в кишечнике и поступившие в кровь. В печени эти вещества превращаются в безвредные соединения путем связывания их с нуклеопротеидами или образования соединений с глюкороновой, гликохолевой и таурохолевой кислотами.

Из азота аминокислот и аммиака в печени синтезируется мочеви́на, из **гемоглобина** разрушенных **эритроцитов** – желчные пигменты. Обезвреженные ядовитые вещества, мочева́я кислота и мочеви́на выводятся из организма в составе мочи через почки и пота через кожу. Часть обезвреженных веществ, мочево́й кислоты и желчных пигментов выводится через кишечник в составе желчи и кала.

Конечные продукты жизнедеятельности непрерывно поступают в **кровь**, лимфу и межклеточную жидкость. Эти продукты представляют собой газообразные, жидкие и твердые (растворенные или взвешенные в воде) вещества. Выделение конечных продуктов жизнедеятельности происходит в организме непрерывно, благодаря доставке их кровью к органам выделения. Большая часть поступивших в организм солей и вода выделяются из него, не изменяясь. Некоторые вещества превращаются в печени и почках в другие соединения и только потом выводятся из организма.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 339 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Почки, их строение и функции. Мочевыделительная система человека состоит из почек, мочеточников, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала. *Почки* – парные органы темно-красного цвета, расположенные на задней стенке брюшной полости по бокам от позвоночника на уровне XII грудного и I–II поясничных позвонков. Над верхним концом каждой почки расположена железа внутренней секреции – надпочечник. Каждая почка покрыта капсулой из соединительной ткани (**рис. 81**), на которой сверху находится слой жировой клетчатки, образующий жировую капсулу. Почка имеет форму боба, ее вогнутый край обращен к позвоночнику. Средняя часть этого края называется *воротами почки*. Через них в почку входят сосуды и нервы, и выходит мочеточник.

На продольном разрезе почки видны наружный слой – *корковое вещество* и внутренний слой – *мозговое вещество*. Корковое вещество входит столбами в мозговое и делит его на 8–15 или более *почечных пирамид*. Основаниями пирамиды обращены к поверхности почки, а вершинами – к *почечной лоханке*, образующей небольшую полость у вогнутого края почки. Каждые 2–3 пирамиды соединяются вместе, образуя *сосочки*. Каждый сосочек имеет мелкие отверстия, через которые моча выделяется в *малые чашки*, охватывающие сосочки и являющиеся началом мочевыводящих путей. Несколько малых чашек, чаще всего их насчитывается 7–8, открываются в одну *большую почечную чашку*, которых у человека 2–3. Большие чашки сливаются друг с другом и образуют одну общую полость – *почечную лоханку*.

Из почечной лоханки выходит *мочеточник*, имеющий вид трубочки. Каждая почка соединена мочеточником с мочевым пузырем.

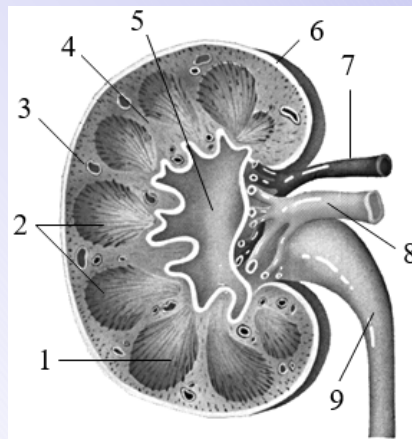


Рисунок 81 – Строение почки:
1 – мозговое вещество; 2 – почечные пирамиды; 3 – корковое вещество; 4 – почечный столб; 5 – почечная лоханка; 6 – капсула почки; 7 – почечная артерия; 8 – почечная вена; 9 – мочеточник



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 340 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Мочевой пузырь представляет собой вместилище для мочи, емкостью около 0,5 л. Слизистая оболочка стенки пустого мочевого пузыря образует складки, которые при его наполнении расправляются. Мышечная оболочка представлена гладкой мускулатурой, расположенной в три слоя, переплетающихся между собой: наружного и внутреннего продольных и среднего кругового. У внутреннего отверстия мочеиспускательного канала за счет кругового слоя гладких мышечных волокон образуется внутренний сфинктер (сжиматель) мочеиспускательного канала. Из мочевого пузыря моча выводится наружу через *мочеиспускательный канал*.

2. Нефрон – функциональная единица почки

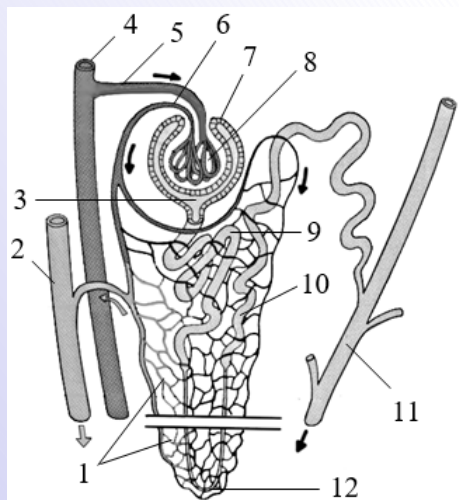


Рисунок 82 – Схема нефрона: 1 – вторичная капиллярная сеть; 2 – почечная вена; 3 – полость капсулы; 4 – почечная артерия; 5 – приносящая артериола; 6 – выносящая артериола; 7 – капсула Шумлянского-Боумена; 8 – мальпигиев клубочек; 9 – извитой каналец 1-го порядка; 10 – извитой каналец 2-го порядка; 11 – собирательная трубочка; 12 – петля Генле

Структурной и функциональной единицей почки является *нефрон*. В каждой почке насчитывается более 1 млн нефронов. Нефрон состоит из капсулы, капиллярного клубочка и системы почечных канальцев (**рис. 82**). Началом каждого нефро-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 341 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

на является *капсула почечного тельца* (капсула Шумлянско-Боумена), которая расположена в корковом веществе **почки**. Стенки капсулы образованы двумя слоями эпителиальных клеток. Между этими слоями имеется щелевидное пространство (полость), от которого начинается почечный каналец, или *извитой каналец 1-го порядка*, направляющийся в мозговое вещество. За канальцем следует *петля нефрона* (петля Генле), имеющая нисходящую и восходящую части. Восходящая часть петли продолжается *извитым канальцем 2-го порядка*, который поднимается до уровня капсулы своего же нефрона и впадает в *собирательную трубочку*.

Внутри почечной капсулы лежит *капиллярный*, или *сосудистый*, или *мальпигиев клубочек*. Он образован разветвлением веточек почечной **артерии**, которые называют *приносящими артериолами*. **Кровь** по ним поступает в капилляры клубочка. **Капилляры** затем соединяются и образуют *выносящие артериолы*, по которым кровь вытекает из клубочка. Выйдя из капиллярного клубочка, выносящая артериола распадается на капилляры, оплетающие извитые канальцы. Затем эти капилляры объединяются и образуют **вену**.

Таким образом, поступающая в почки кровь последовательно проходит две расположенные одна за другой сети капилляров. Одна сеть – это капилляры клубочка, а вторая сеть – это капилляры, оплетающие почечные канальцы. У человека за 1 минуту через почки протекает более 1 л крови. Такое обильное кровоснабжение и особое устройство капиллярной сети почек позволяют организму быстро избавляться от приносимых с кровью ненужных продуктов распада, избытка воды и других веществ.

Ветви собирающих трубочек начинаются в корковом веществе и продолжают-ся в мозговом веществе. В конечном счете, собирающие трубочки открываются в области сосочков чашечек почечной лоханки. Общая длина всех канальцев в двух почках приближается к 170 км.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 342 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3. Механизмы мочеобразования и мочевыделения

Механизмы мочеобразования. В **почках** происходит *мочеобразование*, или *мочевыделение*, или *диурез*. В результате мочеобразования достигается: 1) удаление из организма продуктов нормального обмена веществ; 2) удаление чужеродных для организма веществ; 3) регуляция содержания воды в организме; 4) поддержание нормальной концентрации солей, в первую очередь NaCl; 5) поддержание постоянного уровня осмотического давления крови; 6) поддержание постоянства pH крови, лимфы и тканевой жидкости. Также почки осуществляют синтез ферментов (ренин, тромбопластин, эритропоэтины и др.), биологически активных веществ (серотонин, простагландины и др.). Почки участвуют в обмене белков, жиров и углеводов. В них синтезируются компоненты клеточных мембран.

Мочеобразование происходит в **нефронах** почках, благодаря механизмам фильтрации, реабсорбции и секреции. Первая фаза мочеобразования – *фильтрация* осуществляется в капсуле Шумлянского–Боумана (**рис. 82**). Клубочковый фильтр (мальпигиев клубочек) состоит из 20–40 капилляров, окруженных капсулой клубочка. Фильтрация осуществляется через трехслойную мембрану, состоящую из эндотелия капилляров, базальной мембраны и внутренней стенки капсулы, образованной одним слоем эпителиальных клеток. Средний радиус пор клубочкового фильтра составляет 3,5–4 нм, а общая площадь фильтрующей мембраны достигает 1,5–2 м².

Поскольку диаметр выходящей из капсулы выносящей артерии примерно в два раза меньше, чем приносящей, то в капиллярах клубочка создается повышенное давление крови (60–70 мм рт. ст.). Поэтому в полость капсулы из плазмы крови, протекающей через капилляры мальпигиева клубочка, через поры фильтруется вода и все растворенные в плазме вещества за исключением крупномолекулярных белков (глобулинов, казеина и др.). Вещества с молекулярной массой 80 000 Дальтон и выше не могут проходить через поры почечного фильтра.

Установлено, что содержание неорганических и органических веществ (за исключением белков) в клубочковом фильтрате, или *первичной моче*, такое же, как и в плазме



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 343 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

крови. Величина клубочковой фильтрации зависит: 1) от величины кровяного давления в клубочках; 2) от онкотического давления плазмы крови; 3) от гидравлического давления фильтрата, заполняющего полость капсулы и канальцы нефрона.

Фильтрация в капсуле происходит лишь в том случае, если кровяное давление в капиллярах мальпигиева клубочка не менее чем на 20 мм рт. ст. выше, чем сумма давления фильтрата в полости капсулы и онкотического давления, создаваемого белками плазмы крови. Количество образующейся первичной мочи у взрослого человека достигает 150–170 л в сутки.

Фильтруется в полость капсулы из **крови** все, кроме форменных элементов и высокомолекулярных белков. Возвращение в кровь всех жизненно важных веществ и почти всей воды происходит в результате второй фазы мочеобразования – обратного всасывания, или *реабсорбции*. В результате реабсорбции в сутки у человека из 150–170 л первичной мочи образуется всего 1,5–2 л вторичной (конечной) мочи, которая выводится из организма.

Процесс реабсорбции начинается в проксимальных извитых канальцах (канальцах первого порядка) нефрона, которые оплетены капиллярами вторичной капиллярной сети, образованной разветвлениями выносящей артерии (**рис. 82**). Вторичная капиллярная (околоканальцевая) сеть оплетает также извитые канальцы второго порядка, начальные отделы собирательных трубочек и обеспечивает не только реабсорбцию веществ из первичной мочи, но также доставку питательных веществ и кислорода тканям почки. Площадь реабсорбционной поверхности весьма велика и достигает 50 м². Благодаря активному транспорту в кровь из первичной мочи реабсорбируются против концентрационного градиента в большом количестве ионы Na⁺. Также активно всасываются в кровь ионы калия, глюкоза и аминокислоты. Реабсорбция воды и некоторых других веществ происходит пассивно по осмотическому и концентрационному градиентам.

В результате в проксимальных канальцах нефронов реабсорбируются многие аминокислоты, витамины, низкомолекулярные белки, большая часть ионов Na⁺, K⁺,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 344 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Ca^{2+} , Cl^- , 2/3 воды и другие вещества. В меньшей степени реабсорбируются мочевина, мочева́я кислота, аммиак.

Из проксимального канальца (канальца 1-го порядка) первичная моча поступает в петлю Генле, которая работает как концентрирующий механизм. Два колена петли Генле – нисходящее и восходящее, – тесно соприкасаясь друг с другом, функционируют как *поворотно-противоточный механизм* (рис. 83). Эпителий, образующий стенку нисходящего колена петли Генле, хорошо пропускает воду из просвета канальца в тканевую жидкость, но не пропускает ионы Na^+ . Эпителий же толстого восходящего колена петли Генле активно реабсорбирует ионы натрия и хлора из канальцевой мочи (первичной мочи) в тканевую жидкость, но не пропускает воду.

Благодаря изгибу, моча в восходящем колене петли Генле движется навстречу в рядом расположенном нисходящем колене. Таким образом, выход воды из мочи в тканевую жидкость в нисходящем колене петли способствует реабсорбции ионов Na^+ и Cl^- в тканевую жидкость из полости восходящего колена петли. В свою очередь, реабсорбция Na^+ способствует всасыванию воды из первичной мочи нисходящего колена петли в тканевую жидкость и далее в кровеносные **капилляры**. В результате в петле Генле из мочи реабсорбируется в кровь большое количество воды и ионов Na^+ .

В дистальных извитых канальцах (извитых канальцах 2-го порядка) **нефрона**

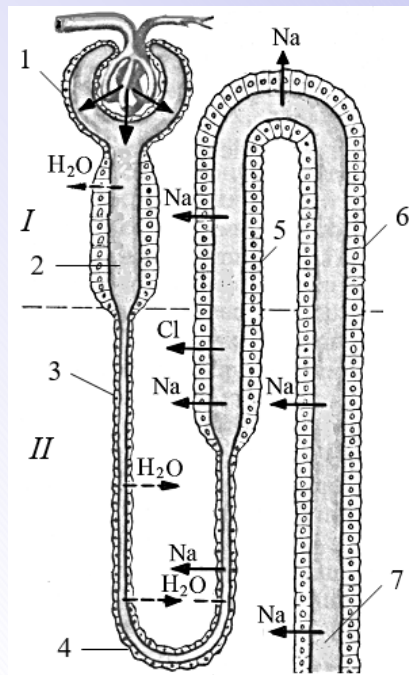


Рисунок 83 – Схема поворотного-противоточного механизма:
I – корковое вещество; II – мозговое вещество; 1 – капсула;
2 – первичная моча; 3 – извитой каналец 1-го порядка; 4 – петля Генле; 5 – извитой каналец 2-го порядка; 6 – собирательная трубочка; 7 – вторичная моча



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 345 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

происходит дальнейшая реабсорбция необходимых организму веществ в основном за счет тех же самых механизмов, что и при обратном всасывании в извитых проксимальных канальцах. В собирательных трубочках (рис. 83) моча окончательно концентрируется благодаря пассивному обратному всасыванию воды из мочи в тканевую жидкость по осмотическому градиенту. Этот градиент создается поворотнотротивоточным механизмом, образованным извитым канальцем 2-го порядка и собирательной трубочкой.

Согласно *филтратионно-реабсорбционно-секреторной* теории мочеобразования, содержание в конечной моче какого-либо вещества и выделение его складываются из объема клубочковой фильтрации и канальцевой секреции за вычетом его канальцевой реабсорбции. Вещества, ненужные организму, всасываются обратно в небольших количествах или же почти совсем не реабсорбируются. Поэтому концентрация их в конечной моче значительно больше, чем в первичной моче и в плазме крови (табл. 10). Например, во вторичной моче больше, чем в первичной моче, сульфатов – в 90 раз, мочевины – в 67, фосфатов – в 16, мочевой кислоты – в 12, ионов калия – в 7 раз. В то же время ионов натрия содержится примерно одинаковое количество, а глюкозы вообще нет, хотя в крови и в первичной моче содержание глюкозы при нормальных условиях составляет 0,1–0,15 %.

В процессе мочеобразования ряд химических соединений (например, некоторые органические кислоты) не проникают в фильтрат в капсуле Шумлянско-Боумена, но, тем не менее, оказываются в конечной моче в результате *канальцевой секреции*, т. е. переноса вещества через окружающие клетки из крови капилляров, оплетающих канальцы, в мочу канальцев. Некоторые из веществ (аммиак, ионы водорода) образуются в клетках стенок канальцев, другие поступают из крови вторичной капиллярной сети, оплетающей канальцы. Эти вещества необходимы для поддержания кислотно-щелочного, а также водно-солевого баланса. Почки участвуют в выработке некоторых биологически активных веществ, в частности ренина, способствующего повышению **артериального давления**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 346 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Таблица 10 – Содержание различных веществ в плазме крови и вторичной моче

Вещества	Содержание веществ (%)		Отличие содержания вещества в моче от содержания его в плазме крови
	в плазме крови	во вторичной моче	
Мочевина	0,03	2,0	в 67 раз больше
Мочевая кислота	0,004	0,05	в 12 раз больше
Калий	0,02	0,15	в 7 раз больше
Натрий	0,32	0,35	примерно столько же
Фосфаты	0,009	0,15	в 16 раз больше
Сульфаты	0,002	0,18	в 90 раз больше
Глюкоза	0,1–0,15	–	в норме нет в моче
Сахар	0,1–0,15	–	нет в моче
Белок	7,8–8,0	–	нет в моче

Секреция осуществляется путем активного транспорта веществ канальцевым эпителием против концентрационного или электрохимического градиента с участием специфических переносчиков и с затратой энергии АТФ. Канальцевая секреция является одним из механизмов обеспечения гомеостаза в организме.

Механизмы мочевыделения. Образующаяся вторичная моча поступает из извитых канальцев в собирательные трубочки и далее в малые и большие чашки почечной лоханки. При заполнении чашек лоханок возбуждаются механорецепторы, которые запускают рефлекторное сокращение мускулатуры почечных лоханок и раскрытие мочеточников. Чашки сокращаются и выдавливают мочу в *мочеточники*, которые, перистальтически сокращаясь, направляют мочу в *мочевой пузырь*. **Мочевой пузырь** – это полый мышечный орган, служащий резервуаром для накапливающейся мочи. Опорожнение его происходит периодически. У выхода из мочевого пузыря, в начале мочеиспускательного канала имеется гладкомышечный *сфинктер*, или *жом*, *мочевого пузыря*. Несколько ниже расположен *сфинктер мочеиспускательного канала*, образованный поперечнополосатой мускулатурой. Во время мочеиспускания



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 347 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

мускулатура сфинктеров расслабляется, а мышцы стенки пузыря сокращаются, что ведет к опорожнению пузыря.

Благодаря пластическому тону гладкой мускулатуры стенок, мочевого пузырь может при наполнении увеличивать свой объем без заметного увеличения напряжения стенок. По этой причине давление в пузыре нарастает непропорционально количеству поступившей в него мочи, т. е. вначале практически не меняется, а затем быстро увеличивается. При накоплении мочи в пузыре у человека до 250–300 мл давление в нем повышается до 15–16 см водного столба и может возникнуть рефлексорное мочеиспускание. Чем больше скорость наполнения пузыря, тем быстрее повышается в нем давление и позывы к мочеиспусканию могут наблюдаться даже при небольшом объеме мочи в **мочевом пузыре**. Степень наполнения пузыря также сильно зависит от тонуса гладкой мускулатуры его стенок (на холоде емкость пузыря уменьшается).

Мочеиспускание – это сложный рефлексорный акт, заключающийся в одновременном сокращении стенок мочевого пузыря и расслаблении обоих сфинктеров. Этот акт регулируется нервными центрами, расположенными в **спинном мозге**, в **продолговатом** и **среднем мозге** и в **коре больших полушарий**.

4. Роль кожи в регуляции теплоотдачи

Вследствие совершающихся окислительных реакций в организме образуется огромное количество тепла. Однако перегревания тела в обычных условиях не происходит. Поддерживается постоянство температуры организма благодаря механизмам терморегуляции, приводящим к усилению или ослаблению образования и отдачи тепла. Около 80 % тепла, образованного при окислении веществ и при сокращении мышц в организме, выделяется во внешнюю среду через кожу.

Теплоотдача с поверхности кожи происходит посредством излучения, конвекции, теплопроводности и испарения пота. В механизмах отдачи тепла путем теплопро-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 348 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ведения, теплоизлучения и конвекции большую роль играет площадь открытых участков кожи и *кожный кровоток* в них (рис. 84). В жару его интенсивность повышается за счет снижения тонуса гладкомышечных клеток артериол и закрытия артериовенозных анастомозов, и отдача тепла существенно возрастает. Этому также способствует увеличение объема циркулирующей **крови**: чем больше его значение, тем выше возможность переноса тепла к коже и отдаче в окружающую среду. Каждый литр крови, охлаждаясь в сосудах кожи примерно на 3 °С, переносит от внутренних органов на поверхность тела примерно 2,5 ккал тепла.

На долю кистей рук приходится небольшая часть поверхности тела ($\approx 6\%$), но их кожей может отдаваться до 60 % тепла при помощи механизмов теплоизлучения и конвекции.

На холоде происходят противоположные процессы – уменьшается кожный кровоток, в том числе за счет прямого переброса артериальной крови из артерий в вены, минуя капилляры. Также уменьшается объем циркулирующей крови.

Терморецепторы кожи воспринимают тепло и холод, нервные импульсы от них передаются в спинной мозг, **гипоталамус** и кору больших полушарий. В центрах терморегуляции возникает ответная реакция, которая направлена на поддержание постоянной температуры тела, например, в условиях холода уменьшается просвет сосудов кожи, уменьшается потоотделение и таким образом, уменьшается **теплоотдача**. В жару наблюдаются противоположные процессы, что повышает теплоотдачу.

Интенсивность теплоотдачи зависит от температуры и **влажности воздуха**. С повышением температуры окружающей среды увеличивается теплоотдача посред-

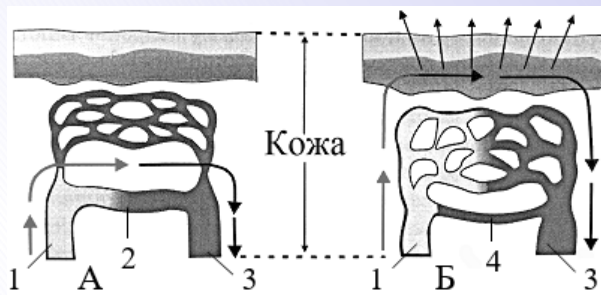


Рисунок 84 – Механизмы теплоотдачи и терморегуляции в коже при холоде и сниженной теплоотдаче (А), жаре и повышенной теплоотдаче (Б): 1 – артериола; 2 – анастомоз открыт; 3 – венула; 4 – анастомоз закрыт



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 349 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ством излучения, конвекции и испарения. При этом расширяются сосуды кожи, усиливаются циркуляция по ним крови и потоотделение. Если температура воздуха приближается к температуре тела, то испарение пота остается единственным способом отдачи тепла. Повышенная влажность воздуха мешает испарению. Вот почему люди в этих условиях больше страдают от жары.

Теплоотдача увеличивается при усилении теплообразования. Особенно это заметно при физических нагрузках. Кроме того, она зависит от толщины подкожной жировой клетчатки: чем она тоньше, тем больше теплоотдача.

В условиях холодного воздуха кожа препятствует теплоотдаче за счет сокращения просветов сосудов и уменьшения количества **крови**, циркулирующей по ним. При этом уменьшается или прекращается потоотделение, что тоже уменьшает потери тепла.

Вопросы для самоконтроля

1. Какое значение для организма имеют процессы выделения?
2. Какие существуют внепочечные (экстраренальные) пути выделения продуктов обмена из организма человека?
3. Как образована мочевыделительная система?
4. Какое строение имеет **нефрон**?
5. Что достигается в результате мочеобразования?
6. Как происходит образование первичной мочи?
7. Охарактеризуйте фазу реабсорбции в мочеобразовании.
8. Как функционирует в **почке** поворотно-противоточный механизм?
9. В чем суть канальцевой секреции?
10. Какова роль почек в поддержании осмотического давления?
11. Как осуществляется процесс мочевыделения?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 350 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 20. Обмен веществ и энергии как основа жизнедеятельности организма. Принципы рационального питания

План лекции

1. Обмен веществ и энергии – основное свойство живой материи.
2. Обмен белков, углеводов, липидов, воды и минеральных солей. Витамины.
3. Образование и расход энергии в организме. Принципы рационального питания.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [3, 5, 7, 8, 14, 17, 21, 22].

1. Обмен веществ и энергии – основное свойство живой материи

Обязательным условием существования всех живых организмов, в том числе и человека, является постоянный обмен веществами и энергией с внешней средой. Из окружающей среды в организм человека поступают питательные вещества, кислород, вода, минеральные соли, витамины, необходимые для построения и обновления структурных элементов клеток и образования энергии, обеспечивающей протекание жизненных процессов. В клетках организма непрерывно происходят процессы синтеза свойственных организму белков, жиров и углеводов и одновременное расщепление сложных органических соединений с высвобождением энергии, выделение во внешнюю среду образующихся продуктов распада – воды, углекислого газа, аммиака, мочевины и др. Таким образом, обмен веществ и энергии, или *метаболизм* – это совокупность физических, химических и физиологических процессов превращения веществ и энергии в живых организмах, а также обмен веществами и энергией между организмом и окружающей средой.

Обмен веществ и энергии является основой жизнедеятельности организмов и принадлежит к числу важнейших специфических признаков живой материи, отличающих живое от неживого. В обмене веществ, обеспеченном сложнейшей регуляцией



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 351 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

на разных уровнях, участвует множество ферментных систем. В процессе обмена поступившие в организм соединения превращаются в собственные вещества тканей и в конечные продукты, выводящиеся из организма. При этих превращениях освобождается и поглощается энергия.

Органические вещества пищи – основной строительный материал и единственный источник энергии для организма. Обмен веществ начинается с поступления питательных веществ в пищеварительный тракт и воздуха в легкие. *Первым этапом обмена веществ* являются ферментативные процессы расщепления белков, жиров и углеводов до растворимых в воде аминокислот, моносахаридов, глицерина, жирных кислот и других соединений, происходящие в различных отделах **желудочно-кишечного тракта**, а также всасывание этих веществ в **кровь** и лимфу.

Вторым этапом обмена являются транспорт питательных веществ и кислорода кровью к тканям и те сложные химические превращения веществ, которые происходят в клетках. В них одновременно осуществляются расщепление питательных веществ до конечных продуктов метаболизма, синтез ферментов, гормонов, составных частей цитоплазмы. Расщепление веществ сопровождается выделением энергии, которая используется для процессов синтеза необходимых веществ и обеспечения работы каждого органа и организма в целом.

Третьим этапом является удаление конечных продуктов распада из клеток, их транспорт и выделение почками, легкими, потовыми железами и кишечником.

Понятие об ассимиляции и диссимиляции. Обмен веществ представляет собой единство двух взаимосвязанных, но разнонаправленных процессов: ассимиляции (анаболизма, пластического обмена) и диссимиляции (катаболизма, энергетического обмена). *Ассимиляция* – это совокупность реакций синтеза сложных, богатых энергией органических молекул из более простых. Ассимиляционные процессы происходят с потреблением энергии. В результате ассимиляционных реакций строятся компоненты клетки и других структур органов и тканей, происходит химическая модификация и перестройка поступающих с пищей молекул в другие более сложные



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 352 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

органические вещества. Например, синтез белков из аминокислот в соответствии с генетическим кодом ДНК. Ассимиляция обеспечивает рост, развитие, обновление биологических структур, а также накопление энергии в результате синтеза макроэргических соединений.

Диссимиляция – это совокупность процессов расщепления сложных соединений (в том числе и компонентов пищи) до более простых веществ с использованием части из них в качестве субстратов для биосинтеза и расщеплением другой части до конечных продуктов метаболизма с образованием энергии. К конечным продуктам **метаболизма** относятся вода (у человека эндогенно образуется примерно 350 мл в день), двуокись углерода (около 230 мл/мин), окись углерода (0,007 мл/мин), мочевина (около 30 г/день), а также другие вещества, содержащие азот (примерно 6 г/день). Катаболизм обеспечивает извлечение химической энергии из содержащихся в пище молекул и использование этой энергии на обеспечение необходимых функций, а также запасание в виде аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Например, в результате расщепления белков пищи образуются свободные аминокислоты, часть из которых затем окисляются в клетке с образованием CO_2 и H_2O , что сопровождается высвобождением энергии.

Взаимосвязь обмена веществ и энергии. Процессы ассимиляции и диссимиляции неразрывно связаны между собой, так как синтез веществ невозможен без затрат энергии, которая высвобождается при расщеплении сложных органических молекул до простых. В то же время реакции расщепления (диссимиляции) не возможны без участия ферментов, которые синтезируются в результате процессов ассимиляции.

Процессы анаболизма и катаболизма находятся в организме в состоянии *динамического равновесия*. Преобладание ассимиляционных процессов над диссимиляционными приводит к росту, накоплению массы тканей, а преобладание диссимиляционных реакций ведет к частичному разрушению тканевых структур. Состояние равновесного или неравновесного соотношения анаболизма и катаболизма зависит от возраста, состояния здоровья, выполняемой организмом физической или психо-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 353 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

эмоциональной нагрузки. В детском возрасте преобладает ассимиляция, у взрослых обычно наблюдается равновесие ассимиляционных и диссимиляционных процессов, в старческом возрасте преобладает диссимиляция. Нарушение баланса между этими двумя процессами жизнедеятельности неизбежно приводит к расстройству обмена веществ в организме.

В метаболизме белков, жиров, углеводов, минеральных веществ и воды имеются свои особенности, физиологическое значение их также различно, поэтому обмен этих веществ принято рассматривать отдельно.

2. Обмен белков, углеводов, липидов, воды и минеральных солей. Витамины

Обмен белков. Белки в организме выполняют разнообразные функции. Главная из них – *пластическая* (строительная). Белки являются основным материалом для формирования клеток и межклеточного вещества. Примерно 50 % сухого вещества клетки составляют белки. Все составные части человеческого организма состоят из белков (мышцы, сердце, мозг и даже кости содержат значительное количество белков). Ряд белков являются *гормонами* и *ферментами*, выполняя тем самым *регуляторную* функцию.

Менее важна *энергетическая* роль белков, т. к. в энергетический обмен они включаются после углеводов и жиров. Тем не менее, при сбалансированном питании окисление белков дает около 15 % энергии организму. При окислении 1 г белка в организме освобождается 4,1 ккал энергии. Также белки выполняют *транспортную* функцию, перенося кислород, липиды и др. вещества, *защитную* функцию (**антитела**), обеспечивают *онкотическое давление*, что удерживает воду в кровеносных сосудах, являются одной из *буферных систем* **крови**. Роль белков определяется не только разнообразием их функций, но и незаменимостью их другими веществами.

Белки в организме не откладываются в запас. Они находятся в состоянии непре-



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 354 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ровного обмена и обновления. У взрослого человека в нормальном состоянии общее количество синтезируемых белков равно количеству расщепляемых. Десять аминокислот из 20, необходимых для синтеза всех природных белков, в случае их недостаточного поступления с пищей не могут быть синтезированы в организме и называются *незаменимыми*. Другие десять аминокислот (заменимые) могут синтезироваться в организме человека.

Белки пищи называют *полноценными*, если они содержат все незаменимые аминокислоты, и *неполноценными*, если в них отсутствует хотя бы одна незаменимая аминокислота. Полноценными являются белки животного происхождения. Для обеспечения нормального белкового обмена в рационе человека должны присутствовать белки, как животного, так и растительного происхождения. Животные белки содержатся в мясе, рыбе, яйцах, молоке и молочных продуктах. Основным источником растительного белка являются хлеб и крупы. Из аминокислот, полученных в процессе пищеварения, синтезируются специфические для данного вида, организма и для каждого органа белки (видовая, организменная и органная специфичность). Причем около 70 % образовавшихся свободных аминокислот снова идет на синтез нового белка, а около 30 % превращается в энергию и должно пополняться экзогенными аминокислотами из пищи.

Содержание белка в пище, полностью обеспечивающее потребности организма, хорошее самочувствие, высокую работоспособность и сопротивляемость неблагоприятным воздействиям называют *белковым оптимумом*. Необходимо потребление около 1 г белка на 1 кг массы тела в сутки. Для надежной стабильности азотистого баланса рекомендуется принимать с пищей 85–90 г белка в сутки, из них 55–60 % должны составлять животные белки. У детей, беременных и кормящих женщин, у людей во время интенсивной физической и умственной нагрузки количество употребляемого белка должно быть больше.

Если количество азота, поступающего с пищей, равно количеству азота, выводимого из организма, то организм находится в состоянии *азотистого равновесия*. Если



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 355 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

в организм поступает азота больше, чем выделяется, то это свидетельствует о *положительном азотистом балансе*. Он возникает при увеличении массы мышечной ткани в результате систематической физической нагрузки, в период роста организма, беременности, во время выздоровления после тяжелого заболевания. Состояние, при котором количество выводимого из организма азота превышает его поступление в организм, называют *отрицательным азотистым балансом*. В данном случае разрушение белка преобладает над его синтезом. Оно возникает при питании неполноценными белками, когда в организм не поступают какие-либо из незаменимых аминокислот, при белковом или полном голодании, при тяжелых истощающих заболеваниях, в старости.

В организме белки могут превращаться в углеводы и жиры. Конечные продукты расщепления белков – вода, углекислый газ, аммиак, мочевая кислота и др. Углекислый газ выводится из организма легкими, вода – **почками**, легкими, кожей. Ядовитый аммиак током крови доставляется в печень, где преобразуется в менее ядовитую мочевины, выводимую из организма почками и с потом через потовые железы кожи.

Обмен углеводов. Углеводы являются основным *источником энергии*. При окислении 1 г углеводов в организме освобождается 4,1 ккал энергии. Энергетические потребности мозга почти полностью удовлетворяются глюкозой, а энергоснабжение остальных органов на 60 % обеспечивается углеводами. Также они выполняют в организме *пластическую функцию*, входя в состав **плазмы крови**, нуклеотидов и нуклеиновых кислот, являясь структурным элементом клеточных мембран, разных структур соединительной ткани. Организм человека получает углеводы главным образом в виде растительного полисахарида крахмала и в небольшом количестве в виде животного полисахарида гликогена и дисахарида лактозы. В **желудочно-кишечном тракте** осуществляется их расщепление до *моносахаридов* (глюкозы, фруктозы, галактозы).

Моносахариды, основным из которых является глюкоза, всасываются из кишеч-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 356 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ника в **кровь** и через воротную вену поступают в печень. Здесь фруктоза и галактоза превращаются в глюкозу. При избыточном поступлении в печень глюкозы она превращается в резервную форму ее хранения – *гликоген*. Количество гликогена может составлять у взрослого человека 150–200 г. В случае ограничения потребления пищи, при снижении уровня глюкозы в крови происходит расщепление гликогена и поступление глюкозы в кровь. Уровень глюкозы в крови является константой гомеостаза и поддерживается относительно постоянным (0,12 %).

Потребность взрослого человека в углеводах составляет около 400 г в сутки и возрастает с увеличением интенсивности физического труда. Основным источником углеводов являются продукты растительного происхождения (картофель, хлеб, фрукты и др.). Конечные продукты расщепления глюкозы в клетках – вода и углекислый газ. При избытке потребления углеводы превращаются в жиры, откладываемые в запас, при недостатке они образуются из белков и жиров.

Обмен липидов. К липидам относятся жиры, фосфатиды, стерины и другие вещества. Липиды играют в организме *энергетическую, пластическую и защитную* функции, являются *источником эндогенной воды*. Жиры служат энергетическим резервом организма, их запасы у человека в среднем составляют 10–20 % от массы тела. Из них около половины находятся в подкожной жировой клетчатке, значительное количество откладывается в большом сальнике, околопочечной клетчатке и между мышцами. При окислении 1 г жира в организме освобождается 9,3 ккал энергии.

С жирами в организм поступают необходимые для жизнедеятельности витамины А, Д, Е, К и биологически важные фосфолипиды (лецитин, холин). Жиры обеспечивают всасывание из кишечника ряда минеральных веществ и жирорастворимых витаминов. В виде соединений с белками жиры входят в состав клеточных оболочек и ядер, участвуют в регулировании обмена веществ в клетках.

Жиры являются сложными эфирами глицерина и высших жирных кислот. Жирные кислоты бывают *заменимыми* (насыщенными) и *незаменимыми* (ненасы-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 357 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ценными). Незаменимые жирные кислоты не синтезируются в организме человека из других органических соединений. Они входят в основном в состав растительных жиров (масел). Отсутствие или недостаточное поступление в организм незаменимых жирных кислот приводит к задержке роста, нарушению функции **почек**, заболеваниям кожи, бесплодию. Оптимальным является наличие в пищевом рационе 70 % животных жиров, содержащих заменимые жирные кислоты, и 30 % растительных жиров, включающих незаменимые жирные кислоты. Суточная потребность в жирах взрослого человека составляет около 100 г. Избыточное количество жира откладывается в соединительнотканной жировой клетчатке и между внутренними органами. При необходимости эти жиры используются как источник энергии для клеток организма.

За счет окисления жиров обеспечивается более 30 % потребности в энергии взрослого организма. В состоянии голода, при действии на организм холода, при физической или психоэмоциональной нагрузке происходит интенсивное расщепление запасенных жиров. В условиях покоя после приема пищи происходит синтез и отложение липидов в депо.

Жиры пищи под действием **ферментов** желудочного, поджелудочного и кишечного соков расщепляются на глицерин и жирные кислоты. Из глицерина и жирных кислот в эпителиальных клетках ворсинок тонкого кишечника синтезируется жир, свойственный организму человека. Жир в виде эмульсии поступает в лимфу, а вместе с ней – в общий кровоток. Обмен липидов тесно связан с обменом белков и углеводов. При увеличении поступления в организм белки и углеводы могут превращаться в жиры. Конечными продуктами распада жиров являются вода и углекислый газ.

Обмен воды. Кроме органических веществ организму необходимы вода и минеральные соли, при участии которых протекают процессы **метаболизма**. Содержание воды в организме взрослого человека составляет примерно 70 % от массы тела. Вода – важнейший компонент всех видов клеток, основа межклеточной жидкости, **плазмы крови**, лимфы и пищеварительных соков (**табл. 11**). В клетках вода явля-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 358 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ется растворителем ряда неорганических и органических соединений, участником многих видов химических реакций, которые происходят в водных растворах. Вода обладает большой теплоемкостью и теплопроводностью, что способствует процессам **терморегуляции**.

Таблица 11 – Относительное содержание воды в различных органах и тканях (по Н. Skelton)

Ткань или орган	Содержание воды, %	Процент от веса тела	Ткань или орган	Содержание воды, %	Процент от веса тела
Кровь	83,0	8,0	Мозг	74,8	2,0
Почки	82,7	0,4	Кишечник	74,5	1,0
Сердце	79,2	0,5	Кожа	72,0	18,0
Легкие	79,0	0,7	Печень	68,3	2,3
Селезенка	75,8	0,2	Скелет	22,0	15,9
Мышцы	75,6	41,7	Жировая ткань	10,0	10,0

В организме постоянно происходит обмен воды между кровью и межклеточной жидкостью. В артериальном конце **капилляра** величина гидростатического давления больше чем онкотического, обусловленного белками плазмы крови. Поэтому вода переходит из крови во внеклеточное пространство окружающих тканей (**рис. 85**). По мере продвижения крови по капиллярам и выхода из них воды гидростатическое давление снижается, а онкотическое давление возрастает. В результате этого в венозном конце капилляра онкотическое давление становится выше гидростатического, и вода поступает из

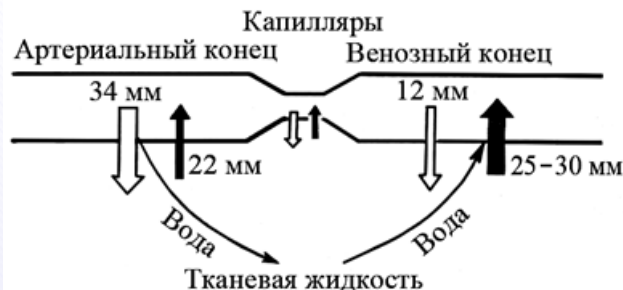


Рисунок 85 – Схема движения воды между капиллярами и тканями: белые стрелки – гидростатическое давление, черные – онкотическое давление



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 359 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

межклеточного пространства тканей в **кровь**. Таким способом происходит водообмен между кровью и тканями.

Водный баланс в организме поддерживается за счет равенства объемов потерь воды и ее поступления в организм. Суточная потребность в воде взрослого человека колеблется от 21 до 43 мл/кг (в среднем 2500 мл) и удовлетворяется за счет поступления воды при питье и с пищей, а также за счет воды, образующейся в организме в ходе обменных процессов – эндогенной воды. Такое же количество воды выводится в составе мочи, кала, посредством **испарения** с поверхности кожи и дыхательных путей (**табл. 12**).

Недостаточное поступление в организм воды или ее избыточная потеря приводят к обезвоживанию. Недостаток в организме воды в объеме 20 % от массы тела ведет к летальному исходу. Избыточное поступление воды в организм или снижение ее объемов, выводимых из организма, приводит к водной интоксикации, потере солей, **витаминов**, ослаблению организма.

Таблица 12 – Примерный суточный водообмен человека
(по С. Раппопорту)

Поступление воды			Выделение воды		
Источник	Количество		Орган	Количество	
	мл	%		мл	%
Жидкость	1200	48	Легкие	500	20
Плотная пища	1000	40	Кожа	500	20
Окисление	300	12	Моча	1400	56
Всего:	2500	100	Всего:	2500	100

Обмен минеральных солей. Обмен воды и минеральных солей в организме тесно взаимосвязаны. *Минеральные соли* необходимы для поддержания постоянства величины осмотического давления крови и тканевой жидкости, активной реакции среды, для обеспечения нормальной **свертываемости крови** (кальций), транспортировки газов кровью (железо в составе **гемоглобина**). Они также нужны для постро-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 360 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ения костной ткани (кальций, фосфор), возникновения и проведения возбуждения в мышечных и нервных клетках (кальций, натрий, калий), для синтеза гормонов щитовидной железы (йод) и т. д. Минеральные соли выводятся из организма с мочой, калом, потом. При избыточном поступлении с водой и пищей возможно их накопление в различных органах.

Минеральные вещества поступают в организм с продуктами питания и водой. Потребность организма в минеральных солях различная. Больше всего нужны кальций, фосфор, натрий, сера, калий, хлор и магний. Это так называемые *макроэлементы*. Они необходимы для формирования скелета (кальций, фосфор), для осмотического давления биологических жидкостей (натрий), нормального функционирования возбудимых структур (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^-), мышечного сокращения (Ca^{2+} , Mg^{2+}) и др. В организм должны поступать и *микроэлементы*, содержание которых в клетках тела человека составляет менее 0,01 % (железо, кобальт, медь, цинк, йод, фтор и др.). Роль некоторых из них в организме хорошо изучена, а также установлены нарушения, возникающие при дефиците этих микроэлементов, и потребность в них человека (табл. 13). В большинстве случаев они являются составной частью ферментов, **гормонов**, витаминов или служат катализаторами ферментативных процессов.

Таблица 13 – Роль некоторых микроэлементов в организме и потребность в них

Микроэлемент	Проявления недостаточности	Запасы	Суточная потребность
Железо	Железодефицитная анемия	4–5 г, из них 800 мг способно мобилизоваться	12 мг Fe^{2+} ; у женщин детородного возраста – 18 мг
Фтор	Развитие кариеса		1 мг; свыше 5 мг токсичен (остеосклероз)
Иод	Зоб, гипотиреоз	10 мг	150–180 мкг
Медь	Нарушение всасывания железа, анемия, нарушение пигментации	100–150 мг	2–5 мг



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 361 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

При правильном и сбалансированном питании суточная потребность в различных солях невелика и полностью обеспечивается (за исключением поваренной соли) за счет разнообразной пищи. Неправильное питание существенно снижает защитные силы организма и работоспособность, нарушает процессы **обмена веществ**, приводит к преждевременному старению и может привести к возникновению многих заболеваний.

Витамины. Кроме углеводов, жиров, белков и неорганических веществ, человеку необходимы также витамины. Они представляют собой органические вещества различной химической природы, которые поступают с растительной и животной пищей. Реже некоторые из них синтезируются в организме микрофлорой кишечника. В пищевых продуктах витамины могут находиться в активной или неактивной форме (провитамины). В последнем случае они в организме переходят в активное состояние.

Витамины не являются пластическим материалом или источником энергии, а служат исходными веществами для синтеза ферментов клетки, выполняют антиоксидантную функцию, участвуют в стабилизации биологических мембран, предохраняя их от окислительного разрушения. Вот почему организм человека так чувствителен к недостатку хотя бы одного из витаминов. Суточная потребность в витаминах мала. При длительном их отсутствии в пище развиваются *авитаминозы*, при их недостатке или нарушении всасывания – *гиповитаминозы*. При приеме в больших количествах синтетических витаминов могут развиваться *гипервитаминозы*.

В настоящее время известно около 40 витаминов. Их принято обозначать заглавными буквами латинского алфавита. По растворимости все витамины делятся на *жирорастворимые* (А, D, Е, К, F) и *водорастворимые* (В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₂, С, РР и др.).

Недостаток жирорастворимых витаминов в организме приводит к различным нарушениям. Депо важнейших жирорастворимых витаминов в организме человека и суточная потребность в них приведены в **таблице 14**.

При дефиците в организме человека *витамина А* (ретинола) происходит замедление роста молодого организма, повреждение роговицы глаза, поражение эпителия кожи, нарушение сумеречного зрения (куриная слепота). Недостаток *витамина D*



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 362 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

(эргокальциферола) вызывает развитие рахита у детей. При дефиците *витамина Е* (токоферола) наблюдается дистрофия скелетных мышц, ослабление половой функции. Отсутствие *витамина К* (филлохинона) приводит к нарушению свертываемости крови, желудочно-кишечным кровотечениям, подкожным кровоизлияниям.

Таблица 14 – Жирорастворимые витамины

Витамин	Симптомы недостаточности	Депо	Суточная потребность
А	«Куриная слепота», нарушение ороговения эпителия, нарушение роста	В большом количестве в печени	0,8–1,1 мг витамина А, 1,6–2,2 мг β-каротина; макс. доза 15 мг витамина
Д	Рахит, нарушение роста и окостенения костей, потеря костями кальция	Небольшое количество в печени, почках, кишечнике, костях, надпочечниках	2,5–5,0 мкг; детям и беременным – 10 мкг; макс. доза – 25 мкг
Е	Нарушение проницаемости сосудов и метаболизма в мышцах	Несколько граммов в печени, жировой ткани, семенниках, матке, гипофизе, надпочечниках	12 мг
К	Замедление свертывания крови, спонтанные кровотечения	В печени и почках в очень небольших количествах	При нормальной кишечной микрофлоре принимать не требуется; в противном случае – 1 мг

Серьезные заболевания развиваются при недостатке в организме человека и водорастворимых витаминов (**табл. 15**). Например, отсутствие *витамина С* вызывает заболевание цингой, при которой наблюдаются поражение стенки кровеносных сосудов, кровоизлияния в кожу, кровоточивость десен, быстрая утомляемость, ослабление **иммунитета**. При дефиците *витамина В₁* обнаруживается заболевание бери-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 363 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

бери, B_2 – катаракта, B_{12} – злокачественная анемия, PP – пеллагра.

Витамины должны поступать в организм постоянно и в достаточном количестве. Однако их содержание в пищевых продуктах непостоянно (в зависимости от сроков хранения и технологии приготовления пищи) и не всегда обеспечивает потребности организма. При длительном хранении овощей и фруктов содержание в них витаминов снижается. Разрушаются витамины в продуктах и под воздействием высоких температур. Витамин С, например, разрушается при контакте даже с атмосферным воздухом.

Таблица 15 – Водорастворимые витамины

Витамин	Симптомы недостаточности	Депо	Суточная потребность
B_1	Бери-бери, полиневрит, поражения ЦНС, параличи, атрофии мышц, сердечная недостаточность	Около 10 мг в печени, миокарде, мозге	1,4–1,6 мг или 0,2 мг/1000 кДж углеводов; у алкоголиков – выше
B_2	Задержка роста, кожные болезни	Около 10 мг в печени и скелетных мышцах	1,8–2,0 мг
B_6	Дерматит, полиневрит, судороги	Около 100 мг в мышцах, печени, мозге	1,6–2,0 мг
B_{12}	Пернициозная анемия, фуникулярный миелоз	1,5–3,0 мг; преимущественно в печени	5 мкг
Биотин	Дерматит	Около 0,4 мг в печени и почках	При нормальной кишечной микрофлоре принимать не надо; в противном случае – около 0,3 мг
Фолиевая кислота	Пернициозная анемия	12–15 мг в печени	0,4 мг; при беременности – 0,8 мг
Никотиновая кислота (PP)	Пеллагра, фото-дерматит, парестезии	Около 150 мг в печени и мышцах	9–15 мг или в 60 раз больше триптофана



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 364 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Пантотеновая кислота (B_3)	Нарушения в ЦНС	Около 50 мг в надпочечниках, почках, печени, мозге, сердце	8 мг
C	Цинга, нарушения соединительной ткани, кровоточивость десен, подверженность инфекциям	3,5 г в мозге, почках, надпочечниках, поджелудочной железе, печени, сердце	75 мг

Для предупреждения авитаминозов, повышения устойчивости организма к инфекционным заболеваниям необходимо в зимне-весенний период принимать специальные витаминные препараты. В нашем климатическом поясе в конце зимы и начале весны зачастую оказывается дефицит витаминов A, C, B_1 , B_2 и PP.

3. Образование и расход энергии в организме. Принципы рационального питания

Образование и расход энергии в организме. В процессе обмена веществ постоянно происходит превращение энергии: энергия сложных органических соединений, поступивших с пищей, превращается в тепловую, механическую и электрическую. Человек получает энергию из окружающей среды в виде потенциальной энергии, заключенной в химических связях молекул жиров, белков и углеводов. Все процессы жизнедеятельности обеспечиваются энергией (энергетический обмен) за счет анаэробного и аэробного **метаболизма**.

Получение энергии без участия кислорода, например, гликолиз, (расщепление глюкозы до молочной кислоты) называется *анаэробным обменом*. В ходе анаэробного расщепления глюкозы (гликолиза) образуется небольшое количество энергии, что недостаточно для осуществления активной жизни. Реакции, происходящие с участием кислорода, энергетически более эффективны и называются *аэробным обменом*.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 365 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

При окислении сложных молекул химические связи разрываются, сложные органические молекулы распадаются до более простых, которые далее окисляются до конечных продуктов – CO_2 и H_2O .

Одна часть энергии, высвободившейся в результате анаэробных и аэробных процессов (диссимиляции), сразу же используется организмом в процессе жизнедеятельности, другая же часть запасается впрок. Накопление энергии происходит главным образом в высокоэнергетических (макроэргических) фосфатных связях АТФ. АТФ служит также средством переноса энергии, поскольку диффундирует в те места клетки, где необходима энергия.

При потребности в энергии путем гидролиза разрываются макроэргические связи АТФ и высвобождается находящаяся в ней химическая энергия. Полученная потенциальная энергия затем превращается в тепло, механическую, химическую, осмотическую и электрическую работу. Часть энергии используется для поддержания постоянства внутренней среды организма, синтеза новых веществ, обновления и строения клеток, сокращения мышц, проведения нервных импульсов.

Соотношение количества энергии, поступающей с пищей, и энергии, расходуемой организмом, называется *энергетическим балансом*. При избыточном питании происходит накопление энергетических запасов, а при голодании, некоторых гормональных и других нарушениях энергетические ресурсы уменьшаются.

Основной обмен. В зависимости от функционального состояния организма и воздействий на него внешней среды выделяют три уровня энергетического обмена: основной обмен, обмен в состоянии относительного покоя, энерготраты при физической работе (рабочий обмен).

Основным обменом называют величину расхода энергии в состоянии максимального мышечного и эмоционального покоя, при бодрствовании, лежа, натощак (спустя 12–16 часов после приема пищи), при температуре окружающей среды 18–20 °С. Это минимальный уровень расхода энергии, необходимый для поддержания жизнедеятельности тканей и органов тела. Основной обмен у спортсменов на каждый кило-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 366 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

грамм массы тела выше, чем у спортсменов из-за хорошо развитой мускулатуры. Вклад различных органов в обеспечение основного обмена неодинаков (табл. 16).

Таблица 16 – Относительный вклад различных органов в обеспечение основного обмена у человека (по G. Lehmann)

Орган	Печень	Мышцы	Мозг	Сердце	Почки	Другие органы
Относительный вклад	26 %	26 %	18 %	9 %	7 %	14 %

Энергия основного обмена расходуется на: 1) поддержание минимально необходимого для жизни клеток уровня окислительных процессов; 2) деятельность постоянно работающих органов и систем – мозга, печени, дыхания, кровообращения, выделения; 3) поддержания мышечного тонуса и температуры тела.

Величина основного обмена зависит от возраста, роста, массы, пола человека, активности его нервной и эндокринной систем. У мужчины в возрасте 20–40 лет основной обмен составляет примерно 1 ккал (4,19 кДж) на 1 кг массы тела в час. У женщин той же массы он примерно на 10 % ниже, т. к. у женщин меньше мышечной ткани и больше жировых клеток, в которых интенсивность обменных процессов значительно ниже.

У детей до 5 лет величина основного обмена выше на 40–45 %, у подростков – на 13–14 %, т. к. реакции обмена у них протекают быстрее, чем в зрелом и пожилом возрасте (рис. 86). В пожилом возрасте основной обмен снижается на

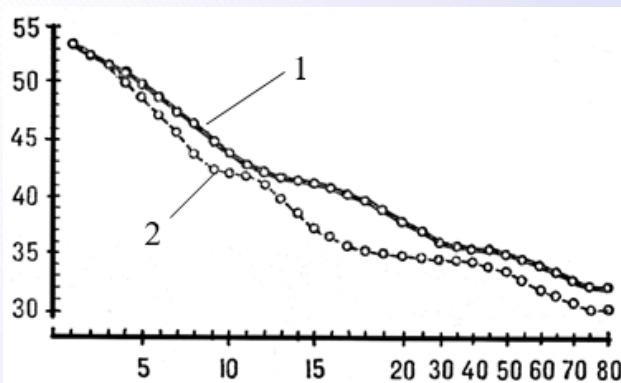


Рисунок 86 – Изменение основного обмена с возрастом (по А. Флейшу): 1 – мужчины; 2 – женщины. По оси ординат – основной обмен (ккал/м²/час); по оси абсцисс – возраст, лет



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 367 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

8–9 %. При старении уменьшается интенсивность дыхания многих тканей (миокарда, головного мозга, **почек**, скелетной мышечной ткани и др.). В результате снижается скорость окислительных процессов, в клетках уменьшается число митохондрий и это ограничивает возможность клетки образовывать АТФ.

Чем больше рост человека, тем больше поверхность его тела, больше отдается тепла и тем выше основной обмен. Чем больше масса тела, тем больше в нем клеток, в каждой из которых протекают обменные процессы, и тем выше основной обмен. Во время сна расход энергии почти на 10 % ниже основного обмена. Разница между бодрствованием в состоянии покоя и сном объясняется тем, что во время сна мышцы расслаблены.

Для определения расхода энергии используются методы прямой и непрямой калориметрии. *Прямая калориметрия* основана на измерении выделенного организмом тепла в специальных камерах – биокалориметрах. Биокалориметры герметизированы и надежно теплоизолированы от окружающей среды. Для расчета количества тепла измеряют изменения температуры теплоносителя, протекающего через камеру в единицу времени.

Метод *непрямой калориметрии* основан на определении объема потребленного организмом кислорода и выделенного углекислого газа, так как практически вся энергия в организме высвобождается в результате окисления пищевых веществ. Отношение объема выделенного углекислого газа к объему поглощенного кислорода называется *дыхательным коэффициентом*.

Дыхательный коэффициент позволяет определить, за счет каких компонентов пищи преимущественно осуществляется **обмен веществ** у человека.

Установлено, что для окисления 1 г различных пищевых веществ требуется строго определенное количество кислорода, отражающееся в величине дыхательного коэффициента (**табл. 17**).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 368 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть



Таблица 17 – Значения дыхательных коэффициентов и калорических эквивалентов при окислении различных веществ

Пищевые вещества	Дыхательный коэффициент	Калорические эквиваленты	
		ккал/л O ₂	кДж/л O ₂
Углеводы	1,00	5,05	21,1
Белки	0,81	4,85	20,3
Жиры	0,70	4,69	19,6

Каждому дыхательному коэффициенту соответствует определенный *калорический эквивалент кислорода*, то есть количество энергии, образующееся при использовании 1 л кислорода на окисление пищевых веществ. Чем больше дыхательный коэффициент, тем выше калорический эквивалент кислорода (**табл. 18**).

Когда в пище больше углеводов, калорический эквивалент увеличивается, если же больше жиров, – уменьшается, так как молекулы жиров для полного окисления и высвобождения энергии требуют больше кислорода. Белки не полностью окисляются в организме. При этом образуется в конечном итоге мочевина, которая выводится из организма с мочой и уносит с собой некоторую часть энергии.

Таблица 18 – Калорический эквивалент 1 л O₂ при разных дыхательных коэффициентах

Дыхательный коэффициент	Калорический эквивалент	
	кДж	ккал
0,707	19,62	4,686
0,75	19,84	4,739
0,80	20,10	4,801
0,85	20,36	4,862
0,90	20,62	4,924
0,95	20,87	4,985
1,00	21,13	5,047

Основной обмен в организме регулируется *нервной и эндокринной системой*. При

повышении активности **симпатического отдела** вегетативной нервной системы, щитовидной железы, гипофиза, половых желез величина основного обмена возрастает.

Суточный расход энергии у здорового человека значительно превышает величину основного обмена и складывается из следующих компонентов: основного обмена; специфически-динамического действия пищи; рабочей прибавки, т. е. энергозатрат, связанных с выполнением той или иной работы. *Специфически-динамическим действием пищи* называют увеличение расхода энергии, вызванное приемом и перевариванием пищи. При употреблении в пищу белков расход энергии увеличивается в среднем на 20–30 %, углеводов и жиров – на 8–12 % и менее.

Принципы рационального питания. Потребности конкретного человека в различных компонентах пищи значительно варьируют и зависят от возраста, пола, конституции, физической нагрузки, стресса и беременности. Недостаточность, как и избыток потребления тех или иных компонентов пищи приводит в конечном итоге к заболеваниям (табл. 19).

Таблица 19 – Нормы суточного потребления питательных веществ (для взрослых) и нарушения от их недостаточного или избыточного потребления

Компонент	Суточная потребность	Дополнительные потребности	Депо	Проявления недостаточности	Проявления избыточного потребления
Белки	1 г/кг веса при условии достаточного содержания незаменимых аминокислот (например, при приеме 30 г животного белка)	Старики и дети – 1,2–1,5 г/кг; при тяжелой работе, росте мышц, беременности и тяжелых заболеваниях – до 2 г/кг	Мобилизуемый резерв – 45 г (40 г в мышцах, 5 г в крови и печени)	Голодные отеки, подверженность инфекциям, апатия, атрофия мышц, нарушение развития у детей	Преобладание процессов гниения в кишечнике; при наличии предрасположения – подагра



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 370 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Угле- воды	По мень- шей мере 100–150 г (для питания мозга) либо 200 г белка для превра- щения его в углеводы (глюконеоген- ез)	При фи- зической работе	300–400 г гликогена	Похудание, снижение тру- доспособности, нарушения обмена, кетоз	Преобладание брожения в кишечнике, ожирение
Жиры: а) насы- щенные жирные кислоты	Насыщенные и незамеени- мые жирные кислоты – 25–35 % от общего числа калорий	При фи- зической работе	Во мно- гих частях организма и очень широко варьирует	Похудание, снижение тру- доспособности, нарушение всасывания жи- рорастворимых витаминов с проявлением их недостаточности	Гиперхолесте- ринемия с раз- витием ате- росклероза, ожирение
б) неза- менимые жирные кислоты	10 г (по мень- шей мере 0,6 г/1000 кДж, поступающих с пищей	При фи- зической работе	То же	Гематурия, кож- ные нарушения, повреждение митохондрий, метаболические расстройства	Увеличение по- требностей в то- кофероле (вита- мине Е)

Потребности в белках, жирах и углеводах зависят от расхода энергии и увеличиваются при тяжелой мышечной работе, беременности, общем повышении мышечного тонуса или судорогах, а также при некоторых заболеваниях. Калорийность пищевого рациона детей в пересчете на 1 кг массы тела должна быть выше, чем у взрослых, чтобы обеспечивать быстрый рост тела.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 371 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Белки в организме практически не откладываются в запас. Кратковременный резерв белка составляет лишь около 45 г. Углеводы запасаются в организме в виде гликогена преимущественно в печени и мышцах. Его резерв обычно не превышает 300–400 г. Значительное количество энергии может запасаться только в виде жира.

Определяющее влияние на величину обмена веществ и энергии оказывает *физическая нагрузка*. Расход энергии при интенсивной физической нагрузке может в 10 раз превышать исходный основной обмен, а в очень короткие периоды (например, при плавании на короткие дистанции) даже более чем в 20 раз. Дополнительными факторами, повышающими расход энергии при физической работе, являются эмоциональное напряжение, изменение температуры и других условий окружающей среды.

Умственная работа также слегка увеличивает интенсивность обменных процессов. Однако это мало связано с напряженной мозговой деятельностью, поскольку в это время не отмечено заметных изменений интенсивности **обмена веществ**. Возможной причиной увеличения обмена веществ во время умственной работы является рефлекторное увеличение тонуса мышц.

Однако не вся освобождаемая в организме энергия используется на внешнюю механическую работу. Большая ее часть теряется в виде тепла. *Коэффициент полезного действия* (к.п.д.) человека, т. е. отношение количества энергии, затраченной на полезную работу, ко всей израсходованной энергии не превышает 25–30 %. Величина к.п.д. зависит от структуры и частоты движений, от количества мышц, участвующих в работе, опыта в выполнении работы и тренированности организма.

Чем интенсивнее выполняемая работа, тем выше затраты энергии. По этому принципу все население делится на 5 групп. К первой группе относятся люди, занимающиеся умственным трудом, не требующим существенных мышечных напряжений (ученые, врачи, педагоги). В сутки они расходуют в среднем 2200–2800 ккал. Вторую группу составляют лица, выполняющие легкую или полностью механизированную работу (работники сферы обслуживания). Суточный расход энергии у них равен 2350–3000 ккал.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 372 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

В третью группу входят люди, занимающиеся средней тяжести, частично механизированным трудом (слесари, плотники, штукатуры). Они тратят 2500–3200 ккал в сутки. К четвертой группе относятся работники, занятые тяжелым физическим трудом (сельскохозяйственные и строительные рабочие, нефтяники), с суточным расходом энергии 2900–3700 ккал в сутки. Пятую группу составляют лица, выполняющие очень тяжелую физическую работу часто в неблагоприятных условиях (шахтеры, сталевары, грузчики и др.). В сутки они расходуют 3900–4300 ккал.

Спортивная деятельность, такая как марафон, лыжные гонки, велогонки по шоссе и т. д., особенно в дни тренировок и соревнований, туристические походы в экстремальных условиях сопровождаются значительным увеличением суточного расхода энергии – до 4500–5000 и более ккал.

Особенности питания туристов. При составлении рационов питания для туристов должны учитываться пол, возраст, климатические условия и сезон года, характер и величина физических нагрузок. Следует иметь в виду, что разнообразие продуктов, из которых готовится пища, а также разнообразие самих блюд помогают обеспечить полноценное питание, позволяют организму туриста получить с пищей весь необходимый ассортимент питательных веществ. Продуманный рацион должен обладать необходимой калорийностью, продукты, входящие в рацион, должны удовлетворять вкусовым требованиям туристов и быть взаимозаменяемыми. Соотношение видов туристической деятельности и уровня затрачиваемой энергии отражено в табл. 20, 21.

В настоящее время туризмом занимаются не только здоровые люди, но и с оздоровительной целью больные с хроническими заболеваниями в стадии компенсации. Поэтому при организации питания в туристических учреждениях необходимо предусмотреть приготовление не только обычных, но и диетических блюд. Потребность различных групп туристов в пищевых веществах и энергии приведена в табл. 22, 23, 24.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 373 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Таблица 20 – Энерготраты при различных видах туристической деятельности

Группы	Величины энерготрат, кДж	Виды туризма
Для туристов 18–40 лет		
<i>I</i>	10 880–12 550 (2600–3000)	Ближний и дальний пешеходный без груза и с грузом по равнинной местности (женщины) Мотоциклетный (мужчины и женщины) Автомобильный (мужчины и женщины) Конный, при езде шагом (мужчины и женщины)
<i>II</i>	12 550–14 640 (3000–3500)	Ближний и дальний пешеходный по равнинной местности без груза и с грузом (мужчины) Ходьба по снежной дороге (женщины) Водный (женщины) Дайвинг (женщины) Велосипедный (женщины) Спелеологический (женщины)
<i>III</i>	14 640–16 740 (3500–4000)	Пешеходный в гору без груза (женщины) Водный (мужчины) Дайвинг (мужчины) Велосипедный (мужчины) Конный, при езде рысью (женщины) Ходьба по снежной дороге (мужчины) Лыжный (женщины)
<i>IV</i>	16 740–18 800 (4000–4500)	Пешеходный в гору без груза (мужчины) Пешеходный в гору с грузом (женщины) Спелеологический (мужчины) Лыжный (мужчины)
<i>V</i>	Больше 18 800 (больше 4500)	Пешеходный в гору с грузом (мужчины) Горнолыжный (мужчины и женщины) Конный, при езде рысью (мужчины)



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 374 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 375 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Для туристов 40–60 лет

<i>VI</i>	10 880–12 550 (2600–3000)	Ближний и дальний пешеходный по равнинной местности (мужчины и женщины) Пешеходный в гору без груза (женщины) Водный (женщины) Велосипедный (женщины) Ходьба по снежной дороге (женщины) Автомобильный (мужчины и женщины)
<i>VII</i>	12 550–14 640 (3000–3500)	Пешеходный в гору без груза (мужчины) Водный (мужчины) Велосипедный (мужчины) Ходьба по снежной дороге (мужчины) Лыжный (женщины)
<i>VIII</i>	14 640–16 740 (3500–4000)	Лыжный (мужчины)

Таблица 21 – Энерготраты детей и подростков на туристических базах

Группы	Величины энерготрат, кДж	Виды туристической деятельности
<i>I</i>	10 880–12 550 (2600–3000)	Пешеходные экскурсии для детей 7–10 лет
<i>II</i>	12 550–14 640 (3000–3500)	Все виды туризма для детей 11–13 лет и девушек 14–17 лет
<i>III</i>	14 640–16 740 (3500–4000)	Все виды туризма для юношей 14–17 лет

При составлении *пищевого рациона* следует учитывать особенности различных видов туризма. При занятиях велосипедном, конном, мотоциклетном, автомобильным туризмом человек вынужден долго находиться в согнутой позе и подвергается тряске и вибрации.

Таблица 22 – Суточные нормы пищевых веществ и их энергетическая ценность, рекомендуемые для различных групп туристов в возрасте 18–40 лет

Пищевые вещества, энергетическая ценность	Средние величины норм для групп туристов в зависимости от вида туристической деятельности				
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	<i>V</i>
Белки, г					
Всего	88	100	111	123	139
в том числе животные	48	50	56	62	70
Жиры, г					
Всего	89	112	122	136	154
в том числе животные	26	33	37	41	46
Углеводы, г	384	478	540	587	677
Витамины, мг					
В ₁	1,66	2,15	2,32	2,54	2,83
В ₂	2,25	2,74	2,92	3,40	3,89
РР	19	24	26	28	31
В ₆	1,97	2,42	2,63	2,96	3,36
С	69	89	97	109	124
Е	14	17	19	21	24
Энергетическая ценность, кДж (ккал)	10 880– 12 550 (2600–3000)	12 550– 14 640 (3000–3500)	14 640– 16 740 (3500–4000)	16 740– 18 800 (4000–4500)	Свыше 18 800 (4500)

Перед началом таких маршрутов и во время их длительного проведения в меню не следует включать продукты, имеющие большой объем и содержащие источники грубой клетчатки (например, салат из капусты), сладкие углеводы, молоко, так как они вызывают увеличение газообразования в толстом кишечнике. Потребление молока, кроме того, вследствие вибрации вызывает ощущение тяжести в желудке, поэтому его перед поездками целесообразно заменять кисломолочными продуктами.

При водном туризме перед прохождением маршрута не следует употреблять в пищу продукты, имеющие большой объем, так как гребля веслами осуществляется в сидячем положении с периодическими надавливаниями на органы брюшной полости.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 376 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Отчасти такие меры окажутся не лишними и в велосипедном туризме.

Таблица 23 – Суточные нормы пищевых веществ и их энергетическая ценность, рекомендуемые для различных групп туристов в возрасте 40–60 лет

Пищевые вещества, энергетическая ценность	Средние величины норм для групп туристов в зависимости от вида туристической деятельности		
	VI	VII	VIII
Белки, г	82	95	107
Жиры, г			
Всего	85	103	117
в том числе животные	26	31	36
Углеводы, г	367	447	510
Витамины, мг			
В ₁	1,58	1,88	2,14
В ₂	2,08	2,52	2,86
РР	17	21	23
В ₆	1,89	2,25	2,57
С	67	81	91
Е	10	16	18
Энергетическая ценность, кДж (ккал)	10 880–12 550 (2600–3000)	12 550–14 640 (3000–3500)	14 640–16 740 (3500–4000)

Особое внимание нужно обращать на энергетическую ценность пищевых веществ при занятиях горным, лыжным и горнолыжным туризмом, так как они проходят при низких температурах окружающего воздуха и требуют высоких энергозатрат. Поэтому пища должна быть высококалорийной при ограниченном объеме.

Режим питания для здоровых взрослых туристов рекомендуется трехразовый: завтрак должен компенсировать 35 % суточного расхода энергии, обед – 40 %, ужин – 25 %. После ужина туристы обычно занимаются активными видами деятельности (прогулки, подвижные игры, танцы), поэтому энергетическая ценность ужина у них слегка увеличена. Однако для того, чтобы последующий сон был полноценным, в ужин не следует включать тонизирующие напитки, а также продукты, содержащие



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 377 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

много жира и других медленно переваривающихся веществ.

Таблица 24 – Суточные нормы пищевых веществ и их энергетическая ценность, рекомендуемые для детей и подростков, при различных видах туризма

Пищевые вещества, энергетическая ценность	Средние величины норм для групп туристов в зависимости от вида туристической деятельности		
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
Белки, г			
Всего	89	112	129
в том числе животные	53	68	77
Жиры, г			
Всего	89	112	129
в том числе животные	17	24	24
Углеводы, г	399	506	581
Витамины, мг			
В ₁	1,54	2,06	2,32
В ₂	2,11	2,68	3,08
РР	17	22	26
В ₆	1,37	2,31	2,69
С	55	82	96
Е	11	17	19
Энергетическая ценность, кДж (ккал)	10 880–12 550 (2600–3000)	12 550–14 640 (3000–3500)	14 640–16 740 (3500–4000)

Для пожилых людей калорийность ужина не должна превышать 20 % суточной калорийности, так как после ужина они ведут менее активный образ жизни, чем туристы более молодого возраста. Прием пищи должен осуществляться не менее, чем за два часа до сна.

У туристов детского возраста режим питания должен быть четырехразовый: завтрак должен составлять 25–30 % энергетической ценности суточного рациона, обед – 40 %, полдник – 15 %, ужин – 20–25 %. Особое внимание уделяется витаминному и минеральному составу пищевого рациона, что обусловлено повышенными потреб-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 378 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ностями растущего организма.

Во время интенсивной мышечной нагрузки, выполняемой во многих видах туристической деятельности, ослабляются функции органов пищеварения. В связи с этим непосредственно перед походом или во время туристического похода пища должна быть легкоусвояемой, содержащей преимущественно углеводы. Перед каждым приемом пищи необходим не менее чем получасовой отдых для восстановления нормального функционирования пищеварительной системы.

Важное значение имеет соблюдение туристами правильного *питьевого режима*. Большие физические нагрузки, встречающиеся практически в любом виде туризма, вызывают у туристов, особенно при высокой температуре окружающей среды, обильное потоотделение. В результате из организма удаляется много воды, минеральных солей, водорастворимых **витаминов**. Бессистемное потребление большого количества воды отрицательно влияет на деятельность почек, сердца и других органов. При этом ухудшается общее самочувствие и развивается усталость.

Основной объем жидкости следует принимать до дневного похода или после него. Для утоления жажды можно употреблять в небольших количествах кислые фруктовые и ягодные соки, отвары из фруктов, ягод, минеральную воду, кефир, зеленый чай без сахара. Часто у туристов возникает так называемая ложная жажда, обусловленная подсыханием слизистой оболочки полости рта. Для ее устранения бывает достаточно ополоснуть рот и горло водой или пососать кислые леденцы или жевательные резинки.

Для профилактики обезвоживания организма перед восхождением в горы следует включать в рацион питания продукты с высоким содержанием поваренной соли (сельдь, сыры, брынзу и т. д.), которые будут удерживать воду и препятствовать большим ее потерям.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 379 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Вопросы для самоконтроля

1. Какие этапы различают в обмене веществ?
2. В чем суть процессов ассимиляции в организме человека?
3. Какое значение процессов диссимиляции в организме?
4. Как осуществляется взаимосвязь **обмена веществ и энергии**?
5. Что такое белковый оптимум, положительный и отрицательный азотистый баланс?
6. Как происходит обмен углеводов в организме человека?
7. Охарактеризуйте обмен липидов в организме.
8. Как осуществляется обмен воды и минеральных солей в организме?
9. Какова роль **витаминов** в организме человека?
10. Как происходит регуляция обмена веществ?
11. Что такое **основной обмен** и от чего он зависит?
12. В чем заключается метод непрямой калориметрии?
13. На какие группы делится население по величине расхода энергии?
14. Какие особенности питания туристов?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 380 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 21. Система терморегуляции

План лекции

1. Тепловой баланс. Понятие о теплообмене.
2. Первичное и вторичное тепло. Механизмы теплопродукции.
3. Механизмы теплоотдачи.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [7, 8, 14, 17, 21–23].

1. Тепловой баланс. Понятие о теплообмене

Теплокровные и холоднокровные организмы. Температура тела животного и человека зависит от скорости **теплообразования** в клетках тканей в результате метаболических процессов и скорости **теплоотдачи** выделяющегося тепла в окружающую среду. Животные организмы не могут существовать без постоянного теплообмена с внешней средой. В зависимости от особенностей теплообмена животные организмы чаще всего разделяют на теплокровные, или гомойотермные (от греч. *homoios* – одинаковый, подобный), и холоднокровные, или пойкилотермные (от греч. *poikilos* – изменчивый). Нередко выделяют еще гетеротермные организмы.

Гомойотермные организмы способны поддерживать температуру тела на относительно постоянном уровне с суточными сезонными колебаниями, не превышающими 2 °С. К гомойотермным организмам относятся птицы, плацентарные млекопитающие животные и человек. Они способны поддерживать температуру своего тела на относительно постоянном уровне, несмотря на колебания в определенных пределах температуры окружающей среды. Такое постоянство температуры тела получило название *изотермии*. Температура тела гомойотермных организмов, значительно превышающая наиболее часто встречающуюся температуру внешней среды, обеспечивает высокую скорость биохимических реакций внутри организма и, следовательно



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 381 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

но, высокую интенсивность всех процессов жизнедеятельности. Гомойотермия возможна только при высоком уровне энергообмена, что требует поступления к клеткам тканей большого количества кислорода и высокой интенсивности окислительных процессов. Это становится возможным при снабжении тканей артериальной кровью.

Пойкилотермные животные не способны поддерживать постоянство температуры своего тела. Они обладают недостаточно совершенными механизмами **терморегуляции**, и поэтому температура их тела постоянно следует за изменением температуры окружающей среды. Пойкилотермные организмы имеют терморецепторы и способны в небольших пределах противостоять колебаниям температуры окружающей среды благодаря стабилизации обменных процессов при изменении температуры тканей, терморегуляционному поведению, способностью в одних и тех же диапазонах температур нагреваться быстрее, чем охлаждаться. К пойкилотермным относятся все животные кроме птиц и млекопитающих.

К *гетеротермным* относят организмы, у которых суточные и сезонные колебания температуры тела превышают границы, характерные для гомойотермных организмов. Например, у летучих мышей и некоторых мелких птиц (колибри) в активном полете температура постоянная и высокая, а в неподвижном состоянии – значительно снижается. Существенно уменьшается температура тела и у некоторых млекопитающих в период зимней спячки (у бурых медведей – до 33–31 °С, у сусликов, ежей, летучих мышей – до 5 °С).

Совокупность физиологических реакций организма, обеспечивающих постоянство температуры тела называется терморегуляцией (от греч. *therme* – тепло и лат. *regulare* – упорядочивать). Температура тела определяется двумя процессами – *теплообразованием* (теплопродукцией, химической терморегуляцией) и *теплоотдачей* (тепловыделением, физической терморегуляцией). Поток тепловой энергии от живого организма в окружающую среду продолжается до тех пор, пока температура тела животного или человека выше, чем температура среды.

Тепловой баланс. При термонеutralной, или комфортной зоне (при 18–24 °С



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 382 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

для легко одетого человека), существует *баланс* между теплопродукцией и теплоотдачей. В таком температурном диапазоне температура организма поддерживается постоянной без дополнительного участия терморегуляторных механизмов. Например, в условиях физиологического покоя в организме человека продуцируется около 70 ккал в час и такое же количество тепла отдается в окружающую среду.

При низкой температуре среды, несмотря на защитные механизмы, возрастает потеря тепла организмом. В этих условиях для сохранения температуры тела организм должен эквивалентно повысить теплопродукцию. Таким образом, возникает новый уровень теплового баланса. Например, при температуре воздуха 10 °С теплоотдача возрастает до 120 ккал/час, поэтому для поддержания температуры тела на постоянном уровне теплопродукция тоже должна возрасть до 120 ккал/час.

При высокой температуре окружающей среды, например, при 40 °С, отдача тепла значительно уменьшается (до 40 ккал/час). Для поддержания постоянства температуры тела теплопродукция тоже должна снизиться примерно до 40 ккал/час. Устанавливается новый уровень теплового баланса, который и обеспечивает поддержание температуры тела.

Известным исследователем параметров комфорта и качества воздушной среды Оле Фангером предложена *формула теплового баланса* между человеческим телом и окружающей средой. В этой формуле принимается за основу теплообмен человека, находящегося в покое, в состоянии температурного баланса с внешней средой. В этих условиях вырабатываемое количество тепла равно теплу, отводимому в окружающую среду.

Количество отводимого от человеческого тела тепла зависит главным образом от следующих параметров: 1) разницы температур (положительной или отрицательной) между телом и окружающей воздушной средой; 2) потерь (или получения) тепла от окружающих предметов; 3) охлаждения при испарении с поверхности кожи; 4) потерь тепла при дыхании, с мочой и калом.

Таким образом, ведущим фактором, определяющим уровень теплового баланса,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 383 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

является температура окружающей среды.

Понятие о теплообмене. Теплообмен – это совокупность процессов теплопродукции и теплоотдачи человеческого тела. В комфортных условиях теплоотдача равна теплопродукции, а температура тела сохраняется постоянной без напряжения терморегуляционных механизмов. Теплообмен между организмом и внешней средой является обязательным условием существования организмов животных и человека. Нарушение скоростей теплопродукции и теплоотдачи приводит к изменению температуры тела.

Тепловое равновесие между организмом человека и окружающей его средой создает ощущение комфорта. Оно зависит от температуры окружающей среды: стен и поверхностей, окружающих предметов, скорости движения воздуха, влажности воздуха, характера одежды и величины теплопродукции человека. Теплопродукция, в свою очередь, зависит от возраста, пола человека, его питания, мышечной деятельности и других факторов. Например, с понижением температуры внешней среды, с приемом пищи и следующими за ним процессами пищеварения, при мышечной работе теплопродукция увеличивается в результате ускорения биохимических реакций обмена веществ для достижения теплового равновесия с окружающей средой.

Температурный гомеостаз. В комфортных (термонеutralных) условиях тепловой баланс, обеспечивающий поддержание температуры тела человека на нормальном уровне, не нуждается в коррекции специальными механизмами терморегуляции. Комфортная температура воздуха для человека в домашней одежде равна 18–24 °С, для обнаженного человека – 28–31 °С. Нейтральная температура воды равна для неподвижного человека, погруженного в воду до подбородка, примерно 35 °С.

Для оптимального регулирования теплового баланса, т. е. интенсивности **теплопродукции** и **теплоотдачи**, необходима информация о температуре тела. Она передается в ЦНС от терморецепторов. Выделяют три группы *терморецепторов*: 1) поверхностные терморецепторы, расположенные в коже; 2) терморецепторы, локализованные в стенках кровеносных сосудов; 3) терморецепторы ЦНС, распо-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 384 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

женные в **гипоталамусе**, **ретикулярной формации** ствола мозга и в **спинном мозге**. Терморецепторы подразделяются на *тепловые* и *холодовые*. В коже и на слизистых оболочках человека больше холодových **рецепторов** – около 250 000, чем тепловых – около 30 000.

При оптимальной для человека температуре окружающей среды от терморецепторов в ЦНС поступают ритмичные импульсы с постоянной частотой. При понижении окружающей температуры от 41 до 10 °С частота импульсов от холодových рецепторов линейно возрастает, а от тепловых снижается. При повышении температуры внешней среды от 20 до 50 °С возрастает частота импульсов от тепловых рецепторов.

Импульсы от терморецепторов поступают в **гипоталамус**, где находятся ведущие центры **терморегуляции**. В передней группе ядер гипоталамуса обнаружены *центры теплоотдачи*. Разрушение этих ядер приводит к нарушению процесса теплоотдачи, в результате чего организм быстро перегревается и переходит в состояние *гипертермии*. В задней группе ядер гипоталамуса расположены центры *теплопродукции*. Разрушение этих ядер вызывает потерю способности поддерживать постоянную температуру тела, и организм становится пойкилотермным.

При увеличении температуры внешней и внутренней среды возбуждаются соответствующие терморецепторы, повышается температура крови и увеличивается активность гипоталамических центров теплоотдачи. Это приводит к усилению отдачи тепла с помощью механизмов физической терморегуляции и торможению механизмов теплопродукции, в результате чего температура тела снижается. При уменьшении температуры внешней и внутренней среды активируются нейроны центров **теплопродукции** задней группы ядер гипоталамуса. Происходит активация периферических механизмов теплопродукции и торможение механизмов **теплоотдачи**, вследствие чего температура тела повышается.

Кроме гипоталамуса на процессы терморегуляции оказывают влияние и другие структуры ЦНС: центры спинного мозга, ретикулярная формация ствола мозга,



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 385 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

подкорковые узлы, кора больших полушарий головного мозга. Эмоциональное возбуждение, изменение в психическом состоянии оказывают существенное влияние на уровень теплопродукции и теплоотдачи. В результате некоторых отрицательных эмоций (страх, тревога, ярость) теплопродукция и теплоотдача резко повышаются. «Холодный пот», «мурашки по коже» – это типичные изменения терморегуляторных реакций при эмоциональном возбуждении. Отчетливые изменения температуры тела наблюдаются у спортсменов при стартовом возбуждении. Как правило, это повышение теплопродукции в результате **условнорефлекторной** мобилизации физиологических функций.

В терморегуляции принимают участие и *гуморальные факторы*, прежде всего, гормоны *щитовидной железы* (тироксин, трийодтиронин) и *надпочечников* (адреналин, норадреналин). При снижении температуры внешней среды количество тироксина и адреналина в крови возрастает. Эти гормоны вместе с симпатическими нервными влияниями усиливают окислительные процессы, увеличивая тем самым количество тепла, образующегося в организме. Адреналин, кроме того, суживает периферические сосуды, что приводит к дальнейшему снижению теплоотдачи.

Таким образом, при снижении температуры окружающей среды включаются *нейрогуморальные механизмы*, которые приводят к значительному усилению теплообразования и уменьшению теплоотдачи, в результате чего температура тела в этих условиях остается постоянной.

Кроме нейрогуморальной важную роль в регуляции температуры тела играет *поведенческая терморегуляция*, обусловленная изменением характера поведения человека и животных для поддержания температурного баланса (например, ношение человеком теплой одежды в холодное время года или сворачивание животного в «клубок»).



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 386 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Температура поверхностных тканей (оболочки) и глубоких тканей (ядра).

Тепло, вырабатываемое организмом, отдается в окружающее пространство поверхностью тела, поэтому температура частей тела вблизи его поверхности ниже температуры центральных отделов. В тепловом отношении организм человека состоит из двух различных частей: температурного «ядра», в состав которого входят мозг и внутренние органы грудной, брюшной и тазовой полостей, и температурной «оболочки», состоящей из кожи, подкожной клетчатки, а также поверхностных мышц (рис. 87).

Температура глубоких тканей тела за счет теплопереноса **кровью** распределена более равномерно и относительно постоянна. Ее суточные колебания в условиях относительного покоя организма находятся в пределах 1 °С, поэтому говорят о гомойотермном «ядре» тела человека. Средней температурой «ядра» тела человека принято считать температуру крови в правом желудочке **сердца**, где она равна примерно 37 °С. В тканях печени, мозга, **почек** температура несколько выше благодаря их метаболической активности, чем в тканях других внутренних органов.

Изменение температуры крови и внутренних органов на 2–2,5 °С от нормальных значений приводит к нарушению жизнедеятельности организма. При этом организм человека и многих гомойотермных животных гораздо более устойчив к охлаждению,

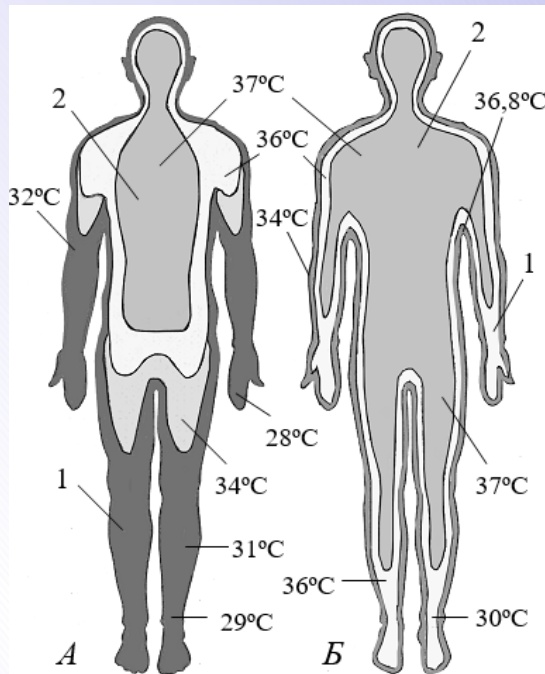


Рисунок 87 – Температура различных областей тела человека в условиях холода (А) и тепла (Б): 1 – температурное «ядро»; 2 – температурная «оболочка»



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 387 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

чем к перегреванию. Температура тела 43–44 °С у человека несовместима с жизнью. Особенно чувствителен к высокой температуре головной мозг. Поэтому у млекопитающих имеется сложная система охлаждения мозга, которая обеспечивает снижение его температуры даже на фоне значительного повышения общей температуры тела. Из млекопитающих наиболее совершенна система **терморегуляции** у хищников и приматов, включая человека.

Среднее значение температуры «ядра» тела отражает температура крови в полостях сердца, аорте и других крупных сосудах. Однако измерение температуры в этих частях тела человека практически невозможно. Поэтому для клинических целей в качестве показателя температуры глубоких тканей тела используют такие относительно доступные для ее измерения значения, как *ректальная* температура (37,2–37,5 °С), *подъязычная* (36,9 °С) и *подмышечная* (36,5–36,9 °С) температура. В некоторых случаях температуру измеряют с помощью гибкого датчика в наружном слуховом проходе у барабанной перепонки. Очевидно, что подобные измерения в каждом из перечисленных участков тела имеют свои особенности и ограничения, а полученные величины температур лишь в большей или меньшей степени отражают температуру глубоких тканей.

Колебания температуры тела, вызванные изменениями внешней температуры, больше выражены вблизи поверхности тела и в области дистальных отделов конечностей (в «оболочке» тела). Температура «оболочки» ниже температуры «ядра» и неодинакова на разных участках тела, что связано с различием их кровоснабжения, толщиной подкожной клетчатки и т. д. В частности, самая высокая температура кожи в подмышечной ямке, самая низкая – кожи кистей и стоп (24–28 °С при комнатной температуре). В условиях холодной внешней среды граница гомеотермного «ядра» с температурой 37 °С отодвигается вглубь тела (**рис. 87**). Колебания температуры «оболочки» направлены на поддержание гомеотермии «ядра».

Термины температурное «ядро» и температурная «оболочка» имеют функциональный, а не анатомический смысл, поскольку их размеры обусловлены тепловым



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 388 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

режимом и их нельзя строго отнести к определенным участкам тела. Толщина «оболочки» зависит от объема **крови**, циркулирующей в поверхностных слоях тела, температуры внешней среды и других причин.

Кожная температура. Температура «оболочки» варьирует в разных областях тела при разной температуре окружающей среды, что связано с неодинаковыми условиями **теплопродукции** и отдачи тепла. В состоянии покоя и умеренной физической нагрузки наибольшая теплопродукция и наименьшая **теплоотдача** происходит во внутренних органах, поэтому их температура высокая. От внутренних органов тепло переносится кровью к поверхности тела, где теплопродукция небольшая, но высокая теплоотдача, поэтому температура кожных покровов не высокая.

Температура кожи зависит от температуры окружающего воздуха, его влажности, скорости движения, характера одежды, чистоты и влажности самой кожи и т. д. При комфортной окружающей температуре *средняя температура кожи* обнаженного человека составляет 33–34 °С. При этом температура кожи кистей (25–34 °С) и стоп значительно ниже температуры проксимальных участков конечностей и в еще большей степени – туловища и головы. Температура кожи в области стопы в комфортных условиях может быть равна 24–28 °С, а при изменениях внешней температуры – от 13 до 53 °С, что определяется двумя факторами – температурой внешней среды и кровоснабжением кожи стопы.

Выделяются три типа областей кожи человеческого тела: *теплые, тепловатые и холодные*. К теплым относятся паховая область, локтевой сгиб, подмышечная ямка и лоб – здесь температура выше 35,5 °С. К тепловатым принадлежат внутренние поверхности бедер и плеч, боковые поверхности живота и нижние участки груди (температура от 33,5 до 35,5 °С). Остальные участки с температурой ниже 33,5 °С считаются холодными.

В течение суток температура тела человека изменяется незначительно: максимальные ее величины (37,0–37,1 °С) наблюдаются в 16–18 часов, минимальные (36,2–36,0 °С) – в 3–4 часа утра. Это обусловлено суточным изменением уровня



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 389 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

обменных процессов в организме и связано с проявлением суточных циркадианных ритмов. Суточные *колебания температуры* тела происходят под влиянием эндогенных ритмов («биологических часов»), которые синхронизированы с внешними сигналами, например с вращением Земли. Кроме того, температура тела человека зависит от его физиологического состояния (сон или бодрствование, покой или физические и психоэмоциональные нагрузки и т. д.). У некоторых здоровых людей может наблюдаться постоянное повышение или понижение температуры тела (приблизительно на $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ по отношению к средней), а также так называемая конституциональная асимметрия температуры тела, при которой отмечается различная температура в левой и правой подмышечных ямках.

Температура тела у детей вследствие недостаточности **терморегуляции** колеблется в более широком диапазоне по сравнению со взрослыми. За исключением периода новорожденности, она в среднем на $0,3\text{--}0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше, чем у взрослых, что связано с большей интенсивностью обменных процессов. С возрастом это различие постепенно уменьшается. У новорожденных температура тела в первые сутки жизни снижается до $35\text{--}35,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и в течение первых 2–3 недель легко изменяется. В дальнейшем она колеблется от 36 до $37,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ при измерении в подмышечной ямке. Недоношенные дети обладают еще более высокой термоллабильностью и чаще склонны к гипотермии.

У *женщин* температура меняется в зависимости от фазы менструального цикла. После менструации в период созревания фолликула температура тела женщины в подмышечной ямке в среднем равна $36,5\text{--}36,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Перед овуляцией она падает до $36,2\text{--}36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, затем, после овуляции и до следующей менструации, повышается до $37,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, а потом снова уменьшается ниже $37\text{ }^{\circ}\text{C}$.

У *пожилых людей* температура тела может снижаться до $35\text{--}36\text{ }^{\circ}\text{C}$.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 390 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

2. Первичное и вторичное тепло. Механизмы теплопродукции

Первичное и вторичное тепло. Обмен веществ в организме обязательно сопровождается образованием тепла. Источником тепла в организме являются экзотермические реакции окисления белков, жиров, углеводов, а также в меньшей степени бескислородное расщепление глюкозы – гликолиз. В результате этих реакций часть освобожденной энергии аккумулируется в АТФ (40 %), а часть рассеивается в виде тепла – *первичное тепло* (60 %). При использовании энергии, аккумулированной в АТФ, часть энергии идет на выполнение полезной работы, а часть опять рассеивается в виде тепла – *вторичное тепло*. Вторичное тепло образуется также в результате трения при сокращении мышечных волокон.

Таким образом, два потока тепла – первичного и вторичного – являются **теплопродукцией**. Суммарная теплопродукция организма состоит из первичного тепла ($\approx 30\%$), выделяющегося в ходе окисления пищевых веществ, и вторичного тепла ($\approx 70\%$), образующегося при расходовании энергии макроэргических соединений на выполнение определенной работы.

При высокой температуре среды или соприкосновении человека с горячим телом, часть тепла организм может получать извне (экзогенное тепло).

Механизмы теплопродукции. Теплопродукция, или химическая терморегуляция, обеспечивается интенсивностью обмена веществ в клетках и тканях. В результате теплопродукции устанавливается уровень температуры, необходимый для нормального осуществления ферментативных процессов в тканях. Теплопродукция в организме зависит от величины основного обмена, «специфически динамического действия» принимаемой пищи, мышечной активности и интенсивности метаболизма в тканях. В некоторой степени на ней отражается род деятельности человека, активность его нервной и эндокринной систем, кислородное обеспечение организма, интенсивность видимого света, уровень солнечной и ультрафиолетовой радиации.

Повышение теплопродукции происходит в основном при физической работе и в значительно меньшей степени – при умственной. В нормальных условиях в состоя-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 391 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

нии покоя на долю мышц приходится 65–70 % от всего произведенного организмом тепла. При интенсивной физической нагрузке этот показатель возрастает до 90 %. У человека, находящегося неподвижно в горизонтальном положении, но с напряженной мускулатурой, интенсивность окислительных процессов, а вместе с тем и теплообразование повышаются на 10 %. Небольшая двигательная активность ведет к увеличению теплообразования на 50–80 %, а тяжелая мышечная работа – на 400–500 % и более.

На втором месте по значимости в теплопродукции находится печень.

Кроме тепла, образующегося в самом организме, человек в жаркие дни получает тепло от окружающей среды. В ответ на изменения температуры окружающей среды в организме включаются безусловно-рефлекторные механизмы регуляции теплопродукции. Так, при температуре внешней среды ниже 15 °С теплообразование значительно усиливается, а выше 30 °С – уменьшается. Однако при значительном повышении температуры окружающей среды (более 37 °С) отмечается нарушение теплообмена и температура тела повышается вновь.

Увеличение теплопродукции достигается в результате сокращения мышц (сократительный термогенез) и активации окислительных процессов в клетках, идущих с образованием тепла (несократительный термогенез).

Сократительный термогенез. Теплопродукция в организме может увеличиваться в несколько раз благодаря теплообразующей функции мышц. При сокращении мышц возрастает расщепление АТФ, и поэтому возрастает поток вторичного тепла, идущего на согревание тела. Сократительный термогенез может осуществляться следующими путями:

- а) терморегуляционным тонусом;
- б) холодовой мышечной дрожью, или непроизвольной ритмической активностью скелетных мышц;
- в) произвольной активностью двигательного аппарата.

Терморегуляционный тонус является первой реакцией организма на снижение



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 392 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

температуры внешней среды и температуры крови. Установлено, что при существенном охлаждении повышается тонус и электрическая активность мышц. Появляется микровибрация мышц и они слегка сокращаются. В терморегуляционный тонус вовлекаются не все мышцы, а главным образом мышцы шеи, туловища и сгибатели конечностей, что влияет на позу человека. Происходит вытягивание головы в плечи, поджимание ног, сворачивание в клубок в положении лежа. При появлении терморегуляционного тонуса теплопродукция возрастает в среднем на 20–45 % от исходного уровня.

При более значительном и резком охлаждении, когда начинает падать внутренняя температура тела, терморегуляционный тонус переходит в *холодовую мышечную дрожь*. Она представляет собой непроизвольные ритмические сокращения поверхностно расположенных мышц, в результате которых энергетический обмен возрастает по сравнению с исходным уровнем в 2–4 раза. Практически вся мобилизуемая энергия переходит в тепло и идет на согревание организма. Обычно вначале дрожь возникает в мышцах головы и шеи, затем – туловища и, наконец, конечностей. Дрожь – наиболее важный непроизвольный механизм сократительного термогенеза у взрослого человека. Даже произвольная имитация дрожи увеличивает теплообразование на 200 %.

Произвольная мышечная активность, в основном, возникает под влиянием **коры больших полушарий** по желанию человека. Жизненный опыт показывает, что в условиях низкой температуры среды необходимо движение. Поэтому реализуются условнорефлекторные акты, возрастает произвольная двигательная активность. Чем она выше, тем выше теплопродукция. Во время интенсивной мышечной работы температура тела повышается на 1–2 °С, а сокращающихся мышц – почти на 7 °С. За счет мышечной деятельности энергетический обмен организма может возрасти в 10 и более раз. Однако часть мобилизуемой при этом энергии расходуется организмом на внешнюю работу. Также при любых движениях усиливаются потери тепла с поверхности тела.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 393 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Несократительный термогенез. Осуществляется в скелетных мышцах, печени и в буром жире, а также за счет специфически-динамического действия пищи. За счет несократительного термогенеза **теплопродукция** может возрасти в три раза.

В *скелетных мышцах* повышение несократительного термогенеза связано с уменьшением эффективности окислительного фосфорилирования за счет разобщения окисления и фосфорилирования. Это приводит к увеличению образования первичного тепла и уменьшению синтеза АТФ, что, естественно, снижает запасание энергии в виде макроэргических связей.

В *печени* несократительный термогенез происходит, в основном, путем активации расщепления гликогена до глюкозы и ее последующего окисления.

У новорожденных, а также у мелких млекопитающих животных имеется механизм ускоренного теплообразования за счет возрастания метаболической активности в других тканях и, прежде всего, в *буром жире*. Бурую окраску этой ткани придает большое количество окончаний симпатических нейронов, содержащих медиатор норадреналин. В условиях холодового воздействия на организм под влиянием выделяющегося из симпатических нервных окончаний и из мозгового вещества надпочечников в кровь норадреналина происходит интенсивное окисление жирных кислот.

Бурый жир по сравнению с белым жиром содержит в клетках гораздо больше митохондрий, которые окружают мелкие капельки жира в цитоплазме. Окисление жирных кислот в митохондриях бурой жировой ткани осуществляется с высокой скоростью без значимого синтеза АТФ и, таким образом, с максимально возможным образованием первичного тепла.

Бурый жир расположен в затылочной области, между лопатками, в средостении по ходу крупных сосудов, в подмышечных впадинах. В условиях покоя около 10 % тепла образуется в буром жире. При охлаждении роль бурого жира резко повышается. При холодовой адаптации (у жителей арктических зон) возрастает масса бурого жира и ее вклад в общую теплопродукцию.

Теплопродукция увеличивается при приеме пищи вследствие повышенной дея-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 394 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

тельности пищеварительных органов (*специфически-динамическое действие пищи*). При обычной смешанной диете с нормальным соотношением белков, жиров и углеводов обмен энергии после приема пищи повышается в среднем на 150–200 ккал, что составляет примерно 10–15 % основного обмена.

Регуляция процессов несократительного термогенеза осуществляется путем активации симпатического отдела **вегетативной нервной системы** и увеличения продукции гормонов щитовидной железы и мозгового слоя надпочечников.

3. Механизмы теплоотдачи

Наряду с образованием тепла в организме постоянно происходит его **теплоотдача** (физическая терморегуляция). В противном случае человек умер бы от перегревания. Расчеты показывают: если по каким-либо причинам у человека теплоотдача прекратится, то температура его тела каждый час будет повышаться на 2,5 °С и к концу суток поднимется выше 60 °С, что несовместимо с жизнью. При интенсивной мышечной работе перегревание организма, казалось бы, должно наступить еще быстрее. При умеренной работе производство тепла, например, возрастает в 2–3 раза, а при напряженных физических упражнениях, когда в работу вовлекаются многие группы мышц (гребля, лыжи, бег, велосипед, борьба) – в 10–20 раз. За 10 мин подобной работы температура тела могла бы повыситься до 42 °С. Однако этого не происходит, поскольку наряду с усилением образования тепла увеличивается и его отдача.

Благодаря своей высокой теплоемкости роль главного теплоносителя играет **кровь**. Она забирает тепло у клеток омываемых ею тканей и органов и уносит его по кровеносным сосудам к коже и слизистым оболочкам, где и происходит отдача тепла. Существенным фактором, влияющим на процессы терморегуляции, являются *вазомоторные реакции* кожи. При максимально выраженном сужении сосудистого русла теплопотери могут снизиться на 70 %, при максимальном расширении – воз-



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 395 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

расти на 90 %.

Отдача тепла в окружающую среду человеком осуществляется с помощью теплопроводения, теплоизлучения, конвекции, испарения, а также с выдыхаемым воздухом, при выделении мочи и кала.

Теплопроводение. Теплопроводение – способ отдачи тепла, имеющий место при неподвижном контакте, соприкосновении тела человека с другими физическими телами, температура которых ниже температуры тела. Количество тепла, отдаваемого организмом в окружающую среду этим способом, пропорционально разнице средних температур человека и физического тела, площади соприкасающихся поверхностей (например, ступней ног и пола), времени теплового контакта и теплопроводности контактирующего тела. Путем теплопроводения организмом теряется около 3 % тепла.

У человека отдача тепла таким способом в положении стоя незначительна, но увеличивается в положении сидя на холодных предметах, еще больше в положении лежа. Наиболее высока теплопроводность при погружении человека в воду.

Обычно теплопроводение осуществляется через подкожный жировой слой, одежду и воздушную прослойку, которые являются хорошими изоляторами тепла. Чем толще эти изоляторы, тем меньше вероятность передачи тепла к холодному телу. Сухой воздух и жировая ткань, характеризующиеся низкой теплопроводностью, являются теплоизоляторами. Использование одежды из тканей, содержащих большое число маленьких неподвижных «пузырьков» воздуха между волокнами (например, шерстяные ткани), дает возможность организму человека уменьшить рассеяние тепла путем теплопроводности.

Влажный, насыщенный водяными парами воздух, вода характеризуются высокой теплопроводностью. Поэтому пребывание человека в среде с высокой влажностью при низкой температуре сопровождается усилением **теплоотдачи**. Влажная одежда также теряет свои теплоизолирующие свойства.

Теплоизлучение. Теплоизлучением (радиацией) называют свойство нагретой до



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 396 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

определенной температуры поверхности излучать тепло в виде лучистой энергии (инфракрасных лучей). В условиях температурного комфорта за счет этого механизма организм человека отдает до 60 % тепла. Эффективность теплоизлучения зависит от градиента температуры (чем он выше, тем больше тепла отдается), от площади, с которой происходит излучение, от числа объектов в окружающей среде, которые поглощают инфракрасные лучи.

Теплоотдача путем излучения возрастает при понижении температуры окружающей среды и уменьшается при ее повышении. В условиях постоянной температуры окружающей среды излучение с поверхности тела возрастает при повышении температуры кожи и уменьшается при ее понижении. Если средние температуры поверхности кожи и окружающей среды выравниваются (разность температур становится равной нулю), отдача тепла излучением становится невозможной. Снизить теплоотдачу организма излучением можно за счет уменьшения площади поверхности излучения («сворачивания тела в клубок»). Если температура окружающей среды превышает среднюю температуру кожи, тело человека, поглощая инфракрасные лучи, излучаемые окружающими предметами, согревается.

Конвекция. В процессе конвекции тепло уносится от поверхности кожи потоком воздуха или жидкости. Воздух, соприкасающийся с кожей, нагревается и поднимается, его место занимает «холодная» порция воздуха и т. д. Снижение температуры и повышение подвижности воздуха или воды ускоряет процесс конвекции. Конвекция усиливается при наличии ветра, увеличении скорости течения воды, при беге, плавании. Наличие одежды также изменяет интенсивность конвекции. Костюм аквалангиста, например, предохраняет его от переохлаждения при длительном плавании в холодной воде.

Чем ниже температура окружающей среды, тем больше величина теплоотдачи, и наоборот, если уровень температуры воздуха (воды) превышает температуру тела человека, то процесс конвекции способствует не охлаждению, а согреванию организма. Так, горячий ветер пустыни не охлаждает, а, наоборот, нагревает тело.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 397 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

В условиях, когда температура воздуха равна 20 °С, а **относительная влажность** составляет 40–60 %, тело взрослого человека рассеивает в окружающую среду путем теплопроводения и конвекции около 25–30 % тепла. При увеличении скорости движения воздушных потоков (ветер, вентиляция) значительно возрастает и интенсивность теплоотдачи.

Испарение. Отдача тепла организмом путем теплопроводения, излучения и конвекции, называемых вместе «сухой» теплоотдачей, становится неэффективной при приближении средних температур поверхности тела к температуре окружающей среды. Когда температура воздуха становится равной температуре кожи (≈ 33 °С) или превышает ее, отдача тепла проведением и излучением полностью прекращается. В этих случаях испарение пота является единственным физиологическим механизмом, при помощи которого человек может избавиться от лишнего тепла.

Испарение – это способ рассеяния организмом тепла в окружающую среду за счет его затраты на испарение пота или влаги с поверхности кожи и влаги со слизистых оболочек дыхательных путей («влажная» теплоотдача). На испарение 1 мл воды у человека затрачивается 0,58 ккал тепловой энергии.

Различают два вида испарения, или перспирации: неощущаемую и ощущаемую перспирацию. *Неощущаемая перспирация* – это испарение воды со слизистых оболочек дыхательных путей и воды, которая просачивается через эпителий кожного покрова (тканевой жидкости). За сутки через дыхательные пути испаряется в норме до 400 мл воды, а при работе умеренной мощности такое же количество воды может испариться за 1 ч. При необходимости эта величина может быть увеличена за счет так называемой тепловой одышки, которая обусловлена влиянием нейронов центра теплоотдачи на дыхательные нейроны ствола мозга.

В среднем за сутки через эпидермис просачивается около 240 мл воды. Эта величина не зависит от процессов регуляции и различных факторов среды. Оба вида неощущаемой перспирации за сутки позволяют отдать 371 ккал тепла.

Ощущаемая перспирация – это испарение пота. В среднем за сутки при комфорт-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 398 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ной температуре среды выделяется 400–500 мл пота, следовательно, отдается до 300 ккал тепла. Однако при необходимости объем потоотделения может возрасти до 12 л/сутки, т. е. путем потоотделения можно отдать почти 7000 ккал в сутки. За час потовые железы тела человека могут продуцировать до 1,5 л, а по некоторым другим данным – до 3 л пота. Испарение 1 л пота у человека может понизить температуру тела на 10 °С. Путем испарения из организма удаляется около 20 % тепла.

Эффективность испарения во многом зависит от среды. Чем выше температура и ниже влажность воздуха (насыщенность воздуха водяными парами), тем выше эффективность потоотделения как механизма отдачи тепла. При 100 % насыщении воздуха парами воды испарение невозможно.

Удельный вес теплоизлучения, конвекции и испарения в общей **теплоотдаче** зависит от конкретных температурных условий окружающей среды и вида деятельности человека. При температуре воздуха +20 °С в состоянии покоя тело человека отдает около 66 % всего тепла путем излучения, 19 % – путем испарения и 15 % – за счет конвекции. Высокая влажность воздуха ограничивает теплоотдачу испарением, но одновременно увеличивает возможности отдачи тепла за счет проведения.

Во время напряженных спортивных состязаний спортсмены теряют 75 % тепла путем испарения, 13 % – путем конвекции, 12 % – путем излучения. Поэтому в условиях высоких температур воздуха и при его повышенной влажности выполнение мышечной работы затруднено, возникает угроза перегревания. Это обстоятельство следует учитывать на производстве, при организации занятий спортом, туризмом, физическим трудом детей, подростков и взрослых.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие организмы относят к гомойотермным, пойкилотермным и гетеротермным?
2. От чего зависит количество тепла, отводимого от тела человека?
3. Дайте понятие о теплообмене.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 399 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

4. Где расположены центры **теплоотдачи** и **теплопродукции**?
5. Какие гуморальные факторы принимают участие в **терморегуляции**?
6. Что такое температурное «ядро» и температурная «оболочка»?
7. Как зависит температура тела от возраста и пола человека?
8. Раскройте механизмы сократительного термогенеза.
9. Каким образом осуществляется несократительный термогенез?
10. Как происходит теплоотдача путем теплопроводения и теплоизлучения?
11. Охарактеризуйте теплоотдачу тела человека путем конвекции и **испарения**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 400 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 22. Общая характеристика эндокринной системы. Биологические свойства гормонов

План лекции

1. Эндокринные железы и гормоны, их роль в регуляции функций.
2. Механизм действия и основные физиологические свойства гормонов.
3. Роль эндокринных желез в поддержании гомеостаза и регуляции стрессорных реакций.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [3–5, 7, 11, 20–23].

1. Эндокринные железы и гормоны, их роль в регуляции функций

Эндокринные железы и гормоны. Специальные органы организма, выделяющие в **кровь**, лимфу или цереброспинальную жидкость высокоактивные биологические вещества, называются *эндокринными железами* или железами внутренней секреции, а выделяемые ими вещества называются *гормонами*.

Термин «гормон», что в переводе с греческого означает «привожу в движение», «возбуждаю», был введен в начале XX века английскими учеными В. Бейлисом и Е. Старлингом. Термин «эндокринный» в переводе с греческого означает «внутри отделяю». Эндокринные железы не имеют выводных протоков и выделяют гормоны во внутреннюю среду организма, вследствие чего они получили второе название – железы внутренней секреции. Их клетки густо оплетены сетью кровеносных и лимфатических **капилляров**, в которые гормоны поступают путем диффузии через клеточные мембраны. Эта особенность принципиально отличает эндокринные железы от экзокринных (желез внешней секреции), выделяющих свои секреты на поверхность тела или в полость других органов по выводным протокам.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 401 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Эндокринными железами у человека (рис. 88) являются: 1) гипофиз, или нижний придаток мозга; 2) эпифиз, или верхний придаток мозга, или шишковидная железа; 3) щитовидная железа; 4) околощитовидные, или парашитовидные железы; 5) вилочковая железа, или тимус, или зобная железа; 6) надпочечники. Поджелудочная железа и половые железы, или гонады (у мужчин – семенники, у женщин – яичники), помимо эндокринной выполняют еще и внешнесекреторную функцию. Поэтому поджелудочную железу и половые железы относят к *железам смешанной секреции*.

Кроме указанных эндокринных желез, гормоны могут синтезироваться еще и другими органами и клетками организма. Гормоны, вырабатываемые нейронами головного и спинного мозга, получили название *нейрогормонов*. К ним относятся эндорфины и энкефалины, а также образующиеся в гипоталамусе либерины и статины. Секретируемые различными клетками биологически активные вещества, оказывающие регулирующее влияние непосредственно на окружающие клетки, получили название *тканевых гормонов* (гормонов местного действия). Тканевые гормоны могут достигать клеток путем диффузии, не попадая в кровоток.

Методы изучения эндокринных желез. Для изучения функций эндокринных желез в экспериментах на животных и у людей применяют разнообразные методы. Основные из них следующие:

1. Полное или частичное удаление (экстирпация) эндокринной железы и наблюдение за происходящими после этого изменениями в организме. В результате такой операции возникает недостаток соответствующих гормонов и нарушаются регулируемые ими функции. Удаление железы можно заменить примени-

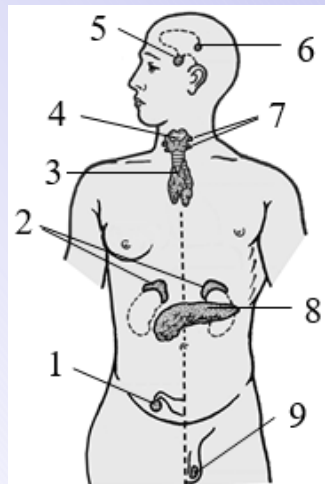


Рисунок 88 – Эндокринные железы: 1 – яичники; 2 – надпочечники; 3 – тимус; 4 – щитовидная железа; 5 – гипофиз; 6 – эпифиз; 7 – парашитовидные железы; 8 – поджелудочная железа; 9 – семенники



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 402 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ем химических веществ, блокирующих ее деятельность.

2. Введение химически чистых гормонов и гормональных препаратов, полученных синтетическим путем или экстрагированных из эндокринных желез, нормальным животным или животным с удаленной соответствующей железой. У нормальных животных после введения возникает избыточность гормона и наблюдаются характерные изменения. У животных с удаленной железой замещение недостающего гормона вызывает улучшение состояния.
3. Метод пересадки (трансплантации) желез внутренней секреции. У животного удаляют эндокринную железу и наблюдают за возникающим изменением функций. Затем такую же железу пересаживают от другого животного (донора) в другой участок тела, включая ее в круг кровообращения. Если после пересадки происходит нормализация состояния животного, то, следовательно, данная железа обладает эндокринной функцией.
4. Метод поддержания жизнедеятельности изолированных из организма эндокринных желез или кусочков их ткани или выделенных клеток в питательной среде. Исследуя содержание гормонов в питательной среде, можно судить о процессе образования гормонов клетками железы, изучать влияние других гормонов и химических веществ.
5. Введение радиоактивной метки и ауторадиография. В организм вводят радиоактивный изотоп элемента, который используется для синтеза гормона, или меченный радиоактивной меткой гормон. Затем определяют радиоактивность различных органов или оттекающей от них **крови**. Таким способом судят, например, об интенсивности функции щитовидной железы не только у животных, но и у людей по величине захвата ею радиоактивного изотопа йода. Метод ауторадиографии заключается в том, что после введения в организм животного радиоактивных гормонов или радиоактивных веществ, которые включаются в молекулу гормона, через какое-то время берут кусочки тканей различных



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 403 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

органов и определяют в них уровень радиоактивности. Таким способом устанавливают наличие и распределение гормона в органе и его частях.

6. Определение содержания гормонов и их продуктов распада в биологических жидкостях биологическими, химическими, иммунологическими и радиоиммунологическими методами у животных и человека. Чаще всего определяют содержание гормонов в **плазме крови**, а их продуктов распада – в моче.

2. Механизм действия и основные физиологические свойства гормонов

По химическому строению гормоны человека можно разделить на три основные группы: 1) *белки и пептиды*; 2) *производные аминокислот*; 3) *стероиды*. Биосинтез гормонов запрограммирован в генетическом аппарате специализированных эндокринных клеток.

По своему функциональному действию гормоны подразделяются на *эффекторные*, которые оказывают влияние непосредственно на орган-мишень, и *тропные*, основной функцией которых является регуляция синтеза и выделения эффекторных гормонов. Кроме того, нейронами **гипоталамуса** вырабатываются нейрогормоны, одни из которых – *либерины* – стимулируют секрецию гормонов передней долей гипофиза, а другие – *статины* – тормозят этот процесс.

Гормоны оказывают большое регулирующее влияние на различные функции организма. Выделяют три основные функции гормонов: 1) *регуляция обмена веществ*, в результате которой обеспечивается адаптация организма к условиям существования и поддерживается постоянство внутренней среды организма, или **гомеостаз**; 2) *обеспечение развития организма*, т. к. гормоны влияют на размножение организма, рост и дифференцировку клеток и тканей; 3) *коррекция физиологических процессов* в организме, т. е. гормоны могут вызывать, усилить или ослабить работу каких-то органов и осуществление физиологических реакций.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 404 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Механизм действия гормонов. Действие гормонов на клетки осуществляется путем влияния на активность ферментов, на проницаемость клеточных мембран и на генетический аппарат клетки. Механизм действия стероидных гормонов отличается от механизма действия гормонов белково-пептидной и аминокислотной групп. Гормоны *белково-пептидной и аминокислотной групп* не проникают внутрь клетки, а присоединяются на ее поверхности к специфическим рецепторам клеточной мембраны (рис. 89).

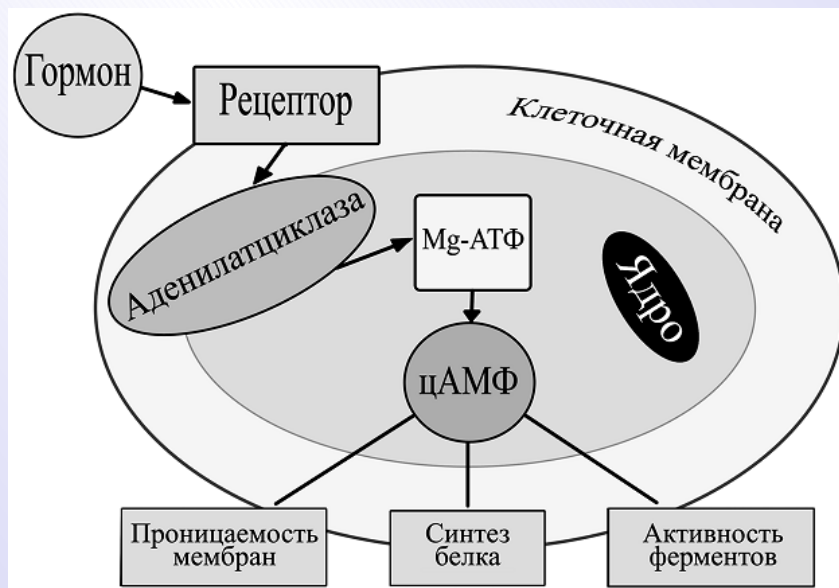


Рисунок 89 – Схема механизма действия гормонов белково-пептидной и аминокислотной групп

Рецепторы связывают фермент аденилатциклазу и она находится в неактивной форме. Гормон, действуя на рецептор, активизирует аденилатциклазу, которая из



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 405 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

комплекса магний-АТФ катализирует образование циклического аденозинмонофосфата (цАМФ). Включаясь в сложную цепь реакций, цАМФ может вызывать изменение проницаемости мембран клеток, активизацию или угнетение определенных ферментов, синтез специфических белков, что и обуславливает конечный эффект действия гормона.

Стероидные гормоны имеют относительно небольшие размеры молекул и могут проникать через клеточную мембрану (рис. 90). В цитоплазме гормон взаимодействует со специфическим веществом, являющимся для него рецептором. Гормон-рецепторный комплекс транспортируется в ядро клетки, где обратимо взаимодействует с ДНК. В результате этого взаимодействия активируются определенные гены, на которых образуется информационная РНК. Информационная РНК поступает в рибосому, где происходит синтез фермента.

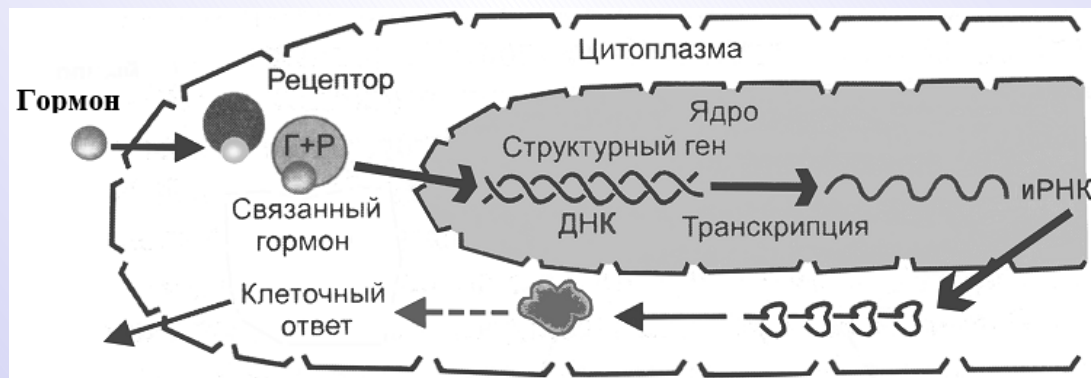


Рисунок 90 – Схема механизма действия стероидных гормонов

Образовавшийся фермент катализирует определенные биохимические реакции, что влияет на физиологические функции клеток, тканей и органов. В связи с тем, что стероидные гормоны не активируют готовые ферменты, а вызывают синтез но-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 406 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

вых молекул ферментов, действие стероидных гормонов проявляется медленнее, но длится дольше, чем влияние гормонов белково-пептидной и аминокислотной групп.

После поступления в органы-мишени гормоны белково-пептидной, аминокислотной и стероидной групп, как правило, отщепляются от белка-носителя и осуществляют свое специфическое действие. В процессе действия гормонов происходят их различные превращения. При этом возможно образование новых гормонов, нередко даже более активных или имеющих иное биологическое действие, чем исходный гормон. Так, гормон щитовидной железы тироксин может превращаться в тканях в более активный трийодтиронин.

Наряду с превращениями происходит разрушение гормонов. Малая часть продуктов расщепления некоторых гормонов может опять ресинтезироваться в гормоны. Основная же часть подвергается необратимому расщеплению. Это предохраняет организм от накопления избытка биологически активных веществ. Прекращение действия гормонов осуществляется с помощью ферментов, имеющихся в тканях, самих эндокринных железах, печени и почках. Продукты распада гормонов, а также небольшое количество некоторых нерасщепившихся гормонов выводятся из организма главным образом с мочой и с желчью через кишечник.

Основные физиологические свойства гормонов. Гормоны обладают рядом характерных свойств:

1. *Высокая биологическая активность.* Это означает, что гормоны в очень малых концентрациях могут вызывать значительные изменения физиологических функций. Так, 1 грамма адреналина достаточно, чтобы усилить работу изолированных **сердец** 10 миллионов лягушек, 1 грамма инсулина достаточно, чтобы понизить уровень сахара в крови у 125 тысяч кроликов. Гормоны транспортируются кровью не только в свободном, но и в связанном виде с белками плазмы крови или клетками крови. Поэтому активность действия гормона в этом случае зависит не только от концентрации его в **крови**, но и от скорости отщепления его от транспортирующих белков и клеток крови.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 407 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

2. *Специфичность действия.* Каждый гормон имеет свою определенную химическую структуру. Поэтому в организме гормон хотя и достигает с током крови всех органов и тканей, но действует только на те клетки, ткани и органы, которые обладают специфическими рецепторами, способными взаимодействовать с гормоном. Такие клетки, ткани и органы получили название клеток-мишеней, тканей-мишеней и органов-мишеней. Если клетка содержит **рецептор** к соответствующему гормону, то она служит для него клеткой-мишенью, если же рецептор отсутствует, то клетка не отвечает на приносимый кровью гормон.
3. *Дистантность действия.* Гормоны, за исключением тканевых гормонов, переносятся кровью далеко от места их образования и оказывают действие на органы и ткани, расположенные отдаленно от **эндокринных желез**.
4. Гормоны стероидной группы и в меньшей степени гормоны щитовидной железы сравнительно *легко проникают через мембраны* клеток.
5. Гормоны сравнительно *быстро разрушаются* в тканях и особенно в печени.
6. Гормоны стероидной и аминокислотной групп *не имеют видовой специфичности* и поэтому возможно применение для лечения человека гормональных препаратов, полученных от животных.

Интенсивность секреции **гормонов** зависит от состояния организма и условий окружающей среды. При нарушении функций эндокринных желез может наблюдаться повышенная продукция гормона – *гиперфункция железы*, или пониженная продукция – *гипофункция железы*.

В процессе действия на клетки-мишени с гормонами происходят различные превращения. В одних случаях могут образовываться новые гормоны, в некоторых случаях еще более активные. Так, гормон щитовидной железы тироксин может превращаться в тканях в более активный гормон – трийодтиронин. В большинстве случаев гормоны распадаются на более мелкие соединения. Из них могут опять ресинтезироваться некоторые гормоны. Большая же часть этих соединений необратимо распадается, что предохраняет организм от накопления лишних биологически



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 408 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

активных веществ.

Наиболее полно ферментативное расщепление гормонов происходит в печени. Большинство гормонов, за исключением гормонов щитовидной железы, распадается в течение нескольких минут и часов. Продукты распада гормонов выводятся с мочой. Часть их из печени поступает с желчью в кишечник и удаляется из организма.

Важнейшим фактором, регулирующим интенсивность образования и секреции гормонов, является состояние регулируемых ими процессов. Как только изменения, вызываемые каким-либо гормоном, достигают определенной величины, образование и выделение этого гормона уменьшается. В ряде случаев увеличивается продукция другого гормона, действующего противоположно на данный процесс. Такой механизм регуляции получил название «*механизма отрицательной обратной связи*».

Функции эндокринных желез регулируются центральной нервной системой, которая контролирует выделение всех гормонов. Нервные влияния на эндокринные органы осуществляются двумя способами: 1) путем непосредственного поступления к ним нервных импульсов по нервам; 2) путем изменения интенсивности образования гормонов в передней доле гипофиза под влиянием нейrogормонов, образующихся в отделе промежуточного мозга – **гипоталамусе**.

Все эндокринные железы в целостном организме находятся в постоянном взаимодействии. Выделяют следующие типы взаимодействия между эндокринными железами: 1) *положительная прямая связь* (например, увеличение выделения передней долей гипофиза тиреотропного гормона приводит к увеличению образования гормонов щитовидной железой); 2) *отрицательная обратная связь* (например, повышенное выделение гормонов щитовидной железой вызывает уменьшение секреции тиреотропного гормона гипофизом); 3) *синергизм действия гормонов* (гормон мозгового вещества надпочечников адреналин и гормон поджелудочной железы глюкагон одинаково действуют на гликоген, т. е. вызывают его расщепление); 4) *антагонизм действия гормонов* (адреналин вызывает расщепление гликогена, а гормон поджелудочной железы инсулин, наоборот, стимулирует образование гликогена); 5) *позво-*



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 409 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ляющее (пермиссивное) действие гормонов (гормоны коркового вещества надпочечников глюкокортикоиды создают условия для повышенного действия адреналина на кровеносные сосуды).

3. Роль эндокринных желез в поддержании гомеостаза и регуляции стрессорных реакций

В сложном многоклеточном организме как прямые, так и обратные связи осуществляют не только нервными, но и гормональными (эндокринными) механизмами. Каждая из желез, входящая в эндокринную систему, оказывает влияние на другие органы этой системы и, в свою очередь, испытывает влияние со стороны последних. В результате такого взаимодействия эндокринные железы вносят значительный вклад в поддержании относительного динамического постоянства внутренней среды – **гомеостаза**.

Эндокринная система играет важную регуляторную роль в организме. Гормоны, выделяемые железами внутренней секреции, оказывают влияние на различные стороны обменных процессов, обеспечивающих гомеостаз. Активность этих желез определяется внутренними и внешними факторами. При изменении условий среды (температура, свет, физическая нагрузка и др.) их активность может изменяться в соответствии с потребностями организма.

Для сохранения гомеостаза необходимо уравнивание функциональной активности железы с концентрацией гормона, находящегося в циркулирующей крови. В случае возрастания концентрации гормона выше нормы для данного организма деятельность железы, в которой он образуется, ослабляется. Если же уровень гормона ниже, чем необходимо организму в данных условиях, активность железы усиливается. Эту закономерность обнаружил еще в 30-х годах XX века советский эндокринолог Б.М. Завадовский, назвав ее механизмом плюс – минус взаимодействия, т. е. уравнивание функциональной активности железы с концентрацией гормо-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 410 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

на. Такое влияние осуществляется путем действия гормона на продуцирующую его железу. У ряда желез регуляция устанавливается через **гипоталамус** и переднюю долю гипофиза, особенно при стресс-реакции.

Эндокринные железы можно разделить на две группы по отношению их к передней доле гипофиза. Гипофиз считается центральной железой, а прочие эндокринные железы – периферическими. Это деление основано на том, что передняя доля гипофиза продуцирует так называемые тропные гормоны, которые активируют некоторые периферические эндокринные железы. В свою очередь, гормоны периферических эндокринных желез действуют на переднюю долю гипофиза, угнетая секрецию тропных гормонов.

Реакции, обеспечивающие гомеостаз, не могут ограничиваться какой-либо одной эндокринной железой, а захватывает в той или иной степени все железы. Возникающая реакция приобретает цепное течение и распространяется на другие эффекторы. Физиологическое значение гормонов заключается в регуляции других функций организма, а потому цепной характер должен быть выражен максимально.

Объединение в гипоталамусе нервных и эндокринных механизмов регуляции позволяет осуществлять сложные гомеостатические реакции, связанные с регуляцией висцеральной функции организма. Нервная и эндокринная системы являются объединяющим механизмом **гомеостаза**.

Примером общей ответной реакции нервных и гуморальных механизмов является состояние стресса, которое развивается при неблагоприятных жизненных условиях и возникает угроза нарушения гомеостаза.

Нередки ситуации, когда у человека возникают длительные отрицательные эмоциональные состояния, т. е. *эмоциональный стресс*. Он характеризуется резким усилением деятельности симпатно-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем, т. е. увеличенной продукцией катехоламинов и кортикостероидов. При кратковременной отрицательной эмоции эти гормональные факторы способствуют мобилизации сил организма на осуществление необходимого поведенческого акта.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 411 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Длительные же отрицательные эмоции влияют в основном неблагоприятно. Их непосредственным результатом является торможение роста и развития детей, развитие невротических состояний, повышение **артериального давления**.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое нейрогормоны и тканевые **гормоны**?
2. Укажите методы изучения **эндокринных желез**.
3. Какие три основные функции выполняют гормоны в организме?
4. Раскройте механизм действия гормонов белково-пептидной и аминокислотной групп.
5. Какой механизм действия стероидных гормонов?
6. Перечислите общие свойства гормонов.
7. Какие типы взаимодействия обнаружены между железами внутренней секреции?
8. Какое значение имеет эндокринная система в поддержании **гомеостаза**?
9. Раскройте роль гормонов в преодолении организмом стрессовых состояний.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 412 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 23. Общие физиологические закономерности роста и развития организма человека

План лекции

1. Основные закономерности индивидуального развития организма.
2. Рост и развитие организма человека.
3. Влияние наследственных признаков и факторов среды на процессы онтогенеза.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 17, 21–23].

1. Основные закономерности индивидуального развития организма

Непрерывный процесс количественных и качественных изменений, происходящих в течение индивидуального развития организма при постоянном взаимодействии генотипа и условий внешней среды, называется онтогенезом. Термин онтогенез (от греческого онтос – сущее и генезис – происхождение) был введен в биологию известным немецким естествоиспытателем XIX в. Э. Геккелем. В настоящее время этим термином обозначают весь период индивидуального развития живого организма от момента оплодотворения яйцеклетки до естественного окончания жизни.

В онтогенезе выделяют два относительно самостоятельных этапа развития: эмбриональный (пренатальный) и постэмбриональный (постнатальный). Первый период начинается с момента оплодотворения яйцеклетки и продолжается до рождения ребенка, второй – от момента рождения до смерти человека. Только что родившийся человек отличается от взрослого рядом качественных особенностей и не представляет собой его простую уменьшенную копию. И хотя новорожденный обладает всем необходимым набором морфологических и функциональных свойств, обеспечивающих ему выживание в определенных, наследственно запрограммированных услови-



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 413 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ях окружающей среды, его физиологические возможности далеко не соответствуют функциональной активности взрослого организма.

Время, в течение которого развивающийся ребенок достигает функционального уровня взрослого, если учитывать основные физиологические показатели организма человека (функционирование систем кровообращения, пищеварения, нервной и т. д.) составляет 16–20 лет.

Онтогенез человека осуществляется в соответствии с определенными закономерностями:

1. Целостность и фазность (этапность) онтогенеза – объективное разделение онтогенеза на отрезки, различающиеся набором решаемых организмом задач и свойствами физиологических систем (возрастная периодизация).
2. Непрерывность и неравномерность роста и развития – рост и развитие организма протекает непрерывно с чередованием периодов ускоренного роста или интенсивного развития.
3. Гетерохронность – разновременное созревание функциональных систем, причем в первую очередь созревают те из них, которые необходимы для решения задач очередного этапа развития (системогенез).
4. Гетеросенситивность – различная чувствительность (восприимчивость) развивающихся систем к внешним воздействиям на отдельных этапах онтогенеза.
5. Нарастающая гетерогенность – усложнение организации всех систем организма за счет специализации элементов, т. е. увеличение неоднородности клеток и тканей, повышение специфичности их функционирования.
6. Дифференциация – по мере созревания периферических структур происходит передача контроля функций, «полномочий», от центра на периферию и местный уровень. С возрастом увеличивается роль и вклад местных (тканевых и клеточных) процессов в регуляции функционирования организма.
7. Экономизация функций – уменьшение функционального ответа биологической



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 414 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

системы на внешние воздействия. С возрастом уменьшается уровень функциональной активности организма в условиях покоя, за счет чего возрастает объем резервных его возможностей при напряжении функций.

8. Биологическая надежность – повышение надежности функционирования биологической системы по мере ее развития за счет совершенствования структуры, функции и их регуляции.
9. Адаптивность – согласованность возрастных особенностей строения и функционирования организма с параметрами среды его обитания. В адекватных условиях даже незрелый организм успешно справляется с задачей адаптации (приспособления) к условиям среды обитания.
10. Увеличение жесткости (стабильности) гомеостатических констант в онтогенезе – при действии внешних факторов показатели **гомеостаза** изменяются в меньшей степени у взрослых, чем в детском возрасте. Поэтому при любых воздействиях на организм его жизнеспособность выше у взрослых, чем в раннем возрасте, благодаря способности сохранять стабильность внутренней среды организма.

В процессе онтогенеза человека в его организме возможно образование бесчисленного множества различных **функциональных систем**, обеспечивающих ему оптимальное взаимодействие с факторами внешней среды. Важной биологической особенностью в развитии детей является то, что формирование их функциональных систем происходит намного раньше, чем это им требуется. В функциональной системе обеспечивающей ребенку рефлекс сосания, анатомо-физиологическое формирование входящих в нее органов и самой системы происходит задолго до рождения ребенка.

Принцип опережающего развития органов и функциональных систем у детей является своеобразной «страховкой», которую дает природа человеку на случай непредвиденных обстоятельств. Например, даже в случае преждевременных родов новорожденный встречается с внешней средой во «всеоружии», т. к. он уже наделен важнейшей для его жизни функцией, обеспечивающей ему питание.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 415 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

В онтогенезе организм претерпевает изменения роста и развития. Развивается организм в результате **обмена веществ**, при котором происходит рост и дифференциация органов и тканей, т. е. качественное усложнение структуры и функции организма.

2. Рост и развитие организма человека

Процессы роста и развития являются общебиологическими свойствами живой материи. Рост и развитие человека, начинающиеся с момента оплодотворения яйцеклетки, представляют собой непрерывный поступательный процесс, продолжающийся всю жизнь. Процессы роста и развития в детском организме находятся в определенной взаимозависимости, связаны с активно растущими и функционально изменяющимися тканями, имеют возрастные и половые особенности.

Под *развитием* в широком смысле понимают процесс количественных и качественных изменений в организме человека, приводящих к повышению уровня организации и взаимодействия всех его систем. Различают физическое и психическое развитие. Психическое развитие представляет собой процесс формирования познавательной деятельности детей и подростков, формирование у них различных свойств личности. Психическое развитие изучают психологические науки, педагогика и социология. Физическое развитие включает в себя три основные факторы: рост, дифференцировку органов и тканей, формообразование (приобретение организмом характерных для него форм). Данные факторы находятся в тесной взаимосвязи и взаимозависимости. Физическое развитие изучают возрастная физиология, физиология физической культуры и спорта и другие науки.

Одной из основных физиологических особенностей процесса развития, отличающей организм ребенка от организма взрослого, является *рост*. Это количественный процесс, характеризующийся непрерывным увеличением массы организма и сопровождающийся достаточно значительным изменением количества его клеток или



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 416 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

размеров. Так, в одних органах и тканях – костях, легких – рост осуществляет преимущественно за счет увеличения количества клеток. В других, например, мышцах, нервной ткани, увеличиваются размеры самих клеток. Более достоверным показателем роста организма является увеличение общего количества белка и размеров костей. Рост человека зависит от сочетания факторов среды и наследственных качеств и обнаруживает возрастную, половую, групповую, индивидуальную и эпохальную изменчивость. Нарушение здорового образа жизни матерью (алкоголь, наркотики, курение), перенесенные физические и психические травмы отрицательно влияют на рост и развитие ребенка как до рождения так и определенное время после него.

Постепенные количественные изменения, происходящие в процессе роста ребенка, обуславливают появление у него новых качественных особенностей. Например, прорезывание зубов у грудного ребенка приводит к приобретению функции жевания.

В процессах роста и развития организма человека наблюдаются следующие основные закономерности:

1. Чем моложе детский организм, тем более интенсивно протекают процессы роста и развития. Наиболее значительные темпы роста наблюдаются в раннем детском возрасте. К концу первого года жизни рост ребенка увеличивается на 47 %, а масса тела – в 3 раза. В последующие годы темп нарастания снижается.
2. Рост и развитие органов и систем организма детей и подростков происходят одновременно и неравномерно, т. е. *гетерохронно*. Раньше других развиваются и совершенствуются те органы, функционирование которых жизненно необходимо для организма. При этом гетерохронность развития не отрицает его *гармоничности*, которая характеризуется тем, что на каждом возрастном этапе онтогенеза функциональные возможности организма детей и подростков отвечают требованиям, предъявляемым со стороны внешней среды.
3. В протекании процессов роста и развития наблюдаются *половые различия*. Основные морфологические показатели (рост, масса тела, окружность грудной



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 417 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

клетки) в среднем при рождении у мальчиков выше, чем у девочек. Такие соотношения сохраняются до периода полового созревания. У девочек этот период начинается раньше – в 10–12 лет, поэтому уже в 12–13 лет их рост, масса тела, окружность грудной клетки превышают такие же показатели мальчиков. Однако с началом полового созревания мальчиков (13–14 лет) данные показатели у них резко увеличиваются и к 14–15 годам мальчики вновь обгоняют девочек.

4. В соответствии с законом надежности биологической системы весь путь развития от зачатия до смерти проходит при наличии *запасов жизненных возможностей*. Например, стенка сонной **артерии** способна выдержать давление 20 атмосфер, тогда как при обычных условиях оно редко превышает 1/3 атмосферы.

Кроме того, к закономерностям процесса развития человека также относят непрерывность, постепенность, необратимость, цикличность, гетерохрония, чувствительность к эндо- и экзогенным воздействиям.

3. Влияние наследственных признаков и факторов среды на процессы онтогенеза

Рост и развитие ребенка зависят от полученных наследственных задатков и от факторов внешней среды. *Наследственность* определяет потенциальные пределы физического и психического развития детей и подростков. Степень же конкретного проявления физических и психических особенностей ребенка зависит от *факторов внешней среды*.

Различают благоприятную и неблагоприятную (отягощенную) наследственность. При благоприятной наследственности полученные задатки в нормальных условиях внешней среды обеспечивают развитие способностей ребенка и гармоничность личности. Однако в негативных условиях внешней среды полученные хорошие наслед-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 418 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ственные задатки угасают, не достигая уровня развития родителей.

Неблагоприятная наследственность даже в хороших условиях среды и воспитания часто не позволяет обеспечить нормальное развитие ребенка. Она может являться причиной отклонений от нормы и даже уродств, длительной болезни и смерти.

Способности и одаренность ребенка определяется действием множества генов. В связи с этим, необязательно, чтобы у гениальных родителей рождались одаренные дети. Даже незначительная рекомбинация генов, происходящая при слиянии сперматозоида и яйцеклетки при оплодотворении, может привести к потере удачного сочетания генов. И, наоборот, у обычных родителей в результате благоприятной комбинации генов может родиться высокоодаренный ребенок. Поэтому важной задачей является выявление в раннем возрасте наследственных задатков ребенка и на основании индивидуального дифференцированного подхода создание оптимальных условий для развития его способностей.

Необходимо подчеркнуть, что важнейшим качеством, необходимым для яркого проявления одаренности и гениальности, является трудолюбие. Выдающийся американский изобретатель Т. Эдисон писал: «Гений – это один процент вдохновения, а на девяносто девять процентов потение». Без труда нельзя достичь больших успехов в любом виде человеческой деятельности, несмотря на самые выдающиеся наследственные задатки.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие относительно самостоятельные этапы развития выделяют в **онтогенезе**?
2. В чем суть таких закономерностей онтогенеза как гетеросенситивность и гетерогенность?
3. В чем заключаются такие закономерности онтогенеза как дифференциация и экономизация функций?
4. Что собой представляют биологическая надежность и адаптивность как зако-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 419 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

номерности онтогенеза?

5. Что понимают под ростом и развитием?
6. Как проявляются гетерохронность и гармоничность роста и развития детей и подростков?
7. В чем заключаются половые различия в процессах роста и развития?
8. Как влияет наследственность и факторы среды на рост и развитие?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 420 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 24. Возрастная периодизация. Физиологические особенности организма людей пожилого и старческого возраста

План лекции

1. Возрастная периодизация, гетерохронность роста и развития.
2. Темпы биологического развития. Акселерация и ретардация.
3. Характеристика теорий старения, его виды. Возрастные особенности адаптации к физическим нагрузкам.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 17, 21–23].

1. Возрастная периодизация, гетерохронность роста и развития

Возрастная периодизация. Развитие организма человека в **онтогенезе** делят на внутриутробный и внеутробный (постнатальный) периоды. Развитие ребенка представляет собой непрерывный процесс, в котором периоды накопления медленных количественных изменений приводят к скачкообразным преобразованиям в организме. Для учета меняющихся в процессе онтогенеза физиологических и морфологических свойств организма, для разработки научно обоснованной системы охраны здоровья, воспитания и обучения, которая была бы адекватна каждой возрастной ступени, необходима возрастная периодизация постнатального развития человека.

К настоящему времени предложены разные классификации периодов роста и развития и их возрастных границ. Значительное распространение имеет возрастная периодизация, построенная на основе морфофункциональных, психологических и социологических критериев. Согласно ей постнатальный период жизни человека подразделяется следующим образом:

- 1) новорожденный – 1–10 дней;
- 2) грудной возраст – 10 дней – 1 год;



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 421 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

- 3) раннее детство – 1–3 года;
- 4) первое детство – 4–7 лет;
- 5) второе детство – 8–12 лет мальчики, 8–11 лет девочки;
- 6) подростковый возраст – 13–16 лет мальчики, 12–15 лет девочки;
- 7) юношеский возраст – 17–21 год юноши, 16–20 лет девушки;
- 8) зрелый возраст – I период – 22–35 лет мужчины, 21–35 лет женщины; II период – 36–60 лет мужчины, 36–55 лет женщины;
- 9) пожилой возраст – 61–74 года мужчины, 56–74 года женщины;
- 10) старческий возраст – 75–90 лет мужчины и женщины;
- 11) долгожители – свыше 90 лет.

Разные возрастные границы для лиц мужского и женского пола, начиная со второго детства и заканчивая юношеским возрастом, обусловлены разными темпами полового созревания. Разные возрастные границы для мужчин и женщин во втором периоде зрелого и в пожилом возрастах обусловлены разными сроками выхода на пенсию.

В связи с постепенным увеличением возраста выхода на пенсию в Республике Беларусь изменится верхняя возрастная граница II периода зрелого возраста и к 2023 г. достигнет отметки у женщин 58 лет, а у мужчин 63 года. Соответственно изменится и нижняя граница пожилого возраста.

Гетерохронность роста и развития организма. Темпы физического развития детей и подростков могут быть легко оценены с помощью антропометрических измерений. Наиболее информативны такие основные антропометрические показатели, как длина и масса тела ребенка. Они на разных этапах **онтогенеза** меняются с разной интенсивностью, что свидетельствует о гетерохронности роста и развития. Гетерохронность обуславливает особенности функционирования организма детей и подростков разного возраста.

В детском и подростковом возрасте выделяют периоды ускоренного роста (*периоды вытягивания*), сменяющиеся периодами замедленного роста (*периоды округле-*



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 422 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ния), когда более интенсивно протекает формообразование. Период первого вытягивания наблюдается в возрасте до одного года, второго – в 5–7 лет, третьего – с 11–12 до 15–16 лет. При благоприятной наследственности и нормальных условиях внешней среды правильное чередование периодов вытягивания и округления приводит в конечном итоге к гармоничному физическому развитию.

Внешним показателем развития является также изменение пропорций тела: с возрастом увеличивается абсолютная и относительная длина рук и ног и уменьшаются относительные размеры головы.

Календарный и биологический возраст. Следует иметь в виду, что всякая возрастная периодизация довольно условна. Вследствие этого календарный (паспортный) возраст детей и подростков может не всегда соответствовать их биологическому возрасту (биологической зрелости). *Календарный возраст* – это количество прожитых лет, его определяют по паспорту. *Биологический возраст* отражает меру старения организма, состояние его здоровья и даже в какой-то мере продолжительность предстоящей жизни. Многие исследователи наряду с определением биологического возраста организма в целом предлагают определять биологический возраст его систем – нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной и др. Более того, некоторые выделяют психологический, интеллектуальный и социальный возраст человека.

Чем больше календарный возраст индивидуума опережает биологический, тем медленнее темп его старения и тем больше лет жизни у него в запасе.

Могут встречаться как ускорение физического развития, так и его задержка. Особенно важно определение биологической зрелости детей перед поступлением их в школу, привлечением к занятиям в спортивных секциях, кружках и т. д.

Определение биологического возраста детей и подростков осуществляется с помощью различных методов. Наиболее часто биологический возраст определяется по степени *окостенения скелета* (костный возраст, или скелетная зрелость) и стадиям *развития вторичных половых признаков*. В спортивной практике определяют так называемый *двигательный возраст* ребенка, т. е. оценивают его двигательные



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 423 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

возможности, которые сравнивают с существующими стандартами для того или иного возраста.

2. Темпы биологического развития. Акселерация и ретардация

Онтогенез представляет собой целостную и динамичную картину смены этапов, характеризующихся различными темпами роста и развития. Каждый такой этап имеет свою возрастную норму реакции, обычно приближающуюся к среднегрупповой (популяционной) характеристике.

Об этой норме принято судить по биологическому возрасту – многостороннему показателю темпов развития, отражающему уровень морфофункционального состояния организма на фоне популяционного стандарта.

По ускорению или, наоборот, замедлению темпов роста отдельных систем или всего организма в целом делается заключение о нормальности хода индивидуального развития. А это, с одной стороны, прямой путь к контролю, профилактике и диагностике возможных отклонений, а с другой – возможность для более глубокого понимания причин биологической и психической изменчивости человека.

Темпы развития могут отличаться у представителей разных поколений одной популяции людей, и такие изменения неоднократно происходили в истории человечества (эпохальные тенденции изменения темпов развития).

Наличие общих закономерностей роста и развития не исключает возможности осуществления этих процессов с разной скоростью. Так, на протяжении последних ста лет во всех странах мира наблюдаются значительные изменения в физическом развитии детей: увеличение роста и массы тела, окружности грудной клетки, ускорение полового созревания и окостенения скелета по сравнению с этими показателями у их сверстников в конце XIX века. Немецкий школьный врач Е. Кох в 1935 г. назвал этот феномен *акселерацией* (от лат. *acceleratio* – ускорение). Различают акселерацию эпохальную и внутригрупповую (индивидуальную).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 424 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Эпохальная акселерация проявляется в ускорении физического развития современных детей и подростков в сравнении с предшествующими поколениями 50–100 лет назад. Длина тела новорожденных за последние 80–90 лет увеличилась на 2–2,5 см, а их масса на 0,5 кг. Длина тела у 15-летних подростков увеличилась на 6–10 см, а масса на 3–10 кг в сравнении с их сверстниками начала XX века. Значительно быстрее происходят развитие и рост некоторых отделов скелета и **эндокринной системы**, обеспечивающей и более раннее половое созревание (на два года раньше, чем это было в начале XX века). Рост юношей и девушек в настоящее время в среднем заканчивается в 16–19 лет, тогда как в начале XX века рост продолжался до 25–26 лет. Также наблюдается акселерация роста и развития сердечно-сосудистой, дыхательной и двигательной систем детей и подростков.

Внутригрупповая акселерация обозначает ускорение роста и развития отдельных детей и подростков в определенных возрастных группах. Такие дети-акселераты составляют в среднем 15–20 % от общего числа детей данного возраста.

С явлением акселерации возникли проблемы, касающиеся вопросов охраны здоровья детей, научного обоснования педагогического процесса, нормирования физических и психических нагрузок, полового воспитания детей и подростков.

Биологические механизмы **акселерации** до конца не выяснены. Предполагают, что причины акселерации физического развития различны и наиболее значимыми являются следующие:

1. Эффект гетерозиса (свойство гибридов первого поколения превышать по размерам, жизнеустойчивости и другим показателям родительские формы), обусловленного широкой миграцией современного населения и увеличением количества смешанных браков. При этом потомство первого поколения имеет временное превосходство в физическом развитии.
2. Урбанизация населения (процесс концентрации населения в городах), дающая в результате стимулирующее влияние условий городской жизни на темпы физического развития.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 425 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3. Значительное увеличение уровня радиоактивного фона Земли, вызванное широким использованием ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в военных и мирных целях по сравнению с естественным радиоактивным фоном нашей планеты.
4. Улучшение социальных и гигиенических условий жизни, медицинского обслуживания населения промышленно развитых стран.

У некоторых детей и подростков может наблюдаться не акселерация, а *ретардация* роста и развития. Ретардация (от лат. *retardation* – замедление, задержка) – задержка физического развития и формирования функциональных систем организма детей и подростков. Биологические механизмы ретардации роста и развития детей и подростков недостаточно изучены. Причинами ретардации могут быть: алкоголизм и наркомания родителей, тяжелая болезнь, радиоактивное облучение, отравление химическими веществами и др.

Явление ретардации детей необходимо учитывать при поступлении детей в школу. Определение степени школьной зрелости поступающих в школу детей дает возможность своевременно организовать специальные группы для детей с замедленным физическим развитием и осуществлять адекватный учебно-воспитательный процесс. В случаях выраженной ретардации с целью предупреждения нарушений здоровья ретардированных детей целесообразна временная отсрочка их поступления в школу.

Критические и сенситивные периоды. В процессе онтогенеза человека различают критические и сенситивные периоды. *Критическим периодом* является диапазон развития, когда функция или способность могут быть реализованы только в этот период. Если функция или способность не имели возможности проявления в критический период своего развития, то они могут быть потеряны безвозвратно.

Примером критического периода в развитии человека может служить развитие бинокулярного зрения у младенцев. Критический период для развития бинокулярного зрения определяется от 13 недель до 2-летнего возраста. Если у ребенка косоглазие, поврежден один глаз или врожденная катаракта одного или обоих глаз



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 426 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

и дефекты не исправлены в данный период, то бинокулярное зрение у него будет неразвито, компенсация данного нарушения в более позднем возрасте уже невозможна. Критические периоды характеризуются повышенной активностью генов. В эти периоды происходит значительная перестройка регуляторных процессов, качественный и количественный скачок в развитии органов и функциональных систем.

Сенситивный период – это временной диапазон, максимально чувствительный и благоприятный для развития той или иной функции, той или иной способности человека. Например, сенситивным периодом в развитии речи является возраст от 9 месяцев до 2 лет. Это не означает, что речевая функция не развивалась ни до, ни после данного возраста. Это свидетельствует о том, что именно в этот период ребенок должен иметь опыт речевого общения, поддержку и поощрение взрослых в его речевых попытках, желание выразить свои чувства речевым образом.

3. Характеристика теорий старения, его виды. Возрастные особенности адаптации к физическим нагрузкам

Характеристика теорий старения, его виды. В период развития организма от рождения до взрослого состояния возможности функциональных систем увеличиваются и достигают пиковых значений в 20–25 лет. Период с 25 до 35 лет характеризуется наиболее стабильным состоянием возможностей различных функций организма. Но после 35 лет происходит неуклонное снижение возможностей организма. К 60–65 годам такие физиологические качества, как работоспособность, максимальные возможности кровообращения и дыхания уменьшаются до 70 и даже до 50 % тех значений, которые были у того же человека в 25–35 лет, даже если он оставался все время здоровым. Такие возрастные снижения функций, протекающие параллельно с морфоструктурными изменениями в организме, часто называют старческими изменениями.

Под *старением* в биологии подразумевают процесс постепенного нарушения и



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 427 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

потери важных функций организма или его частей, в частности способности к размножению и регенерации. Вследствие старения организм становится менее приспособленным к условиям окружающей среды, уменьшает и теряет свою способность бороться с неблагоприятными факторами и противостоять болезням и травмам. Исследованием закономерностей старения занимается наука *геронтология*.

Одна из важнейших демографических особенностей XX века, продолжающаяся и в настоящее время, состоит в прогрессировании старения населения многих стран мира, т. е. увеличении как относительной, так и абсолютной численности людей старших возрастов. Видовая и индивидуальная продолжительность жизни определяется сложным взаимоотношением процесса старения и процесса, направленного на сохранение жизнеспособности организма, увеличение продолжительности жизни, получившего название «*витаукта*» (от лат. *vita* – жизнь и *auctus* – увеличение, прирост). Различный баланс процессов старения и витаукта определяет биологический возраст человека, степень его возрастных изменений.

Старость – это закономерно наступающий заключительный период возрастного развития человека. Старение не является болезнью, это один из этапов развития организма. Существует старение естественное (физиологическое), преждевременное (ускоренное) и замедленное (ретардированное).

Для естественного старения характерно постепенное появление старческих изменений, развивающихся в определенной последовательности в соответствии с возрастом. При преждевременном старении эти изменения наступают раньше и выражены ярче, чем у здоровых людей соответствующего возраста. Ускоренному старению способствуют перенесенные заболевания, неблагоприятные факторы окружающей среды, стрессы, вредные привычки. Мечта большинства людей – замедленное старение, при котором возрастные изменения наступают значительно позже, чем в целом по популяции. Этот вид старения ведет к долголетию, увеличению продолжительности жизни.

Единая теория старения пока не создана. Наиболее известными являются теории



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 428 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

или точнее гипотезы: износа, генно-регуляторная, адапционно-регуляторная, нейроэндокринные, иммунные, молекулярно-генетические, мутационная, воздействия свободных радикалов и др.

Наиболее примитивные механистические гипотезы рассматривали старение как простое *изнашивание* клеток и тканей. Неверным с точки зрения геронтологии был и вытекающий отсюда вывод, что для продления своей жизни человек должен проявлять минимальную активность. На самом деле ситуация противоположная, и пассивный образ жизни сокращает ее срок.

Согласно *генно-регуляторной гипотезе* первичные изменения происходят в регуляторных генах – наиболее активных и наименее защищенных структурах ДНК. Предполагается, что эти гены могут определять темп и последовательность включения и выключения тех структурных генов, от которых зависят возрастные изменения в структуре и функции клеток. Прямых доказательств возрастных изменений ДНК немного. В последнее время высказывалось предположение о связи старения с участками ДНК, некоторые из которых сокращаются в размерах при старении.

Адапционно-регуляторная гипотеза старения, разработанная В. Фролькисом и его школой, предполагает, что старение – закономерный этап существования живого организма. То есть, неверно искать период, с которого начинается процесс старения, т. к. он заложен еще на уровне зародыша. Любая живая система является саморегулирующейся, благодаря чему она способна адаптироваться к изменяющимся условиям. Регулятором адаптации служит процесс витаукта, охарактеризованный В. Фролькисом как антистарение. Витаукт – это то, что определяет устойчивость и продолжительность существования живой системы и помогает сохранить адаптивность. С позиций этой гипотезы продолжительность жизни человека нельзя связывать со скоростью и темпом разрушения организма, его старением. Продолжительность жизни человека, по мнению В. Фролькиса, более правомерно усматривать в механизмах поддержания надежности организма, в способности к компенсации возникших нарушений.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 429 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Нейроэндокринная система человека является основным регулятором его жизненных функций. Поэтому с самого начала в геронтологии активно разрабатывались *нейроэндокринные гипотезы*, связывающие ведущие механизмы старения на уровне организма с первичными сдвигами в нейроэндокринной системе, которые могут привести к вторичным изменениям в тканях. При этом более ранним представлениям о первичном значении изменений деятельности той или иной конкретной железы (гипофиза, щитовидной или, особенно, половых желез и т. д.) приходят на смену взгляды, согласно которым при старении изменяется функция не одной какой-либо железы, а весь нейроэндокринный баланс организма.

Довольно широкую известность получили гипотезы, связывающие старение с первичными изменениями в **гипоталамусе**. Гипоталамус – отдел промежуточного мозга, генератор биологических ритмов организма, играющий ведущую роль в регуляции деятельности желез внутренней секреции, которая осуществляется через центральную эндокринную железу – гипофиз.

Согласно *иммунной гипотезе* старения, защитные белки (**антитела**) собственного организма могут влиять на процесс старения клеток и даже являются причиной их гибели. Известно, что существует связь между образованием антител и возрастом: формирование антител с годами уменьшается. Вирусные инфекции, перенесенные организмом в течение жизни, могут снижать иммунную систему клеток и уменьшать образование защитных антител – следовательно, играют важную роль в процессе старения.

Наибольшее внимание обычно привлекают *молекулярно-генетические гипотезы*, объясняющие процесс старения первичными изменениями генетического аппарата клетки. Большую их часть можно подразделить на два основных варианта. В первом случае, возрастные изменения генетического аппарата клеток рассматриваются как наследственно запрограммированные, во втором – как случайные. Таким образом, старение может являться либо запрограммированным закономерным процессом, логическим следствием роста и созревания. Либо, по второму варианту,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 430 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

результатом накопления случайных ошибок в системе хранения и передачи генетической информации.

Согласно первому варианту, старение, по сути, становится продолжением развития, в течение которого в определенной, закреплённой в эволюции последовательности включаются и выключаются различные участки генома. Тогда при «растягивании» программы развития замедляется работа «биологических часов», задающих темп программе старения. Предполагается, что замедление роста и отодвигание полового созревания и достижения окончательных размеров тела приводит к увеличению продолжительности жизни. То есть, старение, как и другие этапы онтогенеза, контролируется генами.

Одна из гипотез второго варианта была впервые предложена Л. Оргелем (1963). Она основывается на предположении, что основной причиной старения является накопление с возрастом генетических повреждений, которые могут быть как случайными (спонтанными), так и вызванными различными повреждающими факторами (ионизирующая радиация, стрессы, ультрафиолетовые лучи, вирусы, накопление в организме побочных продуктов химических реакций и др.). Гены, таким образом, могут просто терять способность правильно регулировать те или иные процессы в связи с накоплением повреждений в ДНК.

Однако в организме существует специальная система устранения повреждений (репарации), обеспечивающая относительную прочность структуры ДНК и надёжность в системе передачи наследственной информации. В опытах на нескольких видах животных показана связь между активностью систем репарации ДНК и продолжительностью жизни. Предполагается её возрастное ослабление при старении. Многие геронтологи считают, что старение – результат накопления таких неисправленных изъянов. Когда достигается пороговая величина повреждений, нормальные биологические процессы прекращаются и возрастные изменения становятся очевидными. Истинная природа ущерба, наносимого жизненно важным молекулам, пока неизвестна, но обнаружен сам факт его проявления.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 431 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Гипотеза старения в результате *накопления мутаций* впервые была выдвинута в 1954 г. физиком Лео Сцилардом который пришел к этому выводу, наблюдая за действием радиации на людей и животных, сокращавшим их жизнь. Радиация вызывает множественные мутации ДНК, а также ускоряет появление таких признаков старения, как седина или раковые опухоли. Из этого Сцилард сделал вывод, что именно мутации являются причиной старения людей и животных.

Мутации могут возникать в результате неисправленных ошибок при образовании новой ДНК, в результате ошибок в процессе восстановления или из-за повреждения ДНК загрязняющими химическими веществами. Мутации в ДНК клетки могут привести к тому, что клетка начнет синтезировать измененную РНК, а это в свою очередь приведет к синтезу измененных белков – ферментов. Видоизмененный фермент может работать хуже нормального, а то и вовсе не работать. В итоге реакции обмена веществ, в которых участвует такой дефектный фермент, могут прекратиться, и клетка перестает выполнять свои функции или даже погибает. Ученые обнаружили, что действие ферментов из культуры старых человеческих клеток ненормально: 25 % таких ферментов дефектны, что служит подтверждением данной гипотезы.

Гипотеза *воздействия свободных радикалов*. В процессе обмена веществ образуются молекулы особого рода, которые называются свободными радикалами. Они имеют сильную тенденцию соединяться с другими молекулами. Иногда клетки производят свободные радикалы для облегчения процесса обмена веществ, и появляются они чаще всего в ходе тех реакций, которые потребляют кислород для «сжигания» углеводов и протекают с выделением энергии. Порой свободные радикалы возникают случайно, когда кислород, всегда присутствующий в клетке и обладающий высокой активностью, соединяется с молекулами клетки.

Возникшие бесконтрольные свободные радикалы могут причинить серьезный вред клеточным мембранам, а также молекулам ДНК и РНК. Это обстоятельство делает их главным определяющим фактором биологического старения. Один из способов борьбы со старением, в котором повинны свободные радикалы, является при-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 432 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

менение так называемых антиоксидантов, нейтрализующих свободные радикалы. В опытах на мышах и крысах обнаружено, что постоянное введение им антиоксидантов увеличивало продолжительность их жизни на 15–25 %.

Еще один путь предотвращения старения, вызванного свободными радикалами – разнообразные *диеты*. Американский ученый Д. Хармен, основываясь на собственных исследованиях, считает, что за счет различных поправок в нашей пище, а именно за счет снижения жиров и потребления достаточных количеств витаминов Е и С, можно добиться, придерживаясь правильной диеты, продления жизни. Он убежден, что такой подход к диете людей пожилого возраста может дать значительный положительный эффект. Диеты «с учетом свободных радикалов», заключает Д. Хармен, открывают перед нами перспективы продления срока жизни свыше 85 лет, а также возможность для значительного числа людей жить гораздо дольше 100 лет.

Приведенные гипотезы не опровергают, а скорее дополняют друг друга, так как подходят к одной и той же теме с различных позиций. Пока не установлено, что является первопричиной старения. Известно только, что старение – это комплекс изменений, происходящих в организме с течением времени и наиболее заметных именно в преклонном возрасте.

Возрастные особенности адаптации к физическим нагрузкам. Резкое ограничение двигательной активности в последние десятилетия привело к снижению функциональных возможностей людей среднего и пожилого возраста. Так, например, величина максимального потребления кислорода у здоровых мужчин снизилась примерно с 45,0 до 36,0 мл/кг.

В результате недостаточной двигательной активности в организме человека нарушаются нервно-рефлекторные связи, заложенные природой и закрепленные в процессе тяжелого физического труда, что приводит к расстройству регуляции деятельности сердечно-сосудистой и других систем, нарушению обмена веществ и развитию дегенеративных заболеваний. Для нормального функционирования человеческого организма и сохранения здоровья необходима определенная величина двигательной



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 433 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

активности. Механизм защитного действия интенсивных физических упражнений заложен в генетическом коде человеческого организма. Скелетные мышцы, в среднем составляющие 40 % массы тела (у мужчин), генетически запрограммированы природой на тяжелую физическую работу.

Снижение двигательной активности в среднем и пожилом возрасте может ускорить развитие атеросклероза. При этом ухудшается регуляция тонуса сосудов, что способствует нарушениям мозгового и сердечного кровообращения. В результате недостатка движений, сидячего образа жизни преждевременно возникают слабость и дряблость мышц, появляется сгорбленность, часто повышается артериальное давление, ускоряются процессы старения.

Пожилые и старые люди уже не так сильны, как в зрелые годы, не способны выдерживать длительную физическую нагрузку. Общего запаса энергии у них становится все меньше; утрачивается функциональная подвижность тканей организма, что тесно связано с уменьшением в нем содержания жидкости.

Согласно статистике, 50 % пожилых людей испытывают затруднения при ходьбе и подъеме по лестнице; 30 % лиц в возрасте 75 лет и старше страдают явным ограничением подвижности в суставах и позвоночнике; 33 % лиц старше 70 лет падают, по крайней мере, один раз в год, причем половина падений приводит к переломам костей.

Занятия физическими упражнениями и связанные с этим изменения функций и эмоциональные реакции благоприятно влияют на организм людей зрелого и пожилого возраста. Наиболее ярко положительное воздействие проявляется, когда характер, объем, ритм, интенсивность и другие качества упражнений устанавливаются с учетом тренированности, личностных особенностей и функционального состояния занимающихся. В то же время физические нагрузки должны обеспечивать коррекцию возрастных нарушений и профилактику патологических изменений в организме.

Возрастные изменения, происходящие в органах и системах организма, особенно отчетливо проявляются при физических нагрузках. В полной мере это относится и к сдвигам, происходящим в центральной нервной системе. Так, И.П. Павлов, ана-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 434 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

лизируя симптомы возрастного снижения реактивности мозга, указывал, что с возрастом отмечается падение способности точно координировать выполнение нескольких действий одновременно. С другой стороны, регулярные занятия физическими упражнениями лицами зрелого и пожилого возраста повышают функциональные возможности организма и корригируют уже развившиеся неблагоприятные изменения в органах и системах. В частности, при занятиях физическими упражнениями улучшается работа вегетативных и анимальных систем, поддерживаются механизмы **нервной и гуморальной регуляции** функций и сохраняется установившийся стереотип жизнедеятельности. Для лиц, прекративших профессиональную деятельность, лучшим способом профилактики болезней и сохранения функциональной активности являются регулярные занятия физическими упражнениями.

Установлено, что люди зрелого и пожилого возраста, хорошо физически подготовленные, успешно разучивают и запоминают упражнения, как при рассказе, так и при показе. У недостаточно подготовленных лиц запоминание строится преимущественно на показе. Таким образом, способность к разучиванию и запоминанию физических упражнений, а, следовательно, и выработка двигательных навыков зависят не столько от возраста занимающихся, сколько от уровня их физической подготовленности. Наблюдения показывают, что у людей в возрасте 40–50 лет процесс формирования новых двигательных навыков идет достаточно быстро, после 50 лет – замедляется. Поэтому у лиц пожилого возраста формирование двигательных навыков должно быть сочетанным: словесная инструкция должна подкрепляться показом разучиваемого упражнения.

У людей зрелого и пожилого возраста большие затруднения вызывает выполнение различных игровых приемов, сложно координированных движений, что связано с ослаблением внимания и ухудшением автоматичности двигательных актов. Существенно затруднены выполнения физических упражнений, если они осуществляются в быстром темпе. Чтобы успешно выполнить последующее движение, необходимо значительно замедлить предыдущее. Таким образом, образование новых двигатель-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 435 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ных навыков у лиц рассматриваемого возраста зависит от запаса ранее приобретенных навыков, активности второй сигнальной системы (внутренней речи) и характера центральной регуляции движений.

С возрастом быстрее ухудшаются быстрота, гибкость и ловкость; лучше сохраняются – сила и выносливость, особенно аэробная. Существенные коррективы в возрастную динамику двигательных качеств вносят занятия физической культурой и спортом, которые отодвигают наступление инволюционных процессов.

Быстрота с возрастом ухудшается по всем составляющим ее параметрам (латентному периоду сенсомоторных реакций, скорости одиночного движения и темпа движений). От 20 до 60 лет время латентного периода возрастает в 1,5–2 раза. Наибольшее падение скорости движения отмечается в возрасте от 50 до 60 лет, а в период 60–70 лет наступает некоторая стабилизация. Темп движения наиболее заметно снижается в возрасте от 30 до 60 лет, в период 60–70 лет он мало изменяется, а в более старшем возрасте – существенно замедляется. Создается впечатление, что в возрасте 60–70 лет возникает какой-то новый уровень жизнедеятельности, который обеспечивает определенную, хотя и несколько сниженную скорость движений. У лиц, регулярно выполняющих физические нагрузки, снижение всех показателей быстроты идет более медленными темпами. Например, у тренированных лиц в возрасте 50–60 лет снижение быстроты составляет 20–40 %, а у нетренированных – 25–60 % от исходных величин, полученных в 18–20-летнем возрасте.

Сила различных групп мышц достигает максимальных значений к 18–20 годам, остается на высоком уровне до 40–45 лет, а к 60 годам снижается примерно на 25 %. У лиц, не занимающихся выполнением физических упражнений, наибольшее снижение силы отмечается в возрасте от 40 до 50 лет, у регулярно тренирующихся – от 50 до 60 лет.

Выносливость по сравнению с другими физическими качествами с возрастом сохраняется более длительное время. Считается, что ее снижение начинается после 55 лет, а при работе умеренной мощности (с аэробным энергообеспечением) нередко



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 436 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

она остается достаточно высокой в 70–75 лет. Это подтверждают широко известные факты участия людей такого возраста в длительных забегах, заплывах, туристических походах. При выполнении упражнений скоростного, силового и скоростно-силового характера (с анаэробным энергообеспечением) выносливость снижается уже после 40–45 лет. Это обусловлено тем, что развитие выносливости зависит, прежде всего, от функциональной полноценности органов кровообращения, дыхания и системы **крови**, т. е. от кислородтранспортной системы, которая при выполнении указанных выше упражнений тренируется недостаточно. Регулярные занятия физическими нагрузками на выносливость (бег, лыжи, плавание) заметно отдаляют ее снижение, упражнения силового характера (гири, гантели, эспандер) мало влияют на возрастную динамику выносливости.

Гибкость характеризуется способностью выполнять движения с максимальной амплитудой. Без специальной тренировки это качество начинает снижаться уже с 15–20 лет, что нарушает подвижность и координацию в различных формах сложных движений. У лиц пожилого возраста, как правило, гибкость тела (особенно позвоночника) существенно снижена. Тренировка позволяет сохранять это качество долгие годы. При попытке восстановить гибкость лучший результат наблюдается у тех, кто имеет хорошую физическую подготовленность.

Основным проявлением ловкости является точность двигательной ориентации в пространстве. Это качество также снижается довольно рано (с 18–20 лет); специальные тренировки замедляют снижение ловкости и она остается на высоком уровне в течение многих лет.

Под влиянием умеренных и постоянных физических нагрузок совершенствуются механизмы регуляции различных органов и систем, а функции организма носят более экономный характер. Последнее проявляется в снижении частоты сердечных сокращений и уровня артериального давления, увеличении **диастолы** миокарда, повышении коэффициента использования кислорода и уменьшении кислородной стоимости работы. Применение физических упражнений способствует улучше-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 437 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

нию кровоснабжения различных тканей, особенно скелетных мышц, что снижает гипоксические явления. Развитие положительных эмоций и повышение устойчивости гипоталамо-гипофизарной системы обеспечивают антистрессовый эффект. На более продолжительное время замедляется снижение физических качеств и сохраняется умственная и физическая работоспособность. Все это способствует развитию активного долголетия, предупреждению заболеваний, старения и продлению жизни людей.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите наиболее распространенную классификацию постнатального периода жизни человека.
2. Охарактеризуйте гетерохронность роста и развития организма.
3. Что отражает календарный и биологический возраст человека?
4. Что такое **акселерация** и каковы ее причины?
5. В чем проявляется ретардация роста и развития?
6. Дайте характеристику критическим и сенситивным периодам.
7. Что изучает геронтология?
8. Как объясняют процессы старения генно-регуляторная и адаптационно-регуляторная гипотезы?
9. Как объясняют процессы старения нейроэндокринные, иммунная и молекулярно-генетические гипотезы?
10. В чем суть гипотез, связывающих старение с накоплением мутаций и воздействием **свободных радикалов**?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 438 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 25. Влияние образа жизни и двигательной активности на процессы старения. Экология и продолжительность жизни

План лекции

1. Старение, продолжительность жизни, адаптивные реакции и реактивность организма.
2. Условия, способствующие продлению активного долголетия.
3. Экология и продолжительность жизни. Средняя продолжительность жизни в Республике Беларусь.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 17, 22].

1. Старение, продолжительность жизни, адаптивные реакции и реактивность организма

Огромное влияние на процессы старения влияет образ жизни человека, который во многом обусловлен условиями его профессиональной деятельности, социально-бытовыми факторами, экологической обстановкой. Значение образа жизни в скорости старения организма усиливается тем, что те или иные привычки, среди которых есть вредные, устанавливаются в достаточно юном возрасте и зачастую человек с ними уже не расстаётся. Существуют важные резервы увеличения долголетия, которые могут быть использованы благодаря профилактике основных заболеваний человека, устранения ряда факторов риска. Врачи считают, что такие факторы, как алкоголизм, курение, переедание, отнимают 4 и более лет жизни.

Рациональное питание способствует сохранению здоровья, сопротивляемости вредным факторам окружающей среды, высокой физической и умственной работоспособности, активному долголетию. Пища должна покрывать энергозатраты, быть



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 439 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

разнообразной, содержать достаточное количество **витаминов** и микроэлементов. Рационально построенное питание в детском и юношеском возрасте закладывает основы активного долголетия. Не менее важно его значение в пожилом и старческом возрасте, когда изменяются обменные процессы, масса тела, двигательная активность, появляются сопутствующие возрасту заболевания.

Нарушение питания нередко является причиной развития тяжелых заболеваний, среди которых особое место принадлежит атеросклерозу как одному из основных факторов риска преждевременного старения. Отмечено, что ожирение укорачивает продолжительность жизни на 6–8 лет.

На продолжительность жизни оказывает влияние *семейное положение* людей. По данным демографического департамента ООН, во всех странах мира холостые, вдовцы и разведенные живут меньше, чем женатые. Так, в Японии смертность мужчин в возрасте 35–44 года у холостых в 4,3 раза, вдовцов в 3,9, разведенных в 5,1 раза больше, чем у женатых; в Венгрии эти коэффициенты соответственно равны 2,1, 3,5 и 2,3. Конкретные пути благотворного влияния семейной жизни не установлены. Возможно, речь идет о благоприятной психоэмоциональной обстановке, сглаживании стрессовых ситуаций.

Существует неоспоримая связь между темпом старения, продолжительностью жизни и интенсивностью обменных процессов. Установлено, что процессы старения усиливаются при малоподвижном образе жизни, при недостаточных физических нагрузках. Доказана основополагающая роль *занятий физическими упражнениями* и связанной с ними интенсификации энергетического метаболизма в средней продолжительности жизни организма. Уровень жизнедеятельности организма в ходе возрастного развития, продолжительность жизни зависят от двух противоположных явлений: с одной стороны – угасания, нарушений обмена и функций, с другой – включения адаптационных механизмов, закрепленных в эволюции (адаптационно-регуляторная теория старения).

В настоящее время большинство специалистов считают, что адекватная функ-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 440 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

циональная нагрузка для органов и систем стареющего организма путем занятий физической культурой, спортом, туризмом не только препятствует процессам преждевременной старости, но и приводит к структурному совершенствованию тканей и органов. Мышечная деятельность является источником мощных стимулирующих воздействий на обмен веществ, оказывает мобилизующее влияние на механизмы обеспечения **гомеостаза**. У людей, систематически занимающихся физическим трудом, физкультурой, значительно медленнее снижается мышечная сила, физическая работоспособность, сохраняется высокая толерантность к мышечной нагрузке.

При мышечной деятельности возникает рефлекторное влияние работающих мышц на внутренние органы. Это обеспечивает адекватное соотношение между интенсивностью мышечной работы и уровнем метаболизма тканей, состоянием важнейших функциональных систем. Активный двигательный режим оказывает положительное влияние на ЦНС, значительно улучшает состояние сердечно-сосудистой системы, повышает приспособляемость органов кровообращения к физическим нагрузкам, устойчивость к стрессовым ситуациям.

Физическая активность – важнейшая предпосылка сохранения функциональной способности стареющего организма, профилактики преждевременного старения. В этом возрасте создается как бы порочный круг – старение ограничивает мышечную активность человека, а возрастная малоподвижность в свою очередь может способствовать развитию преждевременного старения. Вместе с тем, людям данного возраста необходимо при занятиях физическими упражнениями учитывать возрастные изменения: снижение функциональных возможностей и резервов функций, понижение реактивности, эластичности и прочности опорно-двигательного аппарата, ослабление восстановительных процессов и др.

В пожилом и старческом возрасте используются многие из средств физического воспитания, применяемые в зрелом возрасте. Однако предпочтение все больше следует отдавать гигиеническим и естественным факторам оздоровления, а также тем физическим упражнениям, которые предъявляют сравнительно невысокие требова-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 441 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ния к организму и легко могут быть точно дозированы по нагрузке.

На данном этапе **онтогенеза** следует исключить из программы занятий упражнения скоростного и скоростно-силового характера. В содержание занятий следует вводить упражнения аэробного характера: лыжные прогулки, плавание, бег, езда на велосипеде, ходьба и т. д. При этом интенсивность тренировочных нагрузок должна быть невысокой, однако энергетические затраты должны составлять не менее 500 ккал. Оптимальный режим занятий физической культурой в пожилом возрасте – не менее трех раз в неделю по 45–60 мин в день. Зарядку следует выполнять ежедневно.

Большое значение для профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата имеет *лечебная физкультура*. Можно и нужно заниматься гимнастикой, но на старости лет лучше это делать, посоветовавшись с врачом. Следует помнить, что обилие физических упражнений приносит в старческом возрасте больше зла, чем полное их отсутствие.

Самым лучшим способом гимнастики и упражнений для людей этого возраста считается *прогулка*. При быстрой ходьбе человек использует большинство важнейших мышц своего тела. Подобные прогулки лучше всего делать если не каждый день, то 5 раз в неделю. Продолжительность прогулки зависит полностью от состояния здоровья прогуливающегося. Можно начать с 20 минут и постепенно довести до часа и больше. Важно при этом помнить, что в старческом возрасте переутомление вредно.

При выполнении физических упражнений не следует переходить границу утомления, а при возникновении чувства усталости видоизменять движения, разнообразить форму мышечной деятельности или, если это уже не приносит облегчения, прекращать ее. «Не преодолевать утомление» – таким правилом следует руководствоваться пожилым людям и особенно лицам старческого возраста.

Долгожителям не следует в этом возрасте бегать ни трусцой, ни рысцой, учитывая возможное опущение некоторых внутренних органов, т. к. связочный аппарат,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 442 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

удерживающий органы, тоже стареет. Лучше всего ходить, не спеша, без перегрузки, продолжительностью 30–60 мин в день.

В заключение необходимо подчеркнуть, что люди пожилого и старческого возрастов нередко имеют различные хронические заболевания. Поэтому подбирать и использовать физические упражнения нужно не только с целью общего оздоровления, но и с учетом особенностей имеющихся заболеваний и функциональных нарушений. Следовательно, без совета врача в таких случаях не обойтись, ибо «самоназначение» физических упражнений особенно опасно в пожилом и старческом возрастах.

2. Условия, способствующие продлению активного долголетия

Вопрос увеличения продолжительности жизни достаточно сложный. Современная наука, медицина пока не может дать единый рецепт, соблюдая который можно жить долго и счастливо, при этом сохраняя ясность ума. Главным условием активного долголетия является существование в комфортной среде, сохраняя оптимизм, жизнелюбие, чувство, что ты необходим людям.

Ничто так не влияет на увеличение средней продолжительности жизни человека, как социальные и экономические условия, в которых живет человек. Древнегреческий врач Гиппократ, «отец медицины», сам прожил 92 года и имел все основания давать весьма разумные советы о том, как сохранять здоровье и удлинить свою жизнь. Чтобы прожить долгую жизнь, Гиппократ советовал быть умеренным в еде, говорил о бесполезности чрезмерно длительного сна и о вредности недосыпания, о благотворном влиянии различных нагрузок, в том числе прогулок на свежем воздухе.

В настоящее время считается, что основными факторами, определяющими продолжительность жизни человека, являются генетическая запрограммированность, природная и социальная среда обитания.

Выделяют еще целый ряд условий, которые играют определенную роль в увеличении продолжительности жизни.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 443 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Положительное мышление. У каждого в жизни бывают черные полосы и неприятности, но относятся к этому все по-разному. Одни не унывают и сохраняют позитивное мышление, другие же впадают в уныние. Эволюция человека проходила в борьбе за выживание вида и повседневные стрессы нам жизненно необходимы. Но главной является задача не допускать разрушающих стрессов, губительно действующих на нервную систему и весь человеческий организм. Нужно уметь вовремя переключаться на позитив, видеть в любой трудной ситуации положительные стороны. Не надо возводить любую ситуацию в ранг драмы или непреодолимой проблемы.

Активный образ жизни. Большинство долгожителей практически всю свою жизнь занимались физическим трудом, делали утреннюю гимнастику. Они всегда были легки на подъем. Только надо отметить, что профессиональные спортсмены в категорию долгожителей не попадают, потому что усиленные занятия спортом приводят к колоссальным нагрузкам на организм, что нередко приносит ему больше вреда, чем пользы. Пользу приносит только физическая культура, осмысленные, индивидуальные тренировки.

Для того чтобы укрепить здоровье, тренировки должны проводиться на грани комфорта и дискомфорта. Кроме того, чтобы достичь долголетия тренировать нужно не только мускулы, но и другие параметры функционирования человеческого организма, например, гибкость, ловкость, быстроту реакции, зоркость глаз и т. д. Физические упражнения тренируют сердечно-сосудистую и дыхательную системы, помогают сохранить и даже улучшить ловкость, выносливость и координацию.

Правильное питание. В каждой стране есть свои традиции в питании, но анализируя секреты молодости и долголетия, можно сказать, что в рацион долгожителей входит большое количество свежих овощей, фруктов и молочные продукты. Не следует увлекаться диетами. У людей, постоянно сидящих на диетах, чаще бывают нервные срывы и может ослабеть **иммунитет**. Питание должно быть здоровым и сбалансированным, оно обязательно должно приносить удовольствие и радость. Обязательное условие – регулярное принятие **витаминов**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 444 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Любовь. Это та могучая сила, которая придает человеку силы жить, может излечить от самых тяжелых болезней. Любовь в семье, к родным и близким, к Родине, к своему делу, к людям, к природе – это мощный стимул к долголетию.

Режим дня. Он не обязательно должен соблюдаться по минутам и часам, но есть некий ритм жизни, которого следует придерживаться.

Сон. Организму для восстановления потраченных за день сил нужен отдых. Полноценный сон просто необходим, у каждого потребность в его продолжительности разная.

Семья. Установлено, что семейные люди живут дольше, чем одинокие.

Любимая работа. Важно, чтобы вы с радостью просыпались утром и отправлялись на работу. Когда человек выходит на пенсию, также важно найти себе занятие по душе, которое будет приносить радость.

Вредные привычки. Нельзя сказать, что секреты активного долголетия включают в себя полный отказ от курения или употребления алкоголя. Только есть важная особенность – долгожители никогда не становились рабами своих пагубных пристрастий.

Оптимизм. В достижении долголетия играют немалую роль индивидуальные особенности организма и личности. Обследованные геронтологами долгожители отличались спокойным характером, уравновешенностью, отсутствием суетливости. Многие из долгожителей вели тяжелую трудовую жизнь, испытывали серьезные лишения, но при этом сохраняли спокойствие, стойко переносили все невзгоды.

Наукой доказано, что оптимисты выздоравливают быстрее пессимистов. Дело в том, что оптимистичный настрой изменяет в организме ключевые настройки – способности противостоять болезням, адаптироваться к окружающей среде, переменам психологической обстановки, климата. Можно привести в качестве примера многих пожилых людей, которые выжили только лишь из-за своей силы воли. И именно оптимизм и сила духа позволяют сохранить им телесное здоровье независимо от возраста.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 445 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Общение с людьми. На долголетие влияет активное общение. Нужно последовательно расширять контакты и полезные связи с самыми различными людьми, чему в немалой степени способствуют современные средства коммуникации. Кроме того, здесь можно получить много полезной, самой современной информации по формам и методам поддержания здоровья.

Смех. Взаимосвязь между здоровьем и добрым, искренним смехом давно научно доказана. Очень важно уметь посмеяться над собой, чаще от души улыбаться. Умение смотреть на жизнь с юмором поднимает настроение, и укрепляет иммунитет. Минута смеха нормализует давление, и укрепляет **сердце**. Люди с развитым чувством юмора живут дольше. Смех дает силы. Жизнерадостному человеку всегда живется легче. Старайтесь радоваться любому успеху, если не своему, то детей и внуков.

Обновление. Обновление способствует обостренному чувству прогресса и движения вперед. А движение, развитие и прогресс – это и есть суть жизни. Жить в ногу со временем, не отставать, креативно мыслить – вот залог высокого качества жизни и долголетия. Заставляя мозг активно работать, человек не только сохраняет голову светлой, но и одновременно активизирует деятельность сердца, системы кровообращения и обмен веществ. Важнейшим условием оздоровления является духовное совершенствование. Полезно разгадывать кроссворды, больше читать, учить иностранные языки. Люди, которые социально востребованы, живут дольше. Поэтому те профессии, которые позволяют человеку чувствовать свою нужность, способствуют долголетию. Учиться никогда не поздно. Недаром во многих странах, в том числе и в Республике Беларусь, открывают университеты для пожилых людей.

Общение с природой. Дача, сад, огород, цветы, общение человека с землей, так же как и походы в лес по ягоды и грибы – это безусловные факторы всестороннего оздоровления. Продлевает жизнь и постоянное общение человека с водной стихией. Мощное оздоровительное воздействие на весь организм оказывает купание в море, в озере, в чистой реке. Трудно переоценить значение чистого воздуха. Особенно полезны походы в горы и вдыхание горного воздуха. Важной частью общения с



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 446 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

природой является также общение с домашними животными.

Регулярное медицинское обследование. Все долгожители почти никогда не болеют инфекционными и хроническими заболеваниями. Любые заболевания легче всего поддаются лечению на ранних стадиях. Для сохранения здоровья нужно обязательно ежегодно проходить диспансеризацию. Желательно регулярно самостоятельно измерять себе давление, содержание сахара в **крови** и др.

Таким образом, если человек избегает вредных привычек, соблюдает правильный режим питания, труда и отдыха, находится в благоприятной физической и психической обстановке, заботится о своем здоровье, то у него многократно возрастают шансы, как можно дольше продлить активное долголетие.

3. Экология и продолжительность жизни. Средняя продолжительность жизни в Республике Беларусь

Продолжительность жизни в разные исторические эпохи. В историческом плане средняя продолжительность жизни населения нашей планеты неуклонно растет. Так, в каменном веке она составляла, по оценкам специалистов, 19 лет, в бронзовом – 21 год в античном веке – 20–30 лет, в XVI веке – около 28 лет, в XVII веке – 29 лет, в XVIII веке – почти 30 лет, в 1900 году – 41 год, в 1975 – 59 лет. В 2017 году средняя продолжительность жизни населения Земли составляет 71,0 год (68,5 лет для мужчин и 73,5 года для женщин). Кроме увеличения средней продолжительности жизни на Земле в XX веке наблюдается резкий рост численности населения – с 1,6 млрд. в 1900 году до 7,5 млрд. человек в 2017 году. Главная причина этого – сохранение высокого уровня рождаемости при снижении смертности.

В прошлом люди почти никогда не заботились о том, чтобы уменьшать рождаемость. Поэтому она находилась на естественном уровне, примерно одинаковом во все времена, при котором число родившихся за год детей составляло в среднем 5 % от общей численности населения. Такая рождаемость при нормально высокой про-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 447 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

должительности жизни вызывает экспоненциальный рост численности населения с периодом удвоения, равным примерно 25-ти годам. Именно такой рост наблюдается сейчас в некоторых развивающихся странах.

С улучшением качества жизни и ростом благосостояния людей растет и средняя продолжительность жизни человека. В период с 2000 года по 2017 год среднемировой показатель ожидаемой продолжительности жизни возрос на пять лет, однако в мире сохраняется огромный разрыв в этих показателях между богатыми и бедными странами. Об этом говорится в новом докладе Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) «Мировая статистика здравоохранения: мониторинг показателей здоровья в связи с целями устойчивого развития».

В настоящее время самая высокая средняя продолжительность жизни женщин зафиксирована в Японии – 86,8 лет. Самая высокая средняя продолжительность жизни мужчин отмечена в Швейцарии – 81,3 года. Самые низкие в мире показатели продолжительности жизни для обоих полов зарегистрированы в Сьерра-Леоне – 50,8 лет у женщин и 49,3 года у мужчин.

Во времена мезолита, вплоть до седьмого тысячелетия до новой эры, численность удваивалась за время порядка 3000 лет, т. е. практически оставалась неизменной. Люди занимались тогда охотой и собирательством. И природа при таком характере общения с ней выдерживала, находясь на пределе своих возможностей, только несколько миллионов человек на всей планете, по несколько человек на 100 м². Это и явилось причиной фактической стационарности населения. Все, рождавшиеся сверх этого количества, должны были умереть в молодом возрасте, потому что охота и собирательство, проводимые в больших масштабах, вели к исчезновению животных и съедобных растений. Отсутствие сознательного ограничения рождаемости приводит к тому, что количество детей растет до тех пор, пока оно не начнет ограничиваться стихийно смертностью из-за нехватки ресурсов, голода, болезней, войн – по сути, вследствие экологического кризиса.

Средняя продолжительность жизни в Республике Беларусь. Средняя



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 448 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

продолжительность жизни в нашей стране по данным Национального статистического комитета за последние 5 лет увеличилась на 1,9 года и составила в 2017 году 74,1 года (77,2 года у женщин, 65,6 года у мужчин). Средний возраст жителей Беларуси с 1990 года постоянно увеличивается. Так, за этот период жители нашей республики повзрослели на 5,1 года (мужчины – на 4,7 года, женщины – на 5,2 года). Средний возраст населения страны в настоящее время составляет 40,2 года (мужчин – 37,3 года, женщин – 42,6 года). Средний возраст горожанина с 1990 года увеличился на 6,9 года и составил 38,9 года. За этот период сельчанин повзрослел на 3,3 года, его средний возраст составил 44,6 года. Самыми старшими по возрасту являются жители Витебской области (41,7 года), самыми молодыми – жители Минска (38,4 года).

Продолжительность жизни растет во всем мире. Вместе с ней увеличивается и период физической и социальной активности. Люди позже начинают считать себя пожилыми и все чаще стараются вести всесторонне активный образ жизни до самой глубокой старости. Британские ученые в результате исследований пришли к выводу, что к 2030 году средняя продолжительность жизни человека приблизится к отметке в девять десятков лет.

Среди стран с высоким уровнем доходов населения, наиболее низкая продолжительность жизни к 2030 году будет установлена в Соединенных Штатах – 80 лет у мужчин и 83 года у женщин. Ученые связывают это с неудачной системой здравоохранения и масштабной проблемой государственного масштаба – ожирением. Ведь лишний вес проявляет весь свой негативный потенциал именно в преклонном возрасте, когда он приводит к развитию опасных болезней. Среди стран Европы «чемпионами» долголетия, как предполагается, будут Франция и Швейцария – 86 лет женщины и 84 года мужчины. Но абсолютным мировым рекордсменом станет Южная Корея, здесь к 2030 году женщины будут жить до 90 лет, а мужчины до 85.

Экология и продолжительность жизни. Человек в течение всей своей жизни находится под постоянным воздействием целого спектра факторов окружающей



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 449 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

среды – от экологических до социальных. Помимо индивидуальных биологических особенностей все они непосредственно влияют на его жизнедеятельность, здоровье и, в конечном итоге на продолжительность жизни.

Существуют следующие экологические факторы, влияющие на здоровье человека:

- геофизические, в первую очередь, климатические: атмосферное давление, определяемое высотой местности; сухость воздуха и высокая его естественная запыленность; резкие колебания температур; большая продолжительность солнечного сияния и напряженность солнечной радиации;
- геохимические: недостаток содержания йода в водных источниках и железа в почве; приуроченность к населенным пунктам обогатительных фабрик, связанных с добычей ртути, висмута, мышьяка, свинца;
- биотические: действие аллергенов, ядов растительного и животного происхождения; воздействие патогенных организмов; наличие полезных животных и растений.

На продолжительность жизни человека влияют также природные катастрофические процессы и явления: землетрясения, оползни, наводнения, засухи.

На земном шаре практически невозможно найти место, где бы не присутствовали в той или иной концентрации загрязняющие вещества. Даже во льдах Антарктиды, где нет никаких промышленных производств, а люди живут только на небольших научных станциях, ученые обнаружили различные токсичные вещества современных производств. Они заносятся сюда потоками атмосферы с других континентов.

Вещества, загрязняющие природную среду, очень разнообразны. В зависимости от своей природы, концентрации, времени действия на организм человека они могут вызвать различные неблагоприятные последствия. Кратковременное воздействие небольших концентраций таких веществ может вызвать головокружение, тошноту, першение в горле, кашель. Попадание в организм человека больших концентраций токсических веществ может привести к потере сознания, острому отравлению и даже смерти. Примером подобного действия могут являться смоги, образующиеся в крупных городах в безветренную погоду, или аварийные выбросы токсичных ве-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 450 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ществ промышленными предприятиями в атмосфере.

Признаками хронического отравления являются нарушение нормального поведения, привычек, а также нейропсихического отклонения: быстрое утомление или чувство постоянной усталости, сонливость или, наоборот, бессонница, апатия, ослабление внимания, рассеянность, забывчивость, сильные колебания настроения.

Медики установили прямую связь между ростом числа людей, болеющих аллергией, бронхиальной астмой, раком, и ухудшением экологической обстановки в данном регионе. В городских условиях на здоровье человека влияют пять основных групп факторов: жилая среда, производственные факторы, социальные, биологические и индивидуальный образ жизни.

По мере развития научно-технического прогресса экологическая напряженность все возрастает, как и возрастает угроза для индивидуального и общественного здоровья.

Отрицательные факторы антропогенного воздействия являются губительными не только для экосистем, но и способствуют снижению резервов здоровья на индивидуальном и популяционном уровнях, нарастанию степени психофизиологического и генетического напряжения, росту специфической патологии и появлению новых форм экологических болезней, а в некоторых регионах нарастанию явлений депопуляции. Вот почему одной из важнейших детерминант здоровья принято считать окружающую среду обитания и условия жизни населения.

В результате социального и научно-технического прогресса среда обитания человека трансформируется настолько быстро, что встает вопрос о соизмеримости ее изменений с эволюционно обусловленными возможностями человека. Созданная человеком среда обитания теперь уже воздействует на его собственный организм, на биологические и социальные процессы, вызывая изменения структуры заболеваемости и смертности, параметров воспроизведения и миграции населения, а также такого интегрального показателя как продолжительность жизни.

В Республике Беларусь особую озабоченность Министерства здравоохранения



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 451 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

вызывают неинфекционные заболевания, в том числе сердечно-сосудистые и онкологические. Из-за последних, в основном, и наступает нетрудоспособность и гибель людей. Причина этого вредные привычки (курение, неправильное питание, алкоголь) и малоподвижный образ жизни. Сегодня 9 из 10 белорусов имеют от 1 до 5 основных вредных для здоровья привычек. К примеру, каждый второй страдает ожирением. Высокий удельный вес курящих – почти 30 %. Для улучшения ситуации необходимо еще более активировать пропаганду здорового образа жизни.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие старческие изменения наблюдаются в опорно-двигательном аппарате?
2. Как влияет старение на сердечно-сосудистую и дыхательную системы?
3. Какое влияние оказывает старение на пищеварительную и мочевыделительную системы?
4. Какие старческие изменения происходят в сенсорных, нервной и эндокринной системах?
5. Какие физиологические особенности адаптации людей зрелого и пожилого возраста к физическим нагрузкам?
6. Как сказывается образ жизни человека на процессах старения?
7. Как влияет двигательная активность человека на процессы старения?
8. Какие условия существенно влияют на увеличение продолжительности жизни?
9. Какая была продолжительность жизни человека в разные исторические эпохи?
10. Какая средняя продолжительность жизни в Республике Беларусь?
11. В чем заключается зависимость продолжительности жизни человека от экологии?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 452 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 26. Общие принципы и характеристики процесса адаптации

План лекции

1. Общие принципы адаптации.
2. Механизм и стадии индивидуальной адаптации.
3. Адаптации к стрессовым факторам. Стадии стресса.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 17, 21–23].

1. Общие принципы адаптации

Адаптация – это приспособительный процесс, возникающий в ходе индивидуальной жизни человека, в результате которого приобретает способность жить в ранее непривычных для жизни условиях, или на новом уровне активности, то есть повышается устойчивость организма к действию факторов этих новых условий существования. Любой фактор внешней среды, к которому развивается процесс адаптации, если действует очень долго или становится слишком интенсивным, может стать повреждающим, или стрессорным.

Различают *пассивные* и *активные формы адаптации*. Пассивная адаптация развивается тогда, когда приспособление идет естественным путем под влиянием незначительных изменений внешней среды, или обычной повседневной мышечной деятельности. Активная форма подразумевает целенаправленное формирование механизмов адаптации под воздействием специальных физических упражнений, управляемых изменений внешних условий.

Адаптационные изменения происходят на субклеточном, клеточном, тканевом, органном, системном и организменном уровнях. Следует подчеркнуть, что не всякое воздействие запускает механизмы адаптации, а только то, которое обладает определенной силой, продолжительностью действия и скоростью нарастания.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 453 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Динамика функций организма при адаптации. Исследования механизмов адаптации людей к различным условиям деятельности свидетельствуют, что физиологические факторы при долговременной адаптации обязательно сопровождаются следующими процессами: а) перестройкой регуляторных механизмов; б) мобилизацией и использованием физиологических резервов организма; в) формированием специальной **функциональной системы** адаптации к конкретной трудовой, физкультурной или спортивной деятельности человека.

Процесс адаптации организма к воздействию физических нагрузок имеет фазный характер. Поэтому выделяют два этапа адаптации: срочный (кратковременный) и долговременный.

Срочная адаптация является начальным, но несовершенным этапом. Она обеспечивается за счет механизмов приспособления, ранее сформированных в процессе жизнедеятельности. Во всех случаях срочная адаптация реализуется мгновенно, но реакция организма протекает «на пределе», с утратой резервов, с низким, кратковременным результатом, и сопровождается выраженной стресс-реакцией. Этап срочной адаптации сводится преимущественно к изменениям энергетического обмена и связанных с ним функций вегетативного обеспечения на основе уже сформированных механизмов их реализации, и представляет собой непосредственный ответ организма на однократные воздействия физических нагрузок.

При многократном повторении физических воздействий и суммировании многих следов нагрузок, постепенно развивается *долговременная (долгосрочная) адаптация*. Долговременная, устойчивая адаптация характеризуется более совершенной экономной реакцией организма на физическую нагрузку или какой-то фактор среды, отсутствием выраженной стресс-реакции и возможностью нормальной жизнедеятельности в данных условиях. Этот этап связан с формированием в организме функциональных и структурных изменений, происходящих вследствие стимуляции генетического аппарата нагружаемых во время работы клеток. В процессе долговременной адаптации к физическим нагрузкам активируется синтез нуклеиновых



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 454 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

кислот и специфических белков, в результате чего происходит увеличение возможностей опорно-двигательного аппарата, совершенствуется его энергообеспечение.

Состояние организма определяется способностью его управляющих и регуляторных систем обеспечить уравновешенность организма со средой и его адаптацию к физическим нагрузкам и условиям существования. Адаптационно-приспособительная деятельность требует затрат энергии и информации, в связи с чем можно говорить о «цене» *адаптации*, которая определяется степенью перенапряжения регуляторных механизмов и величиной расходуемых функциональных резервов.

2. Механизм и стадии индивидуальной адаптации

Индивидуальная адаптация – это индивидуальные приспособления, обусловленные наследственными (генотипическими) факторами или же являющиеся результатом ненаследственной (фенотипической) реакции организма на изменившиеся условия существования. Различные люди с разной скоростью и полнотой адаптируются к одним и тем же условиям среды. Скорость и полнота адаптации обусловлена состоянием здоровья, эмоциональной устойчивостью, физической тренированностью, типологическими особенностями, полом, возрастом конкретного человека, т. е. каждый человек адаптируется по-разному. Норма адаптивной реакции – это пределы изменения системы под влиянием действующих на нее факторов среды, при которых не нарушаются структурно-функциональные связи со средой.

Индивидуальная адаптация человека – эта адаптация, которая возникает в организме конкретного индивидуума при изменениях, произошедших в окружающей среде. Индивидуальная адаптация направлена на поддержание **гомеостаза** организма человека. Индивидуальная адаптация не связана с генетическими изменениями и осуществляется на основании фенотипических реакций, возможных при данном конкретном генотипе.

Организм человека адаптирован к адекватным условиям среды, что является



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 455 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

результатом длительного эволюционного приспособления к данным условиям его предков, с одной стороны, и процесса **онтогенеза** (индивидуального развития данного организма) – с другой. Приспособление к периодическим колебаниям внешних условий, которые всегда наблюдаются в природе и являются привычными, осуществляется в основном с помощью готовых адаптивных механизмов. При неадекватных условиях окружающей среды процессы адаптации в организме человека тоже возникают и развиваются. Однако к одним особенностям среды адаптация может осуществляться в полной мере, а к другим нет. При невозможности адаптации обстановка заставляет человека искать более подходящую среду, и возникают процессы миграции и ремиграции. Длительное пребывание в экстремальных условиях при отсутствии адаптации ведет к болезням.

Адаптационная реакция организма в ответ на воздействие неблагоприятных факторов включается почти мгновенно. В развитии большинства фенотипических адаптивных реакций прослеживаются два этапа: *срочный (начальный) этап* – несовершенная адаптация и *долговременный* – совершенная адаптация.

Для перехода от срочной адаптации к долговременной в организме должны происходить функциональные перестройки, затрагивающие системы органов, отвечающих за данную адаптацию. При таком переходе либо должны образовываться новые функциональные структуры, либо необходимо существенное увеличение мощности уже имеющихся систем. При этом происходит активация синтеза нуклеиновых кислот и белков в клетках органов и систем органов, отвечающих за данные адаптационные изменения. Таким образом, переход от срочной к долговременной адаптации осуществляется при непосредственном участии генетического аппарата клетки. Вначале наблюдается увеличение скорости синтеза информационных РНК (транскрипции) в клетках органов, ответственных за адаптацию. Эта активация транскрипции происходит под действием механизмов срочной адаптации, то есть под действием определенных нервных и гуморальных механизмов. Синтезированные матричные РНК поступают на рибосомы в процессе трансляции, в результате повышается син-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 456 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

тез белков, необходимых для процесса адаптации.

В реальных условиях существуют так называемые безвыходные ситуации, когда формирование в организме **функциональной системы**, адекватной среде, невозможно, в этом случае **адаптация** не реализуется. В этой ситуации нарушения **гомеостаза**, вызывающие стресс, сохраняются долго. В результате могут возникать самые различные повреждения, относящиеся к так называемым *стрессовым заболеваниям* (поражения слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта, гипертоническая болезнь, атеросклероз, нарушение структуры и функции **сердца**, иммунодефицитные состояния).

Чрезмерная по своей напряженности адаптация к определенному фактору имеет, как минимум, две опасности. Первая – функциональное истощение системы, отвечающей за адаптацию, вторая – снижение структурного и функционального резерва других систем, которые непосредственно не участвуют в процессе адаптации. Так, у зимовщиков, длительно находящихся на полярных станциях, нередко выявляются признаки утомления и даже истощения нервной системы – ухудшение памяти, снижение надежности работы, увеличение продолжительности скрытого периода двигательной реакции.

Организм может одновременно приспосабливаться ко многим внешним факторам, разграничивая соответствующие специализированные реакции во времени. Однако адаптационные возможности организма не безграничны. Поэтому важной предпосылкой возникновения новых долговременных адаптаций является частичное или полное устранение ранее сложившихся адаптаций – дезадаптация – после прекращения действия фактора. Исключение фактора приводит к постепенному исчезновению долговременной адаптации, в основе чего лежит прекращение адаптационного биосинтеза белков. Процесс дезадаптации протекает медленнее, чем **адаптация**.

При многократном повторении этапов адаптации и дезадаптации (к одним и тем же факторам среды) может наступить так называемая *стадия изнашивания* (или *локального старения*). На этой стадии, а также при очень сильной и дли-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 457 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

тельной нагрузке, способность клеточных систем к биосинтезу белка может быть исчерпана. В результате в клетках, ответственных за обеспечения адаптации, снижается синтез РНК и белков, вследствие чего может происходить гибель некоторых клеток и замещение их соединительной тканью (развитие органного или системного склероза и явления функциональной недостаточности). Таким образом, на стадии изнашивания происходит превращение адаптационной реакции в патологию, а адаптации – в болезнь.

Соответственно, выделяют *физиологическую* и *патологическую дезадаптацию*. Физиологическая дезадаптация – это процесс исчезновения адаптации с возвратом к норме, соответствующей исходному состоянию, при снятии неадекватного фактора, вызвавшего адаптацию. Патологическая дезадаптация – это процесс исчезновения адаптации, ведущий к необычному снижению массы и нарушению функций органов, обеспечивающих данную адаптацию. Патологическая дезадаптация является предпосылкой многих заболеваний.

Предпосылкой болезни может быть не только патологическая дезадаптация, но и физиологическая, например, в том случае, когда человек, в течение всей жизни адаптировавшийся к определенному фактору (или комплексу факторов), на позднем этапе онтогенеза меняет условия жизни, возвращаясь к первоначальным условиям существования. В этом случае неспособность к адаптации объясняется особенностью процессов, происходящих в клетках организма при его старении. Характерным примером является хроническая высотная болезнь у пожилых горцев, когда они после многих лет пребывания на равнине возвращаются в высокогорную местность.

Несмотря на отмеченные выше случаи перехода адаптационных реакций в болезнь, организму человека удастся успешно приспособиться к большинству реальных ситуаций. Один из вариантов приспособления к безвыходной или особо тяжелой ситуации осуществляется за счет системы поведенческих реакций, ведущих к избеганию лимитирующего фактора. Другой вариант основан на особенностях самой стрессовой реакции. Дело в том, что стресс в безвыходной ситуации со временем



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 458 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

угасает, так как организм обладает многообразными системами, ограничивающими стрессовые реакции и предупреждающими возникновение стрессовых повреждений.

В каждой популяции людей можно выделить разнообразные конституциональные типы, отличающиеся друг от друга особенностями адаптации к новым условиям. Особенно отчетливо отличаются друг от друга типы «стайер» и «спринтер». Организм стайера довольно слабо приспособлен к выдерживанию мощных кратковременных нагрузок, однако после относительно короткой перестройки он способен переносить длительное равномерное воздействие экологических факторов в неадекватных условиях.

Тип «спринтер» может осуществлять мощные физиологические реакции в ответ на сильные, но непродолжительные воздействия экстремальных экологических условий. Длительное действие неблагоприятных факторов даже относительно небольшой интенсивности переносятся спринтерами плохо. Наряду с этими крайними типами существует промежуточный вариант – «микст», характеризующийся средними адаптационными способностями. Спринтер оказывается более легко адаптирующимся в экстремальных экологических ситуациях в течение первого года после попадания в соответствующие условия. Особенности стайеров менее выигрышные в условиях акклиматизации, но по истечении указанного срока их состояние значительно улучшается. Именно стайеры составляют основную массу населения экстремальных зон обитания.

Знание конституциональных особенностей и адаптационных возможностей людей имеет большое значение для осуществления мероприятий по регулированию и улучшению систем жизнеобеспечения человеческих популяций в регионах с экстремальными экологическими условиями. Однако далеко не всегда удастся прогнозировать способность данного конкретного индивидуума адаптироваться к тем или иным экстремальным условиям среды. В связи с этим при организации труда и быта людей в экстремальных условиях основное внимание должно быть уделено преобразованию среды в интересах физических и социальных потребностей людей, а



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 459 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

не следует рассчитывать исключительно на адаптационные возможности человеческого организма.

3. Адаптации к стрессовым факторам. Стадии стресса

Канадский ученый Ганс Селье исследовал последовательность физиологических реакций организма на стрессовое воздействие и назвал ее общим адаптационным синдромом. Состояние организма в период воздействия вредных факторов он назвал *стрессом* (от англ. *stress* – напряжение), а факторы, вызывающие состояние стресса – *стрессорами*. Г. Селье выделил три стадии в развитии общего адаптационного синдрома: стадию тревоги, стадию резистентности (устойчивости), стадию истощения.

Стадия тревоги начинается с момента начала действия на организм сильного раздражителя – стрессора. Стрессор вызывает повышение активности гипоталамуса, которое может осуществляться разными способами. Во-первых, рефлекс-торным путем, т. к. многие стрессовые раздражители, воздействуя на экстерорецепторы и интерорецепторы, вызывают поток импульсов от них к **гипоталамусу**. Во-вторых, большинство стрессоров вызывают возбуждение **симпатического отдела** нервной системы и *усиление секреции адреналина* мозговым веществом надпочечников. Адреналин, поступая с кровью в гипоталамус, значительно усиливает его активность. В-третьих, активирование гипоталамуса может быть вызвано также гуморальным путем в результате непосредственного воздействия продуктов обмена веществ и распада тканей, которые могут появиться в крови под действием сильного стрессора. В-четвертых, повышение функции гипоталамуса может возникнуть в результате воздействия импульсов, поступающих из **коры больших полушарий** при психическом стрессе.

Повышение функциональной активности гипоталамуса приводит к увеличению выработки в нем кортиколиберина, который поступает в переднюю долю гипофиза и там способствует повышению образования адренокортикотропного гормона. АКТГ



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 460 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

с током крови поступает в кору надпочечников и вызывает усиление секреции *глюкокортикоидов*. Глюкокортикоиды обладают противовоспалительным и противоаллергическим действием, активируют синтез многих ферментов, повышают проницаемость клеточных мембран для воды и ионов, повышают возбудимость ЦНС.

Глюкокортикоиды оказывают сильное воздействие на обмен белков, жиров и углеводов. Они способствуют распаду белков до аминокислот, что увеличивает количество исходного «строительного» материала для синтеза других белков и ферментов, необходимых в условиях стресса. Кроме того, под действием глюкокортикоидов в печени происходит образование углеводов из остатков аминокислот. Глюкокортикоиды усиливают мобилизацию жира из жировых депо и использование его в процессах энергетического обмена. Под влиянием глюкокортикоидов увеличивается запасы гликогена в печени и концентрация глюкозы в крови. В результате такого многостороннего влияния глюкокортикоидов на обмен веществ улучшается энергетическое обеспечение физиологических функций и повышается устойчивость организма к стрессовым факторам.

Вторая стадия – *стадия резистентности* (устойчивости), характеризуется увеличением активности передней доли гипофиза и надпочечников, повышенной секрецией АКТГ и глюкокортикоидов. Увеличенное содержание глюкокортикоидов в крови повышает устойчивость организма к действию стрессора и общее состояние организма нормализуется, т. е. организм адаптируется к действию стрессора.

Однако всякое приспособление имеет свои границы. При длительном или слишком частом повторении воздействия сильного стрессора или при одновременном действии на организм нескольких стрессоров стадия резистентности переходит в третью стадию – *стадию истощения*. В эту стадию кора надпочечников не в состоянии вырабатывать еще большее количество глюкокортикоидов, названных Г. Селье адаптивными гормонами. Поэтому защитные силы организма и его сопротивление уже не могут полностью противостоять действию стрессоров. Состояние организма ухудшается, может наступить его заболевание и смерть.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 461 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Благоприятное воздействие на организм оказывают положительные эмоции. Они характеризуются снижением возбуждения симпато-адреналовой и гипофизарно-надпочечниковой систем, усилением биосинтеза опиатных пептидов и **гормонов** анаболического действия. Положительные эмоции снимают неблагоприятные последствия предшествующих отрицательных эмоций. Поэтому при воспитании детей необходимо обогащать их жизнь положительными эмоциями. Однако полное исключение отрицательных эмоций также нецелесообразно, т. к. это снижает способность организма к мобилизации сил.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие различают формы **адаптации**.
2. Как проявляется динамика функций организма при адаптации?
3. Когда происходит срочная адаптация организма?
4. Охарактеризуйте долговременную адаптацию организма.
5. Что такое «цена» адаптации?
6. Когда происходит физиологическая и патологическая дезадаптация?
7. Охарактеризуйте конституциональные типы «стайер» и «спринтер», отличающиеся друг от друга особенностями адаптации.
8. Что происходит в организме во время стадии тревоги общего адаптационного синдрома?
9. Какова роль глюкокортикоидов в обеспечении устойчивости к **стрессу**?
10. Что происходит в организме во время стадии резистентности и стадии истощения общего адаптационного синдрома?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 462 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 27. Физиологические особенности адаптации к физическим нагрузкам

План лекции

1. Механизмы адаптации к мышечной деятельности.
2. Физиологическая характеристика состояния организма при мышечной деятельности.
3. Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам различной интенсивности и продолжительности.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 12, 14, 17, 23].

1. Механизмы адаптации к мышечной деятельности

Адаптация к мышечной работе – это структурно-функциональная перестройка организма, позволяющая тренированному человеку выполнять физические нагрузки большей мощности и продолжительности, развивать более высокие мышечные усилия по сравнению с нетренированным индивидуумом.

Физиологические и биохимические механизмы адаптации к мышечной работе базируются на генетических и средовых (фенотипических) факторах.

Генетические (врожденные) факторы (тип телосложения, особенности обмена веществ, тип нервной системы, архитектура мышц: длина саркомера, соотношение быстрых и медленных волокон) составляют основу генотипической адаптации. Эти особенности необходимо учитывать при отборе для занятий отдельными видами спорта.

Систематические тренировки, относящиеся к факторам внешней среды, совершенствуют индивидуальные адаптационные механизмы, вызывая прирост их показателей. Такой вид адаптации называется фенотипической.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 463 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Адаптация биохимических механизмов организма человека к воздействию физических нагрузок подчиняется общебиологическим закономерностям и носит фазный характер. Во временном аспекте и по особенностям изменений в обмене веществ адаптацию делят на срочную и долговременную.

Под срочной адаптацией понимают ответную реакцию организма на однократную нагрузку, которая реализуется на основе уже готовых, т. е. ранее сформированных биохимических механизмов. С началом мышечной работы повышается тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы, увеличивается выброс в кровь стрессорных гормонов, повышается скорость кровотока и легочная вентиляция. Мышцы и другие органы получают больше кислорода и энергетических веществ. В обмене веществ начинают преобладать катаболические реакции, активирующие ресинтез АТФ. Мышцы получают больше энергии. В мышцах и в организме, в целом, повышается концентрация продуктов энергетического обмена (АДФ, креатина, пировиноградной, молочной кислот, CO_2 , аммиака, мочевины и др. веществ), изменяются кислотно-щелочной и водно-солевой баланс. В свою очередь, метаболиты вносят определенную коррекцию в регуляцию биохимических процессов, происходящих в различных тканях и органах. Организм готов к выполнению определенной мышечной работы.

Если подобного характера нагрузка не будет повторяться, изменения, возникшие во время ее выполнения и после окончания, исчезают полностью.

Долговременная адаптация предназначена для подготовки организма к выполнению последующих нагрузок и охватывает период в промежутках отдыха между тренировками. Она формирует в организме структурные и функциональные изменения, улучшающие реализацию механизмов срочной адаптации, готовит к выполнению последующих физических нагрузок в оптимальном режиме.

В тренировочном процессе срочная и долговременная адаптация взаимосвязаны и постепенно повышают работоспособность спортсмена.

Фазовому характеру процессов адаптации соответствуют три разновидности тре-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 464 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

нировочного эффекта: срочный, отставленный и кумулятивный.

Срочный тренировочный эффект отражает биохимические сдвиги в организме спортсмена во время работы и в период срочного восстановления. Во время работы усиливается мобилизация и эффективное использование энергетических веществ, активно накапливаются метаболиты, а период отдыха – повышается потребление кислорода, быстрее устраняется ацидоз, уменьшается время подготовки организма к биологическим синтезам.

Отставленный тренировочный эффект включает биохимические изменения в организме спортсмена в период отставленного восстановления и направлен, в основном, на суперкомпенсацию веществ, истраченных во время работы, на восстановление ферментных и гормональных систем.

Кумулятивный тренировочный эффект (накопительный) возникает в процессе длительных систематических тренировок и отражает прирост показателей срочного и отставленного эффектов. Выражается в приросте показателей работоспособности и улучшении спортивных достижений.

Основу формирования адаптационных сдвигов в процессе тренировки организма составляют следующие биологические закономерности:

- принцип сверхотягощения;
- обратимость **адаптации**;
- специфичность адаптации;
- последовательность биохимических изменений;
- цикличность адаптационных сдвигов.

Физиологические механизмы адаптации организма к мышечной деятельности заключаются в мобилизации и использовании функциональных резервов организма, в совершенствовании имеющихся физиологических механизмов регуляции. В их основе лежат нервно-гуморальные механизмы, включающиеся в деятельность и совершенствующиеся при работе двигательных единиц (мышц и мышечных групп).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 465 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

При адаптации спортсменов происходит усиление деятельности ряда функциональных систем за счет мобилизации и использования их резервов с целью выполнения поставленной задачи, т. е. конечного спортивного результата.

Срочная адаптация возникает непосредственно после начала действия раздражителя и может реализоваться на основе готовых, ранее сформировавшихся физиологических механизмов и программ. Отличительной чертой срочной адаптации является то, что деятельность организма протекает не в пределах его возможностей при почти полной мобилизации физиологических резервов, но далеко не всегда обеспечивает необходимый адаптационный эффект.

Долговременная **адаптация** возникает постепенно, в результате длительного или многократного действия на организм факторов среды. Принципиальной особенностью такой адаптации является то, что она возникает не на основе готовых физиологических механизмов, а на базе вновь сформированных программ регулирования. Долговременная адаптация, по существу, развивается на основе многократной реализации срочной адаптации и характеризуется тем, что в итоге постепенного количественного накопления каких-то изменений организм приобретает новое качество в определенном виде деятельности, в результате чего из неадаптированного превращается в адаптированный.

В конечном итоге обеспечивается осуществление организмом ранее недостижимых силы, скорости и выносливости при физических нагрузках, развитие устойчивости организма к значительной гипоксии, которая ранее была несовместима с активной жизнедеятельностью. Возрастает способность организма к работе при существенно измененных показателях гомеостаза, развитие устойчивости к холоду, теплу и другим неблагоприятным факторам.

Различают общие и специфические механизмы адаптации к мышечной деятельности. *Общие механизмы адаптации* – это изменения, возникающие в организме спортсмена при выполнении нагрузки любой интенсивности, продолжительности и направленности. К ним относятся: усиление обмена веществ, повышение температу-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 466 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ры тела, увеличение энергозатрат, активизация деятельности ЦНС, желез внутренней секреции, потовых желез, активизация деятельности кислородно-транспортной системы. При этом одновременно угнетается деятельность **желудочно-кишечного тракта** и **почек**.

Специфические механизмы адаптации связаны со спецификой выполняемой спортсменом нагрузки. Характер изменений в организме обусловлен интенсивностью, координационной сложностью и направленностью нагрузки на развитие определенных качеств. Например, к ним относится: гипертрофия миокарда, гипертрофия скелетных мышц (для развивающих выносливость); утолщение кости, ее бугристость, миофибриллярная гипертрофия (для силовых видов спорта); повышенная вестибулярная устойчивость, активизация зрительной сенсорной системы, расширение поля зрения (для игровых видов спорта, акробатики, гимнастики); устойчивость к сдвигу Ph крови (для спринтеров) и т. д.

2. Физиологическая характеристика состояния организма при мышечной деятельности

Занятия многими видами туризма, особенно пешеходным, лыжным, горным, на байдарках и каноэ, велосипедным и т. д., связаны с усиленной работой мышц и изменением многих функций организма: увеличением **легочной вентиляции**, потребления кислорода, частоты сердцебиений, **обмена веществ и энергии** и др. Различают предрабочее, рабочее и послерабочее (восстановительное) состояния организма, связанные между собой и переходящие одно в другое.

Предстартовое состояние. В предрабочем (предстартовом) состоянии, особенно в ожидании прохождения туристического маршрута в экстремальных условиях, возникают предстартовые реакции. По механизму возникновения они являются **условными рефлексам**и. Условными раздражителями являются обстановка, в которой осуществляется та или иная туристическая деятельность и различные раздра-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 467 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

жения, сигнализирующие о предстоящей мышечной нагрузке. Под влиянием этих раздражителей изменяется функциональное состояние организма. Уровень предстартовых изменений зависит от характера и значимости туристических мероприятий, индивидуальных особенностей квалификации, состояния здоровья туриста и др. Предстартовое изменение функций происходит за несколько минут, часов или даже дней до начала активной мышечной деятельности.

Различают три разновидности предстартовых реакций: состояние боевой готовности, предстартовая лихорадка и предстартовая апатия. В состоянии *боевой готовности* у туристов и спортсменов наблюдается умеренное эмоциональное возбуждение, оптимально повышается возбудимость и лабильность двигательного аппарата, усиливается деятельность органов дыхания и кровообращения. Турист правильно оценивает и распределяет свои силы, что обеспечивает успешное прохождение всего маршрута даже в экстремальных условиях.

Предстартовая лихорадка характеризуется резко выраженным преобладанием процессов возбуждения в центральной нервной системе. Физиологические сдвиги очень велики и турист теряет много сил еще до прохождения маршрута. Учащаются сердцебиения, повышаются газообмен и температура тела, могут нарушаться дифференцировка раздражителей и координация движений, допускаться тактические ошибки, что особенно отрицательно сказывается на туристах, находящихся в средне- и высокогорье.

Предстартовая апатия у туристов наблюдается довольно редко и обусловлена преобладанием тормозных процессов в центральной нервной системе. Нарушается равновесие нервных процессов, наступает состояние угнетения, психической подавленности, безразличия, притупляется чувство опасности, человек оказывается не готовым к борьбе с трудностями. Причиной стартовой апатии у туристов может быть сильное длительное возбуждение перед прохождением маршрута, переутомление, длительная мышечная нагрузка при очень низких температурах, в условиях недостатка кислорода и т. д.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 468 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Разминка. Одним из эффективных способов, регулирующих предстартовые реакции и устанавливающих оптимальные соотношения между возбуждающими и тормозными процессами в ЦНС, является разминка. Ее значение заключается в том, что она ускоряет процессы вработывания, обеспечивает быстрое вхождение организма в работу и повышает работоспособность.

Механизмы положительного влияния разминки на последующую интенсивную мышечную деятельность следующие. Во-первых, разминка повышает возбудимость сенсорных, моторных и вегетативных **нервных центров**, усиливает функционирование **эндокринных желез**. Во-вторых, разминка усиливает деятельность дыхательной и сердечно-сосудистой систем, что приводит к увеличению снабжения тканей кислородом и выполнению мышечной нагрузки в более комфортных условиях. В-третьих, разминка ускоряет наступление потоотделения, облегчая **теплоотдачу**. Это оказывает положительное влияние на **терморегуляцию**, так как предотвращает чрезмерное перегревание тела при последующей работе. В-четвертых, что особенно важно при осуществлении туристических мероприятий в условиях низких температур, разминка повышает температуру тела, и в первую очередь рабочих мышц. В результате снижается вязкость мышц, повышается скорость их сокращения и расслабления, снижается вязкость крови, увеличивается скорость проведения импульсов по нервным волокнам, а также возрастает активность ферментов и скорость метаболических процессов.

Продолжительность разминки колеблется от 3 до 30 минут и более. Ее характер, интенсивность и продолжительность зависят от индивидуальных особенностей туриста и вида предстоящей мышечной деятельности. Разминка не должна вызывать утомление. Благоприятное воздействие разминки заключается в сохранении непродолжительных следовых явлений, обеспечивающих повышение работоспособности. Оптимальный перерыв между окончанием разминки и началом основной работы должен составлять не более 15 минут, так как после 45-минутного перерыва положительный эффект разминки утрачивается.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 469 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Врабатывание. Постепенное повышение работоспособности в начальном периоде работы, приспособление организма к более высокому уровню функционирования называется вработыванием. Несомненно, что для адаптации функций к характеру и мощности работы необходимо некоторое время. Чем быстрее достигается полное вработывание, тем выше производительность труда. Продолжительность вработывания составляет от 2 до 10 минут и зависит от характера, мощности и темпа работы, а также от индивидуальных особенностей туриста и его функционального состояния в данный момент. Вработывание менее ярко проявляется при длительной работе умеренной мощности.

В процессе вработывания осуществляется: 1) уравнивание возбuditельно-тормозных нервных процессов, настройка нервных и нейрогуморальных механизмов управления движениями и другими процессами; 2) улучшение координации, точности и стереотипности движений; 3) достижение уровня функционирования вегетативных органов, достаточного для обеспечения данной мышечной деятельности.

Различные органы и системы организма усиливают свои функции неодновременно (гетерохронно). Вработывание двигательного аппарата, обладающего относительно высокой возбудимостью и лабильностью, протекает быстрее, чем вегетативных органов. Например, максимальная скорость бега достигается на 5–6 с, а частота сердцебиений становится наибольшей к концу первой минуты, возрастание **минутного объема крови, легочной вентиляции** – к концу 3–5-й минуты. Чем значительнее мощность, темп работы, тем быстрее происходит вработывание. Продолжительность периода вработывания укорачивается после правильно организованной разминки.

3. Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам различной интенсивности и продолжительности

Устойчивое состояние. После завершения периода вработывания при работе, продолжающейся не менее 4–6 минут, наступает период, который А. Хилл назвал



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 470 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

устойчивым состоянием. При устойчивом состоянии потребление кислорода, деятельность органов и систем устанавливается на относительно постоянном уровне.

Устойчивое состояние может быть истинным и кажущимся (ложным, условным). *Истинное устойчивое состояние* наблюдается при выполнении работы небольшой мощности. В условиях истинного устойчивого состояния потребность организма в кислороде (кислородный запрос) не превышает максимальные возможности в его обеспечении (кислородный потолок) дыхательной и кровеносной системами (рис. 91, А). Кислородный запрос организма удовлетворяется в процессе выполнения работы, за исключением периода вратывания.

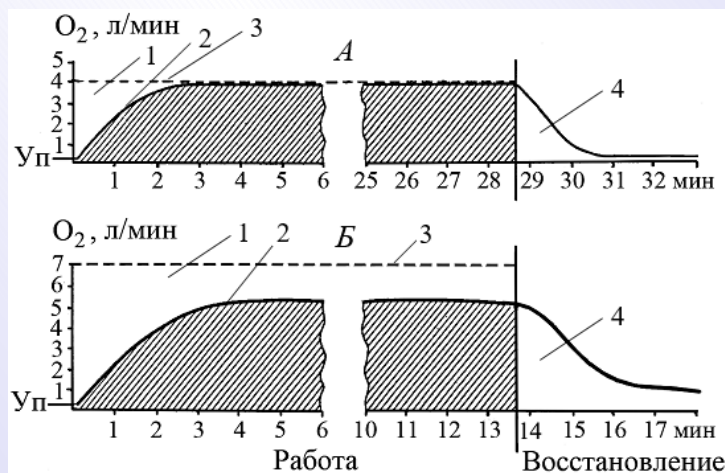


Рисунок 91 – Потребление кислорода (заштрихованная площадь) и кислородный долг при работе, характеризующейся истинным (А) и кажущимся (Б) устойчивым состоянием:

Уп – уровень потребления кислорода в покое; 1 – кислородный долг; 2 – кислородный потолок; 3 – кислородный запрос; 4 – погашение кислородного долга

В период вратывания кислородный запрос часто оказывается выше кислород-



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 471 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ного потолка и возникает так называемый кислородный долг. Однако этот долг небольшой и почти весь погашается в процессе работы.

При истинном устойчивом состоянии **легочная вентиляция, минутный объем крови, частота сердечных сокращений, артериальное давление** и другие показатели устанавливаются на относительно постоянном, как правило, ниже максимальных величин уровне, в соответствии с мощностью работы. В клетках и тканях преобладают окислительные процессы, что в совокупности с адекватным функционированием выделительной системы позволяет поддерживать кислотно-щелочное равновесие во внутренней среде. Истинное устойчивое состояние может продолжаться десятки минут, и даже часы. Поддержание его у одних людей обеспечивается главным образом за счет увеличения легочной вентиляции, у других – за счет более эффективного использования кислорода из вдыхаемого воздуха, у третьих – за счет усиления деятельности сердца (увеличения частоты сердечбиений, минутного объема крови и т. д.).

Кажущееся устойчивое состояние наступает после окончания периода вработывания при выполнении более интенсивной и мощной работы, особенно когда она выполняется в высокогорье в условиях недостатка кислорода (горный туризм). При кажущемся устойчивом состоянии выполнение работы требует большого напряжения физиологических систем организма, деятельность которых достигает своего максимума: частота **пульса** – 200 ударов в минуту, минутный объем крови – до 30 л в 1 минуту, систолическое артериальное давление – 200–240 мм рт. ст., легочная вентиляция – 120–150 л в 1 минуту.

При кажущемся устойчивом состоянии (**рис. 91, Б**) потребление кислорода достигает своего потолка (4–5 л в 1 минуту). Несмотря на это, оно ниже кислородного запроса (6–7 л в минуту). Поэтому с каждой минутой работы нарастает и накапливается кислородный долг (разница между кислородным запросом и кислородным потолком). Работа в условиях кислородной недостаточности осуществляется за счет усиления анаэробных процессов освобождения энергии в мышцах. В результате бескислородного расщепления глюкозы и гликогена в мышцах и крови накапливается



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 472 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

значительное количество недоокисленных и вредных продуктов обмена и в первую очередь молочной кислоты. Происходит значительный сдвиг pH в кислую сторону, что негативно отражается на состоянии нервных центров, мышечной и других систем организма. Поэтому работа в условиях кажущегося устойчивого состояния долго продолжаться не может (даже у высокотренированных спортсменов не более 20–30 минут) и человек вынужден снижать интенсивность мышечной работы или ее прекратить.

«Мертвая точка» и «второе дыхание». Через несколько минут после начала интенсивной и продолжительной работы у нетренированного человека, а иногда и у тренированного спортсмена, наступает резкое ухудшение физиологического состояния, называемое «мертвой точкой». При чрезмерно интенсивном начале работы вероятность появления этого состояния повышается.

В состоянии «мертвой точки» человек ощущает сильную одышку, усталость, чувство стеснения в груди, пульсацию сосудов головного мозга, головокружение, тяжесть в ногах, иногда боли в мышцах. У него возникает сильное, часто непреодолимое, желание прекратить работу. В «мертвой точке» у человека наблюдается частое и неглубокое дыхание, высокая частота сердцебиений, повышенное содержание CO_2 в крови и в альвеолах легких, значительное потоотделение, нарушение координации движений, снижение скорости выполнения работы. Возникновение состояния «мертвой точки» обусловлено несоответствием между интенсивной деятельностью рабочих мышц, потребностью их в кислороде и уровнем функционирования вегетативных систем организма, недостаточным для обеспечения работающих мышц. Сдвиг pH крови в кислую сторону отрицательно влияет на **нервные центры**, что усугубляет разлад в работе физиологических систем.

Время наступления, продолжительность и степень проявления «мертвой точки» зависят от многих факторов и в первую очередь от тренированности человека и мощности выполняемой работы. Обычно она возникает через 5–6 минут после начала работы. У хорошо тренированных людей «мертвая точка» может не наступить



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 473 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

или она появляется позже и переносится легче, чем у нетренированных. При резком включении в интенсивную мышечную деятельность «мертвая точка» возникает быстрее. Правильно проведенная разминка улучшает состояние организма во время «мертвой точки» и способствует более быстрому появлению «второго дыхания».

Облегчение физиологического и психоэмоционального состояния человека, наступающее после «мертвой точки», называют «*вторым дыханием*». Для преодоления «мертвой точки» и продолжения работы на том же уровне необходимы значительные волевые усилия. Субъективно наступление «второго дыхания» ощущается как внезапное облегчение, появление нормального глубокого дыхания. При этом частота **пульса** несколько снижается, кислотность крови уменьшается, а потоотделение увеличивается. Движения становятся более свободными и выполнение работы облегчается. При наступлении «второго дыхания» нервные центры адаптируются к повышенному содержанию кислых продуктов распада в **крови** и восстанавливаются нормальные соотношения между возбуждательными и тормозными процессами в ЦНС.

Утомление. Временное снижение работоспособности, ухудшение двигательных, вегетативных функций и их координации, наступающее в результате проделанной мышечной работы, называется утомлением. Субъективно утомление проявляется в ощущении усталости. В состоянии утомления человек не способен продолжать работу быстро и качественно или вынужден ее прекратить. Внешне мышечное утомление проявляется в нарушении координации и замедлении движений, снижении производительности работы, нарушением точности, согласованности, ритмичности движений, включении в работу дополнительных мышц, в одышке, чрезмерной потливости, покраснении кожных покровов и др.

В процессе развития утомления снижается возбудимость и лабильность мышц и нервов, сенсорных систем, падает активность ферментов, обеспечивающих нормальный обмен веществ. Функциональные изменения при развитии утомления проявляются тем раньше и сильнее, чем тяжелее работа и выше темп ее выполнения. Скорость наступления утомления у туриста зависит от вида туризма, условий окружа-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 474 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ющей среды, индивидуальных особенностей функционального состояния организма и степени тренированности. Особенно быстро утомление наступает в экстремальных условиях (высокогорье, полярных районах и т. д.).

Еще в XIX веке были предложены основные теории, объясняющие физиологические механизмы мышечного утомления. Так, согласно теории истощения утомление возникает вследствие израсходования энергетических ресурсов в мышцах; теории «задушения» – в результате нарастающего дефицита кислорода; теории «засорения» – вследствие накопления в мышцах продуктов распада энергетических веществ; теории «отравления» – в результате накопления мышечных ядов в мышцах при работе. Согласно современным представлениям утомление обусловлено не только изменениями в самом исполнительном аппарате – в работающих мышцах, но и в нервной системе, органах дыхания, сердце, железах внутренней секреции и т. д.

Биологическое значение утомления состоит в предохранении организма от перенапряжения и функционального истощения **нейронов** и **нервных центров**, в которых развивается охранительное торможение, вынуждающее прекратить работу. Утомление имеет временный характер и исчезает через определенное время благодаря отдыху.

После выполнения значительной физической нагрузки вследствие утомления наступает фаза пониженной работоспособности (рис. 92). Затем через какое-то время отдыха работоспособность не только восстанавливается до исходного уровня, но и продолжает нарастать, становясь выше исходного уровня.

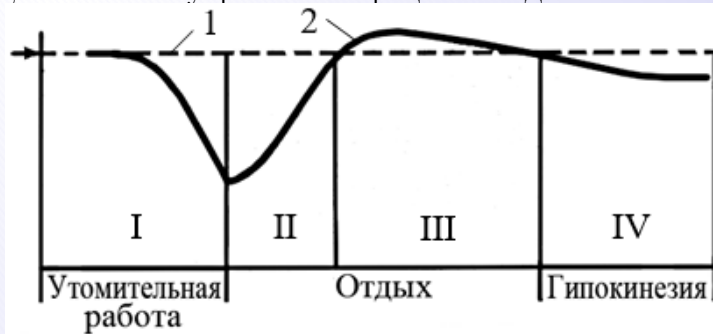


Рисунок 92 – Схема изменения работоспособности во время отдыха: I – фаза пониженной работоспособности; II – восстановление работоспособности; III – фаза повышенной работоспособности; IV – снижение работоспособности; 1 – исходный уровень работоспособности;

2 – кривая изменения работоспособности



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 475 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Это фаза повышенной работоспособности, которая через определенное время возвращается к уровню исходной работоспособности.

При очень продолжительном отдыхе и пониженной двигательной активности в организме возникают изменения, которые могут привести к снижению уровня работоспособности. Следовательно, на работоспособность человека может оказать неблагоприятное влияние как недостаточный, так и слишком длительный отдых.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключаются срочный, отставленный и кумулятивный тренировочные эффекты?
2. Охарактеризуйте общие и специфические механизмы **адаптации** к мышечной деятельности.
3. Укажите стадии адаптации и раскройте их физиологические основы.
4. В чем суть разновидностей предстартовых реакций?
5. Какое значение для организма имеет разминка?
6. Что достигается в процессе вработывания?
7. Что такое «мертвая точка» и «второе дыхание»?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 476 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 28. Резервные возможности организма человека

План лекции

1. Понятие о физиологических резервах организма.
2. Характеристика и классификация физиологических резервов.
3. Повышение и использование физиологических резервов организма в процессе занятий физической культурой и спортом.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 17, 21–23].

1. Понятие о физиологических резервах организма

Все резервные возможности организма часто разделяют на две группы:

1. *Социальные резервы* (психологические и спортивно-технические).
2. *Биологические резервы*.

Биологические резервы подразделяются на функциональные и структурные резервы. Под *функциональными* резервами организма подразумеваются его скрытые возможности, которые проявляются в период повышенной деятельности организма и связаны с изменениями в функции его органов и систем. Под *структурными* резервами понимаются изменения, возникающие в процессе тренировок (прочность костей и связочного аппарата, увеличение количества миофибрилл в клетках, изменение строения миофибрилл и мышечных волокон), которые, в свою очередь, оказывают существенное влияние на функциональные возможности организма человека.

В функциональных резервах выделяются резервы биохимические и резервы физиологические. Под *биохимическими* резервами понимаются скорость протекания и объем биохимических процессов, определяющие экономичность и интенсивность энергетического и пластического обменов и их регуляцию.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 477 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Резервы *физиологические* связаны с интенсивностью и длительностью работы органов и систем организма и их нейрогуморальной регуляцией, что находит свое отражение в повышении работоспособности организма.

Под физиологическими резервами человека понимаются выработанные в процессе эволюции возможности органов и систем органов так изменять интенсивность своих функций, а также взаимодействие между ними, что достигается некоторый оптимальный для данных условий уровень функционирования организма, уровень его работоспособности.

В качестве примера проявления физиологических резервов может служить то, что во время тяжелой физической нагрузки **минутный объем крови** у хорошо тренированного человека может достигать 40 л, т. е. увеличиваться в 8 раз. **Легочная вентиляция** при этом возрастает в 10 раз, обуславливая увеличение потребления кислорода и выделение углекислого газа в 15 раз и более. В этих условиях работа **сердца** человека, как показывают расчеты, возрастает в 10 раз.

С резервами биологическими тесно связаны *психические резервы*, которые, применительно к спортивной и туристской деятельности, могут быть охарактеризованы как способность проявлять чрезвычайные волевые усилия, преодолевать неприятные и даже болевые ощущения ради достижения осознанной цели, констатировать внимание на своей деятельности, избегать помех, готовность бороться за победу и не падать духом при поражениях. То есть психические резервы – это потенциальные способности психики человека, находящие свою реализацию в экстремальных условиях деятельности.

В процессе профессиональной деятельности человек никогда не работает на пределе своих возможностей. Обычная нагрузка работающего в нормальных условиях специалиста составляет лишь 30–50 % от максимальной нагрузки, которую он может выполнять, мобилизуя свои физиологические резервы. Мобилизация физиологических резервов связана с биологической значимостью реакций для организма.

Заметное увеличение самих резервных возможностей основано на согласованных



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 478 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

в интересах целостного организма реакциях отдельных органов и систем. Так, торможение деятельности пищеварительных желез и органов выделения при тяжелой мышечной работе или гипоксии играет положительную роль, сохраняя резервные силы организма для усиления функций дыхания и кровообращения, непосредственно обеспечивающих транспорт кислорода тканям организма. Мобилизация функциональных резервов идет по линии изменения интенсивности энергетических реакций, увеличения доли гормональных влияний, перестройки биохимических реакций, увеличения взаимодействия сопряженно функционирующих систем и т. д.

Во время туризма в экстремальных условиях диапазон физиологических резервов снижается, поэтому основная задача состоит в его повышении. Оно может достигаться закаливанием организма, общей и специально направленной физической тренировкой, использованием фармакологических средств и адаптогенов. При этом *тренировки восстанавливают и закрепляют физиологические резервы организма*, ведут к их расширению.

И.П. Павлов указывал, что израсходованные ресурсы организма восстанавливаются не только до исходного уровня, но и с некоторым избытком (феномен избыточной компенсации). Биологический смысл этого феномена огромен: повторные нагрузки, приводящие к суперкомпенсации, обеспечивают повышение рабочих возможностей организма. В этом и состоит главный эффект систематических тренировок. Под влиянием тренирующих воздействий спортсменов в процессе восстановления становится сильнее, быстрее и выносливее, т. е. в конечном итоге расширяются его физиологические резервы.

Физиологическим резервам организма принадлежит важная роль в приспособительных реакциях. Инертность **гомеостаза** при физиологической адаптации должна сочетаться со столь же целесообразной способностью организма к использованию физиологических резервов. Пределы адаптивных возможностей человека и уровень его работоспособности в значительной мере зависят от величины физиологических резервов организма. При оценке функционального состояния человека и его рабо-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 479 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

тоспособности в процессе профессиональной деятельности выявление физиологических резервов организма должно быть неизменным условием. Известно, что величина физиологических резервов органов и систем не остается постоянной, и возрастает по мере созревания организма и снижается при его старении.

Наличие хороших физиологических резервов позволяет человеку в ряде случаев переносить без отрицательных последствий и при сохранении высокой работоспособности воздействие таких величин экстремальных факторов, которые значительно превышают принятые предельно допустимые уровни или концентрации. Различные данные о пределах устойчивости здорового человека к необычным факторам, составляющим специфику занятий туризмом, в значительной степени объясняется различным диапазоном физиологических резервов у отдельных людей. При воздействии на организм многих неблагоприятных факторов обеспечение жизнедеятельности организма происходит благодаря реализации физиологических резервов организма.

2. Характеристика и классификация физиологических резервов

Физиологические резервы обеспечиваются определенными анатомо-физиологическими и функциональными особенностями строения и деятельности организма, а именно:

- наличием парных органов, обеспечивающих замещение нарушенных функций (**анализаторы, железы внутренней секреции, почки** и др.);
- значительным усилением деятельности сердца, увеличением общей интенсивности кровотока, **легочной вентиляции** и усилением деятельности других органов и систем;
- высокой устойчивостью клеток и тканей организма к различным внешним воздействиям и внутренним изменениям условий их функционирования.

Физиологические резервы включаются не все сразу, а поочередно:

- *первая очередь резервов* реализуется при работе до 30 % от абсолютных возможностей организма и включает переход от состояния покоя к повседневной



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 480 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

деятельности. Механизм этого процесса – **условные** и безусловные рефлексы.

- *вторая очередь* включения осуществляется при напряженной деятельности, нередко в экстремальных условиях при работе от 30 % до 65 % от максимальных возможностей (тренировки, соревнования). При этом включение резервов происходит благодаря нейрогуморальным влияниям, а также волевым усилиям и эмоциям.
- *резервы третьей очереди* включаются обычно в борьбе за жизнь, часто после потери сознания, в агонии. Включение резервов этой очереди обеспечивается безусловно-рефлекторным путем и обратной гуморальной связью.

С физиологическими резервами организма связана физическая работоспособность человека. Мобилизации резервов за счет активизации физиологических функций способствует мышечная деятельность. При этом физиологические резервы используются последовательно в зависимости от требований и условий работы. Так, первая очередь резервов включается сразу при переходе организма от состояния относительного покоя к нетяжелой мышечной деятельности. Вторая очередь резервов используется во время выполнения работ, которые требуют очень больших физических усилий.

В повседневной жизни человек использует лишь около 35 % своих резервных возможностей. Если работа требует использования 50 % имеющихся резервов, то у работника развивается физическая и психическая усталость, а, следовательно, выполнение работы заставляет его прилагать больших волевых усилий. В случае использования 65 % резервов необходимы чрезвычайные волевые усилия, и такая напряженная работа быстро прекращается. В процессе производственной деятельности человек никогда не работает на пределе своих возможностей, то есть не использует максимально свои физиологические резервы. Обычные нагрузки работника в нормальных условиях производства составляет 30–45 % от максимальной нагрузки, которую человек может выполнить, мобилизуя свои физиологические резервы.

Физиологические резервы классифицируют:



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 481 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

- 1) по соответствующим уровням организма;
- 2) по физическим качествам;
- 3) по характеру (мощности, длительности) выполняемой мышечной работы;
- 4) по очередности мобилизации;
- 5) по степени специфичности и т. д.

Данная классификация убедительно показывает, что в процессе **адаптации** происходит расширение диапазона резервных возможностей организма и повышается способность к их мобилизации.

Различают следующие виды физиологических резервов: 1) энергетические, которые определяются запасом энергоресурсов, их утилизацией и восстановлением; 2) пластические – запас белковых структур, которые при истощении углеводов и жиров используются в качестве источника энергии; 3) функциональные, определяемые диапазоном изменения **функциональных систем**; 4) иммунные, обеспечиваемые запасом иммунных белков в **плазме крови**; 5) психические, обусловленные совершенством нейрогуморальных механизмов, скоростью обработки информации, психоэмоциональной устойчивостью.

Реализация физиологических резервов человека при выполнении работы происходит путем повышения эффективности обменных процессов в организме, усиление работы органов дыхания и сердечно-сосудистой системы, перераспределения крови к работающим органам, расширение механизмов **терморегуляции** и др. Значительным фактором и механизмом мобилизации физиологических резервов являются эмоции.

Максимально достижимое напряжение какой-то физиологической функции – понятие весьма условное. Ее величина изменяется в широких пределах в зависимости от индивидуальных особенностей человека, от конкретных условий работы органа, системы, организма в целом (нагрузка, темп работы и т. д.). Кроме того, физиологический резерв в значительной степени обусловлен фактором времени (продолжительностью работы), возрастными особенностями человека, сезонными и биологиче-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 482 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

скими ритмами. Все эти обстоятельства следует учитывать при оценке физиологических резервов организма.

Мерой физиологических резервов организма и его выносливости к физической нагрузке может служить величина, которая характеризует способность человека выполнять физическую нагрузку.

Для выявления диапазона физиологических резервов организма человека применяются интенсивные, кратковременные, строго дозированные физические и умственные нагрузки, так называемые функциональные пробы.

Оценка изменений исследуемых функций при функциональных пробах на различных этапах производственной и иной деятельности позволяет составить представление о физиологических резервах организма и их изменениях в процессе работы.

При снижении физиологических резервов организма под влиянием длительной и напряженной производственной работы, занятий спортом и туризмом период восстановления физиологических показателей при функциональной пробе может извращаться или затягиваться (больше 15 мин). При снижении физиологических резервов после дозированной физической нагрузки значительно увеличивается валовое и избыточное потребление кислорода. Одновременно заметно снижается работоспособность человека по прямым показателям эффективности работы.

При оценке функционального состояния человека и его работоспособности в процессе профессиональной деятельности выявление физиологических резервов организма должно быть неизменным условием.

3. Повышение и использование физиологических резервов организма в процессе занятий физической культурой и спортом

Известно, что постоянное нервно-психическое перенапряжение и хроническое умственное переутомление без физической разрядки вызывают тяжелые функциональные расстройства в организме, снижение работоспособности и наступление прежде-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 483 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

временной старости.

Установлено, что регулярные занятия физической культурой и спортом уменьшают в кровотоке количество холестерина, способствующего развитию атеросклероза. Одновременно происходит активизация антисвертывающей системы, препятствующей образованию тромбов в сосудах. За счет умеренного увеличения общего содержания в крови ионов калия и уменьшения ионов натрия нормализуется сократительная функция миокарда.

Возможности мобилизации физиологических резервов во время интенсивной физической работы очень велики. Установлено, например, что **минутный объем дыхания** по сравнению с покоем возрастает в 20–30 раз, пульс – с 60–70 до 220 и более ударов в 1 мин, а артериальное давление – с 120/80 до 200/40 мм рт. ст.

Под влиянием физических упражнений улучшается кровоснабжение мышечной ткани (в том числе и сердечной мышцы). Во время физической нагрузки на 1 мм поперечного сечения мышцы может открыться 2500 капилляров против 30–80 в состоянии покоя. Больше всего увеличение количества капилляров происходит в коре лобной доли. Одновременно регистрируется увеличение длины **капилляров** и увеличение плотности капиллярной сети. Это показывает, что занятия спортом улучшают кислородное снабжение нервных клеток головного мозга, что в свою очередь, способствует повышению не только физической, но и умственной работоспособности.

Это совпадает и с утверждением Аристотеля относительно того, что мысль становится живее, когда тело разогрето прогулкой. Свои уроки он проводил, как известно, прогуливаясь вместе с учениками. И наоборот, недостаток мышечных движений ослабляет не только наши мышцы, но и наш мозг, делает его уязвимым к различным повреждающим факторам.

Равномерная двигательная нагрузка в виде бега укрепляет иммунную систему за счет активизации, обновления, и увеличения состава белых кровяных телец. Бег необходим для организма. **Сердце**, желудок, кишечник, печень, **почки** и другие органы нашего тела в течение миллионов лет формировались в условиях постоянных



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 484 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

движений. При ограничении движений функции этих органов нарушаются. Говоря словами Горация, если не бегаешь, пока здоров, будешь бегать, когда заболеешь.

Практически здоровый человек должен посвящать бегу ежедневно минимум 15–20 минут, пробегая за это время в общей сложности 3–4 км.

При скоростном беге частота сердечных сокращений может достигать 200–210 ударов в минуту. Зато под влиянием систематических занятий бегом работа сердца в покое становится почти в 2 раза экономичней, чем у нетренированных людей. У опытных бегунов она сокращается до 35–40 ударов в минуту.

Выполнение физических упражнений положительно влияет на весь двигательный аппарат, препятствуя развитию дегенеративных изменений, связанных с возрастом и гиподинамией. Повышается минерализация костной ткани и содержание кальция в организме, что препятствует развитию остеопороза (дистрофия костной ткани с перестройкой ее структуры и разрежением). Увеличивается приток лимфы к суставным хрящам и межпозвонковым дискам, что является лучшим средством профилактики артроза и остехондроза (дегенерация суставных хрящей).

Занятия физической культурой и спортом воздействуют на все группы мышц, суставы, связки, которые делаются крепкими, увеличиваются объем мышц, их эластичность, сила и скорость сокращения. Усиленная мышечная деятельность вынуждает работать с дополнительной нагрузкой сердце, легкие и другие органы и системы нашего организма, тем самым повышая функциональные возможности человека, его сопротивляемость неблагоприятным воздействиям внешней среды. Регулярные занятия физическими упражнениями в первую очередь воздействуют на опорно-двигательный аппарат, мышцы. При выполнении физических упражнений в мышцах образуется тепло, на что организм отвечает усиленным потоотделением с целью повышения теплоотдачи путем испарения.

Во время физических нагрузок усиливается кровоток: **кровь** приносит к мышцам кислород и питательные вещества, которые в процессе жизнедеятельности распадаются, выделяя энергию. При движениях в мышцах дополнительно открываются



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 485 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

резервные **капилляры**, количество циркулирующей крови значительно возрастает, что вызывает улучшение **обмена веществ**.

Систематическое воздействие адекватной физической нагрузки на организм человека приводит к структурно-функциональной перестройке, характеризующейся появлением ряда психических и физиологических эффектов. Среди них формирование определенных личностных качеств, зависящих от особенностей функционирования ЦНС; экономизация физиологических функций в покое и при дозированных воздействиях; расширение физиологических резервов и др.

Ярким проявлением морфофункциональной перестройки в организме под влиянием систематических занятий физическими упражнениями является расширение резервов физиологических функций. У лиц физически тренированных увеличены по сравнению с нетренированными ЖЕЛ, артериовенозная разница по кислороду, **ударный объем сердца** и т. п. Особенно ярко эти различия проявляются при исследовании показателей функций на высоком уровне физической нагрузки. Эти закономерности относятся и к системе гормональной регуляции.

Высокая функциональная способность нейрогуморальных механизмов регуляции, расширение резервов физиологических функций при систематической, адекватной состоянию физической нагрузке лежат в основе замедления процессов обратного развития (инволютивных возрастных процессов). При этом стимулируются процессы витаукта – адаптационные механизмы, активно противодействующие инволютивным процессам и замедляющие процессы старения.

Тренированный организм более устойчив к неблагоприятным условиям внешней среды: охлаждению, перенагреванию, колебаниям атмосферного давления, инфекциям. Повышенная устойчивость к инфекциям связана с ростом клеточного **иммунитета**: в большом количестве вырабатываются специальные клетки крови – макрофаги, которые уничтожают возбудителей многих болезней. Иммунная система защищает организм не только от инфекций: она атакует и уничтожает любые чужеродные клетки, в том числе опухолевые. Поэтому наличие мощных иммунных систем



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 486 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

означает снижение опасности онкологических заболеваний.

Все эти данные свидетельствуют о неопенимом положительном влиянии занятий физических упражнений на организм человека. Систематические занятия физической культурой и спортом укрепляют нервную, дыхательную, сердечно-сосудистую системы. Их работа становится более экономичной. Предотвращается заболевание многими болезнями, укрепляется здоровье, повышается общая работоспособность, воспитывается ряд очень важных волевых качеств: инициативность, решительность, смелость, настойчивость и другие. При этом очень важно учитывать состояние здоровья человека и его уровень физической подготовки при повышении и использовании физиологических резервов организма.

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимают под структурными и функциональными резервами организма?
2. В чем проявляются резервные возможности организма, и какие резервы они включают?
3. Какими особенностями строения и деятельности организма обеспечиваются **физиологические резервы** организма?
4. По каким признакам классифицируют физиологические резервы?
5. Какие различают виды физиологических резервов?
6. Как повышаются физиологические резервы организма в процессе занятий физической культурой?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 487 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 29. Физическая активность как средство укрепления здоровья и повышения уровня физической работоспособности

План лекции

1. **Гипокинезия и гиподинамия.**
2. **Физическая активность как средство профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.**
3. **Выбор физических нагрузок для укрепления здоровья.**

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 17, 21–23].

1. Гипокинезия и гиподинамия

Гипокинезия – это вынужденное уменьшение объема, амплитуды или скорости автоматических и произвольных движений, пониженная двигательная активность. Она может быть связана с физиологической незрелостью организма, с особыми условиями работы в ограниченном пространстве, с некоторыми заболеваниями и др. причинами. В некоторых случаях (гипсовая повязка, постельный режим) может быть полное отсутствие движений или *акинезия*, которая переносится организмом еще тяжелее.

Внедрение научно-технического прогресса в производство привело к перераспределению нагрузки с крупных мышечных групп на мелкие мышцы плеча и предплечья и явилось причиной снижения общей двигательной активности на производстве – профессиональной гипокинезии. Возникли профессиональные группы, выполняющие работу в малоподвижной рабочей позе. Исследования физического состояния людей «малоподвижных» профессий показало, что физическая работоспособность у них значительно снижена по сравнению с людьми, занимающимися физической культурой и спортом.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 488 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Существует близкое к гипокинезии понятие – *гиподинамия*. Это понижение мышечных усилий (мышечного напряжения), когда движения осуществляются, но при крайне малых нагрузках на мышечный аппарат. Обычно, гипокинезия и гиподинамия сопровождают друг друга и действуют совместно, поэтому нередко заменяются одним словом (наиболее часто употребляется понятие «гиподинамия»). Длительная гипокинезия всегда приводит к гиподинамии, при которой наблюдается совокупность отрицательных морфофункциональных изменений в организме. В обоих случаях скелетные мышцы нагружены совершенно недостаточно. Возникает огромный дефицит биологической потребности в движениях, что резко снижает функциональное состояние и работоспособность организма.

Некоторые животные очень тяжело переносят отсутствие движений. Например, при содержании крыс в течение 1 месяца в условиях акинезии выживает лишь 60 % животных, а в условиях гипокинезии – 80 %. Цыплята, выращенные в условиях обездвижения в тесных клетках и выпущенные затем на волю, погибали при малейшей пробежке по двору.

Тяжело переносится снижение двигательной активности человеком. Обследование моряков-подводников показало, что после 1,5 месяцев пребывания в море сила мышц туловища и конечностей уменьшалась на 20–40 % от исходной, а после 4 месяцев плавания – на 40–50 %. Наблюдались и другие нарушения.

Гипокинезия и гиподинамия являются одним из факторов риска патологических изменений в организме человека: болезней сердечно-сосудистой и дыхательной систем, ожирения, нарушений опорно-двигательного аппарата и др. Среди наиболее опасных последствий малой двигательной активности человека выделяют нарушения в *сердечно-сосудистой системе*. У лиц, работающих в условиях гипокинезии, отмечается увеличение **частоты сердечных сокращений** (ЧСС) в покое на 20 %, снижение сократительной функции сердечной мышцы и скорости ее расслабления, ухудшение регуляции сердечного ритма. Так как мышце **сердца** (миокарду) нет необходимости работать с большой нагрузкой, она ослабевает и даже постепенно уменьшается



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 489 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

в объеме. Адаптация сердца к мышечным нагрузкам происходит преимущественно за счет увеличения ЧСС при сравнительно малом увеличении систолического (выбрасываемого при каждом сокращении) объема крови.

В результате сократительная функция миокарда нарушается, и при самой незначительной нагрузке сердце уже не в состоянии в достаточной мере увеличить **систолический объем крови**, а начинает чаще сокращаться, затрачивая больше энергии, и, стало быть, сердечная мышца работает малоэффективно и неэкономично. Уменьшаются размеры сердца, снижается сила сердечной мышцы, ухудшается состояние сосудов сердца.

Также ухудшается состояние кровеносных сосудов во всем организме и особенно в мышцах вследствие отсутствия для них достаточных нагрузок. Спавшиеся в состоянии покоя мелкие сосуды у малоподвижного человека находятся закрытыми почти все время, что ведет к уменьшению их числа. Уменьшение числа резервных сосудов снижает общие резервы организма.

Установлено, что у людей, мало двигающихся, в 2–3 раза чаще возникает ишемическая болезнь сердца, они в 3–4 раза чаще умирают от первого приступа стенокардии, чаще страдают заболеваниями сосудов нижних конечностей (варикозное расширение вен, тромбофлебит и др.). Гипертоническая болезнь также встречается чаще у людей, труд которых связан с длительным эмоциональным напряжением при малой физической активности. В настоящее время каждый четвертый житель развитых стран страдает гипертонической болезнью.

Гипокинезия и гиподинамия отрицательно влияют на *дыхательную систему*. Снижается сила дыхательных мышц и функциональное состояние аппарата дыхания. В легких развиваются застойные явления, являющиеся предпосылкой для развития воспалительных заболеваний. В тяжелых случаях может развиваться легочная недостаточность, при этом даже незначительные мышечные усилия вызывают приступы сильной одышки. Уменьшается **жизненная емкость легких** и **легочная вентиляция**, интенсивность газообмена.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 490 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

При гипокинезии и гиподинамией значительно снижаются энерготраты организма, как следствие, снижается скорость **обмена веществ**, и *увеличивается масса тела* за счет жирового компонента. Прежде всего, нарушается энергетический обмен, то есть процесс окисления углеводов, жиров и белков. Из-за нарушения обмена жиров в крови повышается содержание липопротеидов и холестерина, что неизбежно ускоряет развитие атеросклероза сосудов мозга, сердца и других органов.

Особенно опасен малоподвижный образ жизни в сочетании с избыточным питанием, что в конечном итоге приводит к *ожирению*. Жир откладывается не только в подкожной клетчатке, но и в брюшной полости, в мышцах, в том числе и в миокарде, и в околосердечной сумке. Его отложение в тканях резко ухудшает кровоснабжение органов, клетки недополучают необходимое им количество кислорода, и работоспособность человека снижается.

Ожирение способствует развитию артериальной гипертонии, сахарного диабета, желчнокаменной болезни. У тучных людей инфаркт миокарда возникает в 4 раза чаще, чем у тех, кто имеет нормальную массу тела. Продолжительность жизни больных ожирением укорачивается на 7–10 лет, а смертность после 40 лет возрастает в 2 раза.

Уменьшение нагрузки на *опорно-двигательный аппарат* и ухудшение питания костной ткани при гиподинамией приводит к выходу в кровь из костей кальция, что нарушает их прочность. В итоге кости становятся рыхлыми и подверженными деформации под влиянием нагрузок, например, при переносе тяжестей.

Возникает *дефицит кальция* и в тканях зубов, что приводит к развитию кариеса и пародонтоза. А поскольку в крови содержание кальция повышается, он откладывается на стенках сосудов, и они становятся хрупкими, ломкими. Нарушение кальциевого обмена служит предпосылкой к образованию камней в **почках**.

Сидячий образ жизни приводит к тому, что *хрящи* тела постепенно становятся менее эластичными, теряют гибкость. Это может повлечь снижение амплитуды дыхательных движений и потерю гибкости тела.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 491 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Особенно сильно от гипокинезии и гиподинамии страдают *суставы*. При недостаточной подвижности связки, укрепляющие сустав, теряют эластичность. В полость сустава при движении выделяется недостаточное количество суставной жидкости, играющей роль смазки. Все это затрудняет работу сустава.

Недостаточная нагрузка ухудшает кровообращение в суставе. В результате питание костной ткани нарушается, формирование суставного хряща, покрывающего головку и суставную впадину сочленяющихся костей, да и самой кости идет неправильно, что приводит к различным заболеваниям. Кроме того, нарушение кровообращения может привести к неравномерному росту костной ткани, вследствие чего возникает разрыхление одних участков и уплотнение других. Форма костей в результате этого может стать неправильной, а сустав потерять подвижность.

В мышечных клетках развиваются дегенеративно-дистрофические изменения (процессы вырождения вследствие нарушения обмена веществ), уменьшается мышечная масса. При этом между мышечными волокнами могут появляться прослойки жировой ткани. *Снижается тонус мышц*, что ведет к нарушению осанки. Нарушение осанки, в свою очередь, приводит к смещению внутренних органов. Внешне падение мышечного тонуса проявляется в виде дряблости мышц. Снижаются сила мышц и координация движений, ухудшается мышечная чувствительность. Человек существенно хуже может управлять своими движениями.

Наиболее устойчивы к развитию гиподинамических признаков мышцы, противодействующие гравитации (мышцы шеи, спины). Мышцы живота атрофируются сравнительно быстро, что неблагоприятно сказывается на функции органов кровообращения, дыхания, пищеварения.

Гиподинамия вызывает существенные изменения в деятельности *центральной нервной системы*. Доказано, что от активно работающих мышц в головной мозг поступают тонизирующие импульсы, и таким образом осуществляется постоянная стимуляция деятельности коры головного мозга, подкорковых образований, **ретикулярной формации**. Уменьшается работоспособность головного мозга, в том чис-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 492 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ле снижаются высшие психические функции (мышление, память, внимание и др.). Резко повышается утомляемость, раздражительность, ухудшается память, затрудняется логическое мышление, нарушается сон, что способствует развитию *эмоциональных стрессов*.

Наблюдается снижение функций *желез внутренней секреции*, в том числе уменьшается выброс адреналина – гормона, помогающего успешно преодолевать стрессовые состояния. У малоподвижного человека повышается потребность в стимуляции синтеза адреналина искусственными способами с помощью курения табака, приема алкоголя и др.

Таким образом, в настоящее время точно установлено, что уменьшение объема мышечной деятельности способствует старению организма, росту сердечно-сосудистых заболеваний, возникновению расстройств опорно-двигательного аппарата, пищеварения, снижает устойчивость организма к болезнетворным агентам и т. д. Ученые полагают, что в основе всего этого лежит ухудшение внутренней регуляции, осуществляемой эндокринной, центральной и вегетативной нервной системами. Снижается уровень жизнедеятельности организма как биологической системы, и он переходит на более низкий уровень функционирования. Особенно неблагоприятно сочетание гипокинезии и гиподинамии с чрезмерными нервно-психическими нагрузками, т. к. это чаще всего приводит к нарушению кровообращения в сердце и мозге.

2. Физическая активность как средство профилактики сердечно-сосудистых заболеваний

Сердце, адаптированное к физической нагрузке, обладает высокой сократительной способностью. Одновременно оно сохраняет высокую способность к расслаблению в диастоле при высокой частоте сокращений, что обусловлено улучшением процессов регуляции обмена в миокарде и соответствующим увеличением его массы, так называемой гипертрофией сердца.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 493 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Гипертрофия – это нормальные морфологические изменения сердечной мышцы, обусловленные усиленной сократительной деятельностью (гиперфункцией) сердца. Если плотность капиллярного русла на единицу массы сердца при этом повышается или сохраняется на уровне, свойственном нормальному миокарду, гипертрофия происходит в обычных физиологических рамках. Сердечная мышца не испытывает недостатка в кислороде при напряженной работе. Более того, функциональная нагрузка на единицу сердечной массы падает. Следовательно, и тяжелая физическая нагрузка будет переноситься сердцем с меньшим функциональным напряжением.

В нормально развитом сердце в состоянии покоя в 1 мм³ мышечной массы раскрыты 2300 **капилляров**. При мышечной работе раскрываются дополнительно еще около 2000 капилляров. Долговременная адаптация обеспечивается усилением биосинтетических процессов в сердечной мышце и увеличением ее массы. При периодических физических нагрузках адаптация сердца растягивается во времени, периоды отдыха от нагрузок приводят к сбалансированному увеличению структурных элементов сердца. Масса сердца увеличивается в пределах 20–40 %. Капиллярная сеть растет пропорционально увеличивающейся массе. Тренированное, умеренно гипертрофированное сердце в условиях относительного физиологического покоя имеет пониженный обмен веществ, умеренную брадикардию, сниженный **минутный объем**. Оно работает на 15–20 % экономичнее, чем нетренированное. При систематической мышечной работе в миокарде тренированного сердца энергетические продукты расходуются более экономно.

Увеличение **ЧСС** и сократительной способности сердца – естественные адаптивные реакции на нагрузку. В нетренированном сердце взрослого человека резервы повышения ударного объема крови исчерпываются уже при ЧСС 120–130 уд/мин. Дальнейший рост минутного объема происходит только за счет ЧСС. По мере роста тренированности расширяется диапазон ЧСС, в пределах которого ударный объем крови продолжает увеличиваться.

Состояние сердечно-сосудистой системы является важным показателем здоровья



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 494 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

человека. Высокая физическая активность благотворно отражается на функционировании кардио-респираторной системы. Установлено, что механизмы, способствующие укреплению и совершенствованию сердечно-сосудистой системы, стабилизируются и развиваются при частом сердечном ритме (110–140 уд/мин.), обусловленном физической работой.

Деятельность скелетных мышц способствует расширению коронарных артерий, питающих мышцу сердца. В условиях физической нагрузки коронарный кровоток возрастает, увеличивается использование кислорода миокардом. Кардиологи считают двигательную активность важным средством профилактики коронарной недостаточности и *инфаркта миокарда*. Она же способствует развитию дополнительного кровообращения в сердечной мышце, что особенно важно для больных *ишемической болезнью* сердца. Даже непродолжительные 20–25-минутные, но систематически выполняемые по совету врача упражнения приводят к улучшению общего состояния у людей, страдающих гипертонической болезнью и ишемической болезнью сердца.

Важным качеством сердечно-сосудистой системы является выносливость. Средством, развивающим выносливость сердца, признаны *ходьба* и *оздоровительный бег*. Эти виды физической активности обладают способностью увеличивать максимальное потребление кислорода, что, безусловно, свидетельствует об улучшении функционального состояния кардиореспираторной системы.

Кроме ходьбы и оздоровительного бега в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний, и гипертонической болезни в частности, применяются разнообразные формы *лечебной физкультуры*: утренняя гигиеническая гимнастика, лечебная гимнастика, дозированные пешеходные прогулки, спортивные упражнения, спортивные игры.

Лечебная физкультура при гипертонической болезни необходима, прежде всего, для устранения последствий гиподинамии, улучшения функций аппарата кровообращения. Влияние лечебной физкультуры на организм осуществляется рефлекторным путем, чем обеспечивается повышение функциональной способности сердечно-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 495 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

сосудистой и нервной системы. При гипертонической болезни под влиянием занятий лечебной физкультурой уравниваются процессы возбуждения и торможения в коре головного мозга, устраняются невротические проявления, улучшается тонус сосудов и наступают благоприятные сдвиги в обмене веществ.

Заканчивать оздоровительные физические упражнения следует постепенно. Опасным для здоровья будет немедленная остановка человека после выполнения мышечной нагрузки. Поскольку кровоток замедляется быстрее, чем сердечные сокращения, то поступление крови в сосуды сердца на некоторое время ослабевает, что может провоцировать развитие ишемической болезни сердца. Поэтому темп движений замедляют плавно, с тем, чтобы артериальное давление и кровоток в сердце снижались плавно и постепенно.

3. Выбор физических нагрузок для укрепления здоровья

При выборе физических нагрузок для укрепления здоровья необходимо учитывать исходный уровень двигательной активности и физической подготовленности конкретного человека, состояние его здоровья и цели, которые планируется достигнуть в результате оздоровления. По степени влияния на организм все виды оздоровительных физических нагрузок в зависимости от структуры движений разделяют на две большие группы: упражнения ациклического и циклического характера.

Ациклические упражнения оказывают преимущественное влияние на функции опорно-двигательного аппарата, в результате чего повышаются сила мышц, быстрота реакции, гибкость и подвижность в суставах, лабильность нервно-мышечного аппарата. К видам с преимущественным использованием ациклических упражнений можно отнести гигиеническую и производственную гимнастику, гимнастику в воде, спортивные игры, прыжки, метания, занятия в группах здоровья и общей физической подготовки, занятия на тренажерах и т. д.

Утренняя гигиеническая гимнастика способствует более быстрому приведению



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 496 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

организма в рабочее состояние после пробуждения, поддержанию высокого уровня работоспособности в течение трудового дня, совершенствованию координации нервно-мышечного аппарата, деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Во время утренней гимнастики и последующих водных процедур активизируется деятельность кожных и мышечных рецепторов, вестибулярного аппарата, повышается возбудимость ЦНС, ускоряются процессы **обмена веществ** в тканях, что способствует улучшению функций опорно-двигательного аппарата и внутренних органов. Утренняя гигиеническая гимнастика включает в себя комплекс разнообразных физических упражнений с предметами (гантели, мячи, эспандеры и др.) и без предметов.

Производственная гимнастика особенно необходима на производстве с сидячей монотонной работой (швейная фабрика, часовой завод, работа на компьютере), где загружены в основном мелкие мышцы рук. Такая гимнастика должна включать разминочные упражнения для больших групп мышц, несущих статическую нагрузку, а также упражнения на расслабление мышц, непосредственно выполняющих трудовые операции.

Гимнастика в воде сочетает физические упражнения и температурные воздействия воды, что существенно повышает теплоотдачу и обмен веществ, стимулирует кровообращение. Кроме того, вода действует как закалывающий фактор.

Спортивные игры развивают быстроту, ловкость, гибкость, координацию движений. Разнообразные повороты, прыжки, сгибания, разгибания и другие движения благотворно сказываются на суставно-связочном аппарате, положительно влияют на рост, осанку и физическое развитие занимающегося.

К *циклическим упражнениям* относят такие двигательные акты, в которых длительное время постоянно повторяется один и тот же законченный двигательный цикл. Для циклических упражнений, направленных на развитие общей выносливости, характерны важнейшие морфо-функциональные изменения систем кровообращения и дыхания: повышение сократительной и «насосной» функций **сердца**,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 497 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

улучшение утилизации миокардом кислорода и т. д. К циклическим упражнениям относятся ходьба, бег, ходьба на лыжах, езда на велосипеде, плавание, гребля. Большинство двигательных актов при занятии туризмом также представляют собой циклические упражнения. Различия отдельных видов таких упражнений, связанные с особенностями структуры двигательного акта и техникой его выполнения, не имеют принципиального значения для достижения профилактического и оздоровительного эффекта.

Для укрепления здоровья широко используется *оздоровительная (ускоренная) ходьба*. При соответствующей скорости (до 6,5 км/ч) ее интенсивность может достигать зоны тренирующего режима (ЧСС 120–130 уд/мин). Ускоренная ходьба в качестве самостоятельного оздоровительного средства может быть рекомендована лишь при наличии противопоказаний к бегу, например, на ранних этапах реабилитации после перенесенного инфаркта. При отсутствии серьезных отклонений в состоянии здоровья она может использоваться в качестве первого (подготовительного) этапа тренировки на выносливость у начинающих спортсменов с низкими функциональными возможностями.

Разновидностью ходьбы является *терренкур*. В отличие от ходьбы, проводимой обычно на ровной местности, терренкур проходит на пересеченной местности в лесу, парке, в санаторно-курортной зоне и т. п. Терренкур полезен при ожирении, неврозах, заболеваниях кардиореспираторной и эндокринной систем.

По мере укрепления здоровья занятия оздоровительной ходьбой могут сменяться *оздоровительным бегом*. Оздоровительный бег является наиболее простым и доступным (в техническом отношении) видом циклических упражнений, а потому и самым массовым. Считается, что бег в качестве оздоровительного средства используют более 100 млн людей среднего и пожилого возраста нашей планеты.

Оздоровительный бег (в оптимальной дозировке) в сочетании с водными процедурами является лучшим средством борьбы с неврастенией и бессонницей. В результате снимается нервное напряжение, улучшается сон и самочувствие, повышается



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 498 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

работоспособность. Особенно полезен в этом отношении вечерний бег, который снижает отрицательные эмоции, накопленные за день, и «сжигает» избыток адреналина, выделяемого в результате **стрессов**. Таким образом, бег является лучшим природным успокаивающим средством, более действенным, чем лекарственные препараты.

В результате такого многообразного влияния бега на центральную нервную систему при регулярных многолетних занятиях изменяется и тип личности бегуна, его психический статус. Психологи считают, что любители оздоровительного бега становятся более общительными, контактными, доброжелательными, имеют более высокую самооценку и уверенность в своих силах и возможностях. Конфликтные ситуации у бегунов возникают значительно реже и воспринимаются намного спокойнее. Психологический стресс или вообще не развивается, или же вовремя нейтрализуется, что является лучшим средством профилактики инфаркта миокарда.

В результате более полноценного отдыха центральной нервной системы повышается не только физическая, но и умственная работоспособность, творческие возможности человека. Многие ученые отмечают повышение творческой активности и плодотворности научных исследований после начала занятий оздоровительным бегом даже в пожилом возрасте.

Ходьба на лыжах используется в северных регионах с соответствующими климатическими условиями и по своему оздоровительному воздействию не уступает бегу. Участие в работе практически всех основных мышечных групп способствует гармоничному развитию элементов опорно-двигательного аппарата. Этот вид циклических упражнений благоприятно влияет на нервную систему, так как выполняется на свежем воздухе. Отчетливо проявляется и закалывающий эффект, повышается невосприимчивость организма к простудным заболеваниям.

Специфика двигательного навыка в ходьбе на лыжах повышает чувство равновесия в результате тренировки опорно-двигательного и **вестибулярного аппарата**. Нагрузка на суставы и опасность их травмирования при ходьбе на лыжах значительно меньше, чем при беге. Однако техника передвижения на лыжах более сложная. В



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 499 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

связи с этим для лыжных прогулок начинающим лыжникам следует выбирать относительно ровные трассы без большого перепада высот. Крутые подъемы оказывают дополнительную, порой чрезмерную, нагрузку на систему кровообращения.

В *плавании* также участвуют все мышечные группы, но вследствие горизонтального положения тела и специфики водной среды нагрузка на систему кровообращения в плавании меньше, чем в беге или ходьбе на лыжах. Для достижения необходимого оздоровительного эффекта занятий плаванием необходимо развить достаточно большую скорость, при которой ЧСС достигала бы зоны тренирующего режима (не менее 130 уд/мин).

Специфика условий для занятий плаванием (повышенная влажность, микроклимат бассейна) особенно благоприятна для людей с бронхиальной астмой. Практическое отсутствие нагрузки на суставы и позвоночник позволяет успешно использовать этот вид физической нагрузки при заболеваниях позвоночника (деформация, дискогенный радикулит и т. д.).

Вследствие высокого сопротивления воды на 1 м дистанции в плавании расходуется в 4 раза больше энергии, чем при ходьбе с аналогичной скоростью. В связи с этим плавание является прекрасным средством нормализации массы тела при условии регулярности занятий. При овладении техникой плавания при достаточно интенсивной и продолжительной нагрузке оно может эффективно использоваться для повышения функционального состояния сердечно-сосудистой системы и снижения факторов риска ишемической болезни сердца.

Оздоровительный эффект *туризма* обусловлен одновременным воздействием внешней среды, климатических условий и вида деятельности. По виду деятельности различают водный, горный, пеший, лыжный, велосипедный туризм. Пешие походы являются хорошим средством оздоровления широких слоев населения всех возрастов, при любой погоде и в любое время года. В многодневных походах каждый 3-й или 4-й день отводится на отдых.

Таким образом, при соответствующем подборе физических нагрузок и упражне-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 500 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ний можно избирательно воздействовать на различные органы и системы органов, повышая тем самым их функциональную устойчивость и работоспособность.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое гипокинезия и **гиподинамия** и их причины?
2. В чем проявляется отрицательное влияние гипокинезии и гиподинамии на сердечно-сосудистую и дыхательную системы?
3. Какое влияние оказывает гипокинезия и гиподинамия на опорно-двигательный аппарат, центральную нервную систему и **железы внутренней секреции**?
4. В чем проявляется благотворное влияние физической активности на сердечно-сосудистую систему?
5. Какие упражнения относят к ациклическим?
6. Какие виды ациклических упражнений преимущественно используются для укрепления здоровья, и какое действие они оказывают на организм?
7. Какие виды циклических упражнений преимущественно используются для укрепления здоровья, и каково их влияние на физиологические системы организма?
8. Укажите характерные особенности циклических упражнений.
9. В чем значение различных видов гимнастик?
10. В чем заключается оздоровительный эффект туризма?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 501 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 30. Влияние пониженного атмосферного давления на организм человека

План лекции

1. Влияние среднегорья и высокогорья на функции организма. Горная болезнь.
2. Продолжительность акклиматизации к пониженному барометрическому давлению и условия ее оптимизации.
3. Работоспособность организма в условиях пониженного атмосферного давления.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [7, 8, 14, 17, 22, 23].

1. Влияние среднегорья и высокогорья на функции организма. Горная болезнь

Понятие о среднегорье и высокогорье. Горами принято называть части суши земли, возвышающиеся над уровнем моря более чем на 500 м. Средняя высота всей земной суши составляет 875 м над уровнем моря и около 1/3 ее лежит выше этой отметки. На высоте свыше 2000 м над уровнем моря в начале XXI века проживает более 600 миллионов жителей планеты. Ежегодно вертикальные миграции совершают десятки миллионов человек.

Горную вертикальную поясность обычно делят на 4 яруса. *Низкогорьем* называют высоту местности от 500–750 м до 1000–1400 м над уровнем моря. У жителей этого яруса физиологические параметры в покое и при трудовой деятельности не отличаются от показателей лиц, проживающих в прилегающих равнинных районах. У людей, поднявшихся на высоту *среднегорья* (от 1000–1400 м до 2000–2500 м) в покое и при умеренных физических нагрузках физиологические реакции существенно не отличаются от нормы. Насыщение крови кислородом более 90 %, что является



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 502 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

практически нормой. У большинства туристов имеет место даже улучшение общего самочувствия, но отдельные лица могут временно (3–12 дней) испытывать дискомфорт (учащение сердечных сокращений, повышение **артериального давления**, одышка при умеренной физической нагрузке, беспокойный сон). Вероятность горной болезни невелика.

Высокогорьем обжитым называют высоту от 1800–2500 м до 3500–4500 м. У большинства людей, поднявшихся на такую высоту, отмечается снижение работоспособности и напряжение регуляторных механизмов вегетативных функций. При быстром подъеме развивается **горная болезнь**. Для адаптации людей к условиям этого высокогорного яруса требуется продолжительное время (недели, месяцы).

Снежное нежильное высокогорье, сверхвысокогорье – от 3500–4500 м и выше. У вновь прибывших людей на эту высоту имеет место резкое напряжение всех физиологических функций, особенно газотранспортной системы, при значительном снижении работоспособности. Пребывание на таких больших высотах отрицательно влияет на здоровье человека. Горная болезнь развивается очень часто. Насыщение крови кислородом существенно ниже в покое и значительно уменьшается при нагрузке. Прогрессирующее ухудшение, несмотря на максимальную акклиматизацию. Постоянное нахождение на высотах 5500–6000 м и более невозможно.

Влияние среднегорья и высокогорья на функции организма. Человек, находящийся на больших высотах, подвергается влиянию четырех неблагоприятных факторов внешней среды: 1) сниженного парциального давления кислорода; 2) холода; 3) повышенного солнечного облучения; 4) сухости вдыхаемого воздуха. Наиболее важным из них является уменьшение парциального давления кислорода.

По мере увеличения высоты атмосферное давление падает, пропорционально уменьшается парциальное давление кислорода во вдыхаемом воздухе и снижается поступление кислорода в организм человека, т. е. наблюдается *дыхательная гипоксия*. Уменьшение поступления кислорода в организм вызывает появление *гипоксемии* – снижения насыщения крови кислородом. Органы дыхания реагируют на



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 503 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

недостаток кислорода сначала более глубоким дыханием, а затем уже и нарастанием частоты дыхания. Изменение условий насыщения крови кислородом при подъеме на высоту отражается на величинах O_2 и CO_2 , содержании оксигемоглобина, что представлено в **таблице 25**.

Таблица 25 – Изменение барометрического давления, парциального давления кислорода в атмосферном воздухе, артериальной крови и альвеолярной смеси газов, парциального давления углекислого газа и содержания оксигемоглобина в артериальной крови при нахождении человека на разной высоте

Высота, м	Барометри- ческое давление, мм рт. ст.	Парциальное давление O_2 в атмосфер- ном воздухе, мм рт. ст.	Парциальное давление O_2 в артериаль- ной крови, мм рт. ст.	Парциальное давление O_2 в альвео- лярной смеси газов, мм рт. ст.	Парциальное давление CO_2 в аль- веолярной смеси газов, мм рт. ст.	Содержание оксигемо- глобина в артериаль- ной крови, %
0	760	149	100	104	41	96
1000	680	142	93	94	40	95
2000	600	115	70	78	38	94
3000	526	100	63	66	35	87
4000	462	87	55	56	31	83
5000	405	75	46	47	26	78
6000	354	64	33	38	25	67
7000	308	55	28	31	22	60

В результате усиленного дыхания в крови снижается содержание углекислого газа. Вследствие «вымывания» CO_2 нарушается регуляция дыхания, так как избыток углекислого газа в крови возбуждает дыхательный центр. Пока человек бодрствует, его сознание подает сигналы на вдох. Во сне, когда контроль сознания ослабевает, возникает явление, называемое периодическим дыханием: на 10–15 секунд дыхание останавливается, после чего возобновляется, вначале с удвоенной силой. Остановка связана с реакцией мозга на недостаток CO_2 , а усиление дыхания – с реакцией на



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 504 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

критически низкий уровень кислорода. Практически это выглядит так, что человек просыпается, потому что он задыхается.

У не прошедшего акклиматизацию человека при дыхании разреженным воздухом признаки острой гипоксии (сонливость, умственная и мышечная утомляемость, иногда головная боль, тошнота и эйфория) начинают проявляться примерно на высоте 3600 м. Эти симптомы прогрессируют до стадии мышечных подергиваний и судорожных приступов на высоте, превышающей 5400 м. Наконец, при подъеме выше 7000 м человек впадает в кому с наступающим вскоре вслед за этим смертельным исходом.

Одним из существенных эффектов гипоксии является уменьшение умственной работоспособности, что приводит к ухудшению памяти и способности к критической оценке ситуаций, появляются трудности при выполнении точных движений. Например, если летчик без акклиматизации находится на высоте 4500 м в течение 1 ч, его умственная работоспособность обычно падает приблизительно на 50 % нормы, а после 18 ч пребывания на такой высоте этот показатель снижается примерно до 20 % нормальных значений.

На высоте значительно изменяется аппетит, уменьшается всасывание воды и питательных веществ, выделение желудочного сока, что приводит к нарушению процессов *пищеварения* и усвоения пищи, особенно жиров. В результате человек резко теряет вес (до 15–22 кг за 6–7 недель на высоте 6000 м). На высоте человек может ощутить мнимое чувство полноты желудка, распирание в подложечной области, тошноту, поносы, не поддающиеся медикаментозному лечению. В пищеварительном тракте могут быть кровотечения, создается предрасположенность к заболеваниям слизистой оболочки желудка.

Напряженная мышечная работа, совершаемая в условиях высокогорья, в связи с недостатком кислорода и сухостью воздуха, резко усиливает **легочную вентиляцию** и тем самым увеличивает количество воды, выделяемой через легкие. Все это приводит к тому, что общая потеря воды у участников высокогорных путешествий



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 505 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

может достигнуть 7–10 л в сутки.

В результате гипоксии изменяется и деятельность различных *анализаторов*: снижается острота зрения и слуха, уменьшается поле зрения, ослабевают восприятие цветности и *аккомодация*, нарушается баланс мышц глаза, понижается тактильная чувствительность. На высотах порядка 4500 м нормальная острота зрения возможна только при яркости в 2,5 раза больше обычной для равнинных условий. На этих высотах происходит сужение периферического поля зрения и заметное «затуманивание» зрения в целом. На больших высотах снижается также точность фиксации взгляда и правильность определения расстояния. Даже в условиях среднегорья зрение ночью слабеет, а срок адаптации к темноте удлиняется.

У людей, впервые прибывших в условия высокогорья, повышается активность *высших вегетативных центров гипоталамуса* и как следствие – симпатической нервной системы и *эндокринных желез*, в первую очередь гипофиза и коры надпочечников. Это, в свою очередь, приводит к усилению функции систем, ответственных за доставку кислорода к тканям (кровообращение, внешнее дыхание, кроветворение). Также обеспечивается мобилизация энергетических ресурсов организма за счет катаболического эффекта *гормонов* (расщепление углеводов, белков, жиров и выделение свободной энергии).

Первые признаки недостаточной адаптации к высотной гипоксии проявляются в виде повышенной возбудимости *нервной системы*. Так, возникает первоначальная эйфория, выражающаяся, в частности, в ложном ощущении повышенных возможностей организма. Могут быть эмоциональные расстройства. Через некоторое время состояние первоначального возбуждения переходит в депрессию, которая сопровождается опасными приступами раздражительности, сонливостью. Ранними признаками являются и нарушения координации произвольных движений, внимания. Развивается умеренная, и даже сильная головная боль. Сон делается беспокойным, тревожным, с неприятными сновидениями, некоторые засыпают с трудом и часто просыпаются от чувства удушья (периодическое дыхание).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 506 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

На больших высотах, особенно при быстром подъеме, возможно развитие болезненного состояния – синдрома **горной болезни**.

Горная болезнь. Болезненное состояние, связанное с кислородным голоданием вследствие понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, которое возникает высоко в горах, а также при полетах на летательных аппаратах, не оснащенных герметичной кабиной (дельтапланах, воздушных шарах), начиная примерно с 2000 м и выше, получило название *высотной болезни*.

Разновидностью высотной болезни является *горная болезнь*, в возникновении которой наряду с недостатком кислорода играют также роль такие добавочные факторы, как физическое утомление, охлаждение, обезвоживание организма, ультрафиолетовое излучение, тяжелые погодные условия, резкие перепады температур в течение суток и т. д. Но основным патологическим фактором горной болезни является гипоксия.

Горная болезнь особенно выражена у малоопытных альпинистов и туристов, но она может быть и у квалифицированных альпинистов на очень больших высотах. У пожилых людей признаки горной болезни могут появиться гораздо раньше, уже на высоте примерно 1000 м.

Симптомы *легкой степени горной болезни* появляются в течение 6–12 часов после подъема на новую высоту. На большей высоте ее симптомы обнаруживаются раньше. У многих они проявляются вначале в ухудшении самочувствия, некоторой вялости. Новичок ощущает первое время в горах недомогание, учащенное сердцебиение, легкое головокружение, небольшую одышку при физических нагрузках, сонливость и вместе с тем плохо засыпает. Через 3–4 дня эти явления, если не подниматься выше, как правило, исчезают.

При *средней степени горной болезни* на высотах 2500–3500 м у некоторых людей может наблюдаться признаки эйфории: приподнятое настроение, излишняя жестикуляция и говорливость, ускоренный темп речи, беспричинное веселье и смех, беззаботное, легковесное отношение к окружающей среде. В дальнейшем эйфориче-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 507 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ское состояние сменяется упадком настроения, апатией, меланхолией, притупляется интерес к окружающему.

На высотах 4000–5000 м значительно ухудшается самочувствие. При физических усилиях сразу учащаются дыхание и сердцебиение, появляется головокружение. Аппетит понижается, возникает тошнота, которая может перейти в рвоту. Изменяется вкус: хочется преимущественно кислой, острой или соленой пищи, что отчасти объясняется обезвоживанием и нарушением водно-солевого баланса. Сухость в горле вызывает жажду. Возможны кровотечения из носа.

Высоко в горах может наступить *тяжелая степень горной болезни*. На высотах 5000–7000 м и выше самочувствие редко бывает хорошим, чаще оно неудовлетворительное. Ощущается общая слабость, усталость, тяжесть во всем теле. Не прекращается умеренная, а подчас и сильная боль в висках, лобной и затылочной части головы. При резких движениях и наклонах или после работы возникает головокружение. Человек засыпает с большим трудом, часто пробуждается, некоторые мучаются от бессонницы. Заболевший горной болезнью не способен длительно выполнять физическую нагрузку из-за одышки и сердцебиения. Работоспособность резко падает. Например, на высоте 8000 м остается 15–16 % работоспособности от наблюдавшейся на высоте уровня моря.

Сухость в горле нарастает, все время хочется пить. Многих беспокоит сухой кашель. Аппетит, как правило, понижен или отсутствует. Число случаев тошноты и рвоты при приеме пищи увеличивается. Часто отмечают боли в области живота и желудочно-кишечные расстройства, вздутие живота. Ритм дыхания во время ночного сна нарушается. Кожные покровы лица, особенно губ, приобретают бледный, чаще синюшный, оттенок в результате недостаточного насыщения кислородом артериальной крови, которая теряет свой алый цвет. Температура повышается на 1–2 °С, возникает озноб. Учащаются случаи кровотечений из носа, рта, кровохарканий.

При определенных условиях, начиная с 4000 м, могут возникнуть особо опасные формы горной болезни, обусловленные срывом адаптационных механизмов к



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 508 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

гипоксии, и произойти отёк легких и отёк головного мозга.

Симптомы *высокогорного отёка легких*, как правило, появляются на 2–3 день пребывания на большой высоте. Из капилляров легких выходит жидкость, которая, попадая в просвет альвеол, мешает газообмену. В результате гипоксия усиливается и заболевание прогрессирует. Если не принять меры, от первого появления симптомов до смерти от удушья могут пройти считанные часы. Развитию отёка легких способствуют перенесенные ранее заболевания органов дыхания и кровообращения, хроническая или острая инфекция дыхательных путей (например, ангина, бронхит, пневмония, хронические гнойные стоматологические заболевания), чрезмерные физические нагрузки, выполняемые прежде, чем наступила устойчивая адаптация.

Высокогорный *отёк головного мозга* можно рассматривать как крайнее проявление тяжелой степени острой горной болезни. Из капилляров головного мозга выходит жидкость, он увеличивается в объеме. При этом ткани мозжечка вклиниваются в ствол головного мозга, происходит разрушение находящихся в нем жизненно важных центров и через 18–28 часов наступает смерть.

На развитие горной болезни влияют следующие *индивидуальные факторы*: устойчивость конкретного человека к недостатку кислорода (например, у жителей гор она выше); пол (женщины лучше переносят гипоксию); возраст (дети, подростки, пожилые люди и старики плохо переносят гипоксию); физическое, психическое и моральное состояние; уровень тренированности; быстрота набора высоты; степень и продолжительность кислородного голодания; интенсивность мышечных усилий; прошлый «высотный» опыт.

Провоцируют развитие горной болезни и снижают переносимость больших высот наличие алкоголя или кофеина в крови, курение, бессонница, переутомление, психоэмоциональное напряжение. Также способствуют горной болезни переохлаждение, некачественное и нерациональное питание, нарушение водно-солевого режима, обезвоживание, избыточная масса тела, респираторные и другие хронические заболевания (например, ангина, бронхит, пневмония, хронические гнойные



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 509 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

стоматологические заболевания), кровопотери. Содействуют развитию и более быстрому прогрессированию горной болезни такие *климатические факторы* как холод, влажность и ветер.

С увеличением высоты среднегодовая *температура* воздуха постепенно снижается по сравнению с уровнем моря на каждые 100 м зимой на 0,4 °С, летом – на 0,6 °С. Зимой на равных высотах **горная болезнь** возникает чаще, чем летом. Резкий перепад температур тоже оказывает неблагоприятное влияние.

На больших высотах из-за низких температур парциальное давление водяного пара низкое. Поэтому на высоте 2000 м *влажность* воздуха в два раза меньше, чем на уровне моря, а на больших горных высотах воздух становится практически сухим. С одной стороны это приводит к усилению потери жидкости организмом через кожу и легкие и, следовательно, к обезвоживанию организма. С другой стороны более влажный воздух обладает более высокой теплопроводностью, следовательно, способствует вредному влиянию низких температур.

Так, проявления горной болезни в горах влажного климата наступают на более низкой высоте (Камчатка – 1500 м, Альпы – 2500 м, Кавказ – 3000 м), чем в горах сухого климата (Тянь-Шань – 3500 м, Памир – 4000 м, Гималаи – 4500 м).

Высоко в горах *ветер* может достигать ураганной силы (свыше 200 км/ч), что переохлаждает организм, изматывает физически и морально, затрудняет дыхание и способствует развитию горной болезни.

Если симптомы **горной болезни** у туриста или альпиниста не проходят, то восхождение следует приостановить. При нарастании симптомов следует как можно быстрее начать спуск.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 510 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

2. Продолжительность акклиматизации к пониженному барометрическому давлению и условия ее оптимизации

Под акклиматизацией к условиям высокогорья понимают, прежде всего, приспособление, повышение устойчивости организма к недостатку кислорода. Это происходит благодаря: 1) усилению транспорта кислорода к тканям и 2) адаптации тканей к существованию при пониженном содержании кислорода. В акклиматизации большую роль играют центральная нервная система, симпато-адреналовая система и адаптивные гормоны системы гипофиз – кора надпочечников.

Основными средствами *адаптации* организма к гипоксии являются: 1) значительное увеличение **легочной вентиляции**; 2) увеличение количества **эритроцитов** и содержания в них **гемоглобина**; 3) увеличение диффузионной способности легких; 4) увеличение количества **капилляров** в периферических тканях; 5) увеличение способности тканевых клеток использовать кислород, несмотря на низкое парциальное давление кислорода.

Легочная вентиляция во время максимальной работы на большой высоте может достигать 200 л/мин. Количество эритроцитов при длительной адаптации к высокогорью может возрастать до 6–7 млн. в 1 мм³ крови, а содержание гемоглобина до 20 г%. Кроме того, общий объем крови часто увеличивается на 20–30 %. Наряду с увеличением концентрации гемоглобина это дает абсолютный прирост гемоглобина в организме на 50 % и более.

При восхождении на большие высоты мобилизуются функции *сердечно-сосудистой системы*. В первые дни пребывания человека в условиях высокогорья (особенно у малотренированных людей) увеличивается **минутный объем сердца**, возрастает **пульс**. Так, у физически слабо подготовленных альпинистов на высоте 4500 м пульс возрастает в среднем на 15, а на высоте 5500 м – на 20 ударов в минуту. Даже в период сна на высотах 6500–6800 м частота пульса составляет около 100 ударов в минуту.

В связи с относительно небольшим сроком пребывания в горах для горных тури-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 511 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

стов и альпинистов характерны неполная (частичная) акклиматизация и адаптация, т. е. кратковременное приспособление организма к новым климатическим условиям. При этом на больших высотах у людей отмечается компенсаторное увеличение содержания гемоглобина и числа эритроцитов, усиление легочной вентиляции и минутного объема сердца. Эти изменения направлены на увеличение парциального давления кислорода в крови и являются временными.

Совершенно очевидно, что для каждого человека период неполной акклиматизации, имеет различную длительность. Значительно быстрее и с меньшими функциональными отклонениями она наступает у физически здоровых людей в возрасте от 24 до 40 лет. Но в любом случае 14-дневный срок пребывания в горах в условиях активной акклиматизации является достаточным для приспособления нормального организма к новым климатическим условиям.

В период полной, или истинной, акклиматизации ткани организма и их ферментные системы приспособляются к функционированию при более низком напряжении кислорода в крови. Наступает перестройка тканевых окислительных систем, и необходимость компенсаторных реакций со стороны крови, дыхания, кровообращения отпадает. Поэтому у постоянных жителей высокогорных районов (3000–4000 м над уровнем моря) не наблюдается таких значительных изменений, которые происходят при первом подъеме на высоту.

Процессу акклиматизации способствует предсезонная усиленная физическая подготовка, ступенчатый подъем на большие высоты с соответствующими мышечными нагрузками и рациональное питание.

Период частичной акклиматизации можно сократить, если участники предстоящего путешествия заранее, за несколько месяцев до выхода в горы, приступят к регулярным занятиям по *общефизической подготовке*. Особенно важны занятия по повышению выносливости организма: бег на длинные дистанции, плавание, подводный спорт, коньки и лыжи. При таких тренировках в организме возникает временный недостаток кислорода, который тем выше, чем больше интенсивность и длительность



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 512 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ность нагрузки. Поскольку организм здесь работает в условиях, несколько сходных по кислородной недостаточности с пребыванием на высоте, то у человека вырабатывается повышенная устойчивость организма к недостатку кислорода при выполнении мышечной работы. В дальнейшем в условиях гор это облегчит приспособление к высоте, ускорит процесс **адаптации**, сделает его менее болезненным.

Меньшие высоты, меньший срок пребывания на этих высотах и более быстрый спуск со значительной потерей высоты в большей степени облегчают процесс акклиматизации для туристов по сравнению с альпинистами. Неоднократное чередование подъемов и спусков смягчает, а то и вообще прекращает развитие горной болезни.

Поэтому альпинисты при высотных восхождениях вынуждены в начале экспедиции выделять до двух недель для тренировочных (акклиматизационных) восхождений на более низкие вершины, отличающихся от основного объекта восхождения на высоту порядка 1000 м. Для туристских же групп, маршруты которых могут проходить через перевалы высотой 3000–5000 м, специальных акклиматизационных выходов не требуется. Для этой цели, как правило, достаточно выбора такой трассы маршрута, при которой в течение первых 7–10 дней высота проходимых группой перевалов нарастала бы постепенно.

Особенно тяжело восхождение в горы переносят люди пожилого возраста. Сачувствие и работоспособность туристов улучшаются, если подъем совершается с более или менее длительными (от нескольких дней до нескольких недель) остановками. В этих случаях акклиматизация человека к среднегорью наступает обычно на 7–12-й день.

Существенное значение для оптимальной акклиматизации имеет и правильная *организация питания*. На высоте более 5000 м рацион суточного питания должен иметь не менее 5000 ккал. Содержание углеводов в рационе должно быть увеличено на 5–10 % по сравнению с обычным питанием. На участках, связанных с интенсивной мышечной деятельностью, в первую очередь следует употреблять легко усваиваемый углевод – глюкозу. Увеличенное потребление углеводов способствует



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 513 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

образованию большего количества углекислоты, в которой организм испытывает недостаток. Количество потребляемой жидкости в условиях высокогорья и, особенно при совершении интенсивной работы, связанной с движением по сложным участкам маршрута, должно быть не менее 4–5 л в сутки, что предотвращает обезвоживание организма. Кроме того, увеличение объема потребляемой жидкости способствует выведению из организма через почки недоокисленных продуктов обмена.

Организм человека, совершающего длительную интенсивную работу в условиях высокогорья, требует увеличенного в 2–3 раза количества **витаминов**, особенно тех, которые входят в состав ферментов, участвующих в регуляции окислительно-восстановительных процессов и тесно связанных с **обменом веществ**. Это витамины группы В, среди которых наиболее необходимы В₁, В₂, В₆, В₁₂ и В₁₅. Кроме них, важную роль играют и витамины С, РР и фолиевая кислота. Они оказывают влияние на увеличение количества эритроцитов и гемоглобина, то есть на увеличение кислородной емкости крови. Ускоряют процессы адаптации и так называемые адаптогены – женьшень, элеутерококк и др.

По окончании путешествия в горах приобретенные в процессе акклиматизации изменения со стороны дыхательной системы, кровообращения и состава самой крови проходят достаточно быстро. Так, повышенное содержание гемоглобина снижается до нормы за 2–2,5 месяца. За такой же период снижается и повышенная способность крови к переносу кислорода. То есть акклиматизация организма к высоте сохраняется всего лишь до трех месяцев.

3. Работоспособность организма в условиях пониженного атмосферного давления

По мере подъема на высоту снижается физическая работоспособность человека. Причем это снижение сильно зависит от продолжительности и интенсивности работы. При кратковременных максимальных усилиях, выполняемых в среднего-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 514 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

рье, мышечная сила, мощность, а также координация движений практически не изменяются по сравнению с таковыми на равнине. Более того, в условиях среднегорья из-за сниженной плотности воздуха и соответственно уменьшения внешнего сопротивления воздуха движущемуся телу спортивные результаты на коротких дистанциях (бег, коньки, велогонки), а также в прыжках и метаниях могут быть даже выше, чем на уровне моря. Однако восстановительные процессы в горах протекают замедленно.

Работоспособность в физических упражнениях с продолжительностью более 1-й мин в горах ниже, чем на уровне моря. Снижение выносливости наблюдается уже на высоте 1200 м. И у тренированных и у нетренированных людей в начале пребывания в среднегорье работоспособность снижается примерно одинаково по сравнению с уровнем на равнине. По мере развития адаптационных механизмов организма человека к недостатку кислорода во вдыхаемом воздухе его физическая работоспособность на данной высоте может несколько улучшаться.

В горах вследствие большой сухости воздуха потери воды с потом и выдыхаемым воздухом при интенсивной работе существенно выше, чем на равнине. Если выполняются длительные большие нагрузки, то значительные потери воды могут привести к ощущению сухости во рту, жажде и обезвоживанию организма.

Снижение парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, обусловленное пониженным барометрическим давлением на высоте, уменьшает возможности снабжения работающих органов кислородом. В связи с этим при выполнении мышечной работы **легочная вентиляция** существенно больше, чем на равнине, и тем сильнее, чем значительнее высота.

Во многих видах физической работы мощность нагрузок лимитируется максимальной частотой сердечных сокращений, которая на высоте достигает максимума при более низкой интенсивности работы, чем на уровне моря.

В условиях высокогорной гипоксии снижается роль окислительных процессов и возрастает роль анаэробных реакций в высвобождении энергии, необходимой для



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 515 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

обеспечения напряженной мышечной работы. На выполнение одной и той же работы в горах расходуется больше энергии, чем на уровне моря. Усиленная деятельность дыхательной и кровеносной систем по обеспечению работоспособности на высоте приводит к более быстрому, чем на равнине, развитию утомления.

Вопросы для самоконтроля

1. Что относят к среднегорью и высокогорью?
2. Каково влияние среднегорья и высокогорья на функции организма туриста?
3. Какие факторы влияют на развитие **горной болезни**?
4. Как отражаются на функционировании организма разные степени горной болезни?
5. Какие меры применяются для смягчения симптомов горной болезни?
6. Что является основными средствами адаптации организма к гипоксии в условиях высокогорья?
7. Как влияет организация питания на акклиматизацию к высоте?
8. Какова физическая работоспособность человека в условиях пониженного барометрического давления?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 516 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 31. Адаптация организма к высокому атмосферному давлению

План лекции

1. Физиологические сдвиги в организме при подводных погружениях.
2. Причины кислородного отравления и меры предосторожности при подводных погружениях.
3. Патологические состояния, связанные с высоким барометрическим давлением.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [7, 8, 14, 17, 23].

1. Физиологические сдвиги в организме при подводных погружениях

Повышенное атмосферное давление является основным фактором при нырянии в глубину на задержке дыхания (фридайвинг), погружениях с аквалангом (дайвинг), строительстве подводных тоннелей, метро, при проведении водолазных работ, и т. д. Для проведения работ под водой или под землей в грунтах, насыщенных водой, сооружаются особые рабочие камеры – кессоны. Кессон заполняется сжатым воздухом, который вытесняет воду из рабочего пространства. При производстве подводных работ водолаз дышит под давлением выше атмосферного на 1 атм. на каждые 10 м погружения.

В обычных условиях человек испытывает давление в одну атмосферу, т. е. 1 кг на каждый квадратный сантиметр кожного покрова. В целом, это составляет нагрузку примерно в 16 тонн. Но давление воздуха внутри организма уравнивает давление извне. Вода же значительно тяжелее, чем воздух. Погружаясь в нее, человек испытывает повышенное давление, величина которого определяется весом столба воды над ним. Чем глубже погружение, тем больше величина давления. Так, при



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 517 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

погружении в воду на глубину 10 м давление на тело снаружи увеличивается приблизительно в два раза по сравнению с атмосферным.

При этом баланс между внешним давлением на тело и внутренним давлением в организме все больше и больше нарушается, что влечет за собой различные негативные последствия, так называемые *баротравмы*. Практически все ушные баротравмы происходят в результате прогибания и прорыва мембран, ограничивающих полость среднего уха, в ту или иную сторону под воздействием избыточного давления. Чтобы не создавать разницу между внешним давлением воды и внутренним давлением в полости **среднего уха** при изменении глубины, каждый подводник их уравнивает, или продувается. Продуваться следует как можно чаще, не ожидая ощущения закладывания или боли в ушах. Это особенно актуально в начале погружения до глубины 10 м, где перепады газовых объемов максимальны. Принцип продувания один – использование **евстахиевых труб** для транспорта дополнительного объема воздуха в полость среднего уха.

Применяют несколько способов продувания. Самый легкий и распространенный – *метод Вальсальвы*. Подводник зажимает нос пальцами, закрывает рот и осторожно делает выдыхательное движение в нос, повышая таким способом давление в горле и выталкивая воздух по евстахиевым трубам в полость среднего уха.

Менее эффективный способ, чем предыдущий, но часто и успешно используемый: подводник зажимает нос и одновременно глотает. В результате евстахиевы трубы моментально открываются и пропускают небольшой объем воздуха.

Опытные подводники с хорошей проходимостью евстахиевых труб продуваются, совершая частые глотательные движения или сокращая определенные мышцы горла.

Первое продувание следует сделать на поверхности. С глубиной желательно продуваться постоянно, через каждые 2–3 м, не дожидаясь сильного закладывания ушей. Если продуться не получается, что часто случается во время насморка или по другим причинам, необходимо всплыть повыше и повторить приемы снова.

Нужно соблюдать максимальную осторожность. Слишком сильные потуги вдуть



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 518 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

воздух в евстахиеву трубу могут привести к баротравме внутреннего уха. Если все же не удастся продуться, ныряльщику следует поплавать у поверхности воды или вообще отложить погружение.

Инфекционные заболевания верхних дыхательных путей, лихорадка, аллергия и злоупотребление курением затрудняют продувание и даже могут сделать его невозможным.

Без выполнения продувания вероятность баротравм резко возрастает. Например, на глубине 20 м у человека могут лопнуть барабанные перепонки в ушах, вероятность чего резко возрастает при простудных заболеваниях и отеках слизистой оболочки верхних дыхательных путей. Усиливается также сжатие грудной клетки, резко увеличивается приток крови к органам грудной полости, что может вызвать повреждение кровеносных сосудов легких и сердца. Вот почему погружение на глубину свыше 40 м невозможно без специального костюма и шлема.

Если пловец погружается без маски, то лучи света проходят через воду и падают в глаз, почти не преломляясь. При этом лучи сходятся не у **сетчатой оболочки**, а значительно дальше, за ней. В результате *острота зрения* ухудшается в 100–200 раз, а поле зрения уменьшается. Изображение предметов получается неясным, расплывчатым, и человек четко видит объекты, только расположенные совсем близко к глазам. Резко ухудшается в воде цветоощущение. Особенно плохо воспринимаются синий и зеленый цвета, которые близки к естественной окраске воды, лучше всего – белый и оранжевый.

Звук в воде распространяется быстрее, чем в воздухе. Поэтому под водой источники звука кажутся ближе, чем в действительности. Четкость восприятия в воде ухудшается, так как звуки под водой воспринимаются преимущественно путем костной проводимости, которая на 40 % ниже воздушной. Установить направление на источник звука под водой человеку трудно.

Если целостность барабанной перепонки нарушена, вода может попасть в **среднее ухо** и вызвать раздражение горизонтального **полукружного канала**, что нарушает ориентировку в пространстве.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 519 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Охлаждение организма в воде протекает гораздо интенсивнее, чем на воздухе. В воде у человека без защитной одежды тепло в основном теряется в результате **теплопроводения**, причем оно происходит со всей поверхности тела.

Вследствие интенсивного охлаждения и обжатия гидростатическим давлением кожная чувствительность в воде понижается, болевые ощущения притупляются, поэтому могут оставаться незамеченными небольшие порезы и даже раны.

Интенсивные мышечные движения под водой требуют большого расхода кислорода, что приводит к усилению **легочной вентиляции**, в результате увеличивается скорость потока воздуха в дыхательных путях организма и аппарата (дыхательной трубки). При этом возрастает сопротивление дыханию. С увеличением плотности сжатого воздуха в баллонах аквалангиста или водолаза соответственно глубине погружения сопротивление дыханию также возрастает.

2. Причины кислородного отравления и меры предосторожности при подводных погружениях

Организм человека нуждается в постоянном притоке кислорода. Если парциальное давление его во вдыхаемой газовой смеси упадет ниже нормальной величины, наступит явление, известное под названием *кислородного голодания*. Оно характеризуется внезапной потерей сознания, наступающей без предварительных, «предупреждающих» признаков, и поэтому очень опасно.

Кислородное голодание может возникнуть у ныряльщиков, погружающихся на глубину 20–30 м без акваланга или другого водолазного снаряжения. Если ныряльщик, задерживая дыхание, находится под водой максимально долго, он почти всегда может *потерять сознание* во время подъема к поверхности. Причина в том, что при погружении и нарастании давления окружающей воды у ныряльщика увеличивалось парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе.

Когда же ныряльщик поднимается к поверхности, парциальное давление кисло-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 520 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

рода в легких быстро падает, особенно на последних 10 м подъема. Уменьшение его ниже критического порога гипоксии, равного 30–35 мм рт. ст., ведет к потере сознания. Поэтому всплывать нужно со скоростью не более 18 м в минуту. Из-за опасности падения давления кислорода в легких и потери сознания нельзя усиленно выдыхать под водой и делать слишком резкий форсированный выдох на поверхности сразу после всплытия.

Гипервентиляция легких, т. е. дыхание чаще, чем 15 вдохов и выдохов в минуту, перед нырянием без акваланга позволяет снизить содержание CO_2 в крови и тем самым увеличить время задержки дыхания. Но при гипервентиляции не накапливается дополнительный кислород, а также создается напряжение мышц и ускорение сердечного ритма, что приводит к быстрому расходу кислорода и возрастанию риска потери сознания.

Интервал между ныряниями на глубину более 30 м должен быть не менее 5–8 минут в зависимости от температуры воды и глубины. За это время баланс газов в организме успевает вернуться к норме. После ныряния на глубину более 60 м организму необходимо около 48 ч для полного восстановления.

Чрезмерное увеличение парциального давления кислорода не менее опасно для здоровья человека. У совершенно здоровых людей, дышащих чистым кислородом, даже при нормальном атмосферном давлении, через 2–3 суток начинается отёк легких, переходящий в тяжелое воспаление: развивается легочная форма *кислородного отравления*. В случае увеличения давления в 2–2,5 раза эти явления наступают уже через 3–4 часа. Слишком высокое парциальное давление кислорода начинает также сказываться и на нервной системе. При давлении в 2–2,5 раза выше нормального, соответствующем глубине всего 10–15 м, уже через 1,5–2 часа могут наступить тошнота, судороги, помутнение и полная потеря сознания.

Степень кислородного отравления зависит и от глубины погружения и от времени пребывания аквалангиста и водолаза на глубине. Например, на глубине 20 м безопасно дышать чистым кислородом в течение 15 минут, но дыхание им на про-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 521 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

тяжении несколько часов приводит к неминуемой смерти.

При вдыхании сжатого воздуха симптомы острого кислородного отравления могут развиваться на глубине 70 м и более. Поэтому содержание кислорода во вдыхаемой газовой смеси необходимо снижать по мере увеличения глубины погружения. На поверхности содержание кислорода в смеси может быть 20–60 %, на стометровой глубине – 2–6 %, на глубине 200 м – не более 1–3 %. Весь остальной объем смеси должен приходиться на долю газа – «разжижителя» кислорода, который не оказывает вредного воздействия на организм человека.

3. Патологические состояния, связанные с высоким барометрическим давлением

В обычной земной атмосфере «разжижителем» кислорода является *азот*. При нормальном давлении он абсолютно индифферентен по отношению к человеческому организму. В зоне повышенного атмосферного давления происходит насыщение крови и тканей организма газами воздуха, главным образом азотом. Это насыщение продолжается до уравнивания парциального давления азота в окружающем воздухе с парциальным давлением азота в тканях. Общее количество азота, растворенного в организме под повышенным атмосферным давлением, может достигать 4–6 л, между тем как при нормальном давлении растворяется всего 1 л.

Однако при погружении водолаза на глубину 40–60 м в снаряжении на сжатом воздухе азот начинает оказывать на него действие, по ряду признаков сходное с алкогольным опьянением. Азотный наркоз, или *азотное опьянение* (так обычно называют это явление), практически лишает водолаза трудоспособности на глубине свыше 70–80 м. Снижаются работоспособность и внимательность, затрудняется ориентировка, иногда наблюдается головокружение, развиваются зрительные и слуховые галлюцинации. Нарушение критического мышления, беззаботное отношение к собственной безопасности, свойственное этому состоянию, представляет большую



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 522 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

угрозу для водолаза и может даже привести к его гибели.

Повышенное содержание *углекислого газа* во вдыхаемом воздухе усиливает токсическое действие азота, которое уже может проявиться на глубине 45 м. Вот почему необходимо строго следить за содержанием углекислого газа во вдыхаемом воздухе. Кроме того, во время дыхания под водой углекислый газ накапливается в организме из-за недостаточной **вентиляции легких**. В этот период возрастает частота дыхания, оно становится поверхностным, не редки задержки дыхания. В отдельных случаях может наступить головокружение, и даже потеря сознания.

Никогда не следует опускаться глубже 50 м со снаряжением на сжатом воздухе. Для погружения на большие глубины для дыхания используются смеси кислорода с гелием, который инертен для организма.

При выходе на поверхность происходит снижение внешнего давления, и растворимость газов в тканях организма падает. Снижение внешнего давления (декомпрессия) вызывает уменьшение насыщения организма индифферентным газом «разжижителем» (азотом). Избыток растворенного азота при этом попадает из тканей в кровяное русло и током крови выносится в легкие, откуда путем диффузии удаляется в окружающую среду. При слишком быстром всплытии растворенный в тканях азот образует пузырьки различной величины. Током крови они разносятся по всему телу и вызывают закупорку кровеносных сосудов, что приводит к *декомпрессионной болезни*.

Если давление уменьшается достаточно медленно, то процесс удаления излишков азота путем обратной диффузии из тканей в кровь и последующего выделения его из крови в легких протекает без каких-либо последствий для человека. Однако же, если скорость подъема окажется слишком большой, то пузырьки азота не успевают достигать легких и выходить из организма наружу. Кровь подводника как бы «закипает». Образующиеся пузырьки азота в крови и тканях вызывают закупорку сосудов и нарушение кровообращения, что может привести к серьезным последствиям, получившим название декомпрессионной, или кессонной болезни.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 523 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Типичные симптомы декомпрессионной болезни: онемение, головокружение, головная боль, звон в ушах, плохая координация, потеря равновесия. Одновременно наблюдаются боли в грудной клетке, плечах, спине, суставах, паралич, слабость, тошнота, затрудненное мочеиспускание, «гусиная» кожа, «мурашки» по коже.

Холод и физические нагрузки во время погружения также способствуют возникновению декомпрессионной болезни. Кровь циркулирует медленнее в замерзшей части тела и гораздо хуже подвергается выводу из нее и прилегающих тканей избыточного азота. После всплытия в таких местах может наблюдаться так называемый «эффект целлофана», который создают не вышедшие пузыри азота под кожей.

Наиболее тяжелой формой **декомпрессионной болезни** является артериальная *газовая эмболия*. Она развивается при попадании воздуха в артериальную часть кровяного русла через легочные капилляры при разрыве альвеол, а также при закупорке артерий пузырьками азота. Газовая эмболия может привести к параличу или внезапной смерти. Чаще же растворившийся в тканях азот начинает выделяться в суставах, мышцах и различных органах человеческого тела, заставляя человека испытывать невыносимые мучения.

Для профилактики возникновения декомпрессионной болезни следует, прежде всего, контролировать скорость всплытия, которая, по современным представлениям, не должна превышать 18 м в минуту.

Под водой многие безопасные в иных условиях ситуации могут представлять опасность. Поэтому важнейшими из мер предосторожности являются запрет на погружение в одиночку водолазов и аквалангистов, а также во избежание баротравм отказ от погружений во время простудных заболеваний.

Вопросы для самоконтроля

1. Укажите физиологические изменения в организме при подводных погружениях.
2. В чем причина баротравм?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 524 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3. С какой целью используется метод Вальсальвы?
4. Какие особенности охлаждения организма в воде?
5. Какие причины кислородного отравления и меры предосторожности при подводных погружениях?
6. Как проявляется азотное опьянение у водолаза?
7. Каковы причины декомпрессионной болезни, ее симптомы, способы профилактики?
8. Чем опасна газовая эмболия?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 525 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 32. Влияние повышенной температуры окружающей среды на организм человека

План лекции

1. Физиологические изменения в организме в условиях повышенной температуры окружающей среды.
2. Физическая работоспособность в условиях повышенной температуры воздуха.
3. Акклиматизация организма к условиям повышенной температуры окружающей среды.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 17, 21–23].

1. Физиологические изменения в организме в условиях повышенной температуры окружающей среды

Нормальная жизнедеятельность человека возможна лишь при условии сохранения постоянной температуры тела. Это постоянство поддерживается благодаря сложной системе **терморегуляции**, обеспечивающей равновесие между **теплообразованием** и **теплоотдачей**. При высокой температуре окружающего воздуха основная роль в сохранении постоянной температуры тела принадлежит коже. Жаркий сухой климат приводит к затруднению регуляции водно-солевого обмена организма, но способствует увеличению теплоотдачи путем испарения с кожи. Потребление жидкости возрастает, что создает повышенную нагрузку на кровеносную систему.

Под влиянием теплового облучения в организме происходят *биохимические сдвиги*, уменьшается кислородная насыщенность крови, понижается венозное давление, замедляется кровоток и как следствие наступает нарушение деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем. Влияние высокой температуры воздуха отрицательно сказывается и на функциональном состоянии центральной нервной системы, что



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 526 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

проявляется ослаблением внимания, нарушением точности и координации движений, замедлением реакций.

На величину потери тепла *испарением пота* существенно влияют влажность и подвижность воздуха. Так, при температуре воздуха выше 35 °С и умеренной влажности испаряться может 5–8 литров пота в сутки. В исключительных случаях эта потеря может достигать 10 л/сутки. Вместе с потом из организма выделяются соли, среди которых наибольшую долю составляют хлориды. С потом выделяются и водорастворимые **витамины** С и группы В. Потеря солей плазмой крови ведет к повышению вязкости **крови**, что затрудняет работу сердечно-сосудистой системы. При длительном воздействии высокой температуры воздуха нарушается деятельность желудочно-кишечного тракта. Выделение из организма анионов хлора, прием большого количества воды ведут к угнетению желудочной секреции и снижению бактерицидности желудочного сока, что создает благоприятные условия для развития воспалительных процессов в **желудочно-кишечном тракте**.

Считается допустимым для человека снижение его массы на 2–3 % путем испарения влаги, что приводит к небольшому *обезвоживанию* организма. Обезвоживание на 6 % влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения; испарение влаги на 15–20 % приводит к смертельному исходу. Вместе с потом организм теряет значительное количество минеральных солей.

Неблагоприятное обезвоживание может приводить к гипертермии и как следствие к *тепловому удару* и сосудистой недостаточности. При тепловом ударе наблюдаются головная боль, головокружение, общая слабость, искажение цветового восприятия, сухость во рту, тошнота, рвота, обильное потовыделение, произвольные движения, галлюцинации, бред. **Пульс** и дыхание учащены, кожа бледная, зрачки расширены, временами возникают судороги, потеря сознания из-за падения **кровенного давления** и последующих затруднений в кровоснабжении мозга. В конечном итоге тепловой удар может привести к непоправимому ущербу для мозга, и даже смерти.

Перегреванию организма способствует и целый ряд других факторов: большая фи-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 527 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

зическая нагрузка, недостаточное употребление воды для питья, переедание (особенно белковой пищи), употребление алкоголя, перенесенные заболевания, ожирение и др.

Накапливающееся при перегревании избыточное тепло ведет к нарушению всех обменных процессов организма. Раньше других страдают водно-солевой и белковый обмены. Происходит потеря организмом воды, солей (прежде всего хлорида натрия), наступает денатурация белка.

При значительном дефиците воды наблюдается сгущение крови, а вместе с этим еще в большей степени ухудшается гемодинамика. Наиболее чувствительной к перегреванию организма является нервная система. Поэтому при перегревании появляются симптомы, указывающие на ее поражение. В тяжелых случаях смерть может наступить от паралича жизненно важных центров, сердечной недостаточности.

Своеобразной формой перегрева, обусловленной непосредственным локальным действием солнечных лучей на незащищенную голову, является *солнечный удар*. При этом может не наблюдаться общего перегревания организма. Появляются общая слабость, чувство недомогания, головная боль, головокружение, мелькание «мушек» перед глазами, стеснение в грудной клетке, шум в ушах, иногда носовые кровотечения, тошнота, рвота, понос. Кожа лица становится красной, усиливается потоотделение. В тяжелых случаях возникают выраженные нарушения со стороны центральной нервной системы: затемненное сознание, резкое возбуждение, судороги, непроизвольные движения, галлюцинации, бред.

Для улучшения сердечного и мозгового кровообращения пострадавшему нужно принять горизонтальное положение. Если после того еще остыть и выпить воды, то можно почти сразу же восстановить хорошее самочувствие.

Индивидуальные различия в способности потоотделения значительны. Несмотря на то, что у некоторых людей вообще отсутствуют потовые железы, в большинстве случаев после соответствующей физической подготовки и неоднократного теплового воздействия уровень потоотделения у них даже при обычной тепловой нагрузке увеличивается.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 528 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

К медицинским противопоказаниям для нахождения в жарком климате относятся сердечно-сосудистая недостаточность, гастриты, колиты, язвенная болезнь, гипертиреоз, недостаточность функции надпочечников и др. Для лиц с поражениями почек сухой жаркий климат может оказаться лечебным, т. к. усиленное потоотделение в известной мере снижает нагрузку на почечный аппарат.

2. Физическая работоспособность в условиях повышенной температуры воздуха

Многочисленными исследованиями установлено, что при температуре воздуха более 30 °С работоспособность человека начинает падать. При физической нагрузке продолжительное пребывание в сильно нагретом воздухе сопровождается повышением температуры тела, ускорением **пульса**, ослаблением деятельности сердечно-сосудистой системы, снижением внимания, замедлением скорости реакций, нарушением точности и координации движений, потерей аппетита, быстрой утомляемостью, понижением умственной и физической работоспособности.

Работа в условиях высокой температуры сопровождается интенсивным потоотделением, что приводит к обезвоживанию организма, потере минеральных солей и водорастворимых **витаминов**, вызывает серьезные и стойкие изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы. При этом увеличивается частота дыхания, а также оказывается влияние на функционирование других органов и систем – ослабляется внимание, ухудшается координация движений, замедляются реакции и т. д.

Несоблюдение *гигиенических норм* и условий труда при высокой температуре может привести к тепловому истощению, тепловым судорогам и тепловому удару. Для предупреждения этих нарушений и ускорения акклиматизации большое значение имеет приспособление режима труда и отдыха к местным условиям. Так, рабочий день в странах с жарким климатом начинается обычно очень рано и делится на две половины с длительным перерывом в самые жаркие полуденные часы. Прием пищи



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 529 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

переносится на утренние и вечерние часы.

Особенно большое значение имеет *питьевой режим*: пить до полного утоления жажды рекомендуется лишь после еды, а в промежутках – только ополаскивать рот. Имеют значение устройства для кондиционирования (охлаждения и осушения) воздуха, а в условиях засушливых районов – распыляющие воду фонтаны и др. Большое гигиеническое значение имеют озеленение и увлажнение территории, широтная ориентация строящихся зданий, использование в них ставней и жалюзи на окнах, кондиционеров и т. д.

Снижение работоспособности при повышенных температуре и влажности воздуха определяют три основных фактора: 1) перегревание тела, 2) быстрая дегидратация и 3) снижение кислородтранспортных возможностей сердечно-сосудистой системы. В условиях покоя с повышением внешней температуры сверх комфортной, составляющей примерно 18 °С, усиливается теплопроводение конвекцией. Только когда температура воздуха превышает 30 °С, т. е. приближается к температуре кожи, начинает усиливаться **теплоотдача** путем **испарения пота**. В жаркий день потери тепла проведением путем конвекции минимальны, так как мала разность температур между окружающим воздухом и кожей. Когда внешняя температура превышает температуру поверхности тела (около 33 °С), направление теплообмена меняется на противоположное, и поверхностные ткани тела получают тепло из окружающей среды. Солнечная радиация создает дополнительные термические нагрузки на организм.

В условиях работы основным путем отдачи тепла является испарение пота с поверхности кожи. По мере повышения внешней температуры роль этого механизма нарастает. Скорость испарения пота определяется скоростью потообразования и некоторыми физическими характеристиками окружающей среды, среди которых наиболее существенна относительная влажность воздуха. Скорость испарения пота зависит от разности между влажностью кожи и влажностью атмосферного воздуха. Увеличение скорости потообразования вызывает повышение влажности кожи и таким образом ускоряет испарение пота при данных внешних условиях.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 530 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

При высокой **влажности воздуха** градиент влажности между кожей и воздухом уменьшается и испарение пота замедляется. Когда давление водяных паров в окружающем воздухе превышает 40 мм рт. ст., **испарение пота** с поверхности кожи равно нулю. Поэтому даже при очень высокой температуре воздуха, но при относительно небольшой его влажности турист не испытывает таких трудностей, как при низкой температуре воздуха и высокой влажности.

Таким образом, повышенная температура окружающей среды уменьшает температурный градиент между воздухом и кожей, а также между кожей и ядром тела, создавая затруднения для теплоотдачи. Эти затруднения тем больше, чем ближе внешняя температура к температуре кожи. Аналогичным образом повышенная влажность окружающего воздуха создает барьер для потери тепла путем испарения.

Одновременное повышение температуры и влажности воздуха может приводить к чрезмерному повышению температуры тела при напряженной и продолжительной туристской и спортивной деятельности. Человек, потерявший большое количество воды, неустойчив к жаре, его работоспособность снижается. Даже уменьшение веса тела на 1–2 % из-за потери воды снижает физическую работоспособность, особенно у нетренированного человека. В условиях дегидратации организм хуже регулирует температуру тела, так что при одинаковой нагрузке температура тела у обезвоженных людей (потеря 3–4 % веса тела) выше, чем у нормально гидратированных. Чем выше степень дегидратации, тем больше температура тела во время работы.

При дегидратации с потерей 3 % веса тела уменьшается активность потовых желез. Одним из наиболее важных отрицательных последствий дегидратации является уменьшение объема **плазмы крови**. При рабочей дегидратации с потерей 4 % веса тела объем плазмы уменьшается на 16–18 %. Соответственно уменьшается объем циркулирующей крови, что приводит к снижению венозного возврата и как следствие – к падению **систолического объема**. Для компенсации последнего повышается ЧСС. Другим следствием уменьшения объема плазмы крови является повышение вязкости крови, что увеличивает нагрузку на сердце и может снижать



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 531 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

его производительность.

Одним из тяжелых последствий большой потери воды телом является уменьшение объема межклеточной (тканевой) и внутриклеточной жидкостей. В клетках с пониженным содержанием воды и измененным равновесием электролитов нарушается нормальная жизнедеятельность. Это, в частности, относится к скелетным и сердечной мышцам, сократительная способность которых в условиях дегидратации может значительно снижаться.

3. Акклиматизация организма к условиям повышенной температуры окружающей среды

Основными факторами, влияющими на организм человека, попадающего в условия жаркого климата, являются высокая температура воздуха, приближающаяся к температуре тела, значительная интенсивность солнечного излучения, высокая влажность атмосферного воздуха (тропики и субтропики), резкие колебания температуры окружающей среды на протяжении суток (пустыни или полупустыни). Важнейшими факторами, определяющими воздействие климата субтропиков на человека, являются: высокая температура воздуха, близкая к температуре тела, а иногда и превышающая ее; высокая интенсивность прямой и отраженной солнечной радиации. В сухих субтропиках – резкие колебания температуры воздуха, достигающие 20–25 °С в течение суток и 50 °С в течение сезона; во влажных субтропиках – высокая относительная влажность атмосферного воздуха.

Процесс акклиматизации, или физиологической адаптации к жаркому климату сопровождается повышением *теплоотдачи* за счет расширения сосудов и усиления *потоотделения*. Вместе с тем несколько снижается *теплообразование*. По мере акклиматизации процессы терморегуляции стабилизируются в соответствии с температурными условиями; нормализуется обмен; загар ослабляет действие избыточного ультрафиолетового излучения солнца. В результате акклиматизации снижаются ос-



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 532 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

новой обмен (на 10–15 %) и **артериальное давление** (на 15–25 мм рт. ст.), повышается эффективность потоотделения, происходят адаптационные изменения других физиологических функций (табл. 26).

Однако в ряде случаев (особенно у лиц с нарушениями функций сердечно-сосудистой системы) акклиматизация может не наступать в течение многих лет.

Таблица 26 – Адаптационные физиологические изменения в условиях повышенной температуры окружающей среды

Функция	Адаптационные изменения
Потоотделение	Более быстрое начало потоотделения при работе; повышение скорости потоотделения; более равномерное распределение пота по поверхности тела; снижение содержания солей в поте
Кровь и кровообращение	Снижение частоты сердечных сокращений; увеличение систолического объема; усиление кожного кровотока, увеличение объема циркулирующей крови; более быстрое перераспределение крови в систему кожных сосудов и увеличение кровотока ближе к поверхности тела
Дыхание	Уменьшение одышки, повышение глубины и уменьшение частоты дыхания
Метаболизм	Снижение основного обмена; снижение кислородного запроса на легкую работу
Терморегуляция	Снижение температуры ядра и оболочки тела в покое и при мышечной работе; рост устойчивости организма к повышенной температуре тела

Люди, неоднократно подвергавшиеся тепловому перегреву, переносят жару значительно лучше уже через несколько дней. Они акклиматизируются. У них наблюдается повышенный уровень потоотделения, а возникающее в этой связи более интенсивное охлаждение кожного покрова обуславливает более низкую температуру тела и приводит к снижению частоты сердечных сокращений при работе в одних и тех же условиях. Положительные результаты дает искусственная акклиматизация персонала, который может быть задействован в чрезвычайно жарких условиях



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 533 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

(пожарники, служба спасения, военнослужащие и др.).

Акклиматизация в жарком климате может сопровождаться потерей аппетита, расстройством деятельности кишечника, нарушением сна, понижением сопротивляемости к инфекционным заболеваниям. Отмеченные функциональные отклонения обуславливаются нарушением водно-солевого обмена. Снижается мышечный тонус, увеличивается потоотделение, понижается мочевыделение, учащаются дыхание, **пульс** и др.

По мере *увеличения* **влажности воздуха** напряжение механизмов **адаптации** возрастает. Наиболее тягостна для человека акклиматизация человека в климате влажных тропических лесов, где высокая температура воздуха и предельно высокая относительная влажность сочетаются с полным безветрием. Верхней границей адаптации при относительной влажности 85 % считается температура 30–31 °С.

Для *улучшения самочувствия* соблюдают водно-солевой режим, рациональное питание, носят соответствующую одежду, в помещениях устанавливают кондиционеры. С течением времени повышается выносливость к высокой температуре и влажности, нормализуется обмен веществ и другие физиологические функции. Появившийся загар ослабляет действие избыточной ультрафиолетовой радиации. В течение первого месяца акклиматизации пульс при физической работе снижается на 20–30 ударов в минуту, а температура тела – на 0,5–1 °С по сравнению с первыми днями пребывания в новых климатических условиях. Завершение акклиматизации наступает через более длительное время, иногда исчисляемое годами.

Процесс акклиматизации заключается в смене одних *терморегуляторных реакций* другими, менее снижающими работоспособность человека. Так, значительное ослабление мышечного тонуса сменяется понижением активности щитовидной железы, ведущим к снижению уровня основного обмена на 10–20 %. Затруднение циркуляции крови из-за ее сгущения компенсируется усилением работы сердца и расширением сосудов, что приводит к падению **артериального давления** (на 15–25 мм рт. ст.). Усиливается эффективность потоотделения за счет стимуляции малоактив-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 534 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ных потовых желез и изменения химического состава пота, обогащения его жирными кислотами, способствующими уменьшению поверхностного натяжения и слиянию отдельных капель в сплошную пленку влаги.

По мере акклиматизации в условиях жаркого климата отклонения в нейроэндокринной регуляции выравниваются, терморегуляционные процессы становятся более стабильными и соответствующими интенсивности термического воздействия. Выносливость к высоким температурам внешней среды у здоровых людей становится достаточно высокой. Обмен веществ устанавливается на нормальном уровне, то же относится к другим физиологическим функциям. Артериальное давление обычно устанавливается на более низких величинах нормального уровня. Роговой слой кожи утолщается, появляется загар, ослабляющий избыточное действие ультрафиолетовой радиации.

В особо жаркие дни или часы обмен веществ несколько снижается, появляется атония, понижается функция пищеварения. При понижении температуры воздуха все эти отклонения быстро выравниваются, чем обеспечивается относительное постоянство внутренней среды и нормальная работоспособность. В процессе акклиматизации происходит улучшение регуляции водного баланса, снижается жажда, в результате чего температура тела и частота **пульса** повышаются не столь сильно, как в первое время.

В условиях жаркого климата важнейшим гигиеническим мероприятием, содействующим акклиматизации, является как можно более полная компенсация потерь (при усиленном потоотделении) воды и хлорида натрия. В качестве утоляющих жажду напитков, нормализующих водный баланс, употребляют подсоленную (около 0,5 % NaCl) газированную питьевую воду, подкисленный чай, зеленый чай, вишневый отвар, витаминные напитки.

Опыт народов, проживающих в жарком климате, дает различные решения вопроса об *одежде*. В сухом жарком климате широко распространены ватные халаты, во влажных субтропиках – свободная одежда из легких тканей. Главные требования



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 535 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

к одежде для юга – возможность проветривания воздушных прослоек под одеждой и защита от чрезмерного солнечного излучения. Особое внимание на юге должно быть уделено головному убору.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие физиологические изменения происходят в организме в условиях повышенной температуры окружающей среды?
2. Что наблюдается в организме человека при тепловом ударе?
3. Какие нарушения здоровья человека происходят при **солнечном ударе**?
4. Какие факторы определяют снижение работоспособности человека при повышенной температуре и **влажности воздуха**?
5. Что происходит при дегидратации организма человека?
6. Какие адаптационные физиологические изменения в условиях повышенной температуры окружающей среды наблюдаются в системе **крови**, кровеносной и дыхательной системах?
7. Как происходит акклиматизация организма туриста к условиям повышенной температуры окружающей среды?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 536 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 33. Акклиматизация человека в условиях повышенной влажности. Акклиматизация в условиях пустынь и полупустынь

План лекции

1. Действие сочетания высокой влажности и температуры воздуха на организм человека.
2. Тропические болезни. Требования, предъявляемые к иммунизации граждан Республики Беларусь, выезжающих за рубеж.
3. Акклиматизация в условиях пустынь и полупустынь.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [7, 8, 14, 17, 23].

1. Действие сочетания высокой влажности и температуры воздуха на организм человека

Одна и та же температура воздуха в зависимости от его влажности ощущается человеком по-разному. При температуре воздуха, близкой к температуре кожи, **теплоотдача** излучением и конвекцией резко снижена, но возможна теплоотдача через **испарение пота**. В жарком влажном климате затрудняется испарение пота и в этих условиях теплоотдача идет главным образом путем теплоизлучения со значительным расширением периферических сосудов.

Чем больше относительная **влажность**, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев тела. Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает высокая влажность при температуре выше 30 °С, так как при этом почти единственным способом теплоотдачи может служить испарение пота. Однако при повышении влажности пот не испаряется, а стекает каплями с поверхности кожного покрова. Возникает так называемый



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 537 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

мое проливное течение пота, изнуряющее организм и не обеспечивающее необходимую теплоотдачу.

Пот, который не может испаряться, не оказывает никакого охлаждающего эффекта. С точки зрения терморегуляции, он не приносит никакой пользы. Поэтому при повышенной влажности и высокой температуре воздуха, когда испарение затруднено, чаще всего возникает острое перегревание организма. Такие условия нередко возникают при работе в плотной неventилируемой одежде.

Большая влажность и высокие температуры оказывают тяжелое, изнуряющее воздействие на организм человека, значительно снижают работоспособность, особенно на открытом воздухе. При таком климате поддержание температуры тела человека в пределах нормы совершается в основном за счет **испарения пота** с поверхности кожи.

Для нормального самочувствия необходимо соблюдение водного и солевого равновесия. Общий запас хлористого натрия в организме составляет около 140 граммов. Исследования показали, при высокой температуре и влажности человек теряет с потом до 15–30 г хлористого натрия в сутки (около 5 г с каждым литром пота). Установлено, что потеря 28–30 г хлорида натрия ведет к понижению желудочной секреции, а больших количеств – к мышечным спазмам и судорогам. При сильном потоотделении потери водорастворимых витаминов (С, В₁, В₂) могут достигать 15–25 % суточной потребности.

Часть соли с поверхности тела снова поглощается. В противном случае потеря соли была бы еще большей. И если своевременно ее не возмещать, то это может привести к нарушению минерального состава организма. Последствия этого, в частности, – отсутствие хлора в желудочном соке, потеря аппетита, снижение резистентности организма к инфекционным и паразитарным заболеваниям. Почки также нуждаются в хлоре для своей нормальной деятельности.

Уменьшение в организме количества натрия, второй составной части поваренной соли, приводит к ослаблению мышечной деятельности, появлению судорог, болей в



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 538 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

мышцах, особенно в икроножных (при потере соли 20 %).

Известно, например, что при обезвоживании организма на 10 % развивается компенсированный тепловой удар; при обезвоживании на 10–12 % прекращается секреция мочи, возникает декомпенсация; при потере 20 % влаги происходят необратимые изменения в головном мозге.

Одна из причин, почему влажность делает жару еще более невыносимой, является то, что чем выше влажность, тем более высокой ощущается температура воздуха, чем она есть на самом деле. Например, при температуре 35 градусов при относительной влажности воздуха 30 % человек чувствует себя, как и бывает в действительности при 35 градусах. Но при влажности 65 % в те же 35 градусов, он уже будет чувствовать себя как при температуре 42 градуса.

Проблема высокой **влажности** состоит в том, что она заставляет человека чувствовать себя более разгоряченным. Это происходит потому, что организм, пытаясь охладиться, работает все активнее и активнее, выделяя пот. Но выделяющийся пот при высокой влажности не испаряется и поэтому не охлаждает. Человек продолжает нагреваться, и в результате перегревается, а это приводит к потере воды и химических веществ, в которых нуждается организм. Перегрев, или чаще тепловое истощение, может привести к обезвоживанию и химическому дисбалансу в организме.

Недостаточная влажность воздуха также может оказаться неблагоприятной для человека. Чрезмерно сухой воздух при низкой относительной влажности (менее 20 %) иссушает слизистую оболочку носа, глотки и рта. На слизистых оболочках образуются трещины, которые легко инфицируются, что способствует развитию воспалительных явлений. Действие на организм сухого воздуха усугубляется при его большой подвижности. Горячий сухой ветер не только вызывает перегревание, но и ухудшает самочувствие человека, снижает работоспособность.

При длительном пребывании людей в закрытых помещениях рекомендуется поддерживать относительную влажность воздуха в пределах 30–70 %.

Для ощущения теплового комфорта большое значение имеет подвижность и на-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 539 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

правление воздушного потока воздуха. Наиболее благоприятная скорость движения воздуха в зимний период – 0,15 м/с, а в летний – 0,2–0,3 м/с. Воздух, движущийся со скоростью 0,15 м/с, вызывает у человека ощущение свежести.

2. Тропические болезни. Требования, предъявляемые к иммунизации граждан Республики Беларусь, выезжающих за рубеж

Особенностью жаркого климата является несравненно большее разнообразие болезней. Здесь встречаются и почти все болезни, известные в зоне умеренного климата, и те болезни, которые практически не существуют вне тропиков, так называемые *тропические болезни*. К тому же клиническая картина ряда инфекционных заболеваний (дифтерия, корь), наблюдаемая в тропиках, существенно отличается от типичной для стран с умеренным климатом. Кроме того, для патологии тропиков характерны высокие экстенсивность и интенсивность болезней, что обусловлено исключительно благоприятными природными предпосылками для распространения возбудителей этих заболеваний.

Усиливающееся освоение влажных тропических лесов, возрастающий поток мигрантов из тропических стран, развитие торговли с этими странами и увеличение числа туристических поездок ведут к возрастанию опасности заноса тропических болезней и в страны умеренного климата.

Заразиться какой-либо тропической инфекцией можно двумя основными способами. Первый – через пищу или воду посещаемой туристом страны. Способ второй – через укусы представителей животного мира. Опасность представляют москиты и животные – переносчики инфекции. Инкубационный период, излечимость болезней и их протекание бывают самыми разнообразными, не исключен и смертельный исход. Серьезную опасность представляют следующие тропические болезни.

Геморрагическая лихорадка. Под геморрагической лихорадкой понимают группу острых вирусных заболеваний, которые сопровождаются поражением сосудов и раз-



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 540 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

витием тромбозов и геморрагий – кровоизлияний в различных участках тела. Как правило, геморрагические лихорадки распространены в определенных зонах обитания переносчиков заболевания.

Источником и резервуаром для вирусов, которые приводит к геморрагическим лихорадкам, являются некоторые животные (в частности, летучие мыши, обезьяны, грызуны и прочие), а также человек. Переносчиком вирусов выступают комары и клещи. Лихорадки относятся к тяжелым вирусным заболеваниям с почти одинаковой клинической картиной, характеризующейся высокой температурой, геморрагической сыпью, кровотечениями из носа, десен, головными болями, общей слабостью, болями в грудной клетке и желудке.

Одной из наиболее распространенных геморрагических лихорадок является желтая лихорадка. Ею можно заразиться в странах, которые так привлекательны для туристов. Это Египет, Таиланд, Алжир, Мальдивы, Тунис, Индия, Малайзия, Индонезия и другие. Перед поездкой в такие страны следует сделать прививку. Желтая лихорадка считается смертельным заболеванием, и смертность от нее составляет 60 %. Кроме того, в некоторых из этих стран можно заразиться лихорадкой Денге, лихорадкой долины Рифт, лихорадкой Киассанурского леса, Крым-Конго, Омской лихорадкой и другими.

Примечательно, что некоторые лихорадки передаются пищевым, контактно-бытовым, водным, парентеральным (через **кровь**) и другими путями. Нередко заражение происходит при контакте с инфицированными животными или их трупами, при контакте с фекалиями, слюной, мочой и другими выделениями инфицированных грызунов, а также при близком контакте с заболевшими людьми или их выделениями.

Брюшной тиф. Туристы, посещающие Индию и некоторые сопредельные с Индией государства, должны перед поездкой в эти страны прививаться от брюшного тифа. Это серьезное инфекционное заболевание, при котором поражаются лимфатические узлы кишечника. Болезнь сопровождается высокой интоксикацией, увеличением печени, селезенки, а также появлением сыпи в брюшной области.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 541 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Возбудителем данного заболевания является грамотрицательная палочковидная бактерия сальмонелла. Она хорошо переносит низкие температуры внешней среды, долго сохраняется в водопроводной воде и колодцах, а также в молочных продуктах, мясном фарше и овощных салатах. При кипячении погибают моментально, при обработке дезинфицирующими средствами – через несколько минут, а также неустойчивы к прямым солнечным лучам.

Инкубационный период длится 7–30 дней (в среднем 10–14 суток) и напрямую зависит от количества и вирулентности микробных тел и состояния организма человека. Начальный период длится от 4 до 7 дней и характеризуется постепенным развитием симптомов. Сначала повышается температура тела, появляется слабость, повышенная утомляемость, снижается аппетит, ухудшается сон. Нарастает бледность кожи (особенно лица), снижается **артериальное давление**, возникает брадикардия. Постепенно увеличивается печень и селезенка.

Дифтерия и столбняк. От этих заболеваний рекомендуется делать прививку перед поездками в Египет, Таиланд, Турцию, Тунис, Марокко, Индию, Сингапур, Мальдивы, Индонезию и Алжир. Дифтерия – это острое инфекционное заболевание, которое передается воздушно-капельным способом и характеризуется характерными воспалительными образованиями в ротовой полости, гортани, трахее и редко – в других органах. В зависимости от локализации процесса различают дифтерию зева, носа, гортани, глаз и других органов. Возбудителем дифтерии является дифтерийная палочка, которая устойчива во внешней среде. Инкубационный период для дифтерии составляет от 2 до 10 дней.

Что касается столбняка, то данное инфекционное заболевание преимущественно поражает нервную систему, что сопровождается тоническими и судорожными сокращениями поперечно-полосатых мышц. Возбудитель – крупная палочка, анаэроб; образует споры, продуцирует экзотоксин. Часто обнаруживается в почве. Споры возбудителя проникают в организм человека при различных травмах, часто небольших повреждениях кожи, особенно нижних конечностей. В анаэробных условиях споры



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 542 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

превращаются в вегетативные формы, которые начинают размножаться и выделять экзотоксин, который вызывает поражение передних рогов **спинного мозга**. Инкубационный период – от 3 до 30 (чаще 7–14) дней. Примечательно, что при коротком инкубационном периоде заболевание протекает значительно тяжелее. Заболевание начинается с неприятных ощущений в области раны (тянущие боли, подергивания мышц вокруг нее). Наиболее характерный симптом – появление судорог.

Малярия. Переносчиком возбудителя – малярийного плазмодия является малярийный комар. Малярия – опасна тем, что вакцины против нее не существует. Чтобы не заразиться малярией, английские матросы пили хину. Сегодня существуют более эффективные профилактические препараты, которые рекомендуется принимать перед въездом в Марокко, Индию и Индонезию. В Египте и Турции малярия представляет угрозу лишь с мая по октябрь. Протекает болезнь тяжело: с общим недомоганием, периодами высокой температуры, ознобом, расстройствами пищеварения и нервной системы. В тяжелом случае она может закончиться летальным исходом.

Наиболее опасными странами, где можно заразиться малярией, являются страны Африки. Ежегодно фиксируются сотни тысяч летальных исходов от малярии, и более 90 % всех случаев припадают именно на Африку. Чаще всего от малярии погибают дети.

Некоторые формы заболевания могут проявиться в течение двух лет после возвращения из жарких стран. Поэтому в этот период при любом заболевании, сопровождающемся повышением температуры, необходимо информировать лечащего врача о пребывании в тропиках.

Холера – острое кишечное инфекционное заболевание, очень быстро распространяющееся и охватывающее большое количество людей. Болезнь распространена практически во всех жарких странах Азии, Африки и Южной Америки. Возбудитель холеры – вибрион – проникает в организм человека через рот вместе с зараженной водой или пищей. Инкубационный период длится от нескольких часов до 5 дней. Характерные признаки заболевания – понос и рвота.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 543 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Поскольку прививка и лекарственные препараты не обеспечивают полной защиты организма и предотвращения заболевания холерой, Всемирная Организация Здравоохранения с 1973 года не требует предъявления сертификата по этому заболеванию при въезде в жаркие страны. Человек может заразиться холерой, наглотавшись воды во время купания; через посуду, овощи и фрукты, вымытые сырой водой; через продукты, инфицированные в процессе хранения или транспортировки (особенно это относится к пище, не подвергавшейся тепловой обработке – студням, салатам, сырым фруктам, молоку). Заражение происходит и при контакте с больным через загрязненные предметы обихода: посуду, постельное белье и прочее.

При заболевании холерой происходит быстрое обезвоживание организма, поэтому больному необходимо давать как можно больше жидкости. Холеру нельзя предупредить медикаментозными методами, единственный путь – строжайшее соблюдение мер предосторожности. Во время отдыха следует употреблять только кипяченую и дезинфицированную воду, напитки в фабричной упаковке. Необходимо тщательно мыть овощи и фрукты кипяченой водой. Избегать питания с лотков, в кафе и ресторанчиках, не имеющих государственного сертификата. Не употреблять пищу, пролежавшую на солнце или при комнатной температуре хотя бы пару часов. Следить, чтобы при купании в водоемах вода не попадала в рот. Соблюдать правила личной гигиены – мыть руки перед едой, пользоваться индивидуальной посудой. При первых же признаках заболевания необходимо немедленно обращаться к врачу.

Соблюдение гражданами Республики Беларусь, выезжающими в зарубежные страны, мер личной безопасности и профилактики заболеваний, поможет сохранить санитарно-эпидемиологическое благополучие населения в нашей стране. Перед поездкой за рубеж необходимо заблаговременно пройти иммунизацию, т. е. сделать необходимые прививки. Минимальный срок для прививок – одна-две недели до выезда. Эта необходимость вызвана особенностями организма, которому необходимо восстановление после вакцинации. При этом следует помнить, что даже в благополучных, на первый взгляд, странах есть опасность инфекционного заболевания.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 544 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Перед выездом в жаркие страны, к примеру, Египет или Индию, рекомендует-ся привиться от *гепатита А*, который легко распространяется через зараженную воду, пищу, а также бытовые предметы. Прививку рекомендуется сделать заранее, примерно за две недели до предполагаемой поездки. Она будет оберегать организм в течение полугода, а, кроме того, повторная вакцинация спустя 6 месяцев дает устойчивый иммунитет на долгие годы.

Менингококковая инфекция – опасное заболевание, также требующее иммуни-зации. Инфекция быстро развивается и, если не предприняты меры, на последней стадии приводит к летальному исходу. Чтобы перестраховаться, рекомендуется при-виться за две недели до выезда за границу.

Малярия, брюшной тиф, бешенство также широко распространены в экзотиче-ских странах, и вакцинация является лучшим решением потенциальной проблемы.

Тем, кто собирается посетить страны Европы, в том числе Украину и Россию, необходимо уточнить в поликлинике, сделана ли прививка от *кори*. Большинство жителей Беларуси застрахованы от этого заболевания, однако есть вероятность ока-заться в числе непривитых (группа молодых людей от 20 до 29 лет). При отсутствии прививки необходимо провести вакцинацию за 3–4 недели до поездки в эти страны.

Клещевой энцефалит – опасное заболевание, которое преимущественно встреча-ется в лесах Урала, Карелии, Дальнего Востока. Вакцинацию от энцефалита необ-ходимо проводить в два этапа с интервалом один месяц, причем выезд на террито-рию с высоким уровнем распространения заболевания рекомендуется не ранее чем через 3–4 недели.

Гражданин Республики Беларусь перед поездкой за рубеж должен обязательно пройти инструктаж в туристической фирме, которая организует поездку. Также рекомендуется уточнять актуальную информацию (о заболеваниях и мерах профи-лактики, требованиях страны пребывания в отношении прививок) при получении визы в консульстве. С информацией о рекомендуемых прививках для лиц, выезжа-ющих за рубеж, можно ознакомиться на сайте ГУ «Республиканский центр гигиены,



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 545 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3. Акклиматизация в условиях пустынь и полупустынь

Вопросы акклиматизации к условиям жаркого климата имеют большое практическое значение, связанное с орошением земель и освоением полупустынь и пустынь. При переезде на временное или постоянное местожительство в районы жаркого климата человек испытывает его влияние на все физиологические функции. От того, насколько успешно организм приспособится к этим условиям, зависит его здоровье и работоспособность. Поэтому знание закономерностей и свойств перестроек основных функций в процессе акклиматизации имеет большое значение для облегчения и создания оптимальных условий труда и быта.

Изучение динамики приспособительных изменений функций организма человека, оказавшегося в сухой жаркой пустыне, позволило выделить четыре фазы процесса акклиматизации. *Первая фаза* (сверхкомпенсации) характеризуется бурной реакцией дыхания, кровообращения, потоотделения и других функций и несет в себе элементы неспецифического напряжения – стресса. Во *второй фазе* происходит перестройка функций применительно к новым условиям путем сокращения избыточных реакций до уровня, требуемого новым состоянием **гомеостаза**. В *третьей*, которую именуют фазой энергетической адаптации, организм приспособливается к более экономному способу функционирования, ограничению потерь воды и солей с потом, уменьшению трат энергии на мышечную работу и т. д. Наконец, *четвертая фаза* завершает процесс акклиматизации стабилизацией новых гомеостатических параметров на основе перестроенных нервных и гуморальных регуляций применительно к условиям жаркого климата.

Продолжительность течения этих фаз чрезвычайно варьирует как индивидуально, так и в отношении разных функций. Описаны случаи, когда все показатели теплообмена и гемодинамики людей, прибывших из средней полосы в Среднюю Азию,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 546 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

уже через 20–30 дней перестроились на уровень, близкий к показателям местных жителей. Наряду с этим отмечались и гораздо более длительные сроки акклиматизации, особенно по показателям **обмена веществ**, отдельные из которых стабилизируются на новом уровне лишь через несколько месяцев.

Изучение механизмов наступающих при этом изменений показало, что в начальной стадии акклиматизации срочно развиваются неспецифические реакции, использующие гуморальные механизмы, с образованием **гормонов** коркового и мозгового вещества надпочечников. Это снижает чувствительность тканей к температуре и вызывает общее повышение устойчивости организма. Затем наступает стадия развития специфических терморегуляторных реакций, а срочные неспецифические, дорого обходящиеся организму, идут на убыль. Скорость акклиматизации зависит и от того, в условиях какого климата приезжие жили раньше. Так, пребывание на солнце в день приезда в Ташкент вызвало потоотделение у приехавших из заполярных областей в 10 раз, а у прибывших из средней полосы в 4 раза больше, чем у местных жителей. Однако после двух лет акклиматизации количество выделяемого пота у всех стало одинаковым.

Одно из важных проявлений акклиматизации состоит в повышении эффективности отдачи тепла. Например, в течение 30 дней приспособления к работе в пустыне количество пота увеличивалось (в первые дни – 6,25 л, на 30-й день – 7,09 л), ускорялось начало его выделения (на лбу: в первые дни – через 7,2 мин, на 22-й день – через 3,0 мин), уменьшалась доля избыточного бесполезно стекающего пота (в первые дни – 80 %, на 24-й день – 40 %). Такое усиление теплоотдачи за счет повышения эффективности потоотделения позволяет уменьшить нагревание тела при интенсивной физической нагрузке в пустыне (ректальная температура в первые дни – 39,4 °С, в последние дни – 38,2 °С). Потоотделение при адаптации к жаре возрастает главным образом за счет увеличения количества работающих желез, а не усиления секреции каждой из них.

При акклиматизации происходит перераспределение зон интенсивного потоот-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 547 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

деления в сторону конечностей, более выгодных для теплоотдачи по отношению массы к поверхности и наличию своеобразных артериовенозных теплообменников. В результате 18–35-дневной адаптации к теплу доля потоотделения на конечностях возрастает от 28–42 % до 34–54 % общего количества выделенного пота. Изменениям потоотделения всегда предшествуют сосудистые реакции.

В процессе акклиматизации уменьшаются потери солей с потом. Так, в первые два дня пребывания в жарком сухом климате пот содержал 0,63 % хлоридов, а к концу месяца только 0,21 %; общая суточная потеря хлоридов с потом составила в первый день 40,0 г, а к концу месяца – 15,6 г. Через 2 года жизни в условиях жаркого сухого климата водносолевой обмен приезжих практически сравнивается с таковым у местных жителей.

В процессе акклиматизации перестройка системы кровообращения прежде всего направлена на увеличение переноса тепла, образующегося в теле, к его кожной поверхности. Это достигается возрастанием объема циркулирующей **крови** и расширением русла сосудов кожи.

В первые дни акклиматизации у приезжих из средней полосы возникает учащение сердечных сокращений. Однако по мере акклиматизации частота сокращений сердца возвращается к исходным средним значениям.

Акклиматизация жителей умеренного климата, оказавшихся в условиях тропиков, отражается и на составе крови. Так, у европейцев, проживших 22–36 месяцев в тропической Африке (Гвинея), было существенно снижено образование **эритроцитов** и уменьшено содержание **гемоглобина**, как и у аборигенов-африканцев. Потеря большого количества солей при интенсивном потоотделении нарушает солевой состав крови. Однако в процессе акклиматизации складываются регуляторные механизмы, устраняющие эти нарушения и обеспечивающие осмотические свойства и ионный баланс крови, необходимые для жизни в новых условиях. Об эффективности этих регуляций говорят результаты опытов с двухчасовым пребыванием на солнце людей, в разной степени приспособленных к жаре. У местных жителей значительных



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 548 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

изменений в электролитном составе крови не отмечалось, у приезжих из средней полосы содержание натрия в крови возросло на 22,1 %, а у прибывших из северных районов – на 70 %, содержание калия уменьшилось соответственно на 19,7 и 23 %.

В условиях жаркого климата затруднено выведение избытка эндогенного тепла, к которому добавляется значительное количество экзогенного, в связи с чем встает основная гомеостатическая задача поддержания постоянства температуры тела путем усиления **теплоотдачи**. Прежде всего, возникают реакции кровообращения, выносящие эндогенное тепло на поверхность тела. Однако они не в состоянии решить эту задачу. Тогда приводится в действие главный способ усиления теплоотдачи путем испарения больших масс пота. Возникающая при этом потеря значительного количества воды и солей в свою очередь ставит новую гомеостатическую задачу поддержания постоянства состава внутренней среды.

В процесс решения задач гомеостаза вовлекается все больше функций организма, сдвиги параметров которых ставят все новые задачи поддержания их постоянства. Таким образом, складывается сложная цепь взаимосвязанных приспособительных реакций, которые организуются нейрогуморальными механизмами управления, перестроенными на поддержание иного уровня гомеостаза адекватно новым климатическим условиям. Перестройка происходит главным образом в **нервных центрах** терморегуляции, сосудодвигательном, сердечной деятельности и потоотделительном, а также в эндокринной системе гипофиза, надпочечников, щитовидной железы, которые связаны между собой через **гипоталамус** и его нейросекреторные структуры.

В акклиматизации к жаркому сухому климату большое значение принадлежит рациону питания. Наблюдения за реакциями обмена веществ у испытуемых, находящихся в термокамере при 34–36 °С и относительной **влажности** 80 %, показали, что при низкокалорийном суточном рационе питания (1800 калорий) глюкокортикоидные функции коры надпочечников и траты энергии снижаются, а при высококалорийном рационе (4000 калорий) они повышаются. Эти результаты могут быть основанием для рекомендаций ограничивать калорийность пищи как одно из средств



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 549 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

облегчения адаптации к жаркому климату.

Хотя механизмы акклиматизационных перестроек физиологических функций человека, оказавшегося в условиях жаркого климата, до конца не изучены, имеющиеся сведения и народный опыт дают основания для рекомендаций, способствующих более быстрой и эффективной акклиматизации. Прежде всего, следует вначале избегать больших тепловых нагрузок, которые могут вызвать **тепловой удар** и необратимый срыв системы адаптивной терморегуляции. Акклиматизация происходит наиболее эффективно при постепенном наращивании таких нагрузок. Поэтому, с одной стороны, при физической работе в жару организм испытывает опасную двойную нагрузку, а с другой стороны, практика показала, что наиболее эффективная акклиматизация достигается при сочетании действия постепенно повышаемой температуры и умеренных физических нагрузок. К этому можно добавить, что для успешной акклиматизации необходимо также облегчать **теплоотдачу** гигиеническим уходом за кожей, прохладными обмываниями под душем, защищать глаза дымчатыми очками и закрывать голову от прямых солнечных лучей.

Вопросы для самоконтроля

1. Как влияет влажность воздуха на выделение и **испарение пота**?
2. Что происходит в организме человека при потере с потом хлористого натрия?
3. Как чувствует себя человек при высокой температуре и одновременно высокой **влажности** или низкой влажности воздуха?
4. Какие основные способы заражения **тропической инфекцией**?
5. Что такое **геморрагическая лихорадка** и как ею можно заразиться?
6. Какие симптомы брюшного тифа, дифтерии и столбняка?
7. Какие симптомы заболевания **малярией и холерой**?
8. Что должен сделать гражданин Республики Беларусь перед поездкой за рубеж с целью профилактики заболеваний?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 550 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

9. Какие выделяют фазы процесса акклиматизации в условиях пустынь и полупустынь?
10. Какой режим нагрузок рекомендуется для наиболее эффективной акклиматизации в условиях пустынь и полупустынь?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 551 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 34. Влияние низкой температуры окружающей среды на организм человека

План лекции

1. Физиологические реакции организма в условиях низкой температуры окружающей среды.
2. Физические механизмы теплопродукции и теплоотдачи в условиях низкой температуры окружающей среды.
3. Акклиматизация организма к холоду. Криотерапия.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 8, 14, 16, 17, 22].

1. Физиологические реакции организма в условиях низкой температуры окружающей среды

Понижение температуры и ослабление тактильной чувствительности кожи становятся наиболее чувствительной реакцией организма на изменение теплового состояния при охлаждении. При этом происходит изменение функционального состояния центральной нервной системы, что проявляется в своеобразном наркотическом действии холода, ведущем к ослаблению мышечной деятельности, резкому снижению реакции на болевые раздражения, адинамии и сонливости.

Местное охлаждение, особенно охлаждение ног, способствует развитию *простудных заболеваний*, что связано с рефлекторным снижением температуры слизистой оболочки носоглотки. Переохлаждение конечностей усугубляется при увлажнении одежды, которая становится более теплопроводной, что приводит к большой потере тепла. Наибольшее число отморожений и даже смертей от переохлаждения наблюдается при сочетании низкой температуры, высокой влажности и большой подвижности воздуха.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 552 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Низкая температура, большая подвижность и влажность воздуха, могут быть причиной охлаждения, и даже переохлаждения организма – *гипотермии*. В начальный период воздействия умеренного холода наблюдается уменьшение частоты дыхания, увеличение объема вдоха. При продолжительном действии холода дыхание становится неритмичным, частота и объем вдоха увеличивается, изменяется углеводный обмен. Приrost обменных процессов при понижении температуры на 1 °С составляет около 10 %, а при интенсивном охлаждении он может возрасти в 3 раза по сравнению с уровнем основного обмена. Появление *мышечной дрожи*, при которой внешняя работа не совершается, а вся энергия превращается в теплоту, может в течение некоторого времени задерживать снижение температуры внутренних органов. Результатом действия низких температур являются холодовые травмы.

Чрезвычайно дискомфортным для человека является климат Арктики и приполярных областей из-за низких температур воздуха, сильных ветров, резкой недостаточности ультрафиолетовой радиации (световое голодание), магнитных бурь, расстройства ритмики физиологических функций человека во время полярной ночи и полярного дня и т. п. Солнечная, витаминная и связанная с ними иммунно-биологическая недостаточность естественно отражается на общей сопротивляемости организма и является предрасполагающими факторами к возникновению или ухудшению течения самых различных, в том числе и инфекционных заболеваний.

Структура заболеваний определяется в первую очередь эффектом ультрафиолетовой недостаточности и холодового синдрома: получение острой и хронической холодовой травмы, заболевания центральной нервной системы, ознобление, обморожения, а в отдельных случаях (при нарушении техники безопасности) и замерзания. Следует также отметить так называемый «*синдром полярного напряжения*», включающий тревожность, нервозность, эффекты своеобразной гипоксии (кислородного голодания) с последующей одышкой, с элементами полярно-ночной сонливости или полярно-дневной бессонницы, как следствие совокупного воздействия «бесконечности» полярного дня или ночи, космических, геомагнитных и метеороло-



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 553 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

гических факторов.

Пребывание человека в непривычных климатогеографических зонах нередко вызывает характерные *психосоматические расстройства*: раздражительность, вспыльчивость, тревожное состояние, эмоциональную неустойчивость, подавленность, повышенную утомляемость, нарушения сна, разбитость, боли различной локализации (головные, в области **сердца** и др.). Это состояние получило название «синдром психоэмоционального напряжения». При нем снижается воспринимающая способность анализаторных систем, уменьшается надежность интегративных функций головного мозга.

Причинами нервного напряжения являются как стрессовые воздействия физических факторов окружающей среды, так и специфические особенности обитания ограниченных коллективов: длительная изоляция, **гиподинамия**, сенсорная недостаточность, дефицит информации, однообразие социального окружения, быта, ландшафта. Однообразное окружение является причиной состояния, называемого монотонией, при котором наблюдается снижение работоспособности, сонливость, безразличие. Наряду с объективными факторами большое значение приобретают психологическая совместимость людей, взаимоотношения в коллективе, проблемы формального и неформального лидерства.

В условиях низких температур перестройка механизмов **терморегуляции** приводит к *усилению обменных процессов*. Энерготраты возрастают не только из-за работы в тяжелой одежде, ночью, в пургу, но и за счет усиленной теплопродукции, не связанной с сократительной активностью мышц (несократительный термогенез). У лиц, работающих в зоне низких температур, происходят изменения функции органов дыхания и кровоснабжения, способствующие усилению газообмена. Часто наблюдаемая одышка является проявлением **гиповитаминоза** (С, В₁, Е).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 554 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

2. Физические механизмы теплопродукции и теплоотдачи в условиях низкой температуры окружающей среды

Температура воздуха влияет на теплообмен. Низкая температура воздуха, увеличивая **теплоотдачу**, создает опасность переохлаждения организма, возможность простудных заболеваний. Особенно вредны для здоровья быстрые и резкие перепады температуры.

При очень низких температурах воздуха значительно возрастают потери тепла *радиацией* и *конвекцией*, снижается теплоотдача испарением. В этом случае общие потери тепла превышают **теплопродукцию**, что приводит к дефициту тепла, понижению температуры кожи и охлаждению организма. В теплообразовании, кроме мышечной массы, принимают участие и все работающие внутренние органы, особенно печень. В морозные погоды повышается гормональная роль химической **терморегуляции**. В экстремальных условиях человеческой деятельности (в том числе в альпинистской практике) физиологические механизмы терморегуляции становятся жизненно важными.

Первой реакцией организма на воздействие холода является снижение кожных и респираторных (дыхательных) потерь тепла за счет сужения сосудов кожи и легочных альвеол, а также за счет уменьшения **легочной вентиляции** (снижение глубины и частоты дыхания). За счет изменения просвета сосудов кожи кровотока в ней может варьировать в очень широких пределах – от 20 мл до 3 литров в минуту во всей массе кожи. *Сужение сосудов* приводит к снижению температуры кожи, но когда эта температура достигает 6 °C и возникает угроза холодовой травмы, развивается обратный механизм – реактивная гиперемия кожи. При сильном охлаждении может возникнуть стойкое сужение сосудов в виде их спазма. В этом случае появляется сигнал неблагополучия – боль.

Снижение температуры кожи кистей рук до 27 °C связано с ощущением «холодно», при температуре, меньшей 20 °C – «очень холодно», при температуре меньше 15 °C – «невыносимо холодно».



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 555 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

При воздействии холода сосудосуживающие реакции возникают не только на охлажденных участках кожи, но и в отдаленных областях организма, в том числе во внутренних органах («отраженная реакция»). Особенно выражены отраженные реакции при охлаждении стоп – реакции слизистой носа, органов дыхания, внутренних половых органов. Сужение сосудов при этом вызывает снижение температуры соответствующих областей тела и внутренних органов с активизацией микробной флоры. Именно этот механизм лежит в основе простудных заболеваний с развитием воспаления в органах дыхания (пневмонии, бронхиты), мочевыделения (нефриты), половой сферы (простатиты) и т. д.

Механизмы *физической терморегуляции* первыми включаются в защиту постоянства внутренней среды при нарушении равновесия теплопродукции и **теплоотдачи**. Если этих реакций недостаточно для поддержания **гомеостаза**, то повышается мышечный тонус, появляется мышечная дрожь, что приводит к усилению потребления кислорода и увеличению теплопродукции. Одновременно возрастает работа сердца, повышается кровяное давление, скорость кровотока в мышцах. Подсчитано, что для поддержания теплового баланса обнаженного человека при неподвижном холодном воздухе необходимо увеличение теплопродукции в 2 раза на каждые 10 °С снижения температуры воздуха, а при значительном ветре теплопродукция должна удваиваться на каждые 5 °С понижения температуры воздуха.

При остром воздействии холода на живой организм общий прирост теплопродукции достигает 50–70 %. Основным механизмом образования тепла в этот период является *холодовая дрожь*, благодаря которой, уровень выделяемого тепла может возрасти в 2–3 раза, а на короткое время – в 4–5 раз. Однако, последующее охлаждение уже не вызывает дальнейшего увеличения образования тепла. По мере адаптации к холоду дрожь прекращается.

Существенный вклад в химическую **терморегуляцию** вносит терморегуляционный тонус скелетных мышц, или *несократительный термогенез*, т. е. повышение теплопродукции, не связанной с мышечным сокращением. За счет несократитель-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 556 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ного термогенеза при адаптации к холоду теплообразование может повыситься на 40–55 %, причем 70 % выделяемого тепла производят мышцы. *Бурая жировая ткань* синтезирует, депонирует свободные жирные кислоты, повышает их уровень в крови. Во время длительного пребывания человека на холоде активность бурой жировой ткани растет, она снабжает организм основным энергетическим субстратом – свободными жирными кислотами.

3. Акклиматизация организма к холоду. Криотерапия

Приспособление к холоду – наиболее трудно достижимый и быстро утрачиваемый без специальных тренировок вид климатической адаптации человека. У людей, работающих на открытом воздухе и подвергающихся значительному охлаждению, обмен веществ может повыситься на 15–20 %. Постепенно эти реакции выравниваются. Вместе с тем реакции теплообразования становятся более подвижными, интенсивными и соответствующими степени охлаждения. Восстановление кожной температуры происходит быстрее, способность удержания собственного тепла тела возрастает за счет рефлекторного перераспределения крови.

Понижается порог холодовой чувствительности, снижается электрическая активность скелетной мускулатуры, т. е. повышается функциональный резерв защитных сил организма. Непроизвольное сокращение мышц наступает при более высокой степени охлаждения. Повышается стойкость к значительному охлаждению без патофизиологических реакций. Эти реакции акклиматизации наступают у людей, находящихся в холодном климате, например на Крайнем Севере, примерно через 2–3 года. В районах, расположенных южнее Полярного круга, акклиматизация наступает быстрее. В связи с этим резко повышенная в первые 1–2 года заболеваемость, связанная с факторами охлаждения и изменением питания, нарушением привычного режима труда и отдыха, заметно снижается.

Диапазон адаптации к холоду довольно широк. Как правило, здоровые люди



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 557 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

акклиматизируются к низким температурам без расстройств самочувствия и работоспособности. Наиболее эффективной является *активная форма акклиматизации*, при которой организм тренируется и закаливается в условиях нового климата. Рационально использованная трудовая деятельность, мышечные нагрузки являются важным фактором, ускоряющим этот процесс.

Организм человека в условии низких температур пользуется различными способами приспособления. За первыми ориентировочными и **условно-рефлекторными** реакциями следуют более стойкие дифференцированные приспособления с помощью механизмов физической и химической **терморегуляции**.

При многократных контактах с холодом у человека вырабатываются защитные механизмы, направленные на предотвращение неблагоприятных последствий холодовых воздействий. В процессе акклиматизации к холоду повышается устойчивость к возникновению отморожений. Так, частота отморожений у акклиматизированных к холоду лиц в 6–7 раз ниже, чем у не акклиматизированных. При этом в первую очередь происходит совершенствование сосудодвигательных механизмов (физическая терморегуляция). У лиц, длительно подвергающихся действию холода, активность процессов основного обмена (химическая терморегуляция) повышается на 10–15 %. У коренных жителей Севера (например, эскимосов) это превышение достигает 15–30 % и закреплено генетически.

Как правило, в связи с совершенствованием механизмов терморегуляции в процессе акклиматизации к холоду уменьшается доля участия скелетной мускулатуры в поддержании теплового баланса – становится менее выраженной интенсивность и продолжительность циклов мышечной дрожи. Расчеты показали, что за счет физиологических механизмов приспособления к холоду обнаженный человек способен переносить длительное время температуру воздуха не ниже 2 °С. По-видимому, эта температура воздуха является пределом компенсаторных возможностей организма поддерживать тепловой баланс на стабильном уровне. Эти данные близки к температурным условиям, в которых проживают аборигены Огненной Земли, не пользу-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 558 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ющиеся теплой одеждой.

В акклиматизации человека к низким температурам участвуют практически все *физиологические системы организма*. Активизируется симпато-адреналовая система, что сопровождается повышением концентрации норадреналина и адреналина в крови. Одновременно усиливается секреция гипофизом тиреотропного гормона, вызывающего увеличение выделения **гормонов** щитовидной железой. В начальную фазу адаптации к холоду усиление функции щитовидной железы при одновременном возбуждении симпато-адреналовой системы обеспечивают активацию обмена веществ в мышцах, усиливают распад жиров и увеличивают утилизацию свободных жирных кислот мышцами, а также бурой жировой тканью. В результате этого происходит быстрое увеличение образования тепла путем несократительного термогенеза и возрастание основного обмена у адаптирующихся к холоду людей.

В первые дни пребывания людей на большом морозе отмечается усиление мочеобразования и учащение мочеиспускания до 7–15 раз в сутки («холодовой диурез»). Эта реакция рассматривается как адаптивная, направленная на поддержание водно-солевого гомеостаза, поскольку испарение жидкости в условиях холода резко ограничено, а количество образующейся в жировой ткани метаболической воды повышено. Уменьшение содержания воды в тканях снижает их теплопроводность и способствует сохранению тепла в организме. Однако повышенное удаление воды из организма вызывает жажду, сухость кожи и слизистых оболочек.

Исчезновение «холодового диуреза» – один из показателей развития акклиматизации к холоду.

В процессе адаптации людей к холоду снижается общая иммунная реактивность и уменьшается фагоцитарная активность крови, с чем коррелирует частота простудных заболеваний.

Пребывание человека в условиях низких температур сопровождается изменениями показателей *сердечно-сосудистой системы*, которые зависят от сроков адаптации. В период кратковременной адаптации появляются разнообразные нарушения:



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 559 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

одышка, особенно при быстрый ходьбе и физической нагрузке, учащение сердцебиений, боли в области сердца. В этот же период мобилизуются приспособительные реакции системы кровообращения, что проявляется в ускорении частоты сердечных сокращений, повышении **кровенного давления**, увеличении скорости кровотока.

В наибольшей степени влиянию низких температур подвергаются *органы дыхания*, которые в изменившихся условиях среды должны обеспечивать организм кислородом. В первую очередь происходит перераспределение легочных объемов, при котором часть резервного объема выдоха переходит в остаточный объем. Уменьшение резервного объема выдоха сопровождается уменьшением объема вдоха, в результате чего резервы вентиляции снижаются. Увеличение остаточного объема легких способствует согреванию холодного вдыхаемого воздуха в теплом альвеолярном, а уменьшение резервного объема вдоха и выдоха предохраняет от прямого холодового повреждения легких. Характерно также увеличение **минутного объема дыхания**.

Однако, несмотря на возрастание **легочной вентиляции**, коэффициент использования кислорода снижается, что связано с несоответствием вентиляции и кровоснабжения легких из-за холодового спазма мелких сосудов. Такое изменение параметров внешнего дыхания и легочного кровотока свидетельствует о напряженной работе и снижении компенсаторных возможностей системы дыхания.

Также имеет место уменьшение максимальной вентиляции и форсированной жизненной емкости легких. Это связано с воздействием охлажденного сухого воздуха на верхние дыхательные пути и бронхиальное дерево, приводящем к снижению температуры слизистых оболочек воздухоносных путей и рефлекторному сужению просвета бронхов. В результате, проходимость воздухоносных путей становится меньше, что приводит к значительному напряжению дыхания и появлению «полярной одышки». Ко 2–3-му году жизни человека в условиях низких температур «полярная одышка» исчезает.

В условиях низких температур возрастает значение жиров и снижается роль углеводов в энергетическом обмене организма. Только в начальный период адаптации



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 560 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

к холоду главным источником энергии являются углеводы, мобилизующиеся из печени, что повышает уровень глюкозы в крови. В последующие сроки пребывания в холодном климате снижается как скорость обмена глюкозы на конечных этапах гликолиза, так и на 40–50 % уровень ее в крови.

Питание является одним из ведущих факторов приспособления человека к низким температурам и должно соответствовать особенностям обмена веществ и энергии организма в этих условиях. Увеличенный расход энергии на мышечную работу необходимо компенсировать соответствующим увеличением калорийности суточного рациона. Только при высокой энергетической ценности пищи состояние здоровья человека поддерживается на оптимальном уровне, температура тела не понижается. Если же калорийность пищи не превышает 3400 ккал в сутки, люди в условиях низкой температуры ощущают слабость, «онемение» кистей рук и стоп, температура которых падает.

«*Липидный*» характер метаболизма предполагает диету, богатую жиром и белком. Такая пища способствует более эффективному приспособлению к холоду. Особенно нужно учитывать дозировку витаминов А и Е, участвующих в жировом обмене. В механизмах адаптации к холоду важная роль принадлежит также **витаминам** С, Р, К, В₁, В₂, В₆ и D в их взаимодействии с гормональными, ферментативными и другими регуляторами равновесия внутренней среды. Особое внимание должно быть обращено на борьбу со злоупотреблением алкоголем, который в условиях низкой температуры нередко является причиной особенно тяжелых холодовых травм.

Одежда в условиях холода должна удовлетворять трем требованиям: быть достаточно теплой и ветрозащитной при минимальном весе и максимальной гибкости. Лучше всего удовлетворяет этим требованиям олений мех. Как показали эксперименты, обычный комплект ватной одежды удовлетворяет лишь при силе ветра не более 5 м/сек. При больших скоростях движения воздуха улучшения ветро- и теплозащитных свойств одежды можно добиться соответствующими изменениями по-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 561 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

крою и использованием покрытия из ветрозащитной, водоотталкивающей, пропитанной особым составом ткани без простежки ее с подлежащим слоем теплоизолятора. Спецодежда рабочих, форма спортсменов, одежда туристов для нахождения зимой на открытом воздухе должна обладать тепло- и ветрозащитными свойствами, чтобы не допускать переохлаждения организма.

Криотерапия. Криотерапия («крио» – холод) – это медицинская лечебная методика, которая стимулирует обмен веществ, иммунную и эндокринную системы, с помощью кратковременного влияния на организм низкими температурами (до –190 градусов). Различают общую и локальную криотерапию. При общей криотерапии раздражается всё рецепторное поле кожи и оказывается воздействие на центральную нервную систему. В случае локальной криотерапии охлаждаются отдельные участки кожи, что вызывает местные эффекты.

Холод оказывает краткосрочное, но шоковое воздействие на организм, и вызывает в результате резкое охлаждение. Последствиями «шока» являются усиление обмена веществ, очищение кровеносных сосудов и ускорение кровообращения, тонус мышц, укрепление нервной системы, активизация иммунной системы. Криотерапия в косметологии применяется для получения эффекта омоложения кожи, разглаживания мелких морщинок на шее и лице. На сегодняшний день «холодолечением» считается не только привычное гипотермическое воздействие (холодные компрессы, зимнее плавание и т. д.), но и воздействие воздухом, охлажденным до температуры, достигающей минус 190 градусов. Воздействие инертным газом, таким как жидкий азот, также относится к подобному виду процедур.

Несмотря на множество положительных моментов, криотерапия имеет и противопоказания. К основным из них следует отнести: наличие открытых ран; обострение хронических заболеваний; наличие сердечно-сосудистых заболеваний; психические заболевания; ОРВИ или другие воспалительные заболевания; беременность.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 562 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Вопросы для самоконтроля

1. Как изменяются обменные процессы в организме при снижении окружающей температуры?
2. Что такое «синдром полярного напряжения»?
3. Какие психосоматические расстройства могут наблюдаться во время пребывания человека в непривычных климатогеографических зонах?
4. В чем суть перестройки механизмов **терморегуляции** человека в условиях низких температур?
5. В чем проявляются отраженные сосудосуживающие реакции при действии холода?
6. Какова роль холодовой дрожи и несократительного термогенеза в теплопродукции?
7. Как осуществляется активная форма акклиматизации к холоду?
8. Что такое «холодовой диурез»?
9. Как изменяются функциональные показатели сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека в условиях низких температур?
10. Каким должно быть питание человека при низких температурах окружающей среды?
11. Что такое криотерапия и ее влияние на организм человека?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 563 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лекция 35. Работоспособность человека при смене поясно-климатических условий

План лекции

1. Биологические ритмы. Акклиматизация организма к смене поясно-климатических условий.
2. Особенности акклиматизации организма ребенка к смене климатических зон.
3. Отдых в другой климатической зоне во время беременности.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 14, 17, 21].

1. Биологические ритмы. Акклиматизация организма к смене поясно-климатических условий

Биологические ритмы. Биологическим ритмом (биоритмом) называется регулярное самоподдерживающееся и достаточно автономное чередование во времени различных биологических процессов, явлений, состояний организма. Время, необходимое для завершения одного полного цикла ритмического процесса, называется его периодом, а число циклов, совершающихся в единицу времени, – частотой ритма.

Ритмичность биологических процессов является неотъемлемым свойством живых организмов, которые в течение многих миллионов лет живут в условиях ритмических изменений геофизических параметров среды. Биоритмы – это эволюционно закрепленная форма адаптации, определяющая выживаемость организмов путем приспособления их к ритмически меняющимся условиям среды обитания. Закрепленность этих биоритмов обеспечила опережающий характер изменения функций, т. е. функции начинают меняться еще до того, как произойдут соответствующие изменения в окружающей среде.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 564 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Биоритмы обнаруживаются на всех уровнях организации живых систем и охватывают широкий диапазон частот. Наличие биологических ритмов обусловлено синхронизацией биохимических процессов в организме. Чем сложнее биосистема, тем большее количество биоритмов она имеет. Биологические ритмы закреплены на генетическом уровне и являются важными факторами естественного отбора и адаптации организмов.

Адаптивные физиологические ритмы выработались в процессе эволюции как форма приспособления организмов к циклически меняющимся условиям среды. Вращение Земли вокруг своей оси (с периодом ≈ 24 ч), вращение Земли вокруг Солнца (с годичным периодом), вращение Луны вокруг Земли (с периодом ≈ 28 дней) приводят к колебаниям освещенности, температуры, влажности, электромагнитного поля и т. п. Под влиянием этих внешних факторов совершалась эволюция всех форм жизни на Земле. Колебания их в настоящее время, как и миллионы лет назад, играют жизненно важную роль для всех без исключения обитателей планеты. Например, для дневных животных восход солнца – сигнал для активной деятельности: добывания пищи, строительства жилья, выращивания потомства. С наступлением темноты активизируются животные, ведущие ночной образ жизни.

Для выживания любой организм должен соизмерить свой ритм с внешними ритмами. Периодичность жизненных функций является врожденным свойством. Адаптация конкретного организма или видовая адаптация к внешним условиям в широком биологическом смысле – это синхронизация жизненных процессов (ритмов) организма или целой популяции с внешними ритмами.

Классификация биоритмов. Существует несколько классификаций биоритмов, в основе которых лежит взаимодействие организма и среды, природа возникновения биоритмов, уровни организации биосистемы, частота ритма (высокая, средняя, низкая) и др. Наиболее распространенная в настоящее классификация отражает периодичность биоритмов: циркадианные, околонеделные, околόμεсячные, сезонные, околόμεдовые, многолетние.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 565 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Наиболее изучены *циркадианные* (циркадные, околосуточные) ритмы, которые отражают периодичность геофизических факторов, обусловленную вращением Земли вокруг своей оси. В течение суток закономерно изменяется, прежде всего, естественное освещение. Суточным колебаниям подвержены цикл день – ночь, температура и влажность воздуха, напряженность электрического и магнитного поля Земли и др.

Циркадианные биологические ритмы (с периодом 24 ± 4 ч) управляют многими внутренними ритмами организма и являются одними из самых важных в организме человека. Более 300 физиологических функций органов, систем и всего организма человека имеют суточные колебания. Примерами физиологических процессов, протекающих в циркадном ритме, являются чередование сна и бодрствования, суточные изменения температуры тела, мочеобразования, дыхания, пищеварения, **артериального давления**, выделения гормонов и др. Для организма человека также характерно повышение в дневные и снижение в ночные часы физиологических функций, обеспечивающих его физическую активность: частоты сердечных сокращений, **минутного объема крови**, температуры тела, потребления кислорода, содержания сахара в крови, физической и умственной работоспособности (**рис. 93**) и др.

Средняя периодичность вращения Луны вокруг Земли влияет на многочисленные геофизическими изменения: например, изменение освещенности по ночам, давления воздуха, температуры, направления ветра, изменение магнитных полей Земли. Все это вызывает месячные колебания некоторых физиологических показателей в организме человека – *околомесячные биоритмы*. К околомесячным биоритмам относятся колебания чувствительности глаза к уровню и спектру освещенности. Так, наибольшая чувствительность к свету смещается от фиолетовой части спектра в полнолуние в желтую часть в новолуние. Кроме того, отмечаются колебания в су-

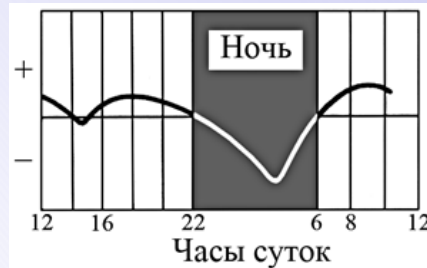


Рисунок 93 – Кривая работоспособности человека в течение суток



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 566 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

точном объеме мочи у человека, которые совпадают с лунным циклом. Околомесячному биоритму соответствует менструальный цикл у женщин. В последнее время было также выявлено, что имеются связанные с лунным ритмом колебания склонности к инфекциям.

Еще одну группу **биологических ритмов**, имеющих огромное значение, образуют *сезонные* и *годовые ритмы*, обусловленные вращением Земли вокруг Солнца. Сезонные изменения растительного покрова Земли, миграция птиц, зимняя спячка ряда видов животных – это примеры ритмов с годичным периодом.

Сезонные колебания жизненных функций характерны и для человека. Так, в регионах с сезонными изменениями климата интенсивность обмена веществ выше зимой, чем в теплое время года. Холод является адекватным стимулятором функции щитовидной железы. Артериальное давление, количество эритроцитов обычно ниже в жаркое время года. В жару обмен веществ тоже снижается. Весной и летом у большинства людей работоспособность выше, чем зимой. Двигательная активность, возбудимость дыхательного центра выше в весеннее и летнее время. Пик выдающихся спортивных достижений приходится на весенне-летний и ранний осенний периоды.

Хорошо известно волнообразное течение многих заболеваний, при котором периоды обострения сменяются длительными облегчениями. Так, туберкулез чаще обостряется весной, а язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки – весной и осенью. В осенне-зимний и весенний периоды выявляют наибольшее число первичных больных сахарным диабетом.

Акклиматизация организма к смене поясно-климатических условий. Отправляясь в далекое путешествие, ведущее к смене климатических условий и поясного времени, человек вынужден акклиматизироваться к новым условиям. Естественно, что чем больше климат и часовой пояс места, в которое турист, спортсмен или отдыхающий человек перемещается, отличается от климата места постоянного проживания, тем сложнее и нередко болезненнее протекает акклиматизация.

Установлено, что при сдвиге часового пояса на 3 часа и более в организме могут



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 567 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

развиваться болезненные расстройства, комплекс которых получил название *десинхроноза*. Десинхроноз проявляется чаще всего расстройством сна, снижением работоспособности, ухудшением течения имеющегося заболевания. Наиболее выраженные изменения возникают при перемещении с запада на восток, когда происходит как бы обратный ход привычного суточного времени.

При трансконтинентальных перелетах циркадианные ритмы различных функций перестраиваются со скоростью от 3 дней до 1 месяца. Если за 5–7 дней до перелета каждый день сдвигать на 1 час в направлении будущего поясного времени отход ко сну, то акклиматизация в новом часовом поясе пройдет быстрее.

Наряду с суточным десинхронозом при переездах в непривычные климатические условия может нарушаться и *структура сезонного ритма*. Неблагоприятное действие на организм человека оказывает не ускоренное наступление сезонного ритма (при переезде весной из северной и средней полосы в условия лета южных стран), а его обратный ход, что обычно наблюдается при поездке в жаркие страны осенью.

Длительность периода акклиматизации индивидуальна у каждого человека и зависит от контрастности смены поясно-климатических районов, особенностей условий внешней среды. Естественно, что чем крепче у человека здоровье, тем легче он переносит акклиматизацию. И наоборот, люди с множеством болезней зачастую вообще не могут переносить смену климатических и часовых поясов.

Приспосабливаясь к новым условиям, человеческий организм проходит несколько *стадий акклиматизации*. Первая стадия «ориентировочная» и характеризуется она уменьшением физической активности, заторможенностью, снижением общего тонуса организма. Может сопровождаться нарушениями работы сердечно-сосудистой системы, **желудочно-кишечного тракта**, головной болью, повышенной температурой. При акклиматизации в жарком климате ощущается першение в горле, озноб, появляется насморк, усиленное потоотделение. Именно первая стадия причиняет наибольший дискомфорт. Длиться эта стадия может от двух дней, до двух недель, в зависимости от индивидуальных особенностей организма.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 568 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Вторая стадия «*повышенной реактивности*» характеризуется стимуляцией физиологических процессов, возбуждением. На этой стадии возможно повышение **артериального давления**, обострение хронических заболеваний. Могут о себе напомнить старые травмы. На этой стадии обычно происходит снижение сопротивляемости организма к заболеваниям. В эмоциональном плане возможно легкое чувство раскрепощения.

Третью стадию акклиматизации – «*выравнивание*» проходят лишь те, кто отправляется в новые поясно-климатические условия на более или менее длительный срок, потому что начинается она на 3–5 неделе. На этой стадии происходит восстановление и постепенная нормализация всех процессов в организме. У тех, кто меняет место жительства или отправляется в длительную командировку, наблюдается и четвертая стадия. Длится она от нескольких месяцев до нескольких лет. Именно на четвертой стадии происходит полная и устойчивая акклиматизация.

В первые дни пребывания в новых поясно-климатических условиях человеку необходимо хорошо выспаться. Следует избегать чрезмерных физических нагрузок и переутомления. В жарком климате теряется много влаги, поэтому рекомендуется употреблять не менее трех литров жидкости в день. Необходимо употреблять в пищу меньше соленого и пить меньше сладкого и газированного, так как такие продукты и напитки способствуют обезвоживанию организма. В период акклиматизации, когда понижена сопротивляемость организма к болезням, микробам и т. д., риск отравления водой или чем-нибудь еще очень большой, поэтому лучше покупать воду в магазинах или кипятить.

При ощущениях сильной утомляемости и слабости можно употреблять по утрам адаптогены природного происхождения: экстракт элеутерококка или женьшеня. Если человек знает наверняка, что переносит акклиматизацию плохо, ему рекомендуется за две недели до отдыха начать принимать биостимуляторы, желательного несинтетического происхождения. За неделю до поездки полезно начать прием витаминного комплекса с преобладанием **витамина С**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 569 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

По возвращении назад в прежние поясно-климатические условия может наступить *реакклиматизация*, при которой наблюдаются симптомы, характерные для первой стадии акклиматизации.

2. Особенности акклиматизации организма ребенка к смене климатических зон

Акклиматизация у детей – это период, в течение которого организм привыкает к смене климатических или географических условий. Это состояние у детей возникает чаще всего в период летних отпусков, когда малыш с родителями едет на море или в страны с отличным от привычного ему климатом, например из северных широт в южные, из сухого климата во влажный и т. п. Резкие перемены обстановки, времени суток и прочее сильно отражается на общем состоянии детей, причем они страдают от перемены обстановки гораздо тяжелее взрослых ввиду возраста и несформировавшегося иммунитета.

Акклиматизация у малышей может протекать с самыми разными симптомами и выражаться в большей или меньшей степени. Особенно сильно акклиматизация проявляется у детей до трех лет, поскольку в этот период организм очень долго и тяжело привыкает к разному роду изменениям.

Первые признаки ухудшенного состояния, как правило, проявляются на вторые сутки после приезда, но в этом случае все индивидуально, у одних малюток симптомы могут появиться и немного позже. Обычно в это время у ребенка наблюдается тошнота или рвота, повышение или снижение **кровенного давления**, слабость, безразличие к происходящему вокруг, появление каких-либо страхов, тревоги, головные боли, плохой сон. Также дети становятся более раздражительными, капризными.

Акклиматизация у детей довольно часто сопровождается небольшой температурой. Таким способом организм реагирует на изменение привычных условий. В поездку или при переезде в другую климатическую зону необходимо всегда иметь при



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 570 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

себе жаропонижающее средство, на случай, если температура поднимется слишком высоко (более 38,5 °C).

Некоторые симптомы климатической адаптации организма к новым условиям могут остаться незамеченными, однако, организм малыша в этот период испытывает колоссальную нагрузку. У него могут снизиться физические или умственные способности. У одних детей процесс адаптации вызывает сильное перевозбуждение, у других наоборот, вялость и безразличие. Но, несмотря на все отрицательные свойства, этот процесс способствует тому, что организм приобретает новые способности, учится приспосабливаться к необычным условиям. Такие явления, происходящие в организме, действуют наподобие закалывания, и каждый следующий процесс адаптации к новым климатическим условиям будет происходить легче.

Акклиматизация у детей, обычно длится 6–7 дней. Родители прилагают максимум усилий, чтобы сократить этот период, однако все попытки оказываются в большинстве случаев неуспешными. Принято считать, что чем дальше находится малыш от родного города, тем тяжелее и дольше будет протекать процесс акклиматизации.

В этот период у ребенка значительно снижается иммунитет, а значит, организм не в состоянии противостоять инфекциям и вирусам. Нередко у малыша начинается обострение хронических заболеваний, резкое повышение температуры, диарея. Смягчить период акклиматизации поможет привычная для ребенка вода, которую можно взять с собой. Акклиматизация у детей в некоторых случаях проходит крайне тяжело. Более взрослые дети легче адаптируются к новым условиям, чем малыши.

На второй день после приезда у ребенка могут появиться головные боли, бессонница, беспричинная усталость. Нередко начинает повышаться температура, появляется боль в горле. При смене привычной еды и воды организм малыша может отреагировать диареей, болями в животе и пр.

Сразу давать лекарства ребенку не рекомендуется, желательно проконсультироваться со специалистом. Как правило, при температуре тела ниже 38,5 °C жаропонижающие препараты давать не следует. Обычно если температура не превышает



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 571 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

этот предел, она самостоятельно снизится в течение суток.

Период адаптации к новым условиям у детей может затянуться на 7–10 дней. Длительность акклиматизации зависит от расстояния, на которое ребенок отдалился от привычных условий. Принято считать, чем больше разница средней температуры воздуха, тем тяжелее переносит организм смену климата.

Процесс акклиматизации подразделяют на несколько стадий:

1. Начальный период, который может протекать без явных признаков, в это время в теле человека только начинается подготовка к смене климатических условий.
2. Период высокой реактивности, во время которого состояние резко ухудшается, появляются первые признаки акклиматизации. Этот период принято считать самым опасным.
3. Период выравнивания, во время которого состояние постепенно нормализуется, все функции организма восстанавливают работу.
4. Период полной акклиматизации, который может продлиться от нескольких месяцев до нескольких лет (при переезде на новое постоянное место жительства).

Акклиматизация у детей на море в среднем продолжается 10 дней, по этой причине отпуск на море меньше, чем на 30 дней, не принесет для здоровья малыша никакой пользы, скорее наоборот. После второй недели пребывания на море солнце, воздух и вода начинают понемногу укреплять организм ребенка. После приезда не стоит сразу идти на пляж, нужно дать ребенку время отдохнуть и восстановить силы после длительной дороги. Первые несколько дней лучше провести, прогуливаясь неподалеку от моря.

Акклиматизация у детей грудного возраста происходит минимум три недели. То, как будет протекать процесс **адаптации**, зависит от многих факторов (состояние **иммунитета**, заболевания и пр.) и происходит индивидуально в каждом случае. У одних малышей привыкание протекает с сильным ухудшением самочувствия и ярко выраженными симптомами, у других наблюдается не такой тяжелый адаптационный период.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 572 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Однако, в случае с грудным ребенком, кроме акклиматизации большую роль играет психологическое состояние матери, от которого во многом зависит стабильное состояние малыша.

Недостаточный отдых, внутреннее чувство неудовлетворения и т. д. обязательно повлияют на психоэмоциональное состояние матери. В этом случае грудной ребенок острее отреагирует на смену климата.

С грудным малышом лучше отдыхать за городом, на свежем воздухе. С детьми до трех лет врачи не рекомендуют покидать свою климатическую зону. Если все-таки выбор сделан в пользу моря, необходимо подобрать такое место, где небольшое скопление людей. Кроме того, не стоит ехать в отпуск или переезжать в наиболее жаркое время года. Оптимальным временем будет первый месяц лета или начало осени.

Также, при выборе места жительства нужно учитывать близлежащие развлекательные заведения (дискотеки, летние кафе и пр.) и удаленность от дороги. С грудным ребенком лучше выбрать тихое место с хорошим пляжем.

Также с новорожденным не стоит ехать в экзотические страны. Страны, до которых нужно лететь более четырех часов либо в страны, у которых климат резко отличается от привычного (к примеру, в зимнее время лететь в жаркие страны и наоборот).

Организм младенца до года еще не полностью сформирован и реакция на любое изменение может быть непредсказуемой. Акклиматизация у детей до одного года протекает тяжелее, чем у взрослых и в этом случае следует учитывать индивидуальные особенности малыша.

Иммунитет у детей постепенно развивается примерно до 1,5 лет, поэтому следует планировать отдых или переезд так, чтобы неокрепший организм не перенес слишком большую нагрузку. В связи с этим до шести месяцев не рекомендуется увозить ребенка в непривычный для него климат. Также следует учитывать, что более вредна смена часового пояса, чем перемена климата.

Во время отдыха с младенцем на море лучше выбрать страну с низкой влажностью и не очень жарким климатом, оптимальным вариантом будут Черногория,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 573 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Хорватия, Канарские острова, Греция, полуостров Крым, Болгария, Крит, Кипр. Средиземное и Красное моря подходят для отдыха с малышами до года в первые месяцы осени или весны.

Чтобы процесс акклиматизации прошел более мягко, рекомендуется выбирать для отдыха места, с похожим климатом (особенно с малышами до трех лет).

При пересечении нескольких часовых поясов (считается, что каждый часовой пояс прибавляет один день акклиматизации) лучше заранее подготовить малыша к новому режиму. Лучше начать с графика подъема и отхода ко сну, который рекомендуется плавно смещать на новый режим за несколько недель до планируемой поездки.

На отдыхе не рекомендуется сильно отклоняться от привычного для малыша режима дня. Следует гулять, спать, кушать и т. д. в те же часы, что и дома.

Чтобы организм менее болезненно реагировал на новое питание и воду, следует взять с собой привычные для малыша продукты и воду, которые в первое время помогут организму справиться с новыми условиями. Воду принято считать самым важным компонентом для организма в период адаптации к новым условиям. Нужно проконтролировать, чтобы ребенок пил больше простой воды, а не соки, коктейли, газировки и т. п.

Малыш в сутки должен выпивать достаточное количество воды. Также важно качество воды. Не стоит употреблять воду из под крана или из родников, лучше отдать предпочтение бутилированной воде из магазина.

Акклиматизация у детей процесс индивидуальный, избежать процесса привыкания к новому месту практически невозможно, но можно попытаться максимально смягчить его протекание. Чтобы на отдыхе привыкание у ребенка протекало не так выражено, нужно выбирать места в одном часовом поясе (либо с разницей во времени не более трех часов).

Также переезжать лучше на поезде, так как во время пути организм постепенно начнет подстраиваться к новым климатическим условиям. Авиаперелет не самый лучший выбор, так как скорость движения высокая, происходит резкая смена кли-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 574 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

мата (часового пояса), а привыкание организма из-за этого протекает тяжелее.

Минимум за неделю до предполагаемой даты отъезда необходимо проконсультироваться с педиатром, который поможет подобрать витаминный комплекс и даст необходимые советы. Перед отъездом нужно не перегружать ребенка физически, давать ему больше времени на отдых. При благоприятной погоде можно принимать непродолжительные солнечные ванны, которые помогут укрепить иммунитет и подготовить кожу к жаркому климату.

Акклиматизация у детей, также как и у взрослых не поддается определенному лечению, поскольку это не заболевание, а процесс привыкания к новым условиям. И длится до того времени, пока организм не адаптируется к новому климату, поэтому лечение в данном случае должно быть симптоматическое. При высокой температуре (более 38,5 °C) необходимо дать ребенку жаропонижающее средство.

При кашле, который часто возникает во время акклиматизации, можно дать малышу лекарство, назначенное врачом. Для снятия болей в горле можно использовать гомеопатические препараты, полоскания и т. д. Не рекомендуется использовать спреи, поскольку они действуют слишком агрессивно на слабый **иммунитет**.

При насморке или заложенном носе допускается использование специальных препаратов с содержанием морской воды или масел.

При нарушении пищеварения, тошноте, рвоте нужно использовать противорвотные, антибактериальные препараты, которые должен назначить врач.

Стоит заметить, что при заболеваниях **желудочно-кишечного тракта** нельзя заниматься самолечением, особенно в случае с малыми детьми.

Иногда перенесенный малышом стресс при переезде выливается в различные аллергические реакции (прыщики, покраснения, волдыри, зуд и т. п.). Некоторым малюткам поможет обычное антигистаминное средство – диазолин, кларитин, астемизол, некоторым потребуется комплексное медикаментозное лечение.

Однако во всех перечисленных выше случаях необходима консультация врача.

После возвращения из отпуска у ребенка может ухудшиться самочувствие, что



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 575 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

снова связано с адаптацией организма к условиям, от которых он уже успел отвыкнуть. Акклиматизация у детей после моря называется реакклиматизацией. Врачи советуют после возвращения домой больше отдыхать, точнее спать. Рекомендуется пропить курс витаминов, которые помогут телу приспособиться и восстановить силы.

Врачи не советуют сразу после приезда отдавать дитя в садик или школу, лучше дать малышу несколько дней дополнительного отдыха, чтобы вернуться к норме.

Симптомы реакклиматизации похожи на те, что наблюдаются при акклиматизации: плохое самочувствие, безразличие к происходящему вокруг, усталость, диарея. Если через 1–2 дня после возвращения домой ребенок почувствовал себя хуже, появились признаки реакклиматизации, нужно проконсультироваться со специалистом.

3. Отдых в другой климатической зоне во время беременности

Беременность – это одно из физиологических состояний практически любой женщины. Поэтому беременным можно отдыхать и путешествовать. Однако это разрешается, если беременность протекает без каких-либо осложнений и угроз, а женщина хорошо себя чувствует, очень хочет путешествовать, и нет никаких противопоказаний со стороны врача.

Вообще резкая смена климата не рекомендуется никому, в особенности беременным женщинам. В период смены климатических поясов организм женщины работает в усиленном режиме, и могут возникать различного рода недомогания. Поэтому, необходимо отказаться от резкой смены климата особенно из холода в тепло.

Кроме того, врачи не рекомендуют во время беременности отдых в экзотических странах с резко жарким климатом и высокой опасностью различных болезней, низким уровнем санитарной культуры. Также во время беременности стоит отказаться от велосипедных туров, альпинизма, дайвинга и путешествий на яхтах, любых экстремальных видов отдыха со сплавами по рекам и отдыхе в дремучих лесах. Еще одним из ограничений на летний отдых являются места скопления толп народа из-за



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 576 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

риска развития инфекционных болезней. Нужно выбирать тихие и спокойные курорты с полным сервисом. Стоит планировать полный пакет услуг, отказаться от обилия мероприятий, экскурсий и распределять свои физические нагрузки.

Лучше во время беременности планировать свой отдых на самое начало туристических сезонов – май-июнь, или на его окончание – сентябрь-октябрь. В это время солнечная активность будет уже не столь высокой и беременной женщине легче будет перенести перемены в климате. Важно взять с собой правильную и удобную одежду, она должна быть натуральной и свободной, не сковывающей движений. Важны в обязательном порядке головные уборы и солнцезащитные очки.

На сегодняшний день согласно инструкции о порядке медицинского отбора пациентов, направляющихся на санаторно-курортное лечение, беременность на всех сроках – это одно из противопоказаний для лечения на грязевых и бальнеологических курортах, а беременность с 26-й недели – противопоказание для оздоровления на климатических курортах.

Перед отправлением на курорт, беременная должна обязательно посетить своего акушера-гинеколога с целью определения противопоказаний к переезду. Если беременная женщина решила не отказывать себе в летнем отдыхе в другой климатической зоне, то перечень минимальных рекомендаций, которым она должна следовать, включает:

- 1) проживание или в городской черте, или в пригородной зоне;
- 2) наличие к роддому хороших подъездных путей и прямой телефонной связи;
- 3) расстояние до ближайшего родильного дома – не более 30-ти километров;
- 4) предпочтительное расселение – на 1-м этаже зданий;
- 5) в случае санатория или иного специализированного учреждения, принимающего на отдых и лечение беременных: наличие санитарного транспорта, акушера или гинеколога в больничном штате, круглосуточного сестринского поста.

Одним из самых главных вопросов во время беременности является срок, до которого можно позволить себе отдых на курортах в другой климатической зоне.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 577 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Наиболее безопасными сроками для отдыха является срок от 12–14 до 32–34 недели беременности. В первые три месяца высок риск выкидыша, многие беременные испытывают токсикоз, который при смене климата может усилиться. В последний месяц беременности поездки лучше не планировать. С этого срока роды могут начаться в любой момент, предсказать начало родов достаточно сложно. А оказаться в родильной клинике чужой страны, не зная языка и порядков – это большой стресс.

Следует учитывать, что в летнее время солнечная активность достигает своего пика и можно получить достаточно серьезные травмы, длительно находясь под его палящими лучами. Особенно рискуют в этом отношении беременные женщины, кожа при беременности становится более чувствительной и сухой, на ней возникает пигментация. Солнечная активность достигает пиковых значений в июле и августе. Причем, это зависит еще и от времени суток. В дневное время солнечная активность может оказать не только полезный и стимулирующий эффект на кожу, но и спровоцировать в ней ряд нежелательных процессов. Особенно это относится к женщинам со слабой **вегетативной нервной системой**, склонным к понижению давления и обморокам, развитию головных болей. Они могут обостряться под воздействием солнца и жары.

Кроме того, во время беременности повышается чувствительность кожи к воздействию ультрафиолета, у женщин зачастую возникают такие неприятные явления как папилломы, бородавки, родинки. Во время беременности многие женщины отмечают у себя появление особенной пигментации на лице – меланиновых отложений, маски беременности. Для профилактики этого явления или уменьшения проявлений необходимо избегать прямых солнечных лучей, попадающих на лицо, больше времени проводить в тени деревьев или под навесом. На солнце рекомендуется появляться до 10–11 утра или после 19 часов вечера, в это время солнце резко снижает свою активность.

При отдыхе в другой климатической зоне неизбежно использование транспорта. В автомобиле можно ехать, не находясь за рулем. Одними из отрицательных сторон



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 578 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

поездки являются необходимостью длительно сидеть в одной позе, хотя на заднем сидении автомобиля можно вполне расположиться с комфортом – приподняв ноги и даже возможно прилечь. На переднем сидении автомобиля лучше не ездить по соображениям безопасности. В поездке необходимо пристегиваться ремнями безопасности, причем со специальной вставкой именно для беременных женщин, чтобы ремень ни в коем случае не давил на область живота, обхватывал его снизу и над животом. Примерно каждые полтора-два часа необходимо останавливаться, чтобы женщина могла сходить в туалет, походить и размяться, улучшив кровообращение ног.

Путешествия на поезде по железным дорогам не имеют каких-либо противопоказаний, если они не длительны, поездки занимают не более суток. Однако в поезде могут возникать некоторые сложности – в вагонах может быть жарко, душно, или холодно, труднее обеспечить необходимую гигиену или нормальное, полноценное питание. При поездках желательно размещать беременных на нижних полках, пользоваться собственным постельным бельем, и по возможности ездить только в вагонах повышенной комфортности.

Во время беременности путешествие авиатранспортом становится особым вопросом. Во многих из авиакомпаний существуют некоторые ограничения при перевозке беременных женщин. По правилам большинства авиаперевозчиков у беременной женщины могут потребовать справку от доктора с указанием точного срока и разрешением на перелеты с подтверждением состояния здоровья.

Обычно рекомендуют ограничить перелеты до 10–12 недель беременности и отказаться от полетов после 34 недель беременности, хотя по многочисленным исследованиям врачей при нормально протекающей беременности летать на самолете можно на любом сроке.

Во время полетов нежелательно подолгу сидеть, находясь в статичном положении, это может приводить к отекам и развитию боли в спине. Может стать дискомфортно от пересушенного воздуха самолета, поэтому следует брать с собой увлажняющий спрей для носа, увлажняющие средства для кожи лица и рук. В самолете,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 579 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

особенно на взлете и при посадке, происходят значительные перепады атмосферного давления, это может стать причиной резкого изменения тонуса сосудов плаценты с риском отслойки плаценты, кровотечения и даже преждевременных родов.

От перелета лучше воздержаться при наличии явлений раннего токсикоза, также в случае, если беременность первая. Необходимо помнить, что при посадке в авиалайнер у женщины с признаками беременности могут потребовать предъявить обменную карту – медицинский документ, который удостоверяет срок беременности.

Требования белорусской авиакомпании (Белавиа) к перелету беременных. Отечественная авиакомпания не отказывается перевозить беременных женщин. Но все же ставит перед ними некоторые условия. Перелет разрешен до 36-ти недель беременности, если нет опасности преждевременных родов. И срок, и заключение о состоянии женщины должны быть отображены в соответствующем медицинском документе. Эту справку беременной нужно сделать не ранее, чем за неделю до полета. Если медицинского заключения на руках не будет, компания вправе отказать в своих услугах. Несмотря на свою лояльность к будущим роженицам, в Белавиа все же советуют перед полетом проконсультироваться с врачом относительно предстоящей поездки. Возможно, мнение врача повлияет на итоговое решение, каким транспортом следует путешествовать.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое **биоритмы** и чем они обусловлены?
2. Приведите классификацию биоритмов.
3. Как проявляется десинхроноз?
4. Охарактеризуйте стадии акклиматизации.
5. Какие симптомы акклиматизации у детей?
6. Как называются и в чем проявляются стадии акклиматизации у детей?
7. Что такое реакклиматизация и как она протекает у детей?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 580 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

8. Какой отдых не рекомендуется беременным женщинам?
9. На каких сроках беременности наиболее безопасен отдых женщины в другой климатической зоне?
10. Какие требования белорусской авиакомпании Белавиа к перелету беременных женщин?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 581 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лекция 36. Влияние климата на организм человека. Оздоровление на курортах

План лекции

1. Климатология как наука.
2. Влияние метеорологических элементов и основных типов климата на организм человека.
3. Современные методы оздоровления на курортах.

Вопросы для самоконтроля.

Литература: [5, 7, 8, 14, 16, 23].

1. Климатология как наука

Понятие «климат» введено греческим философом Гиппархом во 2 веке до н.э. и в переводе обозначает «наклон солнечных лучей». Такое понятие отражает древние представления о том, что климат любой географической зоны определяется наклоном солнечных лучей и зависит от географической широты местности.

В философской литературе древности, донесшей до нашего времени некоторые идеи и понятия давно прошедших веков, нередко встречаются сведения о погоде, о разных атмосферных явлениях и пр., характеризующие их авторов как внимательных наблюдателей. Первая книга об атмосферных явлениях была написана одним из самых крупных ученых античной Греции Аристотелем (384 – 322 гг. до н.э.) под названием «Метеорология». Она составляла, как полагал Аристотель, существенную часть общего учения о природе. Он писал в начале книги, что «...остается рассмотреть еще ту часть, которую предшествовавшие авторы называли метеорологией». Отсюда видно, что эта наука получила свое название еще задолго до Аристотеля и что он, вероятно, использовал многие прежние наблюдения, приведя их в систему.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 582 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

В эпоху раннего средневековья были забыты и творения Аристотеля. Они остались жить на Востоке в переводах на арабский и армянский языки и лишь значительно позднее через посредство арабов вернулись в Европу. Самым печальным для судеб цивилизации оказалось то, что был отвергнут научный метод, основанный на наблюдении явлений природы и на попытках их правильного истолкования.

В XVII в. наука как бы начала создаваться заново. Великим ученым Галилеем и его учениками были изобретены термометр (1610 г.), барометр, дождемер, то есть появилась новая возможность инструментальных наблюдений, что заложило основу современной метеорологии. Начиная с середины XVII в. академия экспериментирования в Тоскане организовала первую немногочисленную сеть инструментальных наблюдений, которые проводились в нескольких пунктах Европы. Кроме того, неперменной частью программ всех морских плаваний было проведение наблюдений за погодой.

Первым русским метеорологом и климатологом можно считать гениального ученого М.В. Ломоносова. Он еще 200 лет тому назад успешно разрешил ряд вопросов климатологического характера. Так, Ломоносов установил, что ветры, дующие с моря, умеряют зимние холода, принося дождливую погоду. Ломоносов также впервые указал, что открытые моря, свободные зимой ото льда, сообщают воздуху больше теплоты, чем материки, покрытые мерзлым слоем почвы и глубоким снегом, который препятствует проникновению теплоты из почвы в воздух. Ломоносов правильно объяснил причину суровых зим в Сибири, указывая, что на территорию редко проникают потоки теплого воздуха, так как теплые моря, омывающие европейские и азиатские берега, расположены от Сибири далеко. С юга же Сибирь отделена от Индии высокими горами, которые препятствуют проникновению оттуда теплого воздуха, и только с севера Сибирь омывает Ледовитый океан, покрытый всегда льдом.

Ломоносов также впервые указал на то, что в горах наблюдается такая же зональность климатов, которая существует между тропиком и полюсом.

Большое значение в развитии климатологии в России имел труд К.С. Веселовско-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 583 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

го «О климате России», выпущенный в 1857 г. Это было первое климатологическое описание России. Огромную роль в развитии климатологии в России сыграла Главная физическая обсерватория, основанная в Петербурге в 1849 г.

Основоположником климатологии в России был гениальный географ и климатолог А.И. Воейков. Он написал огромное количество работ по самым разнообразным вопросам климатологии. Его работы определяли уровень мировой науки о климате.

Первые инструментальные метеорологические наблюдения на территории Беларуси относятся к началу первой половины XIX века. Наблюдения были организованы в Могилеве, Витебске, Бресте (с 1834 г.), Бобруйске, Свислочи, Гродно, Горки, Минске. В 1849 году эти метеорологические станции вошли в опорную сеть Главной физической обсерватории Петербурга.

Первые гидрологические исследования рек Беларуси начались в начале XVIII столетия, когда начались осваиваться водные пути и строиться судоходные каналы.

К 1917 году в Беларуси действовало 110 подразделений гидрологических сетей. В 1924 г. было создано Белорусское метеорологическое бюро, в 1929 г. – Гидрометеорологический комитет, а в 1930 г. – Минская гидрометеорологическая обсерватория.

В настоящее время гидрометеорологическую деятельность в Республике Беларусь осуществляет Департамент по гидрометеорологии.

Климатология – это наука о климате, его типах и обусловленности, распределении по земной поверхности и изменениях во времени, проявляющихся в совокупности погодных условий за многолетний период. Климат является одной из географических характеристик местности, знание и понимание которой необходимо для правильного решения вопросов хозяйственной деятельности человека и приспособления его жилищных и бытовых условий к окружающей природной среде.

Предмет изучения климатологии – погодные условия, совокупность проявления которых в приземном слое атмосферы образует климат данной местности. **Климатология** занимается не только описанием климата, но и исследованием его физических



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 584 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

основ, а также многочисленными практическими приложениями знаний о климате. Она входит в систему географических наук. Климатология связана с астрономией Солнечной системы, океанографией, географией, геологией, геофизикой, биологией, медициной, математикой и др. Она также занимается разрешением вопросов, связанных с изменением климата под воздействием человека.

Климатология имеет большое практическое значение. Она обслуживает различные отрасли народного хозяйства. Данные климатологии широко используются в производстве. В процессе обслуживания запросов практики из климатологии выделился ряд отраслей, которые затем получили самостоятельное развитие. Так появилась агроклиматология, лесная климатология, медицинская климатология и др.

Медицинская климатология занимается изучением вопросов, связанных с влиянием погоды и климата на организм человека. Она изучает также климатические условия курортов, лечебные свойства которых используются для восстановления здоровья человека.

В медицинской климатологии выделяют климатотерапию, климатофизиологию, климатопатологию. Климатотерапия (климатолечение) – это совокупность методов лечения, использующих дозированное воздействие климата данной местности и специальных климатических процедур. Лечебно-профилактическое воздействие климата на организм обусловлено рядом географических факторов и их физическими свойствами: положением местности над уровнем моря, атмосферным давлением, температурой, влажностью, движением воздуха и др.

Основными методами климатотерапии являются аэротерапия, гелиотерапия, та-лассотерапия и псаммотерапия. Аэротерапия (воздухолечение) – основана на использовании воздействия свободного, открытого воздуха. Наиболее распространенными видами аэротерапии являются воздушные ванны, при которых свежий воздух воздействует на целиком или частично обнаженное тело, и верандное лечение, при котором больные должны быть одеты применительно ко времени года (зимой укрываются теплыми одеялами или пользуются спальными мешками).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 585 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Гелиотерапия (лечение солнцем) – воздействие солнечными лучами на организм человека в лечебных и профилактических целях.

Талассотерапия (лечение морем) – воздействие на организм морским климатом, морской водой, водорослями и морепродуктами для лечения и профилактики заболеваний.

Псаммотерапия (лечение песком) – лечение нагретым песком при заболеваниях опорно-двигательного аппарата обменного и травматического характера, невритах и радикулитах.

Климатофизиология – раздел медицинской климатологии, изучающий характер формирования приспособительных реакций и функций различных органов и систем организма человека под влиянием климатических и связанных с ними других природных факторов. Климатофизиология тесно связана с общей биологией, физиологией и экологией.

Природные (климатогеографические) факторы, к которым относятся солнечная радиация, атмосфера, космическое излучение, физические и химические свойства воздуха, электромагнитные и гравитационные поля Земли и другие, образуют среду обитания и обеспечивают возможность жизнедеятельности.

Периодические смены погодных и климатических условий, а также перемещение людей в различные климатические зоны вызывают временные или стойкие реакции приспособления, которые касаются всего организма и его отдельных функциональных систем до клеточного и молекулярного уровня. Они выражаются в биохимических, морфологических, и в общих физиологических процессах **адаптации**.

Физиологические реакции на действие факторов погоды и климата рассматриваются как благоприятные, или адекватные, если отклонение в реакциях **функциональных систем** от обычного уровня служит стимулом к разворачиванию процессов саморегуляции, возвращающих данные системы к оптимальному режиму функционирования. В случае экстремальности климатических условий и при различных заболеваниях возможно нарушение процессов саморегуляции, при этом физиологические реакции переходят в патофизиологические.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 586 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Климатопатология – раздел медицинской климатологии, изучающий связь различных патологических реакций (метеопатических, дезадаптационных, отрицательных реакций на климатолечебные процедуры) с климатическими и погодными факторами. В основе реакций лежит недостаточность механизмов адаптации, нарушение нормального течения адаптационных процессов, вследствие чего нарушается физиологическое состояние организма, возникает дезадаптация.

Возникающие патологические реакции являются результатом взаимодействия внешней среды и организма. Они развиваются при определенной предрасположенности организма, метеолабильности, зависящей от состояния его физиологических систем. У больных с заболеваниями, снижающими возможности приспособительных механизмов организма, такие реакции возникают чаще и бывают более выражены, чем у здоровых.

Дезадаптация, возникающая в результате взаимодействия организма с внешней средой, может иметь различные последствия. В одних случаях возникает скрытый дефект, выявляемый лишь при дополнительных вредных воздействиях. В других – отмечается недостаточная способность к восстановлению жизненных сил организма, но трудоспособность сохраняется. В третьих случаях – дезадаптация может протекать с явным дефектом, способствующим снижению или утрате трудоспособности. Характер дезадаптации зависит от особенностей, как воздействующего фактора, так и самого организма.

Из-за патологических реакций, связанных с воздействиями погоды и климата, снижаются результаты лечения, в том числе на климатических курортах. Больные нуждаются в профилактических и дополнительных лечебных мероприятиях.

2. Влияние метеорологических элементов и основных типов климата на организм человека

Влияние метеорологических элементов на организм человека. Человек, находясь в условиях естественной внешней среды, подвергается влиянию различных метеорологических факторов: температура, **влажность** и движение воздуха, атмо-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 587 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

сферное давление, осадки, солнечное и космическое излучения и т. д. Перечисленные метеорологические факторы в совокупности определяют погоду.

Хотя на человека влияет климат в целом, в определенных условиях ведущую роль могут играть отдельные метеорологические элементы. Следует отметить, что влияние климата на состояние организма определяется не столько абсолютными величинами метеорологических элементов, свойственных тому или другому типу погоды, сколько неперiodичностью колебаний климатических воздействий, являющихся в связи с этим неожиданными для организма.

Метеорологические элементы, как правило, вызывают у человека нормальные физиологические реакции, приводя к **адаптации** организма. На этом основано использование различных климатических факторов для активного воздействия на организм с целью профилактики и лечения различных заболеваний. Однако под влиянием неблагоприятных климатических условий в организме человека могут происходить патологические сдвиги, приводящие к развитию болезней. Всеми этими проблемами занимается медицинская климатология.

Температура воздуха. Этот фактор зависит от степени прогревания солнечным светом различных поясов земного шара. Перепады температур в природе достаточно велики и составляют более 100 °С.

Зона температурного комфорта для здорового человека в спокойном состоянии при умеренной влажности и неподвижности воздуха находится в пределах 17–27 °С. Следует заметить, что этот диапазон индивидуально обусловлен. В зависимости от климатических условий, местожительства, выносливости организма и состояния здоровья границы зоны термического комфорта для разных лиц могут перемещаться.

Независимо от окружающей среды температура у человека сохраняется постоянно на уровне около 36,6 °С и является одной из физиологических констант **гомеостаза**. Пределы температуры тела, при которых организм сохраняет жизнеспособность, сравнительно невелики. Смерть человека наступает при повышении температуры тела до 43 °С и при падении ниже 27–25 °С.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 588 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Температура окружающей среды, влияя на организм через рецепторы поверхности тела, приводит в действие систему физиологических механизмов, которая в зависимости от характера температурного раздражителя (холод или жара) соответственно уменьшает или увеличивает процессы **теплопродукции** и **теплоотдачи**. Это, в свою очередь, обеспечивает сохранение температуры тела на нормальном физиологическом уровне. В экстремальных температурных условиях при срыве адаптации возможны нарушения процессов саморегуляции и возникновение патологических реакций.

Влажность воздуха. Зависит от присутствия в воздухе водяных паров, которые появляются в результате конденсации при встрече теплого и холодного воздуха. Переносимость человеком температуры окружающей среды зависит от относительной влажности.

Относительная влажность воздуха – это процентное отношение количества содержащихся в определенном объеме воздуха водяных паров к тому их количеству, которое полностью насыщает этот объем при данной температуре.

При падении температуры воздуха относительная влажность растет, а при повышении – падает. В сухой и жаркой местности днем относительная влажность составляет от 5 до 20 %, в сырой – от 80 до 90 %. Во время выпадения осадков она может достигать 100 %.

Относительную влажность воздуха 40–60 % при температуре 18–21 °С считают оптимальной для человека. Воздух, относительная влажность которого ниже 20 %, оценивается как сухой, от 71 до 85 % – как умеренно влажный, более 86 % – как сильно влажный.

Умеренная влажность воздуха обеспечивает нормальную жизнедеятельность организма. У человека она способствует увлажнению кожи и слизистых оболочек дыхательных путей. От влажности вдыхаемого воздуха в определенной мере зависит поддержание постоянства влажности внутренней среды организма. Сочетаясь с температурными факторами, влажность воздуха создает условия для термиче-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 589 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ского комфорта или нарушает его, способствуя переохлаждению или перегреванию организма, а также гидратации или дегидратации тканей.

Одновременное повышение температуры и влажности воздуха резко ухудшает самочувствие человека и сокращает возможные сроки пребывания его в этих условиях. При этом происходит повышение температуры тела, учащение **пульса**, дыхания. Появляется головная боль, слабость, понижается двигательная активность. Плохая переносимость жары в сочетании с повышенной относительной влажностью обусловлена тем, что одновременно с усилением потоотделения при высокой **влажности** окружающей среды пот плохо испаряется с поверхности кожи. **Теплоотдача затруднена**. Организм все больше перегревается, и может возникнуть тепловой удар.

Повышенная влажность является неблагоприятным фактором и при пониженной температуре воздуха. При этом происходит резкое увеличение теплоотдачи, что опасно для здоровья. Даже температура 0 °С может привести к отморожению лица и конечностей, особенно при наличии ветра.

Низкая влажность воздуха (менее 20 %) сопровождается значительными испарениями влаги со слизистых оболочек дыхательных путей. Это приводит к уменьшению их фильтрующей способности и к неприятным ощущениям в горле и сухости во рту.

Границами, в пределах которых тепловой баланс человека в покое поддерживается уже со значительным напряжением, считают температуру воздуха 40 °С и влажность 30 % или температуру воздуха 30 °С и влажность 85 %.

Движение воздуха. Неравномерное прогревание различных участков земной поверхности приводит к перемещению воздушных масс. Холодные и тяжелые массы воздуха непрерывно вытесняют более теплые и легкие, создавая ветер. Скорость или сила ветра измеряется узлами, баллами и метрами в секунду. Ветер, являясь составной частью погоды, может оказывать значительное влияние на организм. Нормальными для человека считают условия, когда в области термического комфорта дует тихий и легкий ветер со скоростью 1–4 м/с.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 590 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Умеренный ветер оказывает тонизирующее действие на организм. Усиливая испарение с поверхности кожи и снижая тепло путем конвекции, он способствует лучшей **теплоотдаче** и охлаждению тела. Это облегчает переносимость жары. Однако когда температура воздуха начинает превышать температуру кожи человека, то ветер уже не охлаждает, а конвекционно нагревает организм. Сухой и горячий ветер раздражает слизистые оболочки дыхательных путей, высушивает кожу.

Умеренный ветер при холодной погоде стимулирует увеличение **теплообразования**. Он бодрит здорового человека, способствует закаливанию организма.

Интенсивный ветер передвигает границы температурного комфорта, что стимулирует терморегуляцию, усиливает деятельность нервной и эндокринной систем организма, вызывает изменение просвета кровеносных сосудов кожи. Сильный ветер также оказывает давление на механорецепторы кожи. Он затрудняет дыхание, угнетающе влияет на психическую сферу человека. В сочетании с высокой температурой сильный ветер способствует перегреванию организма, дегидратации кожи. В холодную погоду, особенно при больших морозах, он не только оказывает высушивающее действие, но и приводит к охлаждению, озноблению и отморожению.

Таким образом, различные скорости движения воздуха вызывают неоднозначные изменения жизненных функций организма.

Атмосферное давление. На уровне моря в среднем атмосферное давление составляет 101,3 кПа (760 мм рт. ст.). Общее барометрическое давление распределяется между составляющими воздух газами в соответствии с их процентным содержанием. Каждый газ имеет свое парциальное давление, т. е. суммарное давление всех молекул данного газа в объеме.

Давление играет важную роль в функционировании организма. Вследствие разности парциальных давлений в теле человека совершается газообмен. Вся система кровообращения работает по принципу разности гидростатических давлений, которые находятся в коррелятивных связях с внешним давлением. Меняющееся давление в придаточных полостях черепа способствует кровообращению в мозге. Изменения



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 591 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

разности давлений между внешней средой и замкнутыми полостями тела сказываются на состоянии человека.

Перепады атмосферного давления вызывают ряд функциональных изменений в организме. Прежде всего, они касаются сердечно-сосудистой системы. Так, в нормальных условиях при повышении барометрического давления снижается **артериальное давление**, возрастает частота сердечных сокращений. При понижении барометрического давления отмечаются противоположные сдвиги. Могут возникнуть признаки кислородного голодания.

Значительные перепады атмосферного давления, гипер- и гипобария приводят к разнообразным патологическим проявлениям.

Солнечное излучение. Электромагнитный спектр солнечной радиации состоит из инфракрасной, видимой и ультрафиолетовой части. Кроме того, в жесткое солнечное излучение входят рентгеновские и гамма-лучи, а также поток заряженных частиц (солнечный ветер). Поскольку их кванты обладают различной энергией, то они оказывают разнообразное действие на человека.

Результатом воздействия инфракрасного излучения является тепловой эффект, который сопровождается расширением кровеносных сосудов, усилением кровотока и кожного дыхания. Происходит расслабление сосудов и мышц, обладающее болеутоляющим и противовоспалительным эффектом. Мягкое тепло стимулирует образование и усвоение биологически активных веществ.

Видимое излучение оказывает значительное фотохимическое действие, благодаря которому в окружающих тканях происходят весьма важные для организма процессы. Именно кванты видимого света активизируют работу зрительного анализатора, и человек видит мир во всем многообразии красок. Солнечный свет активизирует обменные процессы в организме, стимулирует работу коры головного мозга, улучшает эмоциональное состояние человека. Именно свет синхронизирует суточные и сезонные **ритмы** у человека, определяя время сна и бодрствования. Их нарушение приводит к бессоннице, ухудшению трудоспособности и депрессии.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 592 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Ультрафиолетовая часть является жизненно важным фактором. Ее недостаток приводит к ослаблению **иммунитета**, обострению хронических заболеваний и функциональным расстройствам нервной системы, тормозит выработку жизненно необходимых веществ.

Жесткое солнечное излучение возрастает в основном при вспышках на Солнце, которые происходят с характерным 11-летним циклом. Солнечная вспышка – это выброс энергии, сравнимый с взрывом нескольких тысяч водородных бомб. При особо сильных вспышках электромагнитное излучение, достигая Земли, изменяет магнитное поле планеты – словно встряхивает его, что сказывается на самочувствии метеочувствительных людей. Таких людей, по данным Всемирной организации здравоохранения, 15 % населения планеты. Также при высокой солнечной активности интенсивнее начинает размножаться микрофлора и увеличивается предрасположенность человека ко многим инфекционным заболеваниям. Так, эпидемии гриппа начинаются за 2,3 года до максимума солнечной активности или спустя 2,3 года – после.

Космическое излучение. Это ионизирующее излучение, непрерывно падающее на поверхность Земли из мирового пространства и образующееся в земной атмосфере в результате взаимодействия излучения с атомами воздуха.

Различают первичное и вторичное космическое излучение. Первичное космическое излучение представляет собой поток элементарных частиц, которые приходят на земную поверхность из разных областей всемирного пространства. Космические излучения подразделяются по происхождению на внегалактические, галактические и солнечные.

Большая часть первичного космического излучения возникает в пределах нашей Галактики. Средняя энергия космических лучей очень высокая, поэтому они губительны для всего живого. Атмосфера служит своеобразным щитом, предохраняющим биологические объекты от воздействия космических частиц, поэтому лишь немногие частицы достигают поверхности Земли.

При взаимодействии космических частиц с атомами элементов, находящихся в



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 593 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

атмосфере возникает вторичное космическое излучение. Вторичное космическое излучение имеет максимум на высоте 20–30 км, на меньшей высоте процессы поглощения вторичного излучения преобладают над процессами его образования.

Интенсивность космического излучения зависит от географической широты и высоты над уровнем моря. Средняя мощность дозы космического излучения жителей Земли приблизительно равна 0,3 мЗв/год, а на уровне Лондон-Москва-Нью-Йорк достигает 0,5 мЗв/год.

Ежегодная доза облучения человека космическими лучами составляет около 0,03 бэр (зависит от высоты над уровнем моря), что эквивалентно облучению от двух рентгеновских снимков груди и вполне безопасно. Совершенно другое дело, когда человек оказывается за пределами атмосферы Земли, где бомбардировка космическими лучами намного сильнее, и сквозь его тело за секунду может пронестись около 5 тысяч ионов, способных разрушить химические связи в организме и вызвать такой же каскад вторичных частиц, как в атмосфере.

Кратковременные полеты на космических кораблях по низким околоземным орбитам при отсутствии солнечных вспышек высокой интенсивности не представляют какой-либо опасности, но при длительных полетах космические лучи являются серьезной угрозой здоровью и жизням членов экипажа космического корабля. За год, проведенный человеком в межпланетном пространстве, космические лучи способны уничтожить треть его ДНК.

Влияние основных типов климата на организм человека. Одна из наиболее распространенных систем классификации типов климата была разработана немецко-российским климатологом В.П. Кёппеном в 1900 году.

Она основывается на концепции, в соответствии с которой наилучшим критерием типа климата является то, какие растения растут на данной территории в естественных условиях. Классификация основана на учете режима температуры и осадков. Намечается 5 типов климатических зон, а именно:

- 1) А – влажная тропическая зона без зимы;



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 594 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

- 2) В – две сухие зоны, по одной в каждом полушарии;
- 3) С – две умеренно теплые зоны без регулярного снежного покрова;
- 4) D – две зоны бореального климата на материках с резко выраженными границами зимой и летом;
- 5) Е – две полярные области снежного климата.

Границы между зонами проводятся по определенным изотермам самого холодного и самого теплого месяцев и по соотношению средней годовой температуры и годового количества осадков. Таким образом, получается 11 основных типов климата: 1) влажных тропических лесов; 2) саванн; 3) пустынь; 4) степей; 5) умеренно теплый климат с сухой зимой; 6) умеренно теплый с сухим летом (средиземноморский); 7) умеренно теплый с равномерным увлажнением; 8) лесной зоны с сухой зимой; 9) лесной зоны с равномерным увлажнением; 10) тундры; 11) постоянного мороза.

Во влажном тропическом климате с незначительными годовыми и суточными колебаниями температуры в тени, близкими к критической точке организм человека в состоянии покоя может поддерживать нормальный теплообмен без всякой одежды. Однако всякая мышечная активность в этих условиях повышает выработку тепла, которое отводится в результате испарения обильного **выделения пота**. Испарение же вследствие высокой влажности сильно затруднено. Во влажном тропическом климате наблюдается увеличение периферического кровообращения. Это обеспечивает не только повышенную **теплоотдачу** с поверхности тела, но и усиленную работу потовых желез.

В большинстве случаев обнаруживается стойкое снижение **кровенного давления**, и возрастание минутного и **ударного объема сердца**. Хотя усиление дыхания у человека выражено слабо, значительная роль в **терморегуляции** в тропиках принадлежит и дыхательному аппарату.

После пребывания во влажном тропическом климате кожа становится особенно чувствительной к колебаниям температуры; незначительные понижения ее, не ощущаемые как чувство холода в умеренных широтах, могут вызывать в тропическом



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 595 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

климате даже ощущение озноба.

В условиях тропиков значительно возрастают расходы энергии на работу систем внутренних органов – кровеносной, дыхательной, выделительной, отводящих образовавшиеся в организме избытки тепла.

Таким образом, хотя человек по происхождению и биологическим особенностям, является тропическим видом, его интенсивная мышечная деятельность в условиях тропиков крайне затруднена и требует искусственных мер охлаждения.

Климат саванны и редколесья отличается двумя четко выделенными сезонами – засухи и дождей, которые очень быстро сменяют друг друга. Поэтому в период дождей человек ощущает себя как во влажных тропических лесах, а в период засухи как в пустынном климате.

Высокая температура воздуха, интенсивная солнечная радиация, сильные ветры, которые нередко переходят в пыльные бури, отсутствие водоисточников создают крайне тяжелые условия для жизни и автономного существования человека в пустыне. Организм человека в пустыне получает извне огромное количество тепла – более 300 ккал/час.

Климат степей и пустынь способствует более легкой регуляции теплообмена между кожей и легкими, обильному потоотделению, облегчает функцию почек, при этом повышается содержание **гемоглобина** и количества эритроцитов в крови.

Средиземноморский климат характеризуется относительно высоким атмосферным давлением, равномерной температурой, чистотой и свежестью воздуха при высоком содержании в нем озона и морских солей, интенсивным солнечным излучением, отсутствием резких перепадов температуры. Пребывание возле моря способствует повышению обмена веществ, усилению секреции эпителия бронхиального дерева, оказывает тонизирующее, общеукрепляющее и закалывающее действие.

Климат лесной и лесостепной зоны оказывает мягкое стимулирующее действие. Он усиливает торможение в коре головного мозга, повышает тонус подкорковых структур и центров (**вегетативной нервной системы** и терморегуляции), повышает



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 596 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

сниженную работоспособность организма. Замедление и углубление дыхания в лесу приводит к повышенной **легочной вентиляции** и утилизации кислорода, усилению тканевого дыхания. Этот климат благоприятно влияет на больных с заболеваниями органов дыхания, сердечно-сосудистой системы (ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь), выздоравливающих после перенесенных инфекционных заболеваний, больных с функциональными расстройствами нервной системы.

Климат тундры и климат постоянного мороза характеризуются в первую очередь низкими температурами воздуха. Влияние низких температур на организм человека было рассмотрено в **лекции 34**.

Следует иметь в виду, что перемена климатических условий без учета состояния здоровья человека может оказаться вредной. Смена климата противопоказана:

- больным с выраженным атеросклерозом церебральных и коронарных сосудов, с сердечной недостаточностью;
- при заболеваниях щитовидной железы (тиреотоксикоз);
- при заболеваниях **почек** (нефрит);
- при любом заболевании в стадии обострения.

3. Современные методы оздоровления на курортах

Порядок медицинского отбора больных на санаторно-курортное лечение определяется инструкцией, принятой постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь. Основными критериями медицинского отбора для направления больного на санаторно-курортное лечение являются:

- наличие медицинских показаний для лечения эффективными природными лечебными факторами и возможность получения при их воздействии терапевтического эффекта;
- отсутствие медицинских противопоказаний для лечения эффективными природными лечебными факторами;



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 597 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

- наличие эффективных природных лечебных факторов, находящихся в местности расположения курорта и санатория.

Оздоровление на курортах требует соблюдения курортного режима. Курортный режим – система правил, мероприятий и ограничений, направленных на создание и поддержание на курортах благоприятных условий для лечения и отдыха. Различают общекурортный, санаторный и индивидуальный режимы.

Общекурортный режим должен предусматривать определенные часы функционирования общекурортных лечебных и диагностических учреждений (ванных зданий, грязелечебниц, курортных поликлиник, пляжей, лабораторий, рентгеновских кабинетов и пр.), зрелищных и культурно-бытовых предприятий (театров, кино, парикмахерских и т. д.) и различных государственных учреждений (почта, телеграф, сберкасса, адресный стол и т. д.). Порядок и время торговли устанавливаются общекурортным режимом и согласуются с интересами больных и отдыхающих. Должна быть запрещена торговля спиртными напитками на территории лечебных учреждений и в непосредственной близости от них. На многих курортах в решениях об установлении общекурортного режима предусмотрены мероприятия по борьбе с шумом (запрещены звуковые сигналы автомобилей, уличная радиопередача, игра на инструментах, пение). Говоря об общекурортном режиме, нельзя не подчеркнуть особого значения озеленения курортов.

Санаторный режим складывается из общих правил и мероприятий, организующих весь уклад и образ жизни в санатории и обеспечивающих наиболее благоприятные условия лечения и отдыха. Санаторный режим предполагает твердый распорядок дня, который обязателен для всех больных и персонала санатория. Он также предусматривает правила поведения больного, время, отведенное для лечения (прием у врача, диагностические и лечебные процедуры), время отдыха и пр. Санаторный режим имеет свои специфические черты в зависимости от профиля санатория.

Индивидуальный режим назначается с таким расчетом, чтобы в зависимости от состояния больного наиболее целесообразно сочетать применение всех лечебных



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 598 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

факторов курорта.

Основой классификации курортов служит их ведущий природный лечебный фактор. В зависимости от географического расположения и характера климатических условий в курортной местности может быть один или несколько природных лечебных факторов. По характеру природного фактора курорты делятся на кумысолечебные, климатолечебные, бальнеолечебные, грязелечебные и смешанные.

Кумысолечебный курорт (санаторий) – курорт (санаторий) в степной или лесостепной зоне, где в качестве основного природного лечебного фактора используются кумыс. Приготовление полноценного кумыса возможно при выпасе кобылиц в степной или лесостепной зоне. Кумыс – кисломолочный напиток беловатого цвета из кобыльего молока, полученный в результате молочнокислого и спиртового брожения при помощи болгарской и ацидофильной молочнокислых палочек и дрожжей.

Клинические и научные исследования свидетельствуют о многостороннем действии кумыса на организм человека и высокой эффективности при лечении широкого спектра заболеваний: язвенной болезни желудка и **двенадцатиперстной кишки**, хронических гастритов, холециститов, энтероколитов, функциональных расстройств желчного пузыря и толстой кишки, хронических неспецифических заболеваний легких, атеросклероза, гипертонической болезни, заболеваний центральной нервной системы и органов кроветворения.

На *климатолечебных* курортах основными лечебными факторами являются различные составляющие климата. В соответствии с природно-климатическими зонами такие курорты подразделяют на равнинные, степные, пустынные, горные, приморские и прочие. На *бальнеолечебных* курортах основным лечебным фактором является минеральная вода различных типов. На *грязелечебных* курортах основным лечебным фактором является грязь различных типов.

Смешанные курорты располагают комплексом лечебных факторов. В соответствии с этим смешанные курорты делят на климато-бальнеотерапевтические, бальнеогрязевые, климатогрязевые, климато-бальнео-грязевые и др.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 599 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Бальнеотерапевтические курорты. К ним относятся курорты, где в качестве основного лечебного фактора используются природные минеральные воды. Воды могут применяться наружно (ванны, души, бассейны и др.), для питьевого лечения, ингаляций, орошений и других процедур. Бальнеотерапевтические курорты оборудованы бальнеолечебницами, питьевыми галереями, бассейнами, ингаляториями и т. д.

Лечебные минеральные воды отличаются от обыкновенных пресных своим химическим составом, температурой, вкусом и запахом. Химический состав и естественная температура воды минеральных источников разнообразны. В состав минеральных вод входят в основном ионы натрия, калия, кальция, магния, железа, хлора, сульфатный ион и гидрокарбонат. Некоторые минеральные воды содержат газы (углекислый, сероводород, emanацию радия).

Механизм действия ванн из минеральной воды определяется температурным, химическим и механическим компонентами, но, прежде всего, специфическим химическим влиянием растворенных в воде газов и солей. Соли, раздражая **рецепторы** кожи, оказывают местное, а затем и общее (на кожные сосуды, потовые и сальные железы) рефлекторное действие.

Внутренний прием минеральных вод – один из старейших методов лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта, печени, нарушений обмена веществ. При приеме минеральной воды внутрь ее действие начинается уже в ротовой полости, продолжается в нижележащих отделах – желудке, тонком кишечнике, и заканчивается после полного всасывания воды и ее элементов в толстой кишке.

Холодные и горячие воды действуют на моторику **желудочно-кишечного тракта** разнонаправлено. Холодные воды усиливают двигательную активность желудка и кишечника, стимулируют секреторную функцию, горячие воды снижают повышенный тонус гладкой мускулатуры, угнетают секрецию. Используются также другие методы внутреннего применения минеральных вод: орошение слизистой оболочки полости рта, промывание желудка, ингаляции, клизмы т. д.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 600 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Воды многих минеральных источников разливают в бутылки и их используют с лечебной целью вне курортов.

SPA-терапия. Сам термин SPA по одной из версий является сокращением латинского «*sanitas per aqua*», что в переводе означает «оздоровление через воду», или водолечение. По второй версии термин происходит от названия маленького бельгийского городка Spa, хорошо известного водного курорта.

SPA-терапия включает полный комплекс процедур, направленный на оздоровление и релаксацию всего организма. Этот комплекс разрабатывается индивидуально для каждого клиента. Главное достоинство SPA – воздействие не на какой-либо один орган, а на организм в целом. Полезные компоненты проникают в кожный покров и активизируют процессы обмена веществ, улучшают кровообращение, выводит шлаки и токсины из организма и улучшает общее самочувствие. После таких процедур кожа становится гладкой, бархатистой, у человека повышается тонус и жизненная энергия. Излечение тела приводит к улучшению психического состояния: избавлению от **стрессов**, переутомления, бессонницы, депрессий.

В SPA-терапии применяется много процедур. Наиболее широко применяются следующие. *SPA-массаж*, подразделяемый на ручной, аппаратный, точечный по биологически активным точкам (шиатцу), гидромассаж, ускоряет ток лимфы и **крови**, способствует быстрому выводу токсинов из организма, улучшает **обмен веществ**.

Талассотерапия – это комплекс процедур основанных на воздействии океанической воды, водорослей и прочих даров моря. Морские дары богаты микроэлементами и йодом. Они способствуют похудению, а морская глина разглаживает кожу, оказывает болеутоляющее действие на организм. Из талассотерапии часто выделяют отдельно *альготерапию* – лечение водорослями.

Обертывания грязью и с морскими водорослями. Грязевые обертывания снимают напряжение мышц, боль в суставах. Грязь имеет и омолаживающий эффект, так как наполняет кожу минералами и витаминами. Обертывания с морскими водорослями способствуют глубокой детоксикации организма, уменьшению жировых



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 601 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

отложений. Они прекрасно борются с целлюлитом.

Галотерапия, или солевая комната, может заменить поездки к морю или в горы. Благодаря вдыханию солевого аэрозоля легкие очищаются, снимается аллергическая реакция.

Ароматерапия, или лечение запахами, использует в качестве целебного средства эфирные масла. Их молекулы воздействуют на лимбическую систему мозга, отвечающую за эмоции. Вдыхая приятные ароматы, человек расслабляется, усталость проходит, а хорошее настроение не покидает в течение дня. Эфирные масла также благотворно влияют на кожу, снимая воспаление и отеки, разглаживая морщины.

Светотерапия – это лечение ярким светом. Зимой и ранней весной недостаток света пагубно воздействует на весь организм, понижается иммунитет, появляется синдром хронической усталости. Яркий свет воздействует через **сетчатку глаза** на **гипоталамус** и эпифиз в мозге, увеличивая содержание серотонина. Этот **гормон** способствует укреплению психики, лечит от депрессии.

Энотерапия – лечение виноградным вином.

Анималотерапия (от латинского «animal» – животное) – вид терапии, использующий животных и их образы для оказания психотерапевтической помощи. В анималотерапии используются символы животных: образы, рисунки, сказочные герои, игрушки, а также настоящие животные, общение с которыми безопасно. В анималотерапии различают: иппотерапию (метод реабилитации посредством лечебной верховой езды); канистерапию (метод лечения и реабилитации, детей с ДЦП, аутизмом с использованием специально отобранных и обученных собак); дельфинотерапию (метод психотерапии, в основание которого положено игровое взаимодействие человека, чаще всего детей, и дельфина); фелинотерапия (метод лечения и профилактики заболеваний, в основе которого лежит взаимодействие человека с кошками); гирудотерапия (лечение различных заболеваний человека с использованием медицинской пиявки).

Бани – русская парная, сауна, турецкий хамам, японская фуру – очищают орга-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 602 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

низм, способствуют восстановлению **иммунитета**, воздействуют на кровообращение. Однако высокие температуры и **влажность** оказывают сильное действие на сердце, кровеносные сосуды и дыхательную систему, что требует предварительной консультации с врачом.

Также способна довольно сильно воздействовать на организм человека обычная ванна, особенно с добавлением различных травяных отваров и экстрактов, эфирных масел или морской соли. Принятие ванны прогревает при болезни, усиливает кровообращение, снимает судороги, расслабляет или, напротив, тонизирует, снимает **стрессы**.

Грязелечебные курорты. К ним относятся курорты, где в качестве основного или одного из основных природных лечебных факторов, наряду с климатом и природными минеральными водами, используются лечебные грязи.

Лечебные грязи – это природные образования (иловые, торфяные, сапропелевые), обладающие высокой органо-минеральной пластичностью, теплоемкостью и медленной теплоотдачей. Они содержат биологически активные вещества (соли, газы, **витамины**, ферменты, гормоны и др.) и живые микроорганизмы.

Лечебные грязи оказывают сложное влияние на организм, вызывая температурное, механическое и химическое воздействие. Появляются изменения со стороны нервной, сердечно-сосудистой системы, состава **крови**, процессов обмена и др. Большое значение при этом имеют размеры грязевой лепешки, температура грязи и условия, в которых больной пользуется процедурой (температура и влажность окружающего воздуха и пр.).

Различные виды лечебных грязей обладают некоторыми общими свойствами: высокой влаго- и теплоемкостью, малой теплопроводностью, пластичностью, т. е. способностью сохранять придаваемую им форму.

Тонкий слой нагретой грязи, который сначала наносят на кожу больного, благодаря передаче части тепла коже быстро охлаждается. Из остальной грязевой массы, которую накладывают на тело, тепло через этот слой передается медленно, и грязь



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 603 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

медленно остывает; поэтому грязи могут длительно воздействовать на организм при незначительном снижении температуры.

Механическое раздражение обусловлено давлением грязевой массы и трением между телом и частицами грязи.

Химическое раздражение, особенно выраженное в иловой грязи, зависит от действия различных химических веществ (газообразных, летучих и др.), проникающих из грязи в организм через кожу. Химические составляющие воздействуют рефлекторно, через кожные **рецепторы**, непосредственно при их всасывании через неповрежденную кожу, чему способствует ее прогревание грязью.

Для правильного использования лечебных грязей применяются следующие грязелечебные процедуры.

Грязевые аппликации – накладывание лечебной грязи на участки тела. Аппликации могут быть местными, когда грязь накладывается точно на необходимый участок тела. Аппликации бывают парафокальными, когда грязь накладывают рядом с очагом поражения, чтобы не допустить обострения патологического процесса. Аппликации могут быть сегментарно-рефлекторными, при которых грязь накладывается на проекцию соответствующего спинномозгового сегмента и лечебный эффект в этом случае обуславливается рефлекторным воздействием.

Грязевые обертывания – вариант грязелечебной процедуры, который очень похож на аппликации. Однако во время такой процедуры грязь накладывается на гораздо больший участок тела. Именно грязевые обертывания являются популярной процедурой в SPA-салоне.

Грязевые ванны – грязелечебная процедура, во время которой человек погружается в специальную ванну с лечебной грязью. Обычно для этой процедуры грязь разводится водой (иногда минеральной). В зависимости от используемой грязи, а также воды, температуры самой ванны и консистенции грязи эти процедуры различаются по своему виду.

Внутриполостные грязелечебные процедуры – это особые процедуры, которые



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 604 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

включают влагалищное грязелечение и ректальное грязелечение с использованием тщательно очищенных грязевых тампонов.

Сочетанные грязелечебные процедуры – очень эффективный вариант грязелечения, который используется совместно с другими методами физиотерапии, например электрофорез с лечебной грязью, гальваногрязелечение и др.

В заключение следует отметить, что грязелечение, даже в виде местных процедур, является сильнодействующим фактором и при его назначении необходимо учитывать состояние сердечно-сосудистой системы. При передозировке грязелечения или недостаточном учете противопоказаний к нему могут развиваться негативные явления со стороны сердечной деятельности, сильная общая реакция на процедуру, вплоть до обострения основного заболевания.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите краткие исторические сведения о развитии климатологии как науки.
2. Охарактеризуйте основные методы **климатологии**.
3. Как влияют на организм человека температура и **влажность воздуха**?
4. Как влияют на организм человека движение воздуха и атмосферное давление?
5. В чем заключается положительное и отрицательное влияние солнечного излучения на человека?
6. Что такое космическое излучение и его влияние на организм человека?
7. Укажите основные типы климата.
8. Какие существуют критерии медицинского отбора для направления больного на санаторно-курортное лечение?
9. Охарактеризуйте общекурортный, санаторный и индивидуальный режимы.
10. Какое лечение осуществляется на кумысолечебных курортах?
11. В чем суть лечения на бальнеотерапевтических курортах?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 605 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

12. Какие лечебные процедуры применяются в SPA-терапии?
13. Какие применяются разновидности анималотерапии?
14. Какие способы лечения применяются на грязелечебных курортах?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 606 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Материалы к лабораторным и практическим занятиям для 2 курса ТГ

Лабораторное занятие 1: Обнаружение биоэлектрических явлений и функциональной лабильности

Лабораторная работа 1. Первый и второй опыты Гальвани

Лабораторная работа 2. Опыт вторичного сокращения Маттеучи

Лабораторная работа 3. Определение пороговой и максимальной силы раздражения

Лабораторное занятие 2: Исследование рефлекторной деятельности центральной нервной системы

Лабораторная работа 1. Исследование уравновешенности возбудительных и тормозных процессов

Лабораторная работа 2. Анализ рефлекторной дуги

Лабораторная работа 3. Проприоцептивные рефлексы человека

Лабораторное занятие 3: Изучение функциональной деятельности отделов головного мозга

Лабораторная работа 1. Наблюдение за рефлекторными реакциями продолговатого мозга

Лабораторная работа 2. Наблюдение за некоторыми функциями среднего мозга и мозжечка

Лабораторная работа 3. Ознакомление с некоторыми рефлексами промежуточного мозга

Лабораторное занятие 4: Физиология больших полушарий головного мозга

Лабораторная работа 1. Определение индивидуального профиля асимметрии больших полушарий головного мозга человека

Лабораторная работа 2. Определение сенсорной асимметрии

Лабораторная работа 3. Проявление функциональной асимметрии больших полушарий головного мозга



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 607 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторное занятие 5: Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы

Лабораторная работа 1. Применение ортостатической и клиностатической проб для исследования возбудимости симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы

Лабораторная работа 2. Наблюдение совместной деятельности симпатического и парасимпатического отделов ВНС

Практическое занятие 1: Зрительная сенсорная система

Практическая работа 1. Наблюдение за рефлексными реакциями зрачка

Практическая работа 2. Опыт Шейнера

Практическая работа 3. Определение ближней точки ясного видения

Лабораторное занятие 6: Вестибулярная сенсорная система. Физиология слухового анализатора

Лабораторная работа 1. Исследование проводимости звука

Лабораторная работа 2. Вестибулярные влияния на конечности. Наблюдение нистагма головы и глаз

Лабораторная работа 3. Исследование устойчивости вестибулярного анализатора к вращательным нагрузкам

Лабораторное занятие 7: Условно-рефлекторная деятельность человека

Лабораторная работа 1. Определение времени элементарной двигательной реакции на условные раздражители

Лабораторная работа 2. Определение силы нервных процессов

Лабораторная работа 3. Тестовое определение свойств нервной системы

Практическое занятие 2: Определение общих и частных типов высшей нервной деятельности у человека

Практическая работа 1. Определение общего типа ВНД по анамнестической схеме

Практическая работа 2. Определение частного типа ВНД методом ассоциативного эксперимента



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 608 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лабораторное занятие 8: Особенности высшей нервной деятельности человека

Лабораторная работа 1. Определение устойчивости непосредственного объема памяти

Лабораторная работа 2. Определение объема смысловой (ассоциативной) памяти и предположительного типа мышления

Лабораторная работа 3. Исследование преобладающего типа запоминания

Лабораторное занятие 9: Исследование эритроцитов человека

Лабораторная работа 1. Рассматривание под микроскопом окрашенных препаратов крови лягушки и человека

Лабораторная работа 2. Определение количества эритроцитов

Лабораторное занятие 10: Определение количества гемоглобина. Группы крови

Лабораторная работа 1. Определение содержания гемоглобина в крови человека

Лабораторная работа 2. Определение группы крови человека

Лабораторное занятие 11: Физиология сердца

Лабораторная работа 1. Опыт Данини-Ашнера

Лабораторная работа 2. Электрокардиография

Лабораторное занятие 12: Физиология кровеносных сосудов

Лабораторная работа 1. Измерение частоты пульса в покое и при физической нагрузке

Лабораторная работа 2. Измерение артериального давления у человека

Практическое занятие 3: Физиология дыхания

Практическая работа 1. Обнаружение углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе

Практическая работа 2. Модель дыхательных движений

Лабораторное занятие 13: Исследование функциональных показателей внешнего дыхания

Лабораторная работа 1. Спирометрия

Лабораторная работа 2. Пневмотахометрия

Лабораторное занятие 14: Нормы питания человека

Лабораторная работа 1. Расчетное определение энергетических трат



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 609 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лабораторная работа 2. Составление пищевых рационов

Лабораторное занятие 15: Определение обмена энергии

Лабораторная работа 1. Определение основного обмена по таблицам

Лабораторная работа 2. Определение основного обмена по формуле Рида

Практическое занятие 4: Контроль успеваемости по СМ-1 «Общая физиология»

Практическое занятие 5: Общие закономерности роста и развития

Практическая работа 1. Возрастные особенности развития опорно-двигательного аппарата

Практическая работа 2. Особенности развития и становления в онтогенезе нервной системы и высшей нервной деятельности

Практическое занятие 6: Контроль успеваемости по СМ-2 «Возрастная физиология»

Практическое занятие 7: Физиологические особенности адаптации к физическим нагрузкам

Практическая работа 1. Определение силы мышц человека (динамометрия)

Практическая работа 2. Зависимость величины выполненной работы от массы груза

Практическая работа 3. Зависимость величины выполненной работы от частоты мышечных сокращений

Практическое занятие 8: Работоспособность туриста в экстремальных условиях внешней среды

Практическая работа 1. Влияние дискомфортной температуры и влажности на работоспособность

Практическая работа 2. Работоспособность на высоте и под водой

Практическое занятие 9: Контроль успеваемости по СМ-3 «Физиологические основы процесса адаптации организма человека»



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 610 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторное занятие 1: Обнаружение биоэлектрических явлений и функциональной лабильности

Лабораторная работа 1. Первый и второй опыты Гальвани

Лабораторная работа 2. Опыт вторичного сокращения Маттеучи

Лабораторная работа 3. Определение пороговой и максимальной силы раздражения



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 611 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лабораторная работа 1. Первый и второй опыты Гальвани

Для работы необходимы: препаровальный набор, стеклянные крючки, биметаллический (гальванический) пинцет, состоящий из медной и железной браншей, физиологический раствор, бинт, вата, лягушка.

Методика проведения работы

Первый опыт Гальвани. Готовят препарат, состоящий из нижней части туловища и соединенных с ним лапок в соответствии с **рис. 94, г**. Подводят медную браншу гальванического пинцета под корешки седалищного нерва, не касаясь препарата железной браншей (**рис. 95, а**). Затем прикасаются железной браншей к мышцам бедра лягушки. Во время прикосновений возникают сокращения мышц всего препарата (**рис. 95, б**). В течение опыта препарат с целью увлажнения необходимо периодически смачивать физиологическим раствором.

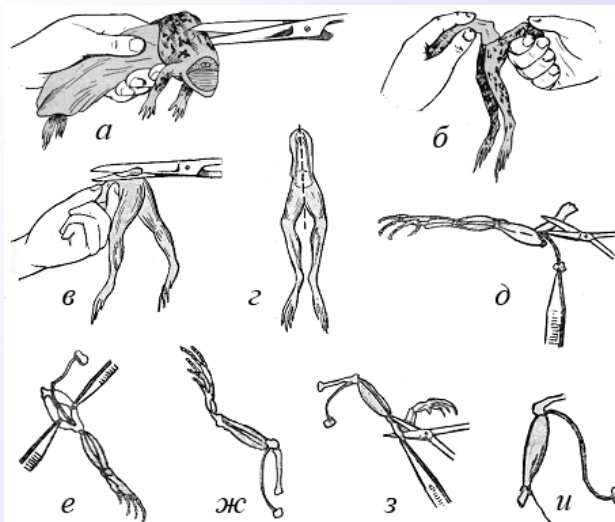


Рисунок 94 – Последовательность этапов приготовления нервно-мышечного препарата

Объясняют причину сокращения мышц препарата в первом опыте Гальвани.

Второй опыт Гальвани. Готовят нервно-мышечный препарат, состоящий из седалищного нерва и икроножной мышцы в соответствии с **рис. 94, и**. Кладут препарат на препаровальную дощечку. Икроножную мышцу слегка подсушивают ваткой с тем, чтобы физиологический раствор не затекал в ранку при последующем разрезе мышцы.

Стеклянным крючком ранят мышцу около ахиллова сухожилия, при этом мышечные волокна должны быть не просто раздвинуты, но и часть их разорвана. С помощью стеклянного крючка быстро набрасывают седалищный нерв препарата так, чтобы нерв замыкал неповрежденный и поврежденный участок мышцы (**рис. 96**).



Рисунок 96

В момент соприкосновения нерва с участками мышцы наблюдаются быстро проходящие сокращения мышечных волокон.

Объясняют причину сокращения мышцы во втором опыте Гальвани.

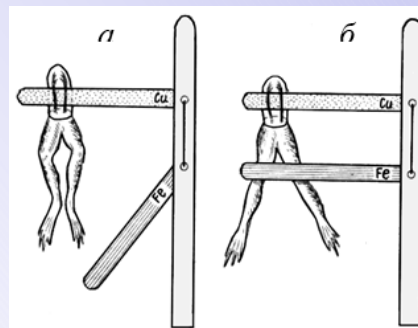


Рисунок 95 – Наблюдение первого опыта Гальвани с биметаллическим пинцетом

Контрольные вопросы

1. Какое вещество образует оболочку мягкотных нервных волокон?
2. Расскажите об истории открытия электрических явлений в живых тканях.
3. Как объяснил А. Вольта причину сокращения мышц в **первом опыте Гальвани**?
4. В чем суть **второго опыта Л. Гальвани**?
5. Что является причиной сокращения мышц во втором опыте Л. Гальвани?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 612 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторная работа 2. Опыт вторичного сокращения Маттеуччи

Для работы необходимы: препаровальный набор, стеклянные крючки, электростимулятор, электроды, физиологический раствор, бинт, вата, лягушка.

Методика проведения работы

Готовят два нервно-мышечных препарата, сохраняя всю голень с лапкой, в соответствии с **рис. 94, ж**. Кладут оба препарата на препаровальную досочку. Нерв первого препарата помещают на электроды, подключенные к электростимулятору. Нерв второго препарата размещают вдоль икроножной мышцы первого.

При частоте стимуляции 20–30 Гц подбирают такую силу раздражения нерва первого препарата, при которой происходит сокращение мышц первого препарата, а через доли секунды – сокращение мышц второго препарата, т. е. вторичное сокращение (**рис. 97**).

Делают вывод о причине сокращения мышц второго препарата.

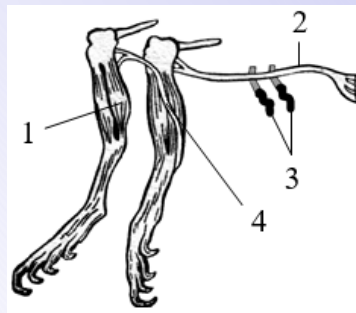


Рисунок 97 – Опыт вторичного сокращения:
1 – мышца и нерв (4) второго препарата; 2 – нерв первого препарата; 3 – электроды

Контрольные вопросы

1. Что доказывает опыт вторичного сокращения **К. Маттеуччи**?

Лабораторная работа 3. Определение пороговой и максимальной силы раздражения

Для работы необходимы: препаровальный набор, электростимулятор, влажная камера, кимограф, физиологический раствор, бинт, вата, нитки, лягушка.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 613 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Методика проведения работы

Готовят нервно-мышечный препарат в соответствии с **рис. 94, и**. Помещают его во влажную камеру, седалищный нерв кладут на электроды, сухожилие икроножной мышцы привязывают к миографу (**рис. 98, а**). Раздражают нерв электрическим током от стимулятора с частотой 30 импульсов в секунду (30 Гц). Силу раздражения постепенно увеличивают, начиная с нуля.

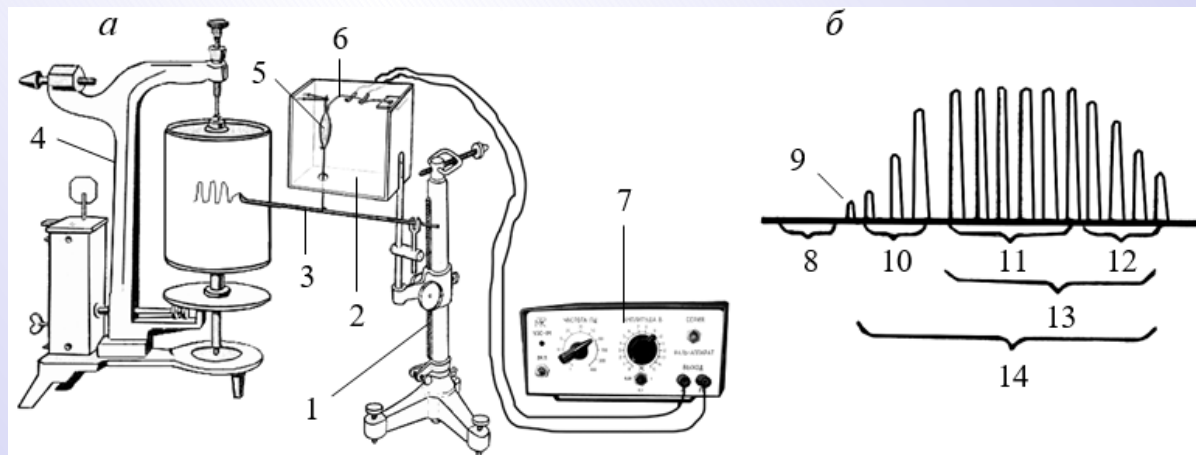


Рисунок 98 – Схема установки для раздражения нерва и регистрации сокращений мышцы, запись сокращений мышцы: 1 – универсальный штатив; 2 – влажная камера; 3 – миограф; 4 – кимограф; 5 – мышца; 6 – нерв; 7 – электростимулятор; 8 – отсутствие сокращений при подпороговых силах раздражения; 9 – пороговое сокращение; 10 – субмаксимальные сокращения; 11 – максимальные сокращения; 12 – снижение сокращений на раздражения супермаксимальной силы; 13 – сокращения на максимальные и супермаксимальные раздражения; 14 – сокращения мышцы на надпороговые раздражения

Находят минимальную силу раздражения, при которой возникает минимальное по амплитуде сокращение мышцы – порог раздражения (**рис. 98, б**). Продолжают



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 614 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

далее увеличивать силу раздражения и наблюдают увеличение амплитуд сокращений – субмаксимальные сокращения на субмаксимальные силы раздражения. При определенных силах раздражения сокращения мышцы становятся максимальными и больше не возрастают. Наименьшая сила раздражения, при которой регистрируется наибольшая амплитуда сокращения, называется максимальной.

При дальнейшем увеличении силы раздражений (супермаксимальные раздражения) амплитуды сокращений мышцы вначале остаются такими же, как и при раздражении максимальной силы, а затем начинают уменьшаться (рис. 98, б).

Зарисовывают с кимографа сокращения мышцы и отмечают, при каких силах раздражения они наблюдались.

Контрольные вопросы

1. Что называют порогом раздражения?
2. Какие раздражители называют подпороговыми?
3. Что называется субмаксимальным, максимальным и супермаксимальным раздражением?
4. Какова зависимость величины мышечного сокращения от силы раздражения при субмаксимальных раздражителях?

Тест

Выполните [тестовые задания к Лабораторному занятию 1](#).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 615 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторное занятие 2: Исследование рефлекторной деятельности центральной нервной системы

Лабораторная работа 1. Исследование уравновешенности возбудительных и тормозных процессов

Лабораторная работа 2. Анализ рефлекторной дуги

Лабораторная работа 3. Проприоцептивные рефлексы человека

Лабораторная работа 1. Исследование уравновешенности возбудительных и тормозных процессов

Опыт 1. Реакция на движущийся объект

Для работы необходимы: электросекундомер (движущаяся стрелка).

Методика проведения работы

Испытуемый держит палец на кнопке электросекундомера. Ему дается задание: остановить движущуюся по циферблату стрелку точно на отметке «90» путем нажатия на кнопку. Вначале испытуемый делает 2–3 пробные попытки, а затем 10 зачетных испытаний. Экспериментатор отмечает количество точных совпадений, опережений (стрелка остановлена раньше отметки «90») и опозданий (стрелка остановлена после отметки «90»).

На основании полученных результатов делаются выводы, основываясь на следующем: если число опережений или опозданий произошло в эксперименте более 6 раз, то можно говорить о преобладании возбудительных или, соответственно, тормозных процессов. Если количество опережений и опозданий примерно равно и имеется 4–5 точных совпадений стрелки с отметкой «90», то делается заключение, что нервные процессы уравновешены.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 616 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Опыт 2. Реакция на время

Для работы необходимы: секундомер.

Методика проведения работы

Испытуемый вначале делает 5 тренировочных попыток. Для этого он включает секундомер и, контролируя по нему зрением время, а также на слух, выключает секундомер через 15, 30 и 60 с. После тренировочных проводятся 5 зачетных попыток. При их выполнении испытуемый, повернув секундомер циферблатом вниз, должен на слух оценивать временные интервалы и останавливать секундомер как можно точнее на 15, 30 и 60 с.

Для каждого измеряемого интервала времени определяется: а) величина отклонения от точной величины временного интервала в каждой из пяти попыток; б) вариационный размах, т. е. разность между наибольшими величинами запаздывания («-») и опережения («+»); в) алгебраическая сумма отклонений. Результаты измерений заносятся в **таблицу 27**.

Таблица 27 – Результаты измерений временных интервалов

Временные интервалы, с	Ошибка измерения (опережение «+», (запаздывание «-»), с					Вариационный размах, с	Алгебраическая сумма отклонений, с
	1	2	3	4	5		
15	+6	-4	0	+8	-8	16	+2
30							
60							

Чем ближе к нулю приближается вариационный размах ошибок, тем больше уравновешенность нервных процессов. Чем больше величина вариационного размаха, тем больше степень дисбаланса возбуждения и торможения. Положительная величина алгебраической суммы отклонений свидетельствует о преждевременной



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 617 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

рефлекторной реакции, что является результатом преобладания возбуждения, а отрицательная величина – результатом преобладания торможения.

Контрольные вопросы

1. Что называется **мембранным потенциалом**? Какова его величина?
2. Каково строение специфического **ионного натриевого канала**?
3. Каковы причины возникновения потенциала покоя?
4. Как называется заряд на мембране клетки, при котором происходит раскрытие практически всех натриевых каналов?
5. Что называют критическим уровнем деполяризации мембраны?

Лабораторная работа 2. Анализ рефлекторной дуги

Для работы необходимы: препаровальный набор, 0,5 % раствор серной кислоты, 1 % раствор новокаина или 0,1 % раствор хлорида калия, штатив с зажимом и пробкой, стакан с водой, лягушка.

Методика проведения работы

Путем декапитации у лягушки удаляют головной мозг и подвешивают ее на штативе, приколов за нижнюю челюсть к пробке двумя препаровальными иглами. Выжидают 5–10 минут, пока пройдет шок. Затем поэтапно проводят анализ необходимости каждого звена **рефлекторной дуги** для осуществления рефлекторной реакции.

1. Погружают кончики пальцев одной из задних конечностей в 0,5 % раствор серной кислоты. Наблюдают рефлекторное сгибание конечности. Смывают кислоту с кожи, погружая конечность в банку с водой.
2. Делают на этой конечности круговой разрез кожи ниже коленного сустава и полностью удаляют ее с голени и стопы.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 618 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3. Выжидают 2–3 минуты и погружают лапку, лишенную кожи, в кислоту. Рефлекс сгибания отсутствует, так как удалена кожа с рецепторами. После каждого раздражения кислоту нужно смывать, погружая конечность в стакан с водой.
4. Раздражают вторую нижнюю конечность кислотой. Возникает общая двигательная реакция, в которой принимает участие и конечность с удаленной кожей.
5. На конечности с целыми кожными рецепторами отпрепарируют седалищный нерв и подводят под него нитку, но не завязывают. Погружают кончики пальцев этой конечности в 0,5 % H_2SO_4 . Наблюдают рефлекторное сгибание конечности.
6. За нитку осторожно приподнимают нерв и подкладывают под него ватку, смоченную новокаином или хлористым калием. Эти вещества нарушают проводимость нерва, причем сначала выключаются афферентные волокна, а затем эфферентные. Через каждую минуту проверяют рефлекс на раздражение кончиков пальцев этой же конечности кислотой. Спустя некоторое время на раздражение пальцев не будет наблюдаться сокращение лапки вследствие блокады проведения возбуждения по чувствительным нервам.
7. Не снимая ватки с новокаином с седалищного нерва, раздражают кожу выше уровня блокады. В общей двигательной реакции принимает участие и конечность, седалищный нерв которой подвергается действию новокаина. Это указывает на то, что блокада эфферентных (двигательных) волокон еще не наступила. Через некоторое время исследуемая конечность перестает принимать участие в общей двигательной реакции лягушки на раздражение. Это свидетельствует о наступлении блокады проведения возбуждения и по эфферентным волокнам седалищного нерва.
8. Убеждаются в наличии рефлексов у лягушки при раздражении кожи на бедре первой лапки, седалищный нерв которой не блокировался.
9. Вводят в спинномозговой канал препаративную иглу и разрушают спинной мозг. Наблюдают исчезновение всех **рефлексов** в результате разрушения цен-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 619 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

трального звена рефлекторных дуг.
Делают вывод на основании полученных результатов.

Контрольные вопросы

1. Какие звенья входят в состав дуги **сухожильного рефлекса**?
2. Дайте понятие **рефлекторной дуги**.
3. Что называют критическим потенциалом?
4. Что называют критическим уровнем деполяризации мембраны?

Лабораторная работа 3. Проприоцептивные рефлексы человека

Для работы необходимы: неврологический молоточек.

Методика проведения работы

Испытуемый принимает соответствующее положение тела. Для наблюдения рефлексов экспериментатор наносит удары неврологическим молоточком по соответствующим сухожилиям (**рис. 99**).

1. Коленный рефлекс. Испытуемый в положении сидя кладет одну ногу на колено второй. Экспериментатор наносит легкий удар неврологическим молоточком под коленной чашечкой по сухожилию четырехглавой мышцы бедра. Наблюдается разгибание ноги в коленном суставе. Чтобы исключить произвольную задержку проявления коленного рефлекса, необходимо отвлечь внимание испытуемого. Для этого ему дается задание растягивать соединенные в замок пальцы обеих рук.

Сравните рефлекторную реакцию на обеих конечностях.

2. Ахиллов рефлекс. Испытуемый встает коленями на стул. Ступни его ног должны свисать. Неврологическим молоточком наносится легкий удар по ахиллову сухожилию. Наблюдается сгибание стопы.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 620 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Сравните рефлекторную реакцию на обеих конечностях.

3. Сгибательный рефлекс предплечья. Нижняя часть плеча полусогнутой и расслабленной руки испытуемого находится на ладони экспериментатора. Удар молоточком наносится по сухожилию двуглавой мышцы плеча. Наблюдается сгибание руки в локтевом суставе.

4. Разгибательный рефлекс предплечья. Экспериментатор становится сбоку от испытуемого, отводит его плечо в сторону до горизонтального уровня и поддерживает плечо левой рукой у локтевого сгиба так, чтобы предплечье свисало под прямым углом. Удар молоточком наносится по сухожилию трехглавой мышцы плеча у самого локтевого сгиба. Наблюдается разгибание руки в локтевом суставе.

5. Кожные, брюшной и подошвенный рефлексy. Раздражают тактильные рецепторы кожи подошвенной поверхности стопы ручкой неврологического молоточка и наблюдают за рефлекторным сгибанием пальцев стопы. Раздражение кожной поверхности живота вызывает рефлекторное сокращение мышц живота на этой же стороне.

Делают вывод о выраженности **сухожильных рефлексов** (в норме, асимметричны, отсутствуют) и зарисовывают схемы их рефлекторных дуг.

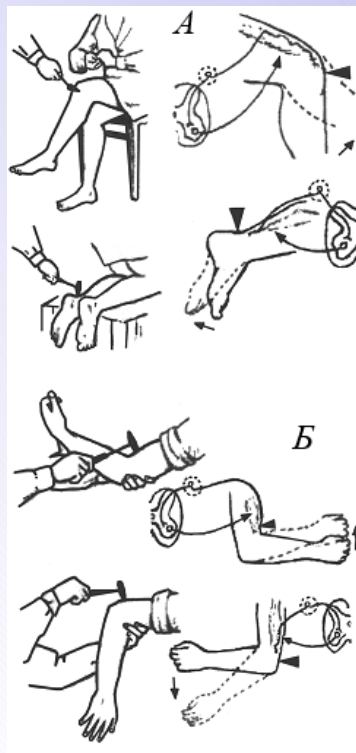


Рисунок 99 – Методика воспроизведения рефлексов человека и схемы их рефлекторных дуг: А – нижние конечности, Б – верхние конечности



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 621 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте рефлекторную дугу сухожильного коленного рефлекса.
2. Может ли **рефлекторная дуга** включать два и более вставочных нейрона?
3. Из чего складывается время **рефлекса**?
4. Какова функциональная роль задних и передних корешков **спинного мозга**?

Тест

Выполните **тестовые задания к Лабораторному занятию 2**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 622 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лабораторное занятие 3: Изучение функциональной деятельности отделов головного мозга

Лабораторная работа 1. Наблюдение за рефлекторными реакциями продолговатого мозга

Лабораторная работа 2. Наблюдение за некоторыми функциями среднего мозга и мозжечка

Лабораторная работа 3. Ознакомление с некоторыми рефлексам промежуточного мозга

Лабораторная работа 1. Наблюдение за рефлекторными реакциями продолговатого мозга

Для работы необходимы: десертная ложка, спирт.

Методика проведения работы

1. Чистой ложкой экспериментатор прикасается к задней поверхности языка испытуемого. У испытуемого непроизвольно возникает глотательный рефлекс.
2. Испытуемый делает подряд несколько глотательных движений. Когда у него во рту слюны не остается, глотательный рефлекс не проявляется.
3. Испытуемый делает 2–3 быстрых и глубоких вдоха и выдоха. После этого у него на некоторое время дыхание прекращается.

Объясняют наблюдаемые явления, выводы записывают.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте статические рефлексы.
2. Какие рефлексы называют статокинетическими?
3. Как проявляются лифтные рефлексы?
4. Как возникают шейные тонические рефлексы?



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 623 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторная работа 2. Наблюдение за некоторыми функциями среднего мозга и мозжечка

1. Функции среднего мозга.

Для работы необходимы: карандаш, настольная лампа

Методика проведения работы

1. Экспериментатор предлагает испытуемым прочесть небольшой текст. Как только все испытуемые приступили к чтению, он неожиданно и сильно стучит по столу карандашом. В этот момент большинство испытуемых прекратят чтение и произвольно повернут голову к источнику звука, т. е. проявится ориентировочный рефлекс.
2. Испытуемый смотрит на зажженную настольную лампу. Виден один источник света. Теперь он осторожно надавливает рукой на одно из глазных яблок и вновь смотрит на источник света. Предмет начинает двоиться, видны две лампы. Это произошло оттого, что была нарушена правильная установка глаз, созданная **средним мозгом**.
3. Экспериментатор предлагает испытуемому принять неустойчивую позу, для чего поставить левую ногу перед правой так, чтобы ступни образовали одну прямую линию (носок правой ноги должен касаться пятки левой). Глаза у испытуемого должны быть закрыты. Через 15–20 секунд экспериментатор легонько толкает испытуемого. Толчок вызывает отклонение корпуса и смещение центра тяжести. Испытуемый либо отставляет ногу в сторону, либо начинает балансировать руками, добываясь при этом восстановления равновесия. Этот безусловный рефлекс осуществляется средним мозгом с участием **мозжечка**.

Объясняют наблюдаемые явления, выводы записывают.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 624 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

2. Функции мозжечка.

Для работы необходимы: стакан, книга.

Методика проведения работы

Опыт 1. Пальценосовая проба (на дисметрию и тремор)

Испытуемый закрывает глаза, вытягивает вперед правую руку с разогнутым указательным пальцем, остальные пальцы сжаты в кулак. После этого кончиком указательного пальца он касается кончика своего носа. Затем то же он выполняет левой рукой. В норме человек дотрагивается до кончика носа (с точностью ± 1 см) без дрожи пальцев рук (т. е. проба на дисметрию и тремор отрицательная). При не выраженном нарушении функции **мозжечка** данное задание выполнимо только в том случае, если рука направляется к носу из положения опущенной вниз. При поражении мозжечка наблюдается непопадание в кончик носа и дрожание пальца (тремор) при поднесении его к носу (то есть проба на дисметрию становится положительной).

Опыт 2. Позы Ромберга (оценка координации движений и статической устойчивости)



Рисунок 100 – Позы Ромберга

испытуемый должен встать, сдвинуть ступни ног (пятки и носки вместе), руки вытянуть вперед и несколько развести пальцы. Затем он закрывает глаза. В норме взрослый человек сохраняет устойчивость в заданной позе более 60 с.

Для оценки статической устойчивости применяется тест из четырех так называемых «поз Ромберга», при этом регистрируется время (секунды) удержания каждой позы (**рис. 100**). При простом варианте выполнения позы (первое положение)



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 625 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

При более усложненном варианте (второе положение) испытуемый становится так, чтобы его ноги были на одной линии и пятка впереди расположенной ноги касалась носка находящейся сзади. Руки нужно вытянуть вперед, развести пальцы и закрыть глаза. Здоровые нетренированные взрослые люди способны устойчиво удерживать данную позу в течение 30–50 с, спортсмены – 100 с и более.

В третьем положении испытуемый стоит на одной ноге, пятка второй прижата к колену опорной ноги. В четвертой позе демонстрируется «ласточка». Спортсмены способны выдержать позу «ласточка» в течение 15 и более секунд. Утомление, перенапряжение, заболевание укорачивают время сохранения поз Ромберга.

Опыт 3. Оценка походки (проба на атаксию)

Испытуемому предлагают пройти по комнате вперед и назад с открытыми и закрытыми глазами. В норме у здорового человека походка обычная, без шатаний в стороны и без широкого расставления ног (то есть проба на атаксию отрицательная).

Опыт 4. Проба на дисметрию

Испытуемый должен взять со стола и затем поставить назад (в то же место) какой-либо предмет (книгу, стакан). В норме человек ставит предмет на то же место с ошибкой не более ± 2 см (т. е. проба на дисметрию отрицательная).

Опыт 5. Произношение слов (проба на дизартрию)

Испытуемый должен повторить несколько трудных для произношения слов (землетрясение, самолетостроение, администрирование, децеребрационная ригидность или др.). Отмечают, нет ли замедления, растянутости или толчкообразности речи.

Опыт 6. Торможение движений, возникших в силу инерции

Работа проводится в парах. Испытуемый сжимает руку в локте. Экспериментатор захватывает его предплечье около кисти и предлагает испытуемому тянуть руку на себя, преодолевая сопротивление. Затем неожиданно для испытуемого экспериментатор отпускает его руку. Рука испытуемого делает короткий рывок и останавливается.

Объясняют наблюдаемые явления, выводы записывают.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 626 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Контрольные вопросы

1. Как проявляется сторожевой рефлекс?
2. От какой структуры **среднего мозга** берет начало руброспинальный путь и куда он идет?
3. Какое действие оказывают импульсы, поступающие по руброспинальному пути?
4. Какой **медиатор** синтезируют нейроны черной субстанции и что происходит при повреждении этих нейронов?
5. Как проявляется астазия, наблюдаемая при нарушении функций мозжечка?
6. Опишите асинергию, происходящую при нарушении функций мозжечка.
7. Что такое дисметрия?
8. Из каких структур состоит **мозжечок**?

Лабораторная работа 3. Ознакомление с некоторыми рефлексамии промежуточного мозга

Для работы необходимы: штатив, кафельная плитка, лягушка.

Методика проведения работы

Опыт 1. Позный рефлекс промежуточного мозга

Экспериментатор предлагает испытуемым заниматься своими делами, а затем неожиданно дает громкую команду «Замри». Испытуемые застывают в разных позах (позный рефлекс **промежуточного мозга**).

Опыт 2. Роль промежуточного мозга в формировании произвольных движений



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 627 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Посадите лягушку на стол и прижмите ее к вертикально поставленной плитке. Когда лягушка оцепенеет, руку медленно отведите. Лягушка будет сидеть, облокотившись на плитку, как в кресле, в неестественной позе. Если гипноз окажется достаточно глубоким, можно вытянуть ее переднюю лапку. Если животное не проснется от прикосновения, то это положение также сохранится.

Объясняют наблюдаемые явления, выводы записывают.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте неспецифические ядра **таламуса**.
2. Какова роль ассоциативных ядер таламуса?
3. Дайте характеристику **гипоталамусу** как интегративному центру регуляции температуры тела.
4. Какую роль играет гипоталамус в осуществлении пищевого поведения?

Тест

Выполните **тестовые задания к Лабораторному занятию 3**.



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 628 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторное занятие 4: Физиология больших полушарий головного мозга

Лабораторная работа 1. Определение индивидуального профиля асимметрии больших полушарий головного мозга человека

Лабораторная работа 2. Определение сенсорной асимметрии

Лабораторная работа 3. Проявление функциональной асимметрии больших полушарий головного мозга

Лабораторная работа 1. Определение индивидуального профиля асимметрии больших полушарий головного мозга человека

Для работы необходимы: механические часы, мяч, рулетка, плотный лист бумаги.

Методика проведения работы

Испытуемый выполняет задание, а экспериментатор подсчитывает количество баллов за каждое из них.

1. *Определение ведущей руки.* Испытуемого просят быстро, не задумываясь, перекрестить пальцы обеих рук. Сверху оказывается палец ведущей руки (сверху правая рука – 1 балл; левая – 0).

Испытуемого просят скрестить руки (встать в позу Наполеона). Ведущей считается та рука, кисть которой первой направляется на предплечье другой руки и оказывается на нем сверху, тогда как кисть другой руки оказывается под предплечьем ведущей руки (правая – 1 балл; левая – 0).

Испытуемого просят завести часы. Ведущая рука выполняет активные точно дозируемые движения, с её помощью производится завод часов. Неведущая рука фиксирует часы (часы фиксирует правая рука – 0 баллов; левая – 1).

Испытуемому предлагают провести вертикальные линии на расстоянии 1–1,5 см друг от друга сначала правой, а затем левой рукой. Число линий, проведенных



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 629 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ведущей рукой, гораздо больше, чем линий, проведенных неведущей рукой (правосторонняя асимметрия – 2 балла; левосторонняя – 0; асимметрии нет – 1).

2. *Определение ведущей ноги.* Испытуемого просят закинуть ногу на ногу. Сверху чаще всего оказывается ведущая нога (правая – 1 балл; левая – 0).

Испытуемому предлагают сделать шаг назад, подпрыгнуть на одной из ног. Нога, которая совершает движение, является толчковой, считается ведущей. Если в обоих заданиях была ведущей правая нога – 2 балла; левая нога – 0; в одном случае правая нога, в другом левая – 1 балл.

Испытуемого просят сделать десять шагов с места. Рулеткой измеряют длину шагов, сделанных правой и левой ногой, и вычисляют среднеарифметическую величину для каждой ноги. Шаги ведущей ноги длиннее, чем неведущей (правосторонняя асимметрия – 2 балла; левосторонняя – 0; асимметрии нет – 1).

3. *Определение ведущего глаза.* Испытуемого просят моргнуть одним глазом. Закрывается обычно неведущий глаз.

Испытуемому предлагают посмотреть в «подзорную трубу». Руки подносятся обычно к ведущему глазу.

В листе плотной бумаги размером 5×10 см в центре вырезают отверстие 1×1 см. Экспериментатор держит этот лист на расстоянии 30–40 см, а испытуемый, глядя в отверстие, фиксирует предмет, находящийся в 2–3 м от него. При закрывании ведущего глаза предмет смещается.

Если во всех заданиях ведущим был правый глаз – 2 балла; левый – 0; если в одном задании – правый глаз, а в другом – левый – 1 балл.

4. *Определение ведущего уха.* Экспериментатор говорит испытуемому шепотом небольшие фразы. При равенстве остроты слуха испытуемый подставляет к говорящему ведущее ухо, т. е. ухо, которым легче и быстрее воспринимается звук.

Испытуемому предлагается оценить громкость тиканья часов тем и другим ухом. При этом отмечается, к какому уху он подносит часы в первый раз и одинаково ли слышит тиканье разными ушами.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 630 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Если в обоих заданиях ведущее ухо правое – 4 балла; левое – 0; если в одном иззаданий – правое ухо, а в другом – левое – 2 балла.

Оценка результатов

Экспериментатор складывает все полученные баллы и сравнивает их с **таблицей 28**.

Таблица 28 – Асимметрия больших полушарий головного мозга

Количество баллов	Проявление асимметрии у человека
16	«Чистый правша»
0	«Чистый левша»
Меньше 16, но больше 0	Амбидекстр либо со смешанным профилем асимметрии
Если 1-е задание – 5 баллов	Праворукий профиль асимметрии
Если 1-е задание – 0 баллов	Леворукий профиль асимметрии
Если 1-е задание – 1–4 балла	Амбидекстр либо со смешанным профилем асимметрии

Подсчитайте процент леворуких, праворуких, правшей, левшей и амбидекстров, либо со смешанным профилем асимметрии в вашей группе.

Контрольные вопросы

1. В чем суть опытов Р. Сперри?
2. С помощью какого полушария человек узнает буквы, геометрические фигуры?
3. Какие особенности речи наблюдаются у человека в «левополушарном» состоянии, то есть при временном выключении **правого полушария**?
4. Как проявляются эмоции у человека в «правополушарном» состоянии, то есть при временном выключении **левого полушария**?

Лабораторная работа 2. Определение сенсорной асимметрии

Для работы необходимы: карандаш, косметическая кисточка, маленький объект.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 631 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Опыт 1. Асимметрия зрения

1) Тест «Память».

Методика проведения работы

Экспериментатор смотрит прямо в глаза обследуемому и предлагает ему вспомнить любимую книгу или фильм. Доминирующим является полушарие мозга, в сторону которого уводят глаза при «вспоминании».

2) Тест «Прицеливание (проба Розенбаха)».

Методика проведения работы

Испытуемому предлагается взять карандаш или ручку и поместить вертикально в вытянутой руке. Затем прицелиться двумя глазами через него на любой маленький объект не ближе 2 м. Затем обследуемый по очереди закрывает левый и правый глаз. Глаз, при закрытии которого объект сдвигается максимально, является ведущим.

Опыт 2. Асимметрия тактильная

1) Тест «Кисть».

Методика проведения работы

Испытуемому предлагается вытянуть руки вперед, развернуть перед собой кисти рук ладонями вверх и ощутить их вес. Кисть, которая ощущается более тяжелой, является ведущей.

2) Тест «Щека».

Методика проведения работы

Акварельной или косметической кисточкой производят с минимальной силой легкие касательные движения обеих щек обследуемого. Касания обеих щек производят по очереди несколько раз. Щека, которая ощущает касание сильнее, является ведущей.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 632 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Контрольные вопросы

1. Какие особенности речи наблюдаются у человека в «правополушарном» состоянии, то есть при временном выключении левого полушария?
2. Как проявляются эмоции у человека в «левополушарном» состоянии, то есть при временном выключении правого полушария дозированным электрическим током?

Лабораторная работа 3. Проявление функциональной асимметрии больших полушарий головного мозга

Для работы необходимы: тестовые вопросы, калькулятор.

Методика проведения работы

Испытуемому предлагается ответить на тестовые вопросы, пользуясь 11-балльной шкалой оценок. Категоричное отрицание содержания вопроса оценивается в 0 баллов, безоговорочное согласие – 10. Если же испытуемый не может оценить себя по какому-то вопросу с абсолютной уверенностью, то для оценки он использует баллы от 1 до 9. От справедливости выставления оценок зависит точность определения проявления асимметрии **больших полушарий**.

Тестовые вопросы

1. У меня преобладает хорошее настроение.
2. Я помню то, чему учился (училась) несколько лет назад.
3. Прослушав раз-другой мелодию, я могу точно воспроизвести ее.
4. Когда я слушаю рассказ, то представляю его в образах.
5. Я считаю, что эмоции в разговоре только мешают.
6. Мне трудно дается математика.
7. Я легко запоминаю незнакомые лица.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 633 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

8. В группе приятелей я первым (ой) начинаю разговор.
9. Если обсуждают чьи-то идеи, я требую аргументов.
10. У меня преобладает плохое настроение.

Сумма баллов за ответы на вопросы теста 1, 2, 5, 8, 9 характеризует активность левого полушария, а сумма баллов за ответы на вопросы 3, 4, 6, 7, 10 свидетельствует о доминировании **правого полушария** в психической деятельности.

Оценка результатов:

1. Если сумма баллов за ответы на вопросы, характеризующие активность левого полушария, превышает сумму баллов за ответы на вопросы, связанные с деятельностью преимущественно правого полушария, на 6 и более, то у испытуемого, скорее всего, преобладает логический тип мышления, что обусловлено доминированием **левого полушария** головного мозга.
2. Если же с суммами баллов все обстоит наоборот, то у испытуемого, вероятно, преобладает художественный тип мышления и доминирует **правое полушарие**.
3. В том случае, когда сумма баллов за ответы на вопросы, относящиеся к компетенции левого полушария, равна сумме баллов за ответы на вопросы, характеризующие правое полушарие, или разница между ними не превышает 5 баллов, то вполне вероятно, что у испытуемого в равной степени сочетаются логический и художественный типы мышления. Следовательно, асимметрия **больших полушарий** не проявляется.

Контрольные вопросы

1. Какое полушарие головного мозга работает по принципу индукции?
2. Какое полушарие оценивает пространство, осуществляет одновременное и конкретное восприятие?

Тест

Выполните **тестовые задания к Лабораторному занятию 4.**



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 634 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лабораторное занятие 5: Симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы

Лабораторная работа 1. Применение ортостатической и клиностатической проб для исследования возбудимости симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы

Лабораторная работа 2. Наблюдение совместной деятельности симпатического и парасимпатического отделов ВНС

Лабораторная работа 1. Применение ортостатической и клиностатической проб для исследования возбудимости симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы

Для работы необходимы: кушетка, секундомер.

Опыт 1. *Клиностатический рефлекс Даниелополу*

Исследование рефлекса позволяет определить функциональное состояние парасимпатических и симпатических центров, регулирующих работу сердца.

Методика проведения работы

У испытуемого в положении стоя с помощью секундомера определяют частоту сердечных сокращений за 15 с. Затем он ложится на кушетку спиной вниз и через 15–20 с после перехода испытуемого в положение лежа еще раз подсчитывают частоту пульса за 15 с. Полученные показатели частоты сердечных сокращений пересчитывают на 1 минуту.

При переходе человека из положения стоя в положение лежа частота сердечных сокращений уменьшается в норме на 4–6 уд/мин. Замедление пульса более чем на 6 уд/мин указывает на повышение тонуса парасимпатического отдела ВНС, регулирующего работу сердца. Отсутствие реакции или парадоксальный ее характер



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 635 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

(учащение пульса) указывает на преобладание тонуса **симпатического отдела** вегетативной нервной системы.

Опыт 2. *Ортостатический рефлекс Превеля*

Методика проведения работы

Испытуемый ложится на кушетку спиной вниз. После 4–6-минутного нахождения его в горизонтальном положении в состоянии покоя у него подсчитывают пульс за 15 секунд. Затем испытуемый резко встает и у него в течение первых 15 с в положении стоя опять подсчитывают пульс. Показатели частоты пульса в положении лежа и стоя пересчитывают на значение за 1 минуту. При нормальном тоне и возбудимости симпатического и парасимпатического отделов ВНС разница двух измерений (в положении лежа и стоя) не должна превышать 6–24 уд/мин. Если она больше 24, то это свидетельствует о повышенной возбудимости симпатического отдела. Если она меньше 6, то это указывает на преобладание тонуса **парасимпатического отдела** вегетативной нервной системы.

Контрольные вопросы

1. Что называют **вегетативной нервной системой**?
2. Что такое эффект Орбели–Гинецинского?
3. Укажите **медиаторы**, выделяющиеся в синапсах эфферентного пути **симпатического отдела** ВНС?
4. Раскройте суть и значение мультипликации в вегетативных ганглиях.

Лабораторная работа 2. Наблюдение совместной деятельности симпатического и парасимпатического отделов ВНС

Для работы необходимы: ручка или карандаш.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 636 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Методика проведения работы

Испытуемый выполняет дермографическую пробу, то есть проводит тупой частью ручки по коже тыльной (внутренней) стороны кисти или предплечья. Если появляется белая, быстро исчезающая полоса, то преобладает симпатический отдел вегетативной нервной системы. Спустя несколько секунд белая полоса исчезает, а на ее месте появляется красная. Пройдет еще немного времени, и цвет кожи становится обычным. Появление белой полосы связано с рефлекторной деятельностью симпатического отдела (сужение сосудов), а появление красной полосы – с деятельностью **парасимпатического отдела** (расширение сосудов) **вегетативной нервной системы**.

Появление белой полосы и практически отсутствие покраснения кожи в месте проведения ручкой указывает на доминирование симпатической регуляции. Быстрое появление ярко-красной полосы с припухлостью кожи (или белой с красным валиком) и отсутствие побледнения кожи после проведения ручкой свидетельствует о резком преобладании парасимпатической регуляции. При динамическом равновесии обоих отделов **вегетативной нервной системы** наблюдается после проведения ручкой светло-розовая полоса.

Объясняют наблюдаемые явления, выводы записывают.

Контрольные вопросы

1. В чем суть адаптационно-трофической функции симпатической нервной системы?
2. Какие основные различия между симпатическим и парасимпатическим отделами **вегетативной нервной системы**?
3. Почему вегетативную нервную систему часто называют автономной?
4. Укажите сферу иннервации метасимпатической части вегетативной нервной системы.

Тест

Выполните **тестовые задания к Лабораторному занятию 5**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 637 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Практическое занятие 1: Зрительная сенсорная система

Практическая работа 1. Наблюдение за рефлексорными реакциями зрачка

Практическая работа 2. Опыт Шейнера

Практическая работа 3. Определение ближней точки ясного видения

Практическая работа 1. Наблюдение за рефлексорными реакциями зрачка

Для работы необходимы: секундомер.

Методика проведения работы

Испытуемый неотрывно смотрит на яркий свет (лампу дневного света). Экспериментатор обращает внимание на величину зрачков глаз испытуемого. Затем на 10–15 с испытуемый быстро и плотно закрывает от света ладонью один глаз (глаз под ладонью должен быть открыт). В момент закрывания глаза ладонью экспериментатор замечает кратковременное расширение зрачка другого глаза (содружественная реакция).

Через 20–30 с испытуемый быстро отнимает руку от глаза. В этот момент экспериментатор наблюдает быстрое сужение зрачка не только открываемого глаза, но и зрачка второго глаза, находившегося на свету (содружественная реакция). Вслед за сужением зрачков наблюдается их незначительное последующее расширение как следствие поступившей световой адаптации.

Контрольные вопросы

1. Что такое рефракция?
2. Укажите преломляющие структуры глаза.
3. Что наблюдается при врожденной близорукости?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 638 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Практическая работа 2. Опыт Шейнера

Для работы необходимы: ширма с отверстиями, штатив, булавка.

Методика проведения работы

Через ширму с двумя отверстиями, расстояние между которыми меньше диаметра зрачка, испытуемый фиксирует стержень штатива, находящийся на расстоянии 2–4 м от глаза. На расстоянии 20–30 см от глаза точно напротив штатива испытуемый помещает булавку. При фиксации глазом стержня штатива отмечается двоение булавки. При закрытии одного из отверстий ширмы наблюдается выпадение разноименного образа булавки.

Опыт повторяют, фиксируя глазом булавку. Отмечают двоение штатива и выпадение одноименного образа штатива при закрывании одного из отверстий.

Объясняют наблюдаемые явления и зарисовывают соответствующие схемы хода лучей согласно **рисунку 101**.

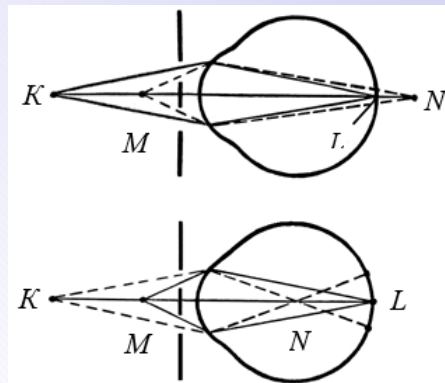


Рисунок 101 – Схема хода лучей в глазу при рассматривании разноудаленных точек: К – дальняя точка; М – ближняя точка; L, N – точки фокусирования лучей

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте врожденную дальнозоркость.
2. Что называется аккомодацией?

Практическая работа 3. Определение ближней точки ясного видения

Для работы необходимы: ширма с отверстиями, штатив, булавка, линейка.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 639 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Методика проведения работы

Испытуемый закрывает один глаз, а перед другим на минимальном расстоянии помещает ширму с двумя отверстиями, расстояние между которыми меньше диаметра зрачка. Затем он, держа в вытянутой руке булавку, располагает ее в центре пространства, видимого через отверстия в ширме.

После этого испытуемый, фиксируя глазом булавку, постепенно приближает ее к ширме. На определенном расстоянии булавки от глаза, когда образ ее только начинает раздваиваться, испытуемый фиксирует руку и положение головы. Экспериментатор измеряет расстояние от булавки до глаза, которое будет являться расстоянием до ближней точки ясного видения. Результат сравнивают с нормой, зависящей от возраста и приведенной в **таблице 29**.

Таблица 29 – Возрастные изменения силы аккомодации и расстояния до ближней точки ясного видения

Возраст (в годах)	Сила аккомодации (в диоптриях)	Расстояние от глаза до ближней точки ясного видения (в см)
До 10	14,0–14,6	7
15	12,0–12,3	8
20	10,6–12,0	10
25	9,2	12
30	7,7	14
40	4,9	22
50	2,1	40
70	0,25	400

Для близорукого глаза после определения ближней точки ясного видения определяют дальнюю точку ясного видения. Для этого булавку постепенно удаляют от глаза и от ближней точки ясного видения. На определенном расстоянии образ булавки опять начинает раздваиваться. Экспериментатор измеряет расстояние до дальней



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 640 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

точки ясного видения и диапазон, в пределах которого близорукий глаз четко видит образ предмета.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте приобретенную дальнозоркость.
2. Что такое ближняя точка ясного видения, старческая дальнозоркость?
3. Что используется для коррекции близорукости и дальнозоркости?

Тест

Выполните [тестовые задания к Практическому занятию 1](#).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 641 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лабораторное занятие 6: Вестибулярная сенсорная система. Физиология слухового анализатора

Лабораторная работа 1. Исследование проводимости звука

Лабораторная работа 2. Вестибулярные влияния на конечности. Наблюдение нистагма головы и глаз

Лабораторная работа 3. Исследование устойчивости вестибулярного анализатора к вращательным нагрузкам

Лабораторная работа 1. Исследование проводимости звука

Для работы необходимы: набор камертонов с частотой колебаний от 128 до 2048 Гц, молоточек, секундомер, ватные тампоны.

Методика проведения работы

Испытуемый закрывает уши ватными тампонами. Экспериментатор ударяет молоточком по камертону, прикладывает ножку звучащего камертона к середине темени испытуемого или к сосцевидному отростку височной кости и включает секундомер. Благодаря костной проводимости звука испытуемый некоторое время будет слышать звук.

Как только испытуемый перестал слышать звук, он подает сигнал экспериментатору, который отмечает по секундомеру продолжительность восприятия звука при костной проводимости. Одновременно испытуемый открывает уши, а экспериментатор подносит к его наружному слуховому проходу тот же камертон. Испытуемый снова будет слышать звук камертона, т. к. чувствительность при воздушной проводимости звука выше. Как только испытуемый перестанет слышать звук, секундомер выключают. Время от момента приложения ножки камертона к темени и включения секундомера до его выключения характеризует продолжительность восприятия



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 642 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

звука при воздушной проводимости. Полученные результаты сравнивают с данными **таблицы 30**.

Затем у испытуемого одно ухо закрывают ватным тампоном и прикладывают к его темени звучащий камертон. Со стороны уха, заложенного тампоном, звук будет казаться более сильным. Это объясняется тем, что звук в данном случае достигает слуховых **рецепторов** кратчайшим путем – через кости черепа. Кроме того, уменьшается потеря звуковой энергии через закрытый наружный слуховой проход.

Таблица 30 – Средняя продолжительность восприятия звука камертона

Частота колебаний камертона (Гц)	При воздушной проводимости (с)	При костной проводимости (с)
128	70	35
256	40	20
512	80	40
1024	100	50
2048	40	20

Контрольные вопросы

1. Укажите последовательность прохождения звуковых волн в наружном и среднем ухе.
2. Какова роль слуховой трубы в восприятии звуковых колебаний?
3. Чем обусловлена костная проводимость звуковых волн?

Лабораторная работа 2. Вестибулярные влияния на конечности. Наблюдение нистагма головы и глаз

Вестибулярные влияния на конечности

Для работы необходимы: кресло Барани (**рис. 102**), секундомер.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 643 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Методика проведения работы

1. *Основной опыт.* Испытуемый в положении сидя поворачивает голову в сторону до максимума и закрывает глаза. В таком положении он вытягивает руки горизонтально вперед ладонями вниз, стараясь держать руки ровно, на одинаковой высоте. В норме плечо, к которому повернута голова, постепенно уходит вверх, руки отклоняются по направлению к челюсти, причем наружное плечо отклоняется интенсивнее. Одновременно происходит поворот туловища. Эти движения проявляются у 80–90 % здоровых людей. При поражениях **мозжечка** реакция выражена резче, при поражениях **подкорковых узлов** она не проявляется.

2. *Опыт Шильдера.* Испытуемый при закрытых глазах протягивает обе руки вперед в горизонтальной плоскости. Одна рука (например, левая) остается в покое, другая поднимается на 60° выше горизонтали. Спустя 30 с при закрытых глазах испытуемому предлагают опускать правую руку до уровня левой руки. Обычно опускаемая (правая) рука не доводится до уровня левой руки на несколько сантиметров, причем испытуемый не чувствует свою ошибку.

3. *Промахивание после вращения.* Высокий штатив ставят на таком расстоянии от испытуемого, чтобы он мог, указывая на него, коснуться штатива указкой. Проверяют точность касания у испытуемого до вращения. Затем испытуемый садится в кресло Барани (**рис. 102**), опускает голову и закрывает глаза. Его вращают в кресле 10 раз за 20 с. Сразу же после остановки вращения испытуемый опять должен коснуться штатива указкой. Наблюдающаяся неточность свидетельствует о том, что раздражение при вращении рецепторов полукружных каналов **вестибулярного аппарата** изменяет характер мышечных движений.

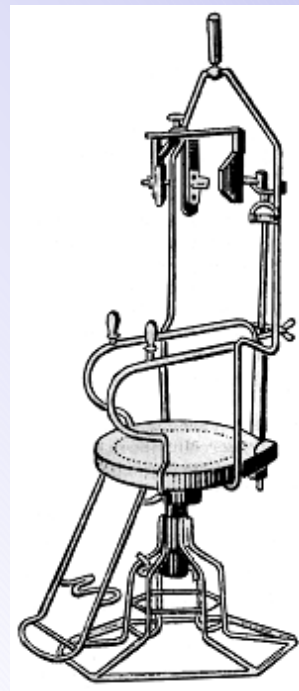


Рисунок 102 – Кресло Барани



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 644 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

4. *Проба Бондаревского.* Находясь в положении стоя, испытуемый закрывает глаза, поднимает одну ногу, сгибает ее в колене и пяткой приставляет к колену другой. При этом руки у него должны быть вытянуты вперед со свободно раздвинутыми без напряжения пальцами. Определяется время удержания позы до отрыва пятки от колена или потери равновесия. Удержание позы без дрожания пальцев и век свыше 15 с свидетельствует о хорошей вестибулярной устойчивости, с покачиванием и небольшим дрожанием в течение 15 с – об удовлетворительной, менее 15 с – о неудовлетворительной устойчивости.

5. *Проба Яроцкого.* Испытуемый встает и закрывает глаза. Рядом для страховки располагается экспериментатор, т. к. при выполнении пробы испытуемый может потерять равновесие и упасть. Затем по сигналу экспериментатора испытуемый выполняет круговые движения головой в одном направлении (вправо или влево) со скоростью 2 оборота в 1 с. Регистрируется время сохранения равновесия, которое у не занимающихся спортом в среднем равно 30 с, а у спортсменов – 90 с и более.

Наблюдение нистагма головы и глаз

Для работы необходимы: кресло Барани ([рис. 102](#)), секундомер.

Методика проведения работы

Испытуемый садится в кресло Барани, опускает голову на грудь и закрывает глаза. Его равномерно вращают со скоростью пол-оборота в 1 с. Всего производят 10 оборотов за 20 с. После 10 оборотов кресло резко останавливают и просят испытуемого поднять голову и открыть глаза. После остановки испытуемый должен зафиксировать взгляд на неподвижном предмете. Наблюдают послевращательный нистагм, который проявляется в сравнительно медленном движении глазных яблок в направлении вращения и быстром возврате их в исходное положение.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 645 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Характер наблюдающегося нистагма глазных яблок зависит от преимущественного раздражения тех или иных полукружных каналов, что определяется положением головы испытуемого во время вращения. Горизонтальный нистагм наблюдается при вращении с наклоном головы вперед на 15° , ротаторный нистагм – при наклоне головы вперед на 90° , вертикальный нистагм происходит при наклоне головы к левому или правому плечу. С помощью секундомера измеряют длительность нистагма (в норме он продолжается от 20 до 30 с).

Контрольные вопросы

1. Что происходит в полукружных каналах при прямолинейных и вращательных ускорениях и замедлениях движения человека?
2. Какие изменения наблюдаются в организме при раздражении рецепторов **вестибулярного аппарата**?
3. Что такое «морская» болезнь?
4. Что воспринимает и анализирует вестибулярный анализатор?
5. Где расположен периферический отдел вестибулярного анализатора?
6. В каких условиях вестибулярные рецепторы не возбуждаются?

Лабораторная работа 3. Исследование устойчивости вестибулярного анализатора к вращательным нагрузкам

Для работы необходимы: кресло Барани (**рис. 102**), секундомер.

Методика проведения работы

Испытуемого проверяют на точность ходьбы по нарисованной на полу прямой линии. Затем он садится в кресло Барани, опускает голову и закрывает глаза. Экспериментатор вращает кресло 5 раз за 10 с. Сразу после его остановки испытуемый



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 646 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

опять проходит по прямой линии. Оценивают различия в движении испытуемого до и после вращения.

Контрольные вопросы

1. Из каких частей состоит **вестибулярный аппарат**?
2. На какие части разделено преддверие?
3. Как устроен отолитовый аппарат?
4. Какое состояние вестибулярного аппарата в невесомости?

Тест

Выполните **тестовые задания к Лабораторному занятию 6.**



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 647 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторное занятие 7: Условно-рефлекторная деятельность человека

Лабораторная работа 1. Определение времени элементарной двигательной реакции на условные раздражители

Лабораторная работа 2. Определение силы нервных процессов

Лабораторная работа 3. Тестовое определение свойств нервной системы

Лабораторная работа 1. Определение времени элементарной двигательной реакции на условные раздражители

Для работы необходимы: хронорефлексометр.

Методика проведения работы

Испытуемый садится перед сигнальными лампочками, положив указательный палец на кнопку выключателя. Ему дается инструкция: в ответ на загорание лампочек как можно быстрее нажать на кнопку, выключающую их. Время от начала загорания лампочек до момента их выключения является временем элементарной двигательной реакции на условные раздражители и фиксируется на шкале миллисекундомера хронорефлексометра. После пробной попытки определяется среднее время реакции десяти зачетных попыток. Экспериментатор должен включать лампочки через разные промежутки времени. Средние количественные показатели времени этой элементарной двигательной реакции составляют 0,15–0,25 с.

Сравнивают полученные результаты с нормой и делают вывод.

Контрольные вопросы

1. Что И.П. Павлов назвал временной нервной связью?



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 648 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

2. Когда должен действовать безусловный раздражитель при выработке **условного рефлекса**?
3. Без каких структур ЦНС невозможно осуществление условных рефлексов?
4. С какого момента при выработке условного рефлекса безразличный раздражитель становится условным сигналом?

Лабораторная работа 2. Определение силы нервных процессов

Для работы необходимы: секундомер, листы бумаги формата А4.

Методика проведения работы

Для проведения эксперимента на листах стандартной бумаги формата А4 чертят прямоугольник высотой 16 см и длиной 24 см и расчерчивают его на 6 равных квадратов со стороной 8 см, расположенных по три в ряд.

По сигналу экспериментатора испытуемый должен правой рукой начать проставлять точки в квадрате, после каждой точки чуть-чуть смещая руку, чтобы потом можно было сосчитать точки. Испытуемый должен ставить точки в максимальном для себя темпе. Через каждые 5 с экспериментатор дает команду «Перейти», при которой испытуемый, не останавливаясь, начинает ставить точки во втором квадрате и т. д. Переход из квадрата в квадрат следует осуществлять только по часовой стрелке, т. е. в верхних трех квадратах слева направо, а в нижних трех – справа налево. По истечении 5 с работы в 6-м квадрате экспериментатор дает команду «Стоп».

Затем таким же образом проставляются точки левой рукой на втором листе бумаги.

После окончания эксперимента подсчитывается количество точек в каждом квадрате и результаты вносятся в **таблицу 31**.

По результатам эксперимента строится график работоспособности. Для этого на оси абсцисс откладываются 5-секундные промежутки времени, а на оси ординат – количество точек в каждом квадрате. На полученном графике через точку,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 649 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

соответствующую количеству точек в первом квадрате, провести прямую линию, параллельную оси абсцисс. Построенная кривая работоспособности сравнивается с эталонными графиками, приведенными на **рисунке 103**.

Таблица 31 – Количество точек, проставленных испытуемым

№ квадрата	Интервалы времени	Правая рука	Левая рука
	0–5		
	6–10		
	11–15		
	16–20		
	21–25		
	26–30		

Определяется, какому типу (выпуклому, ровному, промежуточному, вогнутому или нисходящему) соответствует график работоспособности испытуемого. Анализ кривой графика испытуемого проводится согласно следующим критериям.

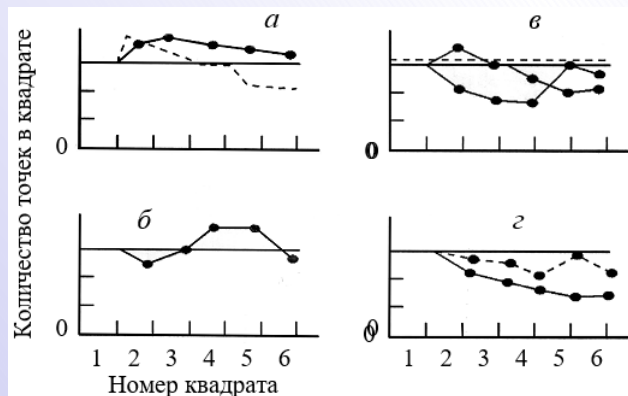


Рисунок 103 – Графики типов динамики максимального темпа движений: а – выпуклого типа, б – ровного типа, в – промежуточного и вогнутого типа, г – нисходящего типа. Горизонтальной линией отмечено количество точек в первом квадрате

Выпуклый тип: темп работы (количество проставленных за 5 с точек) нарастает до максимального в первые 10–15 с работы. В последующем, к 25–30 с, он может



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 650 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

снизиться ниже исходного уровня, т. е. наблюдавшегося в первые 5 с работы. Этот тип кривой свидетельствует о высокой силе нервных процессов у испытуемого.

Ровный тип: максимальный темп удерживается примерно на одном уровне в течение всего времени работы, однако максимальное количество точек, проставленных в одном квадрате, меньше, чем при выпуклом типе кривой. Данный тип кривой отражает среднюю силу нервных процессов.

Промежуточный тип: темп работы снижается после первых 10–15 с. Этот темп расценивается как промежуточный между средней и слабой силой нервных процессов (средне-слабые нервные процессы).

Вогнутый тип: первоначальное снижение максимального темпа сменяется затем кратковременным возрастанием темпа до исходного уровня. Вследствие способности к кратковременной мобилизации такие испытуемые обладают средне-слабой силой нервных процессов.

Нисходящий тип: максимальный темп снижается уже со второго 5-секундного отрезка и остается на сниженном уровне в течение всей работы. Нисходящий тип графика свидетельствует о слабости нервных процессов у испытуемого.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте стадию генерализации, наблюдающуюся в процессе образования **условного рефлекса**.
2. Как классифицируются условные рефлексy по виду рецепторов, при раздражении которых они вырабатываются?
3. Какие условные рефлексy называют вегетативными?
4. Что понимают под силой нервных процессов?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 651 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторная работа 3. Тестовое определение свойств нервной системы

Для работы необходимы: тестовые вопросы.

Методика проведения работы

Испытуемому предлагаются четыре группы вопросов, на которые следует, долго не раздумывая, ответить «Да» или «Нет».

Первая группа вопросов

1. Могли бы Вы сказать о себе, что Вы – уверенный в себе человек? (За ответ «Да» – 1 балл).
2. Можно ли о Вас сказать, что Вы не боитесь публично критиковать товарищей и руководство? (За ответ «Да» – 2 балла).
3. Любите ли Вы рисковать, например, при игре в шахматы, в спорте? (За ответ «Да» – 1 балл).
4. Имеете ли Вы обыкновение на занятиях отвечать в числе первых? (За ответ «Да» – 1 балл).
5. Верно ли, что на экзаменах Вы обычно показываете лучшие результаты, чем в процессе текущей учебы, или наоборот? (За ответ «Да» – 1 балл).
6. Мешают ли Вам в обыденной жизни и в спорте опасения неудачи, боязнь ошибиться, сделать что-то не так? (За ответ «Да» – 1 балл).
7. Верно ли, что в спортивных соревнованиях Вы обычно показываете лучшие результаты, чем на тренировках? (За ответ «Да» – 1 балл).
8. Верно ли, что в условиях шума или вообще, когда Вам что-то мешает, Вы можете успешно работать? (За ответ «Да» – 1 балл).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 652 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Вторая группа вопросов

1. Верно ли, что Вы любите действовать не спеша, тщательно обдумывая обстоятельства? (За ответ «Да» – 1 балл).
2. Глубокий ли у Вас сон? Часто ли Вы спите без всяких сновидений? (За ответ «Да» – 1 балл).
3. Свойственно ли Вам ожидать что-либо достаточно долго без особого напряжения? (За ответ «Да» – 2 балла).
4. Свойственно ли Вам без особого раздражения в течение длительного времени распутывать клубок ниток, перепутанные провода или веревки, развязывать тугой и сложный узел? (За ответ «Да» – 2 балла).
5. Верно ли, что в утомленном и голодном состоянии Вы становитесь раздражительным? (За ответ «Да» – 2 балла).
6. Верно ли, что непредвиденные препятствия на пути осуществления Ваших намерений вызывают у Вас сильное раздражение? (За ответ «Да» – 1 балл).
7. Можно ли сказать, что Вы осторожны в выражениях, лишнего не скажете? (За ответ «Да» – 1 балл).
8. Верно ли, что Вам нравятся люди, которые вечно спешат? (За ответ «Да» – 1 балл).

Третья группа вопросов

1. Могли бы Вы назвать себя находчивым? (За ответ «Да» – 1 балл).
2. Нравятся ли Вам занятия, которые требуют быстроты в действиях, частого переключения от одного дела к другому? (За ответ «Да» – 1 балл).
3. Быстро ли Вы можете включиться в работу после перерыва? (За ответ «Да» – 1 балл).
4. Много ли у Вас друзей, быстро ли Вы сходите с новыми людьми? (За ответ «Да» – 1 балл).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 653 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

5. Верно ли, что если Вас разбудить среди ночи, то после этого Вам трудно заснуть? (За ответ «Да» – 1 балл).
6. Часто ли бывает так, что Вам очень хочется закончить какое-то начатое действие, несмотря на то, что необходимость в этом уже отпала? (За ответ «Нет» – 1 балл).
7. Верно ли, что многие отмечают у Вас быструю речь и живую мимику? (За ответ «Да» – 1 балл).
8. Быстро ли Вы осваиваетесь в новой обстановке, включаетесь в новое дело? (За ответ «Да» – 1 балл).
9. Любите ли Вы переставлять мебель, менять обстановку в квартире, на работе? (За ответ «Да» – 1 балл).
10. Верно ли, что Вам очень не нравится, когда нарушают Ваш покой и привычный ритм деятельности? (За ответ «Нет» – 1 балл).

Четвертая группа вопросов

1. Частые ли у Вас подъемы и спады настроения? (За ответ «Да» – 2 балла).
2. Часто ли бывает так, что в минуту острого спора или на экзаменах у Вас заметно меняется тембр голоса и появляются несвойственные Вам низкие или высокие тона? (За ответ «Да» – 1 балл).
3. Часто ли бывает так, что, когда Вы волнуетесь или сердитесь, Вас бросает в дрожь, у Вас теряется связность речи, Вы бледнеете или сильно краснеете? (За ответ «Да» – 2 балла).
4. Верно ли, что Вас легко вывести из себя? (За ответ «Да» – 2 балла).
5. Случается ли так, что маленькие, незначительные неприятности выбивают Вас из колеи, мешают работать, но потом, спустя некоторое время, когда Вы успокаиваетесь, то сами удивляетесь, почему так переживали из-за пустяка? (За ответ «Да» – 1 балл).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 654 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Обработка результатов

После ответов на вопросы подсчитывается количество баллов по каждой группе вопросов и дается оценка выраженности свойств нервных процессов.

Ответы на первую группу вопросов позволяют оценить у испытуемого силу возбуждения. Оценка 7–10 баллов свидетельствует о высокой, 4–6 баллов – о средней, 0–3 балла – о низкой силе возбуждения.

Ответы на вторую группу вопросов являются показателем у испытуемого силы торможения. Оценка 7–10 баллов указывает на высокую, 4–6 баллов – на среднюю, 0–3 балла – на низкую силу процессов торможения.

Ответы на третью группу вопросов относятся к оценке подвижности нервных процессов у испытуемого. Оценка 7–10 баллов свидетельствует о высокой, 4–6 баллов – о средней, 0–3 балла – о низкой подвижности процессов возбуждения и торможения.

Ответы на четвертую группу вопросов позволяют оценить эмоциональность испытуемого. Оценка 6–8 баллов указывает на высокую 3–5 баллов – на среднюю, 0–2 балла – на низкую эмоциональность.

Делается вывод о выраженности свойств нервных процессов у испытуемого.

Контрольные вопросы

1. Что И.П. Павлов понимал под подвижностью нервных процессов?
2. Какие типы ВНД по И.П. Павлову соответствуют холерическому и сангвиническому темпераменту?
3. Что является раздражителями для первой сигнальной системы?
4. Дайте определение лабильности нервной системы по Б.М. Теплову и В.Д. Небылицыну.

Тест

Выполните [тестовые задания к Лабораторному занятию 7](#).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 655 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Практическое занятие 2: Определение общих и частных типов высшей нервной деятельности у человека

Практическая работа 1. Определение общего типа ВНД по анамнестической схеме

Практическая работа 2. Определение частного типа ВНД методом ассоциативного эксперимента

Практическая работа 1. Определение общего типа ВНД по анамнестической схеме

Для работы необходимы: тестовые вопросы.

Методика проведения работы

Испытуемому предлагается по 14 вопросов, характеризующих силу нервных процессов, уравновешенность их и подвижность. Испытуемый должен проанализировать свое поведение, которое у него наблюдалось при нахождении в ситуациях, изложенных в тестовых вопросах. Если поведение испытуемого всегда или почти всегда совпадало с текстом вопроса, то он оценивает его в +1 балл. Если поведение испытуемого всегда или почти всегда было противоположно тесту вопроса, то он оценивает его в -1 балл. Если поведение испытуемого в одних случаях совпадало с текстом вопроса, а в других, примерно в стольких же случаях, было противоположно тексту вопроса, то он оценивает его в 0 баллов. Нельзя, чтобы нулевых (неопределенных) ответов было много.

Показатели силы нервной системы

1. В конце каждого занятия не чувствую усталости. Материал усваиваю хорошо как в начале занятия, так и в конце.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 656 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

2. В конце учебного года занимаюсь с той же активностью и продуктивностью, что и в начале.
3. Сохраняю высокую работоспособность до конца в период экзаменов и зачетов.
4. Быстро восстанавливаю силы после сессии, любой работы.
5. В ситуациях опасности действую смело, легко, подавляя излишнее волнение, неуверенность, страх.
6. Склонен к риску, к «острым» ощущениям во время сдачи экзаменов и в других опасных ситуациях.
7. На собраниях, заседаниях смело высказываю свое мнение, критикую недостатки своих товарищей.
8. Стремлюсь участвовать в общественной работе.
9. Неудачные попытки (при решении задачи, сдаче зачетов и т. д.) мобилизуют меня на достижение поставленной цели.
10. В случае неудачного ответа на экзаменах, получения двойки, незачета настойчиво готовлюсь к пересдаче.
11. Порицания родителей, преподавателей, товарищей (неудовлетворительная оценка, выговор, наказание) оказывают положительное влияние на мое состояние и поведение.
12. Безразличен к насмешкам, шуткам.
13. Легко сосредоточиваю и поддерживаю внимание во время умственной работы при помехах (хождение, разговоры).
14. После неприятностей легко успокаиваюсь и сосредоточиваюсь на работе.

Показатели уравновешенности нервных процессов

15. Спокойно делаю трудную и неинтересную работу.
16. Перед экзаменами, выступлениями сохраняю спокойствие.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 657 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

17. Накануне экзаменов, переезда, путешествия поведение обычное.
18. Хорошо сплю перед серьезными испытаниями (соревнования и др.).
19. Сдерживаю себя, легко и быстро успокаиваюсь.
20. В волнующих ситуациях (спор, ссора) владею собой, спокоен.
21. Характерна вспыльчивость и раздражительность по любому поводу.
22. Проявляю сдержанность, самообладание при неожиданном известии.
23. Легко храню в секрете неожиданную новость.
24. Начатую работу всегда довожу до конца.
25. Тщательно готовлюсь к решению сложных вопросов, поручений.
26. Мое настроение ровное, спокойное.
27. Активность в учебной работе, физической работе у меня проявляется равномерно, без периодических спадов и подъемов.
28. У меня равномерная и плавная речь, сдержанные движения.

Показатели подвижности нервных процессов

29. Стремлюсь скорее начать выполнение всех учебных и общественных поручений.
30. Спешу, поэтому допускаю много ошибок.
31. К выполнению заданий приступаю сразу, не всегда обдумывая их.
32. Легко изменяю привычки, навыки и легко их приобретаю.
33. Быстро привыкаю к новым людям, к новым условиям жизни.
34. Люблю быть с людьми, легко завожу знакомства.
35. Быстро втягиваюсь в новую работу.
36. Легко перехожу от одной работы к другой.
37. Люблю, когда задания часто меняются.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 658 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

38. Легко и быстро засыпаю, просыпаюсь и встаю.
39. Легко переключаюсь от переживания неудач и неприятностей к деятельности.
40. Чувства мои ярко проявляются в эмоциях, в мимике и негативных реакциях (краснею, бледнею, бросаю в пот, дрожь, ощущаю сухость во рту).
41. У меня часто меняется настроение по любому поводу.
42. Мои речь и движения быстрые.

Рекомендации к оформлению работы. Определите тип нервной системы и составьте его характеристику, выполнив следующее.

Найдите отдельно для каждого раздела вопросов (для силы, уравновешенности, подвижности) сумму определенных ответов (т. е. сложите вместе без учета знака баллы со знаком «+» и «-»). Вопросы, получившие 0 баллов, не учитываются. Сумму определенных ответов в каждом разделе принимают за 100 % и находят от них процент ответов со знаком «+». На основании полученных в каждом разделе данных делают заключение о выраженности силы, уравновешенности и подвижности нервной системы.

Если процент ответов со знаком «+» составляет 50 % и более, то выраженность свойства нервных процессов (силы, уравновешенности или подвижности) высокая; если 49–25 % – то средняя, а если 24–0 % – то низкая.

При своем чистом проявлении общие типы ВНД имеют следующие показатели. I тип ВНД по И.П. Павлову (соответствует холерическому виду темперамента по Гиппократу): сила – 50 % и более, уравновешенность – 24–0 %, подвижность – 50 % и более. II тип ВНД по И.П. Павлову (соответствует сангвиническому виду темперамента по Гиппократу): сила – 50 % и более, уравновешенность – 50 % и более, подвижность – 50 % и более. III тип ВНД по И.П. Павлову (соответствует флегматическому виду темперамента по Гиппократу): сила – 50 % и более, уравновешенность – 50 % и более, подвижность – 24–0 %. IV тип ВНД по И.П. Павлову



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 659 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

(соответствует меланхолическому виду темперамента по Гиппократу): сила – 24–0 %, уравновешенность – менее 50 %, подвижность – менее 50 %.

Контрольные вопросы

1. На основании каких свойств нервной системы И.П. Павлов выделил общие типы ВНД?
2. Каким организмам свойственны общие типы ВНД?
3. Какие общие типы ВНД по И.П. Павлову соответствуют флегматическому и меланхолическому темпераменту?
4. У людей какого общего типа ВНД по И.П. Павлову легко развивается запредельное торможение?

Практическая работа 2. Определение частного типа ВНД методом ассоциативного эксперимента

Для работы необходимы: словесные тесты.

Методика проведения работы

Работа выполняется в парах. Каждый член пары записывает столбиком в тетради 20 разных слов. Слова должны быть существительными, но не собственными, т. е. не именами людей или названиями городов, рек и т. д. Этот список слов не должен видеть второй член пары. Сначала один студент из пары выступает в роли экспериментатора, а второй – в роли испытуемого. Затем они меняются ролями.

Экспериментатор читает слово из своего списка, а испытуемый должен быстро, в течение 3 с, ответить первым пришедшим ему в голову словом, имеющим какую-то связь со словом, произнесенным экспериментатором. Слово ответа должно быть или существительным, или прилагательным. Желательно, чтобы среди 20 ответов были



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 660 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

и существительные, и прилагательные. Названное испытуемым слово экспериментатор записывает в тетрадь рядом с заданным словом так, чтобы они образовали пару. Например: печка – горячая; дрова – огонь.

Если испытуемый задерживается с ответом на предъявленное слово более 3 с, то это слово исключается. Взамен его предъявляется другое слово так, чтобы в результате образовалось 20 пар слов. Слова в ответах не должны повторяться.

Затем приступают к анализу ассоциативных связей между словами в каждой из 20 образовавшихся пар. Если ассоциация возникла на основе чувственного ощущения (печка – горячая), то в этот момент у испытуемого преобладала активность 1-й сигнальной системы. Если же ассоциация возникла на основе логического заключения (дрова – огонь), то в этом случае у испытуемого преобладала активность 2-й сигнальной системы.

Таким способом оценивают все 20 ассоциативных связей и делают вывод об уравновешенности или преобладании у испытуемого 1-й или 2-й сигнальной системы. На основе этого делают заключение о принадлежности испытуемого к среднему типу (1-я и 2-я сигнальные системы уравновешены), художественному (преобладает 1-я сигнальная система) или мыслительному типу ВНД (доминирует 2-я сигнальная система). Следует иметь в виду, что характеристика частного типа ВНД испытуемого проводится на основе анализа 20 пар слов, записанных в тетради экспериментатором.

Контрольные вопросы

1. Что положил в основу В.И. Павлов для выделения частных типов ВНД?
2. Дайте характеристику художественному типу ВНД.
3. Какие особенности у людей с мыслительным типом ВНД?
4. Что характерно для людей со средним типом ВНД?

Тест

Выполните [тестовые задания к Практическому занятию 2](#).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 661 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лабораторное занятие 8: Особенности высшей нервной деятельности человека

Лабораторная работа 1. Определение устойчивости непосредственного объема памяти

Лабораторная работа 2. Определение объема смысловой (ассоциативной) памяти и предположительного типа мышления

Лабораторная работа 3. Исследование преобладающего типа запоминания

Лабораторная работа 1. Определение устойчивости непосредственного объема памяти

Для работы необходимы: 7-компонентные сигнальные комплексы.

Методика проведения работы

Экспериментатор диктует испытуемому один за другим десять 7-компонентных сигнальных комплексов (**таблица 32**). Каждый комплекс составлен из гласных букв. Диктовку осуществляют со скоростью 3 буквы за 2 секунды. После предъявления первого комплекса испытуемый должен записать на бумаге последовательность предъявления гласных букв в комплексе. Затем диктуется второй комплекс и т. д. Правильные ответы по каждому из 10 комплексов суммируют. Сумма правильных ответов, разделенная на число сигнальных комплексов (10), дает среднюю арифметическую величину, которая отражает непосредственный объем памяти. Для 18–20 летних испытуемых непосредственный объем памяти составляет в среднем 4,7–5,5 сигнала.

Устойчивость непосредственного объема памяти определяется по степени разброса количеств правильных ответов на 10 сигнальных комплексов. Устойчивость непосредственного объема памяти считается высокой, если разброс в количестве правильных ответов не превышает трех единиц (например, испытуемый при ответах на



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 662 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

десять 7-компонентных комплексов правильно назвал не менее четырех и не более шести букв). Устойчивость считается средней, если разброс правильных ответов составляет 4–5 единиц, и считается низкой, если разброс показателей 6–7 единиц.

Таблица 32 – Семикомпонентные сигнальные комплексы

1	Ы	Ю	Е	О	А	У	Ю
2	У	О	Ю	Ы	Е	А	О
3	А	Е	Ы	Ю	О	У	Е
4	Е	А	О	Е	Ы	Ю	У
5	О	Ы	А	У	Ю	Е	Ы
6	Ю	О	У	Е	А	Ы	Е
7	Ы	Ю	Е	А	У	О	А
8	Е	О	Ы	Ю	А	У	Ы
9	У	Ы	А	О	Е	Ю	У
10	О	А	Е	Ы	У	А	Ю

Контрольные вопросы

1. Что называют консолидацией памяти?
2. Какую роль играют нейропептиды в консолидации памяти?
3. Охарактеризуйте роль белков в процессах памяти.
4. Какую информацию дает вторая сигнальная система?

Лабораторная работа 2. Определение объема смысловой (ассоциативной) памяти и предположительного типа мышления

Для работы необходимы: специальные тесты, включающие набор из 18 относительно отвлеченных понятий, например: любовь, вкусный ужин, дружба, государство, веселый праздник, печаль, острый сюжет, прекрасный отдых, юность, тонкий юмор, счастье, справедливость, большой успех, тоска, чужая вина, красота, ясная мысль, вдохновение.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 663 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Методика проведения работы

Испытуемому дается инструкция: «Вам будут предъявлены 18 достаточно отвлеченных понятий. Для того чтобы их лучше запомнить, делайте на листе бумаги какие-либо зарисовки или пометки (но не слова), фиксируя, таким образом, те ассоциации, которые они у вас вызывают. При воспроизведении понятий вы будете пользоваться вашими пометками. Старайтесь точно воспроизводить понятие».

После инструкции экспериментатор один раз зачитывает 18 понятий с интервалом 15–20 секунд, достаточным для того, чтобы испытуемые студенты сделали нужные им пометки. Затем студенты занимаются другой работой, а через 30 минут под каждой из своих пометок подписывают все 18 понятий. Объем смысловой памяти считается высоким, если правильно воспроизведено 16–18 понятий, средним – 13–15 понятий, низким – 12 и менее правильно воспроизведенных понятий.

Определение предположительного типа мышления

Особенности типа мышления отражаются типами рисунков испытуемого. Все изображения можно классифицировать на 5 основных видов:

- *абстрактные* – в виде линий, не оформленных в какой-либо образ;
- *знаково-символические* – в виде знаков или символов (геометрические фигуры, стрелки и т. д.);
- *конкретные* – конкретные предметы;
- *сюжетные* – изображаемые предметы, персонажи объединяются в какую-либо ситуацию, сюжет;
- *метафорические* – изображения в виде метафор, художественного вымысла и т. д.

В зависимости от наиболее часто используемого типа изображений можно сделать предположение об особенностях типа мышления испытуемого. Если преимущественно используются абстрактные и знаково-символические рисунки, то это свидетельствует о преобладании стремления к обобщению, синтезу информации. Такие



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 664 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

люди характеризуются высоким уровнем развития абстрактно-логического мышления. Сюжетные и метафорические изображения преобладают у людей с творческим типом мышления. При преобладании конкретных изображений можно предполагать конкретно-действенный тип мышления.

Необходимо рассмотреть сделанные рисунки, определить преобладающий вид и сделать заключение о предположительном типе мышления.

Контрольные вопросы

1. Какова роль РНК в механизмах долговременной памяти?
2. Как участвует ДНК в консолидации энграмм?
3. Как изменяются **синапсы** в процессе обучения и запоминания?
4. Приведите примеры внутреннего торможения **условных рефлексов**.
5. Какое отражение окружающего мира обеспечивает первая сигнальная система?

Лабораторная работа 3. Исследование преобладающего типа запоминания

Для работы необходимы: четыре набора слов (один из наборов выполнен на отдельных карточках), выражающих конкретные понятия, секундомер.

Методика проведения работы

Преобладающий тип памяти у испытуемого можно обнаружить, предлагая разными способами запоминать ряд слов. Исследование состоит из четырех опытов. В первом опыте слова для запоминания предъявляют на слух. Во втором – зрительно, причем каждое слово должно быть четко записано на отдельной карточке. В третьем опыте используют моторно-слуховую форму предъявления. В четвертом –



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 665 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

комбинированную, которая сочетает в себе слуховое, зрительное и моторное восприятие материала. Чтобы не было перегрузки при определении памяти, для каждого опыта достаточно подготовить ряд из 10 слов.

Опыт 1. Экспериментатор дает инструкцию испытуемому: «Я буду читать Вам слова. Слушайте их внимательно и запоминайте. После паузы, когда скажу: «Пишите», – на листе бумаги запишите то, что Вы запомнили».

После инструктирования экспериментатор четко с интервалом 3 секунды читает испытуемому слова для запоминания: машина, яблоко, карандаш, весна, лампа, лес, дождь, цветок, кастрюля, воробей.

После паузы в 10 секунд дается команда «Пишите»

Опыт 2. Проводится после 5-минутного перерыва после окончания первого. Перед выполнением испытуемому дается экспериментатором инструкция: «Я буду показывать Вам карточки с написанными на них словами. Внимательно читайте их и запоминайте. По сигналу «Пишите» на листе бумаги запишите то, что запомните».

После инструктирования экспериментатор последовательно предъявляет испытуемому слова, написанные на отдельных карточках. Экспозиция каждого слова должна соответствовать длительности чтения слова первого опыта, интервал между словами тот же, то есть 3 секунды. Слова для запоминания во втором опыте: самолет, груша, ручка, зима, свеча, поле, орех, сковорода, утка, молния.

После чтения десятого слова до сигнала «Пишите» пауза длится 10 секунд.

Опыт 3. Третий опыт, аналогично второму, проводят после 5-минутного перерыва. Экспериментатор дает инструкцию испытуемому: «Я буду читать Вам слова. Слушайте их внимательно и в воздухе ручкой «прописывайте» их и запоминайте. По сигналу «Пишите» на листе бумаги запишите то, что запомнили».

Затем испытуемому предлагается слушать слова и прописывать их ручкой в воздухе, чтобы обеспечить моторную форму восприятия материала. Интервал между читаемыми словами 3 секунды, а скорость чтения та же, что и в первом опыте. Слова для запоминания в третьем опыте: пароход, слива, линейка, лето, фонарь, река,



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 666 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

гром, ягода, тарелка, гусь.

Перед сигналом «Пишите» выдерживается пауза 10 секунд.

Опыт 4. Проводится спустя 10 минут после третьего опыта. Экспериментатор инструктирует испытуемого: «Я буду читать Вам слова. Вы их на этом листе записываете и запоминаете. После чтения последнего слова, лист переверните и по моему сигналу «Пишите» запишите на оборотной стороне то, что запомнили».

Темп чтения экспериментатором слов и паузы между словами остаются теми же, что и в предыдущих опытах. Чтобы обеспечить комбинированный тип восприятия материала, испытуемому не только читают слова, но и предлагают вслед за чтением записывать их на отдельном листе, а после записи последнего десятого слова лист переворачивают и по сигналу «Пишите» на обратной стороне он должен воспроизвести запомненное.

Слова для запоминания в четвертом опыте: поезд, вишня, тетрадь, осень, люстра, поляна, гроза, гриб, чашка, курица.

Сигнал «Пишите» дается, как и во всех предыдущих случаях, через 10 с.

Обработка результатов

Показателем объема памяти в этих опытах является количество правильно воспроизведенных слов. Данные заносятся в **таблицу 33**.

Таблица 33 – Преобладающий тип памяти

Тип памяти	Количество правильно воспроизведенных слов
Слуховой	
Зрительный	
Моторно-слуховой	
Комбинированный	

Анализ результатов

Преобладающий тип памяти при разных типах предъявления словесного мате-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 667 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

риала определяют путем сравнения количества правильно воспроизведенных слов в каждом из четырех опытов.

Нормальным объемом непосредственной памяти следует считать запоминание 5–9 слов. Если в каком-либо опыте испытуемый запомнил 10 слов, то, по-видимому, он использовал какую-то систему средств, о которой желательно узнать из самоотчета и наблюдений.

Ведущий тип памяти связан с соответствующей репрезентативной системой представлений человека. Ее выявление поможет сделать рекомендации испытуемому, особенно в плане запоминания им наиболее значимой информации.

Контрольные вопросы

1. Какое участие принимает миндалина в процессах памяти?
2. Как изменяется память при электрической стимуляции **таламуса**?
3. Какому отделу головного мозга принадлежит существенная роль в хранении автоматизированных двигательных навыков?

Тест

Выполните **тестовые задания к Лабораторному занятию 8.**



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 668 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторное занятие 9: Исследование эритроцитов человека

Лабораторная работа 1. Рассматривание под микроскопом окрашенных препаратов крови лягушки и человека

Лабораторная работа 2. Определение количества эритроцитов

Лабораторная работа 1. Рассматривание под микроскопом окрашенных препаратов крови лягушки и человека

Для работы необходимы: микроскоп, фиксированные окрашенные препараты мазков крови человека и лягушки.

Методика проведения работы

При большом увеличении микроскопа рассматривают мазки крови человека и лягушки, общий вид которых представлен на **рисунке 104**. Зарисовывают их в тетради. Сравнивают форму, размеры, наличие или отсутствие ядра в **эритроцитах** на обоих препаратах. В мазке крови человека находят различные формы лейкоцитов и зарисовывают их.

Контрольные вопросы

1. Что составляет целостную систему крови?
2. Какие функции выполняет **кровь**?
3. Что такое гематокрит? Его нормы у мужчин и женщин.
4. Какое значение имеет депонирование крови?
5. На какие части можно разделить кровь по ее удельному весу при центрифугировании?

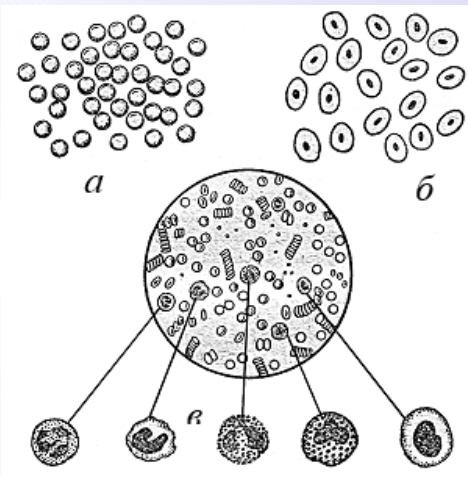


Рисунок 104 – Форменные элементы крови: а – эритроциты крови человека; б – эритроциты крови лягушки; в – различные формы лейкоцитов



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 669 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Лабораторная работа 2. Определение количества эритроцитов

Для работы необходимы: микроскоп, счетная камера Горяева, стерильный скарификатор, смеситель (меланжер) для эритроцитов, вата, спирт, 3 % раствор NaCl, покровные стекла.

Методика проведения работы

Работу начинают с помещения счетной камеры Горяева под микроскоп и нахождения на ней сетки. Сетку накрывают покровным стеклом так, чтобы оно опиралось на боковые площадки (рис. 105, Б). Покровное стекло плотно прижимают к сетке до появления радужных (ньютоновых) колец. Счетную камеру оставляют под микроскопом.

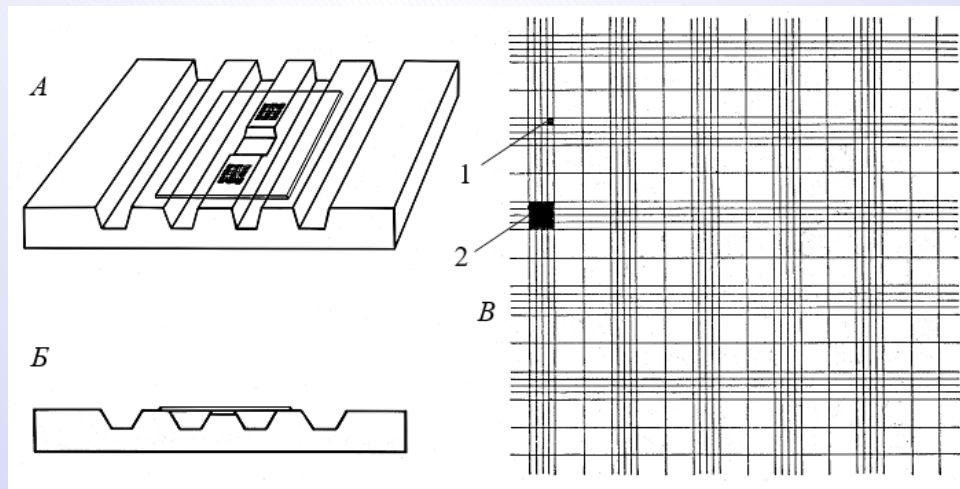


Рисунок 105 – Камера Горяева: А – вид сверху; Б – вид сбоку; В – сетка:
1 – маленький квадрат; 2 – большой квадрат

Тщательно дезинфицируют спиртом кожу на подушечке среднего или безымянного пальца руки испытуемого. Извлекают из упаковки стерильный скарификатор и



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 670 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

прокалывают подушечку пальца. Дальнейшую операцию по забору крови надо проводить очень аккуратно и быстро, т. к. **кровь** свернется через 3–5 минут, и нужно будет делать новый прокол пальца.

Первую выступившую каплю крови удаляют ваткой. К следующей приставляют кончик смесителя и насасывают ртом через резиновую трубку с продезинфицированным наконечником или набирают в меланжер с помощью резиновой груши кровь до метки 0,5. Следят за тем, чтобы в смеситель не попали пузырьки воздуха. Затем быстро, чтобы кровь не свернулась, набирают в этот же смеситель аналогичным способом 3 % раствор NaCl до метки 101, т. е. разбавляют кровь в 200 раз.

Содержимое смесителя тщательно перемешивают путем встряхивания (рис. 106). Из смесителя выдувают на ватку три капли, а четвертую помещают на среднюю площадку камеры Горяева к краю покровного стекла. Благодаря капиллярным силам разбавленная кровь сама втягивается под покровное стекло и заполняет камеру. Лишний раствор крови стекает в желобок.

Микровинтом микроскопа улучшают фокус изображения и приступают к подсчету **эритроцитов**, что лучше делать при объективе $\times 8$ и окуляре $\times 15$. Для получения более точных данных принято считать эритроциты в пяти больших квадратах (80 маленьких), расположенных в сетке по диагонали. Во избежание двукратного подсчета одних и тех же эритроцитов, лежащих на границах между малыми квадратами, считают только те, которые лежат внутри квадрата и на левой и верхней границах.

Учитывая, что кровь при исследовании разбавлялась в 200 раз, объем разбавленной крови под покровным стеклом над одним малым квадратом составляет $1/4000 \text{ мм}^3$, а подсчет эритроцитов для большей точности производился в 80 малых квадратах, то количество эритроцитов, содержащееся в 1 мм^3 исследуемой крови, рассчитывают по формуле:

$$x = n \times 4000 \times 200 / 80,$$

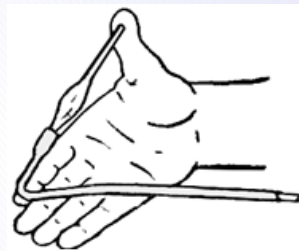


Рисунок 106 – Встряхивание меланжера



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 671 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

где n – число эритроцитов, подсчитанное в 80 малых квадратах.

После окончания работы использованные смеситель и счетную камеру тщательно промывают и высушивают. Записывают, сколько эритроцитов содержится в 1 мм^3 исследуемой крови, и сравнивают с нормой.

Подсчет количества эритроцитов можно осуществлять в консервированной крови, используемой для переливания. Исследование консервированной крови исключает сложности, связанные с забором крови из пальца и ее быстрым свертыванием. Однако число эритроцитов, определенное таким способом, может существенно отличаться от нормы, что связано с их неравномерным распределением в плазме и оседанием эритроцитов на дно, а также с разрушением части эритроцитов при длительном хранении консервированной крови.

Контрольные вопросы

1. Какое значение имеет форма эритроцитов человека?
2. Где образуются **эритроциты**? Какие особенности зрелых эритроцитов?
3. Какие функции выполняют эритроциты?
4. Какие буферные системы крови поддерживают рН крови на постоянном уровне?

Тест

Выполните **тестовые задания к Лабораторному занятию 9**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 672 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторное занятие 10: Определение количества гемоглобина. Группы крови

Лабораторная работа 1. Определение содержания гемоглобина в крови человека

Лабораторная работа 2. Определение группы крови человека

Лабораторная работа 1. Определение содержания гемоглобина в крови человека

Для работы необходимы: гемометр Сали, стерильный скарификатор, 0,1-нормальный раствор HCl, капилляр для забора крови с меткой 20 мм³, вата, спирт, дистиллированная вода, пипетка.

Методика проведения работы

В среднюю пробирку гемометра (рис. 107) наливают 0,1 н раствор HCl до нижней кольцевой метки. Дезинфицируют кожу пальца испытуемого и осуществляют взятие крови в капилляр до круговой метки 20 мм³. Кончик капилляра опускают в среднюю пробирку гемометра на дно в раствор HCl и осторожно выдувают кровь. Для того чтобы в капилляре не осталось крови, 2–3 раза повторно осторожно насыщают раствор крови с HCl в капилляр и выдувают обратно в пробирку.

После этого содержание пробирки встряхивают и перемешивают, следя за тем, чтобы вся кровь, выдутая из капилляра, попала в соляную кислоту. Ставят пробирку в гемометр на 5–10 минут. За это время эритроциты разрушаются, **гемоглобин** выйдет в раствор и прореагирует с HCl, образуя солянокислый гематин темно-коричневого цвета.

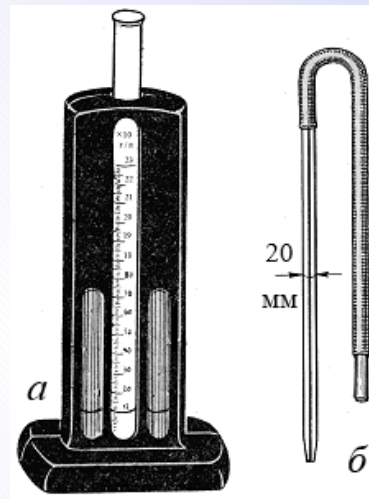


Рисунок 107 – Гемометр Сали (а), капилляр (б)



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 673 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Через 5–10 минут пипеткой добавляют в среднюю пробирку по каплям дистиллированную воду, все время тщательно перемешивая раствор стеклянной палочкой. Такие действия проводят до тех пор, пока цвет раствора в средней пробирке не станет таким же, как у стандартных растворов в боковых пробирках гемометра. Цифра шкалы, нанесенной на средней пробирке, которая находится на уровне нижнего мениска полученного раствора, показывает количество гемоглобина в исследуемой крови в грамм-процентах.

Сравнивают найденное в опыте количество гемоглобина с нормой и делают вывод.

Таким же способом можно определить содержание гемоглобина в консервированной крови, используемой для переливания, что исключает забор крови у студента во время лабораторного занятия. Однако в этом случае, поскольку кровь не циркулирует по сосудам, эритроциты в консервированной крови распределены неравномерно и быстро оседают. В зависимости от того, из какой части крови (с глубины или поверхности) произведен забор в капилляр, найденное количество гемоглобина может оказаться существенно выше или ниже нормы.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте строение молекулы **гемоглобина**.
2. Каковы нормы содержания гемоглобина у мужчин и женщин?
3. Что может служить причиной низкого содержания гемоглобина?
4. Какое значение имеет соединение гемоглобина – гематин?
5. Что называют кислородной емкостью **крови**?

Лабораторная работа 2. Определение группы крови человека

Для работы необходимы: стандартные сыворотки I, II и III групп крови, стерильный скарификатор, две стеклянные палочки, предметное стекло, вата, спирт.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 674 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Методика проведения работы

Предметное стекло помещают на белую бумагу и на него на расстоянии друг от друга наносят по капле стандартной сыворотки I, II и III **группы крови**. Сыворотку I группы используют для большей достоверности полученных результатов, при ее отсутствии достаточно для определения группы крови сывороток II и III групп. Сыворотка крови – это **плазма крови**, лишенная фибриногена. Следовательно, сыворотка I группы крови содержит агглютинины α и β , II группы – β , III группы – α .

Прокалывают стерильным скарификатором тщательно продезинфицированный палец испытуемого. Предварительно протертой спиртом сухой стеклянной палочкой переносят небольшое количество выступившей крови в каплю сыворотки I группы и быстро размешивают, пока смесь не станет равномерно розового цвета. Вторым чистым концом этой же палочки такое же количество крови переносят во вторую каплю с сывороткой II группы и тоже размешивают. Второй чистой стеклянной палочкой такое же количество крови с пальца испытуемого переносят в третью каплю с сывороткой III группы и смесь размешивают. Манипуляции со взятием крови надо проводить быстро, т. к. кровь на пальце испытуемого начнет свертываться через 3–5 минут.

Реакция агглютинации (если она есть) начинается примерно через 30–60 с. Для усиления эффекта предметное стекло с каплями крови слегка покачивают, давая возможность эритроцитам быстрее соприкоснуться друг с другом. При отсутствии агглютинации капля крови с сывороткой остается равномерно красноватой и мутной. В капле, где произошла агглютинация, эритроциты слипаются в мелкие красные комочки, видимые невооруженным глазом, а пространство между ними становится прозрачным (словно красные льдинки плавают в прозрачной воде).

В зависимости от наличия или отсутствия агглютинации в каплях крови с разными сыворотками определяют группу крови (**рис. 108**).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 675 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Делают вывод, к какой группе относится кровь испытуемого и кровь какой группы можно перелить ему в экстремальных случаях (в обычных случаях принято переливать кровь только одноименной группы).

Контрольные вопросы

1. Что называют агглютинацией эритроцитов?
2. Какие имеются в крови разновидности агглютиногенов и агглютининов?
3. Какое сочетание агглютиногенов и агглютининов наблюдается в крови первой, второй, третьей и четвертой групп?
4. Как необходимо учитывать **группы крови** при переливаниях?
5. Какое распространение имеют разные группы крови среди населения земного шара?

Тест

Выполните **тестовые задания к Лабораторному занятию 10**.

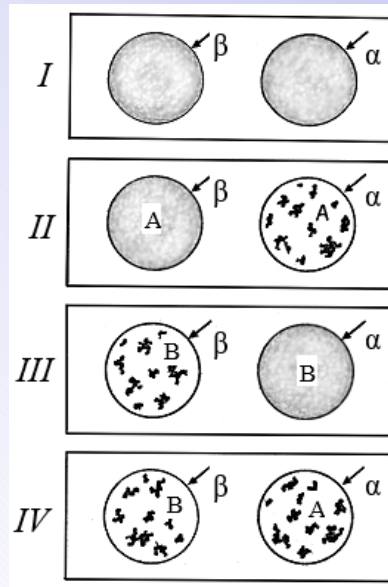


Рисунок 108 – Определение группы крови: Цифры слева обозначают группу крови. Буквами латинского алфавита обозначены агглютиногены. Агглютинины, вносимые с сывороткой, обозначены греческими буквами со стрелкой



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 676 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторное занятие 11: Физиология сердца

Лабораторная работа 1. Опыт Данини-Ашнера

Лабораторная работа 2. Электрокардиография

Лабораторная работа 1. Опыт Данини-Ашнера

Для работы необходимы: секундомер.

Методика проведения работы

У испытуемого экспериментатор прощупывает **пульс** на лучевой артерии левой руки и подсчитывает пульс за 1 мин. Руку с артерии экспериментатор не снимает до конца опыта. Затем испытуемый закрывает глаза, кладет указательный и большой пальцы правой руки на свои левое и правое глазные яблоки и очень легонько надавливает на них в течение 10 с.

Надавливание должно быть очень легким и не вызывать неприятных ощущений. Иначе произойдет возбуждение ядер блуждающих нервов, а симпатического отдела **вегетативной нервной системы**, и сердечные сокращения участятся.

Сразу после окончания надавливания экспериментатор подсчитывает пульс у испытуемого за 1 мин. При правильном выполнении условий опыта обычно пульс становится реже в среднем на 10 ударов. При слабо выраженной реакции можно попробовать сразу после надавливания на глазные яблоки подсчитать пульс за 20 с и, умножив на 3, пересчитать частоту пульса в 1 мин.

Записывают показатели частоты пульса у испытуемого до и после надавливания на глазные яблоки и объясняют механизм изменения частоты сердечных сокращений.

Контрольные вопросы

1. Какое влияние оказывает на **сердце** раздражение симпатических нервов?



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 677 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

2. Как отражаются на деятельности сердца вагальные рефлексы?
3. Что называют законом Франка–Старлинга?
4. Чем вызываются и как проявляются сосудисто-сердечные **рефлексы**?
5. Какое явление получило название «ускользание сердца»?

Лабораторная работа 2. Электрокардиография

Для работы необходимы: электрокардиограф, электроды, 5–10 % NaCl, марлевые прокладки.

Методика проведения работы

Электрокардиограф заземляют. Знакомятся с его устройством и правилами крепления электродов на руках и ногах. Испытуемого укладывают на кушетку спиной вниз. Закрепляют на конечностях электроды, подложив для лучшего контакта с кожей двухслойные марлевые прокладки, смоченные раствором NaCl. Электроды не должны быть закреплены свободно и болтаться, но и не должны пережимать мышцы на конечностях, так как в этих случаях запись **ЭКГ** будет производиться с помехами. Электрокардиограф включают в сеть для прогрева на 5–10 мин. Проводят калибровку прибора, поворачивая ручку потенциометра и нажимая на кнопку калибровки до тех пор, пока 1 мВ не станет равным отклонению пера электрокардиографа на 10 мм (по международному стандарту).

Записывают ЭКГ у испытуемого по несколько сердечных циклов в I и III отведениях и гораздо больше во II отведении (по два сердечных цикла на каждого студента группы). Во время записи ЭКГ во избежание помех испытуемый должен лежать спокойно, не двигаясь и не разговаривая, его не должны касаться другие студенты.

Записанную ЭКГ разрезают для студентов на куски (не менее чем по два сердечных цикла) и клеивают в рабочую тетрадь.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 678 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

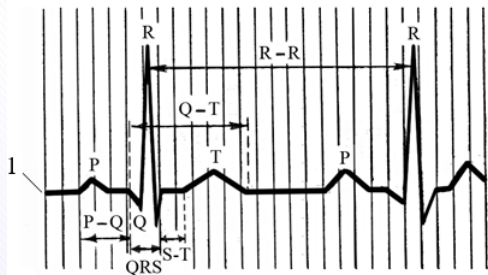


Рисунок 109 – Электрокардиограмма (схема): 1 – изоэлектрическая линия

Проводят расшифровку ЭКГ во II отведении, ориентируясь на **рисунок 109**, и вносят основные показатели в **таблицу 34**.

Таблица 34 – Основные показатели ЭКГ во II отведении

P	R	T	P-Q	QRS	S-T	Q-T	R-R	Должная систола	Фактическая систола	СП	ЧСС

Сравнивают показатели со средними значениями для взрослого здорового человека и делают общий вывод о состоянии сердца испытуемого.

Контрольные вопросы

1. О чем можно судить по показателям **электрокардиограммы**?
2. О чем можно судить по амплитуде зубцов и длительности интервалов ЭКГ?
3. Что такое тоны **сердца**?
4. Как осуществляется энергетическое обеспечение сердечной мышцы?
5. В чем суть фонокардиографии?

Тест

Выполните **тестовые задания к Лабораторному занятию 11**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 679 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторное занятие 12: Физиология кровеносных сосудов

Лабораторная работа 1. Измерение частоты пульса в покое и при физической нагрузке

Лабораторная работа 2. Измерение артериального давления у человека

Лабораторная работа 1. Измерение частоты пульса в покое и при физической нагрузке

Для работы необходимы: секундомер, велоэргометр, метроном.

Методика проведения работы

Подсчет частоты **пульса** проводят пальпаторным методом в положении испытуемого лёжа на спине, сидя или стоя. Экспериментатор тремя пальцами (указательным, средним и безымянным) левой руки нащупывает пульс на лучевой артерии левой руки испытуемого. Рука испытуемого берется в «замок» (рис. 110) с тем, чтобы при движениях испытуемого во время выполнения им физической нагрузки не терялся контакт пальцев экспериментатора с артерией испытуемого.

Частота пульса измеряется за отрезки времени, равные 10 с, что позволяет оценивать динамику изменений ЧСС при физической нагрузке и в период восстановления. В покое пульс измеряют по три раза за 10 с в каждом из положений: лежа, сидя, стоя. Обнаруживают различие в частоте пульса в зависимости от положения тела, тренированности сердечной мышцы, а также возбудимости симпатического и парасимпатического отделов **вегетативной нервной системы**.



Рисунок 110



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание

◀

▶

◀◀

▶▶

Страница 680 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Затем испытуемый выполняет в течение 1 мин физическую нагрузку, например, бег на месте под метроном в темпе 160–180 шагов в мин или работу на велоэргометре. При выполнении нагрузки подсчет частоты пульса на лучевой артерии испытуемого обычно затрудняется. Поэтому необходимо научиться считать пульс по 10-секундным отрезкам на височной или сонной артерии.

Сразу после нагрузки продолжают считать пульс по 10-секундным отрезкам у испытуемого в положении стоя, пока ЧСС не восстановится до величины уровня покоя.

При использовании пульсотомеров различных модификаций о величине пульса судят по показаниям прибора, руководствуясь инструкцией по применению данного пульсотомера.

По полученным в эксперименте данным студенты строят в тетради график изменения частоты пульса по 10-секундным отрезкам в покое, при физической нагрузке и в период восстановления. Делают соответствующие выводы.

Контрольные вопросы

1. Что называют брадикардией, каковы ее причины?
2. Что называют тахикардией, каковы ее причины?
3. Как возникает и распространяется пульсовая волна?
4. Расскажите о карманообразных клапанах и мышечном насосе.
5. Как изменяется частота **пульса** при физической нагрузке?

Лабораторная работа 2. Измерение артериального давления у человека

Для работы необходимы: механический тонометр, фонендоскоп, электронный измеритель (электронный тонометр).

Методика проведения работы



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 681 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Измерение давления по методу Н.С. Короткова. Механический тонометр (рис. 111) состоит из полой резиновой манжетки, покрытой снаружи нерастягивающейся тканью. Манжетка с помощью трубки сообщается с резиновой грушей и манометром.

Испытуемый садится на стул, опираясь на спинку, и кладет расслабленную руку на стол так, чтобы середина плеча была на уровне сердца. Манжетка накладывается экспериментатором на обнаженное плечо на уровне сердца. Нельзя закатывать рукава с образованием сдавливающих валиков из ткани, так как это может привести к заведомо неправильным результатам. Нижний край манжетки располагается на 2 см выше локтевого сгиба. Накладывают манжетку плотно, но не туго.

На сгибе руки испытуемого, в локтевой ямке, экспериментатор нащупывает пульсирующую плечевую **артерию**, на которую прикладывает головку фонендоскопа и вставляет в уши наконечники его трубок. Следует не допускать очень сильного сдавливание артерии мембраной фонендоскопа. Располагают шкалу манометра на уровне глаз, чтобы снизить вероятность ошибки при считывании показаний.

Зажимают винтовой клапан возле резиновой груши и, ритмически сжимая ее, нагнетают воздух в манжетку, контролируя давление визуально по стрелке манометра. Чтобы определить, до какого давления нужно накачивать воздух в манжетку, в ходе первого измерения **артериального давления** (АД) у испытуемого пальцами нащупывают пульс на лучевой артерии. Воздух накачивают в манжетку до момента прекращения пульса в лучевой артерии. Давление в этот момент фиксируется по манометру, а нагнетание воздуха в манжетку продолжается еще больше на 30 мм

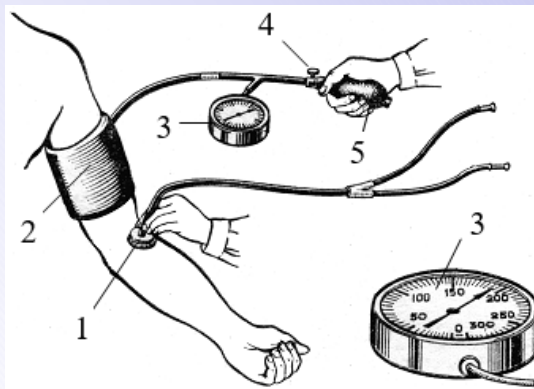


Рисунок 111 – Измерение артериального давления по методу Короткова: 1 – головка фонендоскопа; 2 – манжетка; 3 – тонометр; 4 – винтовой клапан; 5 – резиновая груша



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание

« »

Страница 682 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

рт. ст. Нельзя создавать слишком большое давление в манжетке, так как это вызывает болевые ощущения в плече и повышение АД.

Плавно открывают винтовой клапан и снижают давление в манжетке со скоростью 2–3 мм рт. ст. в секунду. Уровень давления, при котором появляется первый сосудистый тон в плечевой артерии, соответствует систолическому АД (первая фаза тонов Короткова). Продолжают снижать давление в манжетке, слушая нарастающую, а затем ослабевающую силу тонов. Уровень давления, при котором происходит полное исчезновение тонов (5-я фаза тонов Короткова), принимают за диастолическое давление. Если невозможно определить 5-ю фазу, тогда нужно попытаться определить 4-ю фазу, когда тоны резко ослабевают.

Если у испытуемого тоны Короткова очень слабы и плохо прослушиваются, то он должен поднять руку и выполнить несколько сжимающих движений кистью. Затем измерение АД повторяют.

Первый раз АД измеряется на обеих руках испытуемого, где оно может различаться. В дальнейшем измерения проводят на той руке, где АД выше. Если проводится серия измерений, то рекомендуют испытуемому менять первоначальное положение тела. Интервал между измерениями должен составлять не менее минуты. В паузах между измерениями следует выпускать воздух из манжетки. При выполнении серии повторных измерений находят среднее значение из нескольких измерений систолического и диастолического АД.

При необходимости измерения АД сразу после физической нагрузки, например работы на велоэргометре или бега на месте, манжетку с руки не снимают, а на время выполнения нагрузки отсоединяют ее от тонометра. После окончания нагрузки испытуемый быстро принимает ту же позу, что и до нее, манжетку соединяют с манометром и измеряют АД. Делают повторные измерения АД через каждые 30 с после окончания нагрузки до восстановления давления до исходных величин.

После измерения систолического и диастолического АД вычисляют пульсовое давление. Сравнивают полученные в эксперименте данные с нормами и делают со-



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 683 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ответствующие выводы.

Измерение артериального давления электронным тонометром. Порядок работы с измерителем кровяного давления Microlife следующий. Вставляют трубку плечевой манжетки (рис. 112, 1) в предназначенное для этого отверстие с левой стороны прибора. Прибор автоматически записывает время и дату каждого измерения, что очень важно, поскольку АД меняется в течение дня.

Для установки даты и времени измерения кровяного давления необходимо нажать кнопку «Время» примерно на 3 с, пока не начнет мерцать число года. Нажатием на кнопку «М» (Память) устанавливают год. Затем нажимают кнопку «Время» для подтверждения установления года и перехода к установке месяца. Нажимая на кнопку «М», устанавливают месяц и, нажав кнопку «Время», переходят к установке числа. Выполняя операции в аналогичном порядке, устанавливают день, часы и минуты. После установки минут и нажатия кнопки «Время» на экране появятся дата и время.

После установки даты и времени надевают манжетку на руку испытуемого, выполнив действия в следующем порядке:

- натянуть манжетку на обнаженную левую руку испытуемого так, чтобы трубка была ориентирована в направлении нижней части руки (рис. 113, а);
- затянуть манжетку на руке так, чтобы нижний ее край находился на расстоянии примерно 2–3 см выше локтевого сгиба, а резиновая трубка выходила из манжеты с внутренней стороны руки (рис. 113, б);
- затянуть свободный конец манжетки и застегнуть ее, но не слишком тесно, соединив застежку «липучка». Рукав с руки лучше снять или поднять вверх, не закатывая валиком;

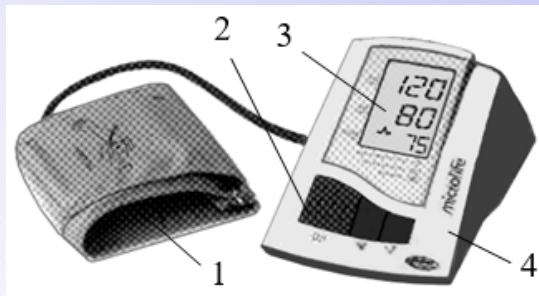


Рисунок 112 – Электронный тонометр:
1 – плечевая манжетка; 2 – кнопка «Пуск»;
3 – дисплей; 4 – основной блок



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 684 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

- положить руку на стол ладонью вверх так, чтобы середина манжетки находилась на уровне сердца (рис. 113, в). Трубка не должна быть перекручена.

После правильного укрепления манжетки на руке приступают к измерению **артериального давления**. Для этого:

- нажимают кнопку «Пуск» (рис. 112, 2). Манжетка начинает накачиваться при помощи насоса. Повышающееся давление в манжете отображается на экране дисплея (рис. 112, 3);
- после того, как было достигнуто требуемое давление в манжете, насос перестает качать и давление постепенно падает. Давление в манжете отображается на дисплее. Если давление накачки оказалось недостаточным, измеритель давления автоматически производит заново накачку манжеты до более высокого уровня давления;
- когда прибор обнаруживает сердечное сокращение, значок, изображающий сердце, начинает вспыхивать, и раздается звуковой сигнал при каждом новом сердечном сокращении;
- когда измерение АД завершено, раздается более длительный звуковой сигнал, а на дисплее отображается систолическое и диастолическое давление, а также частота пульса.

Сравнивают величины систолического, диастолического и пульсового давления, а также частоты пульса с нормами и делают необходимые выводы.

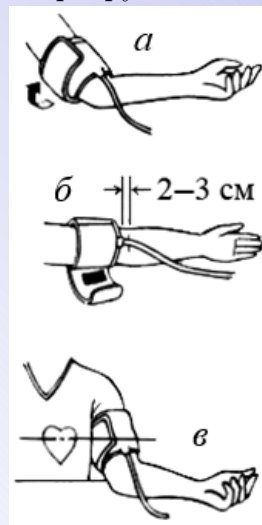


Рисунок 113 – Надевание манжетки

Контрольные вопросы

1. Какое давление называется диастолическим и его нормы?
2. Чем обусловлены волны II и III порядков на кривой записи кровяного давления?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание

◀

▶

◀◀

▶▶

Страница 685 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3. Как изменяется кровяное давление в сосудах кровеносной системы человека?
4. Что получило название «юношеская гипертония»?
5. Назовите важнейшие сосудосуживающие факторы.
6. Какое кровяное давление называют средним, какое – пульсовым?
7. Что собой представляет сосудодвигательный центр **продолговатого мозга**?
8. Как участвуют сосудистые рефлексогенные зоны в регуляции кровяного давления?

Тест

Выполните **тестовые задания к Лабораторному занятию 12.**



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 686 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Практическое занятие 3: Физиология дыхания

Практическая работа 1. Обнаружение углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе

Практическая работа 2. Модель дыхательных движений

Практическая работа 1. Обнаружение углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе

Для работы необходимы: клапаны Мюллера, известковая вода, вата, спирт.

Методика проведения работы

В клапанах Мюллера (рис. 114) две широкие пробирки (1, 2) закрыты пробками с двумя отверстиями, через которые пропущены стеклянные трубки. Верхние концы крайних трубок (а, г) клапанов Мюллера открываются в атмосферу. Нижний конец трубки а опущен в раствор известковой воды, нижний же конец трубки г не касается раствора. Верхние концы средних трубок (б, в) клапанов Мюллера соединены резиновыми трубками с мундштуком д через тройник. Нижний конец трубки б не касается раствора, трубки в – погружен в раствор.

Благодаря такому устройству клапанов Мюллера вдыхаемый человеком воздух проходит через пробирку 1, а выдыхаемый – через пробирку 2.

В обе пробирки наливают профильтрованную прозрачную известковую воду так, чтобы концы только длинных трубок были погружены в раствор. Мундштук дезинфицируют, протирая его ваткой, смоченной спиртом.

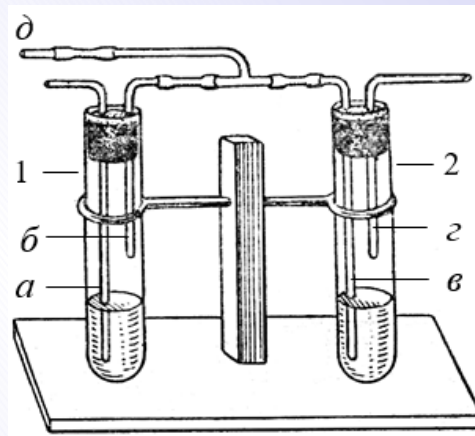


Рисунок 114 – Клапаны Мюллера



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 687 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Испытуемый берет мундштук в губы и дышит через него. После нескольких вдохов и выдохов замечают, что известковая вода помутнела неодинаково в первой и второй пробирках. Обращают внимание на то, через какую из пробирок проходит вдыхаемый и выдыхаемый воздух. Делают вывод о сравнительном содержании в нем углекислого газа. Зарисовывают клапаны Мюллера.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит значение дыхания для организма человека?
2. Какие этапы различают в процессе дыхания?
3. Что понимают под внешним дыханием?
4. В чем суть диффузной теории Крога?
5. Какова роль находящегося в **эритроцитах** фермента карбоангидразы?

Практическая работа 2. Модель дыхательных движений

Для работы необходимы: модель Дондерса, лягушка, препаровальный набор, препаровальная досочка, резиновые мешочки, булавки, канюля с резиновой трубкой на широком конце, нитки, зажим.

Методика проведения работы

Лягушке делают декапитацию с последующим разрушением спинного мозга. Располагают лягушку брюшком вверх на препаровальной досочке и прикалывают лапки булавками. Края нижней челюсти лягушки надрезают. Оттягивают челюсть и находят голосовую щель. Надрезают ткани вокруг голосовой щели. Вводят канюлю в голосовую щель и далее в трахею. Ниткой завязывают трахею на канюле. Вскрывают грудную полость. Отпрепаровывают и извлекают легкие вместе с трахеей, закрепленной на канюле. Слегка раздувают легкие через резиновую трубку, одетую на канюлю, и зажимают трубку зажимом.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 688 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Вынимают пробку со стеклянной трубкой из модели Дондерса. Конец резиновой трубки, идущей от канюли с одетой на нее трахеей и легкими, надевают на стеклянную трубку. Закрывают пробку, помещая легкие лягушки в модель Дондерса в соответствии с **рисунком 115**.

Оттягивают вниз за приклеенную тесьму резиновую мембрану, закрывающую дно модели Дондерса. Оттягивание мембраны увеличивает пространство в модели и уменьшает давление вокруг легких, что имитирует «диафрагмальный вдох». Легкие увеличиваются в объеме и заполняются наружным воздухом.

Вдавливают внутрь сосуда резиновую мембрану, уменьшая пространство вокруг легких и имитируя «диафрагмальный выдох». Давление вокруг легких в модели Дондерса повышается, размер их уменьшается, и воздух выходит из легких.

Вместо легких лягушки можно в модели Дондерса использовать два тонкостенных резиновых мешочка, соединив их через тройник со стеклянной трубкой в пробке, закрывающей модель.

На модели Дондерса можно показать, что нарушение герметичности грудной полости – пневмоторакс – не дает возможность поступать воздуху в легкие при вдохе. Слегка приоткрывают пробку, закрывающую модель Дондерса. После этого оттягивание или вдавливание резиновой мембраны в модели Дондерса не вызывают изменение объема легких или имитирующих их мешочков.

Объясняют полученные в опыте результаты. Зарисовывают модель Дондерса.

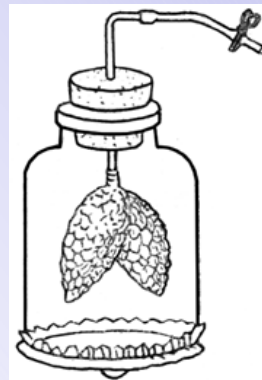


Рисунок 115 –
Модель Дондерса

Контрольные вопросы

1. Какие мышцы участвуют в осуществлении вдоха?
2. Какие процессы протекают во время вдоха?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 689 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

3. Что такое пневмоторакс?
4. Что такое эластическая тяга легких и чем она обусловлена?
5. Как происходит спокойный и усиленный выдох?

Тест

Выполните [тестовые задания к Практическому занятию 3.](#)



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 690 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторное занятие 13: Исследование функциональных показателей внешнего дыхания

Лабораторная работа 1. Спирометрия

Лабораторная работа 2. Пневмотахометрия

Лабораторная работа 1. Спирометрия

Для работы необходимы: сухой спирометр, носовой зажим, секундомер, спирт, вата.

Методика проведения работы

1. *Определение дыхательного объема.* Мундштук сухого спирометра (рис. 116) дезинфицируют ваткой, смоченной спиртом. Испытуемый закрывает нос носовым зажимом и берет в рот мундштук спирометра. Читая молча книгу, чтобы отвлечь внимание от процесса дыхания, испытуемый дышит ртом в течение двух минут через спирометр. Перед началом измерения поворачивают кольцо шкалы спирометра и устанавливают стрелку на ноль.

Экспериментатор считает по шкале спирометра число выдохов (стрелка спирометра при каждом выдохе движется, а при вдохе останавливается). Считают число полных оборотов стрелки спирометра, каждый из которых соответствует 6,5 л выдыхаемого воздуха. Найденный общий объем выдохнутого воздуха испытуемым делят на число выдохов и находят величину дыхательного объема.

2. *Определение резервного объема выдоха.* Испытуемый закрывает нос носовым зажимом и делает спокойный обычный выдох ртом в атмосферу. Затем, не вдыхая, берет мундштук спирометра в рот и полностью с усилием выдыхает оставшийся воздух. Записывают в тетрадь более высокое значение из трех попыток.

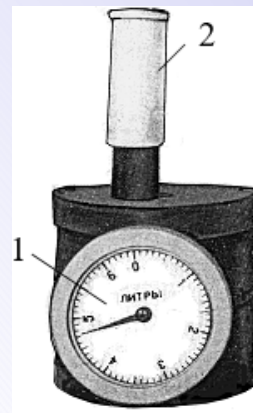


Рисунок 116 –
Сухой спирометр: 1 – шка-
ла; 2 –
мундштук.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 691 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3. *Определение жизненной емкости легких.* Испытуемый закрывает нос зажимом. Делает максимальный вдох ртом из атмосферы, быстро берет в рот мундштук спирометра и делает в него максимальный выдох. Записывают самый высокий показатель из трех попыток.

Этот показатель сравнивают с должной величиной **ЖЕЛ**, которая зависит от возраста, роста и пола. Должную ЖЕЛ определяют по номограмме (рис. 117). Для этого находят на левой шкале номограммы возраст испытуемого, а на правой шкале – его рост. Приложив линейку к этим точкам, на прямой линии в пересечении со средней шкалой находят число, которое показывает, какой должна быть **жизненная емкость легких** у данного испытуемого.

Если фактическая ЖЕЛ, определенная испытуемым путем выдоха в спирометр, оказалась ниже, чем должная ЖЕЛ, найденная по номограмме, то это свидетельствует о недостаточном уровне функционирования системы внешнего дыхания. В норме у здоровых людей фактическая ЖЕЛ может отклоняться от должной в пределах $\pm 15\%$.

Для удобства определения должной величины ЖЕЛ можно воспользоваться таблицами К. Людвига (табл. 35, 36).

4. *Определение резервного объема вдоха.* Резервный объем вдоха с помощью сухого спирометра определить нельзя, так как при вдыхании воздуха турбинка и соединенная с ней стрелка спирометра не вращаются. Резервный объем вдоха вычисляют,

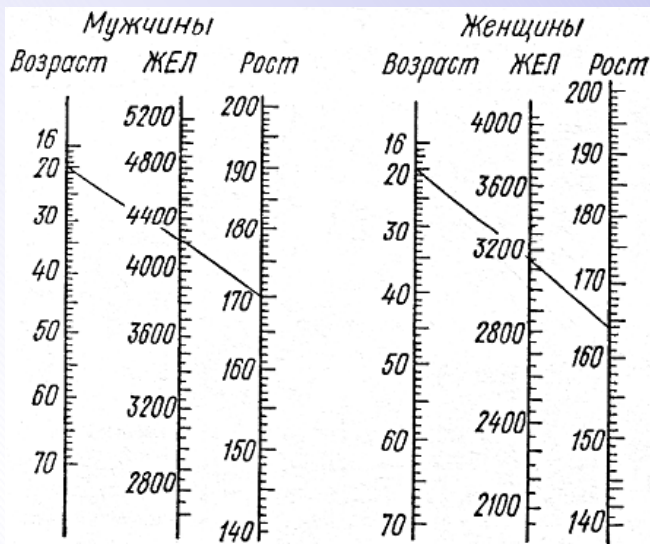


Рисунок 117 – Номограмма для определения должной величины ЖЕЛ



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 692 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

вычитая из величины ЖЕЛ сумму величин резервного объема выдоха и дыхательного объема.

Таблица 35 – Должная ЖЕЛ (в мл) для мужчин, определенная по формуле К. Людвига

Рост тела, см	Вес тела, кг										
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
160	3500	3650	3800	3950	4100	4250	4400	4550	4700	4850	5000
165	3700	3850	4000	4150	4300	4450	4600	4750	4900	5050	5200
170	3900	4050	4200	4350	4500	4650	4800	4950	5100	5250	5400
175	4100	4250	4400	4550	4700	4850	5000	5150	5300	5450	5600
180	4300	4450	4600	4750	4900	5050	5200	5350	5500	5650	5800
185	4500	4650	4800	4950	5100	5250	5400	5550	5700	5850	6000
190	4700	4850	5000	5150	5300	5450	5600	5750	5900	6050	6200

Таблица 36 – Должная ЖЕЛ (в мл) для женщин, определенная по формуле К. Людвига

Рост тела, см	Вес тела, кг							
	45	50	55	60	65	70	75	80
150	2650	2700	2750	2800	2850	2900	2950	3000
155	2850	2900	2950	3000	3050	3000	3150	3200
160	3050	3100	3150	3200	3250	3300	3350	3400
165	3250	3300	3350	3400	3450	3500	3550	3600
170	3450	3500	3550	3600	3650	3700	3750	3800
175	3650	3700	3750	3800	3850	3900	3950	4000
180	3850	3900	3950	4000	4050	4100	4150	4200

5. *Определение жизненного индекса.* Для определения жизненного индекса (жизненного показателя) величину ЖЕЛ в миллилитрах делят на величину массы тела испытуемого в килограммах. Для взрослого человека жизненный индекс равен 50–60 мл на 1 кг массы тела.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 693 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Записывают полученные спирометрические показатели в тетрадь и делают соответствующие выводы. Сравнивают показатели у нескольких испытуемых.

Контрольные вопросы

1. Что называют дыхательным объемом, резервным объемом вдоха и выдоха?
2. Какова роль пневмотаксического центра в регуляции дыхания и где он расположен?
3. Охарактеризуйте конвективный и диффузионный перенос газов в воздухоносных путях.
4. В виде каких соединений переносится углекислый газ кровью от тканей к легким?
5. Какие имеются различия между атмосферным воздухом, альвеолярной смесью газов, выдыхаемой смесью газов?

Лабораторная работа 2. Пневмотахометрия

Для работы необходимы: пневмотахометр, носовой зажим, вата, спирт.

Методика проведения работы

Испытуемый протирает наконечник трубки пневмотахометра (рис. 118) ваткой со спиртом. Ставит переключатель на отметку «вдох» и закрывает нос зажимом. В положении стоя испытуемый делает максимальный выдох мимо трубки в сторону, затем плотно обхватывает губами наконечник трубки и делает максимально форсированный вдох через трубку. Необходимо следить, чтобы не были пережаты резиновые трубки, идущие от датчика к манометру. Также нельзя, чтобы ближе 0,5 м от наружного отверстия (противоположного рту испытуемого) трубки-датчика находились перекрывающие его предметы. Испытуемый делает 5 измерений форсированного вдоха, которые записывают. Поскольку стрелка при измерении отклоняется и сразу возвращается к нулю, то необходимо заметить, до какого максимального значения она отклонилась.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 694 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Затем ставят переключатель на отметку «выдох». Испытуемый набирает из атмосферы максимум воздуха, обхватывает трубку-датчик плотно губами и делает в нее максимальный форсированный выдох. Операцию повторяют 5 раз, результаты записывают.

Обращают внимание на динамику показаний при выполнении форсированных вдохов и выдохов. Отмечают общий устойчивый, восходящий или нисходящий уровень этих показаний. Лучший результат из пяти полученных показателей на вдохе и выдохе сравнивают со средней нормой, которая равна для взрослых здоровых мужчин 5–6 л/с, женщин – 4–5 л/с при вдохе и выдохе. У спортсменов, особенно у велосипедистов, гребцов, пловцов, стайеров пневмотахометрические показатели выше, чем у нетренирующихся людей. У хорошо тренированных спортсменов показатели при форсированном вдохе больше, чем при выдохе.

Анализируют полученные результаты и сравнивают их у разных испытуемых.

Контрольные вопросы

1. Какова роль гипоталамуса, ретикулярной формации и мозжечка в регуляции дыхания?
2. В чем заключается рефлекс Геринга–Брёйера?

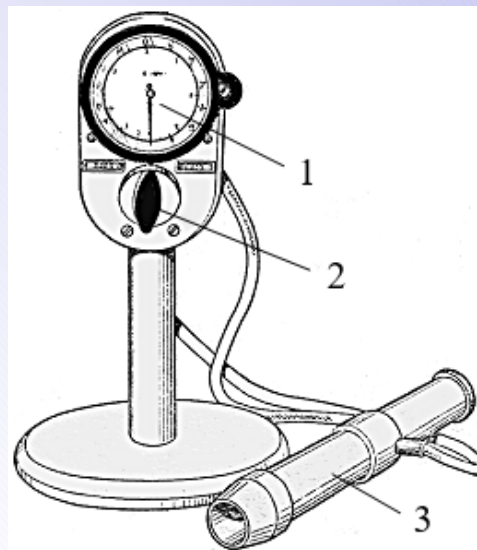


Рисунок 118 – Пневмотахометр:
1 – шкала прибора; 2 – переключатель
«вдох», «выдох»; 3 – трубка-датчик



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание

◀

▶

◀◀

▶▶

Страница 695 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

3. Где находятся центральные хеморецепторы, участвующие в регуляции дыхания, и на что они реагируют?

4. Какие процессы протекают в легких во время газообмена?

Тест

Выполните [тестовые задания к Лабораторному занятию 13](#).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 696 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторное занятие 14: Нормы питания человека

Лабораторная работа 1. Расчетное определение энергетических трат

Лабораторная работа 2. Составление пищевых рационов

Лабораторная работа 1. Расчетное определение энергетических трат

Для работы необходимы: таблица энерготрат при видах деятельности.

Методика проведения работы

Студентам на предыдущем лабораторном занятии выдается задание, используя **таблицу 37**, провести хронометраж своей деятельности за сутки.

Таблица 37 – Энерготраты при разных видах деятельности

Виды деятельности	Энерготраты за 1 ч/кг массы тела, кДж (ккал)	Виды деятельности	Энерготраты за 1 ч/кг массы тела, кДж (ккал)
Умственная работа сидя	6,1 (1,46)	Мытье пола	13,8 (3,29)
Работа в научной лаборатории	7,7 (1,85)	Мытье посуды, вытирание пыли	8,6 (2,06)
Учебные занятия	6,5 (1,56)	Глажка белья	8,1 (1,94)
Написание текста	6,1 (1,44)	Беседа сидя	6,2 (1,51)
Лектор в большой аудитории	12,6 (3,0)	Беседа стоя	6,7 (1,6)
Маляр-штукатур	14,5 (3,48)	Отдых сидя	5,7 (1,97)
Каменщик	23,9 (5,71)	Ходьба (5 км/ч)	12,8 (3,06)
Тракторист	11,5 (2,8)	Ходьба (6 км/ч)	15,22 (4,28)
Водитель автомашины	11,1 (2,8)	Ходьба (8 км/ч)	38,9 (9,3)
Косьба вручную	8,0 (8,1)	Игра в волейбол	14,9 (3,57)
Работа на огороде	19,5 (4,7)	Катание на коньках	26,9 (6,43)



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 697 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Прополка вручную	12,0 (2,9)	Подвижные игры с мячом	14,9 (3,57)
Другие хозяйственные работы	15,3 (3,6)	Гребля на каноэ со скоростью 4 км/ч	11,5 (2,75)
Сон	4,2 (1,0)	Теннис	27,5 (6,57)
Лежа без сна	4,6 (1,1)	Теннис настольный	16,7 (4,0)
Личная гигиена	8,2 (1,97)	Футбол	29,8 (7,14)
Одевание, снятие одежды, обуви	7,8 (1,87)	Туризм пешеходный по равнине без груза (скорость 4 км/ч)	13,9 (3,33)
Прием пищи	5,9 (1,4)	Туризм велосипедный (скорость 15 км/ч)	27,1 (6,48)
Подметание пола	10,1 (2,41)	Туризм лыжный (скорость 7,2 км/ч)	28,6 (6,84)

Необходимо учесть продолжительность сна, учебы, тренировки, принятия пищи, ходьбы, личной гигиены, работ по самообслуживанию, просмотра телепередач, чтения художественной и иной литературы и т. д.

Во время занятия студент на весах измеряет свою массу тела в одежде, в которой он находился во время предыдущего суточного хронометража.

Используя **таблицу 37** и данные хронометража о своей суточной деятельности, каждый студент рассчитывает свой суточный расход энергии на всю массу тела. Сравнивает полученные результаты с **таблицей 38** и относит себя, учитывая возраст и пол, к соответствующей группе по расходу энергии.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 698 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Таблица 38 – Суточные нормы пищевых веществ и калорийности для пяти групп взрослого населения в зависимости от возраста и пола

Суточные нормы	Возраст и пол					
	18–29 лет		30–39 лет		40–59 лет	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины	мужчины	женщины
I группа						
Энергетическая ценность (ккал)	2800	2400	2700	2300	2550	2200
Белки, г	101	88	98	85	93	82
Жиры, г	90	78	88	74	82	71
Углеводы, г	378	324	365	310	344	297
II группа						
Энергетическая ценность (ккал)	3000	2550	2900	2450	2750	2350
Белки, г	90	77	87	74	82	70
Жиры, г	102	88	99	84	94	80
Углеводы, г	412	350	399	337	378	328
III группа						
Энергетическая ценность (ккал)	3200	2700	3100	2600	2950	2500
Белки, г	96	81	93	78	88	75
Жиры, г	109	92	106	88	100	85
Углеводы, г	440	371	426	358	406	344
IV группа						
Энергетическая ценность (ккал)	3700	3150	3600	3050	3450	2900
Белки, г	102	87	99	84	95	80
Жиры, г	126	107	122	104	118	99
Углеводы, г	518	441	504	427	483	406



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 699 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

V группа						
Энергетическая ценность (ккал)	4300	3700	4100	3600	3900	3500
Белки, г	118	103	113	99	107	94
Жиры, г	146	119	139	115	133	114
Углеводы, г	602	534	574	519	546	503

Контрольные вопросы

1. В чем заключается взаимосвязь **обмена веществ и энергии**?
2. Что называют специфически-динамическим действием пищи?
3. От чего зависят потребности конкретного человека в различных компонентах пищи?
4. На какие группы делится трудоспособное население по суточному расходу энергии?
5. Что понимают под положительным и отрицательным азотистым балансом?

Лабораторная работа 2. Составление пищевых рационов

Для работы необходимы: таблица с содержанием белков, жиров, углеводов и калорийности в пищевых продуктах.

Методика проведения работы

Студентам ставится задача: составить суточный рацион питания для себя, используя результаты, полученные в **работе 14.1** о суточном расходе энергии, и учитывая все требования, изложенные в предисловии к работе. В случае отсутствия таких результатов им предлагается (в зависимости от специальности студентов) составить один из суточных рационов питания.

Первый рацион – для человека умственного труда в возрасте 20 лет. Расход энергии у мужчин составляет примерно 2800 ккал, необходимое количество в рационе приблизительно должно быть белков 101 г, жиров – 93 г, углеводов – 378 г.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 700 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

У женщин энерготраты равны 2400 ккал, количество белков – 88 г, жиров – 78 г, углеводов – 324 г.

Второй рацион – для спортсмена в тренировочный период в возрасте 20 лет. Для спортсменов-легкоатлетов и занимающихся игровыми видами спорта расход энергии составляет примерно 4500 ккал, необходимое количество белков должно быть примерно белков 120 г, жиров – 150 г, углеводов – 650 г. У спортсменок энерготраты равны 4000 ккал, количество белков – 103 г, жиров – 130 г, углеводов – 600 г.

Третий рацион – для туристов (пеший поход по равнине), возраст 20 лет. Расход энергии у мужчин при движении с грузом – 3500 ккал, необходимое количество белков должно быть 102 г, жиров – 120 г, углеводов – 500 г. У туристок при движении без груза энерготраты равны 3000 ккал, требуемое количество белков составляет 85 г, жиров – 100 г, углеводов – 430 г.

Пользуясь таблицей (**Приложение Д**), подбирают необходимые продукты. Оценивают составленный пищевой рацион на предмет нужного соотношения белков, жиров и углеводов, а также соответствия его по калорийности для людей соответствующих групп по энерготратам. Распределяют продукты на четырехразовый прием пищи. Обращают внимание на наличие в рационе овощей и фруктов как источников витаминов и минеральных веществ.

Записывают в тетрадь составленный суточный рацион питания и анализируют его.

Контрольные вопросы

1. Что необходимо учитывать при составлении пищевых рационов?
2. Сколько энергии высвобождается в организме при окислении 1 г белков, жиров, углеводов?
3. Какова роль белков в организме человека?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 701 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

4. Какое соотношение белков, жиров и углеводов рекомендуется в суточном пищевом рационе?
5. Как правильно соблюдать питьевой режим спортсменам и туристам?

Тест

Выполните [тестовые задания к Лабораторному занятию 14](#).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 702 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Лабораторное занятие 15: Определение обмена энергии

Лабораторная работа 1. Определение основного обмена по таблицам

Лабораторная работа 2. Определение основного обмена по формуле Рида

Лабораторная работа 1. Определение основного обмена по таблицам

Для работы необходимы: ростомер, весы, таблицы Гарриса–Бенедикта.

Методика проведения работы

Испытуемого взвешивают и с помощью ростомера измеряют его рост. Если взвешивание производилось в одежде, то полученный результат следует уменьшить на 2–4 кг (в зависимости от вида одежды). По таблицам Гарриса–Бенедикта для определения основного обмена по таблице *A* находят количество ккал, соответствующее весу испытуемого (**Приложения А, Б**). Таблицы даны отдельно для мужчин и женщин, так как основной обмен у мужчин примерно на 10 % выше, чем у женщин.

В таблице *B* учитывается расход энергии испытуемого в зависимости от его возраста и роста (**Приложения В, Г**). В ней в графе по горизонтали ищут возраст испытуемого, а по вертикали – рост. На пересечении граф возраста и роста находят цифру расхода энергии.

Складывают числа, найденные по таблицам *A* и *B* ($A + B$), и получают величину основного обмена у испытуемого за сутки. Для более точного сравнения полученного основного обмена с нормами необходимо рассчитать величину основного обмена на 1 кг веса тела в 1 ч. Для этого найденную величину делят на вес испытуемого в кг и на 24 ч:

$$(A+B) : \text{вес (кг)} : 24.$$

Нормальным основным обменом является 1 ккал/кг·ч с колебаниями в обе стороны не более 10 %, то есть от 0,90 до 1,10 ккал/кг·ч. Отклонение от нормы более



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 703 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

чем на 10 %, может являться следствием изменения гормонального фона в организме, в частности уровня гормонов щитовидной железы, и другими причинами. Как правило, у более полных испытуемых величина основного обмена, даже в пределах нормы, находится ближе к значению 0,90 ккал/кг·ч, а у худых испытуемых – ближе к отметке 1,10 ккал/кг·ч.

Сравнивают величину основного обмена у нескольких испытуемых и делают выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие процессы называются анаэробным и аэробным обменом?
2. Что такое энергетический баланс и когда он нарушается?
3. Что называют основным обменом?
4. На что израсходуется энергия основного обмена?
5. От чего зависит величина основного обмена?

Лабораторная работа 2. Определение основного обмена по формуле Риды

Для работы необходимы: тонометр, фонендоскоп, секундомер.

Методика проведения работы

У испытуемого измеряют частоту пульса и артериальное давление при соблюдении условий, необходимых для определения основного обмена, а именно: исследование проводят через 12 ч после последнего приема пищи, в положении абсолютного покоя и без какого-либо мышечного напряжения. Уровень диастолического давления определяют в тот момент, когда артериальные тоны сразу становятся тихими. Поскольку на учебных занятиях обычно не соблюдаются условия, необходимые для определения **основного обмена**, то полученные в опыте результаты будут приблизительными.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 704 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Подсчет пульса (на левой руке) и измерение артериального давления (на правой руке) проводят 3 раза с промежутком между измерениями в 2 мин. Находят пульсовое давление, вычитая из средней величины (по трем измерениям) систолического давления среднюю величину диастолического давления. В формулу Рида подставляют средние значения из трех измерений:

$$ПО = 0,75 \times (ЧП + ПД \times 0,74) - 72,$$

где ПО – процент отклонения основного обмена от нормы; ЧП – частота пульса; ПД – пульсовое давление.

Более быстро отклонение основного обмена от нормы можно найти по специальной номограмме для формулы Рида (рис. 119). Соединив линейкой значение частоты пульса испытуемого на левой шкале с величиной его пульсового давления на правой шкале, по средней шкале находят величину отклонения (в процентах) основного обмена от нормы.

Сравнивают величины основного обмена, полученные с помощью таблиц Гарриса-Бенедикта, с вычисленными по формуле Рида. Может оказаться, что **основной обмен**, рассчитанный по таблицам, находится в пределах нормы, а определенный по формуле Рида – выше или ниже нормы. Это свидетельствует о том, что в данный момент времени состояние, в котором находится испытуемый (волнение, эмоции, недосыпание, заторможенность и т. д.), неблагоприятно для его основного обмена.

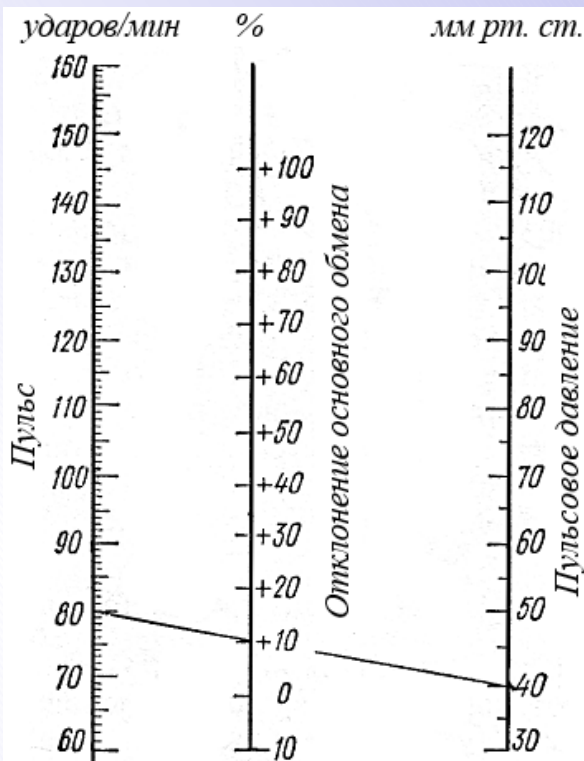


Рисунок 119 – Номограмма для формулы Рида



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 705 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Постоянное длительное нахождение в таком состоянии может быть неблагоприятным для организма, отразится на массе его тела. Такое изменение основного обмена уже можно будет обнаружить с помощью таблиц Гарриса–Бенедикта.

Анализируют результаты, полученные у нескольких испытуемых, и делают соответствующие выводы.

Контрольные вопросы

1. Какой процесс называют диссимиляцией?
2. В чем суть трех главных стадий диссимиляции?
3. Какие органы организма человека вносят наибольший вклад в обеспечение **основного обмена**?
4. Как регулируется основной обмен в организме?

Тест

Выполните **тестовые задания к Лабораторному занятию 15**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 706 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Практическое занятие 4. Контроль успеваемости по СМ-1 «Общая физиология»

Контроль успеваемости по содержательному модулю 1 «Общая физиология» осуществляется в форме выполнения студентами 40 закрытых тестовых заданий (часть А) и 10 открытых тестовых заданий (часть Б) по всем темам СМ-1.

Часть А

Пройдите [тест](#).

Часть Б

1. Движение каких ионов через мембрану клетки является причиной возникновения местного потенциала, а затем и **потенциала действия**?
2. Как называются крупные клетки **спинного мозга**, от которых отходят толстые нервные волокна, проводящие с большой скоростью нервные импульсы к скелетным мышцам и вызывающие их сокращение?
3. Установите последовательность прохождения нервного импульса по **рефлекторной дуге** условного слюноотделительного рефлекса на свет лампочки у собаки, выбрав *только необходимые* элементы из предложенных. Ответ запишите в виде последовательности букв.

А	Нейроны очага возбуждения от безусловного раздражителя
Б	Зрительная зона коры больших полушарий
В	Эфферентные нейроны
Г	Фоторецепторы сетчатки
Д	Нейроны передних рогов грудного отдела спинного мозга
Е	Афферентные нейроны
Ж	Слюнные железы
З	Нейроны временной связи



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 707 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

4. Как называется заболевание, при котором лучи, идущие от предметов, преломляются так, что фокус изображения оказывается за **сетчаткой**?
5. Как называется **гормон**, стимулирующий синтез и секрецию гормонов щитовидной железы?
6. Назовите компонент **крови**, количество которого увеличивается при акклиматизации человека и млекопитающих животных к пониженному содержанию кислорода в высокогорье.
7. Ритмические колебания стенок **артерий**, вызванные выбросом крови в аорту во время **систолы** желудочков сердца, называются ...
8. Находящийся в области **продолговатого мозга** центр, при разрушении которого дыхательные движения прекращаются, носит название ...
9. Назовите **фермент** желудочного сока, расщепляющий эмульгированные жиры молока.
10. Какой **витамин** называют витамином роста?

Сверьтесь с **ответами**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 708 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Практическое занятие 5: Общие закономерности роста и развития

Практическая работа 1. Возрастные особенности развития опорно-двигательного аппарата

Практическая работа 2. Особенности развития и становления в онтогенезе нервной системы и высшей нервной деятельности

Практическая работа 1. Возрастные особенности развития опорно-двигательного аппарата

Для работы необходимы: рабочие тетради, рефераты, мультимедийный проектор, компьютер.

Методика проведения работы

Студенты выступают с докладами и реферативными сообщениями. Докладчики определяются заранее на предыдущем занятии и готовят сообщения по следующим темам:

1. Развитие и возрастные особенности костей черепа, туловища и конечностей.
2. Развитие и возрастные особенности соединения костей.
3. Возрастные особенности скелетной мускулатуры.
4. Нарушения опорно-двигательного аппарата у детей и подростков.
5. Изменения в опорно-двигательном аппарате в старческом возрасте.

После заслушивания выступлений проводится их обсуждение по контрольным вопросам:

1. Как изменяется клеточный состав костей до достижения человеком зрелого возраста?
2. Как изменяется состав веществ костей с возрастом?
3. Какие изменения происходят в черепе и позвоночнике в грудном возрасте и раннем детстве?
4. Как меняется мышечная масса и сила мышц в различные возрастные периоды.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 709 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

5. Возрастные особенности развития быстроты, силы, выносливости, гибкости.

После обсуждения докладов для закрепления изученного материала студенты выполняют **контрольный тест из 10 заданий**.

Практическая работа 2. Особенности развития и становления в онтогенезе нервной системы и высшей нервной деятельности

Для работы необходимы: рабочие тетради, рефераты, мультимедийный проектор, компьютер.

Методика проведения работы

Студенты выступают с докладами и реферативными сообщениями. Докладчики определяются заранее на предыдущем занятии и готовят доклады и реферативные сообщения по следующим темам:

1. Закладка нервной системы у зародыша человека. Развитие **спинного мозга** и ствола мозга после рождения ребенка.
2. Развитие **коры больших полушарий** в онтогенезе.
3. Высшая нервная деятельность ребенка от рождения до 6 лет.
4. Высшая нервная деятельность школьников.
5. Типологические особенности ВНД ребенка.

После заслушивания докладов и сообщений проводится их обсуждение по контрольным вопросам:

1. Что развивается у зародыша из разных частей нервной трубки?
2. Как изменяются морфологические параметры нейронов и отделов ЦНС в **онтогенезе**?
3. С какого возраста ребенка образуются условные рефлексы и развивается их торможение?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 710 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

4. Когда начинается и в чем проявляется ориентировочная и исследовательская деятельность детей?

5. Как зависят от типологических особенностей ВНД ребенка его возможности в процессе обучения и воспитания?

После обсуждения выступлений и докладов для закрепления изученного материала студенты выполняют **контрольный тест из 10 заданий**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 711 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Практическое занятие 6. Контроль успеваемости по СМ-2 «Возрастная физиология»

Контроль успеваемости по содержательному модулю 1 «Возрастная физиология» осуществляется в форме выполнения студентами 40 закрытых тестовых заданий (часть А) и 10 открытых тестовых заданий (часть Б) по всем темам СМ-2.

Часть А

Пройдите [тест](#).

Часть Б

1. Назовите количественный процесс в развитии ребенка, характеризующийся непрерывным увеличением массы тела и сопровождающийся достаточно значительным изменением количества его клеток или размеров.
2. Как называют развитие, в процессе которого на каждом возрастном этапе онтогенеза функциональные возможности организма детей и подростков отвечают требованиям внешней среды?
3. При какой наследственности полученные задатки в нормальных условиях внешней среды обеспечивают развитие способностей ребенка и гармоничность личности?
4. Какая наследственность даже в хороших условиях среды и воспитания часто не позволяет обеспечить нормальное развитие ребенка?
5. Как называют периоды ускоренного роста в детском и подростковом возрасте?
6. Как в возрастной физиологии принято называть возраст, отражающий меру взросления и старения организма, состояние его здоровья?
7. Каким термином обозначают процесс, проявляющийся в ускорении физического развития современных детей и подростков в сравнении с предшествующими поколениями, жившими 50–100 лет назад?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 712 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

8. Временной диапазон, максимально чувствительный и благоприятный для развития той или иной функции или способности человека, называют ...
9. Что возникает в ДНК под действием радиации?
10. Какое название носят молекулы особого рода, образующиеся в процессе обмена веществ и имеющие сильную тенденцию соединяться с другими молекулами?

Сверьтесь с **ответами**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 713 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Практическое занятие 7: Физиологические особенности адаптации к физическим нагрузкам

Практическая работа 1. Определение силы мышц человека (динамометрия)

Практическая работа 2. Зависимость величины выполненной работы от массы груза

Практическая работа 3. Зависимость величины выполненной работы от частоты мышечных сокращений

Практическая работа 1. Определение силы мышц человека (динамометрия)

Для работы необходимы: кистевой динамометр, секундомер.

Методика проведения работы

1. Определение силы мышц кистей рук

Силу правой и левой кисти рук определяют с помощью кистевого динамометра (рис. 120). При замерах мышечной силы необходимо соблюдать ряд условий и, прежде всего, постоянство позы испытуемого. Замеры мышечной силы обеих рук повторяют по три раза как до, так и после работы (20 приседаний).

Испытуемый в положении стоя отводит вытянутую руку с динамометром в сторону под прямым углом к туловищу. Затем он выполняет максимальное усилие на динамометре. Лучший результат из его трех попыток является величиной силы (F) мышц кисти (в кг).

Обработка результатов исследования производится в следующем порядке:



Рисунок 120 – Кистевой динамометр



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 714 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

- вычисляется среднее значение силы для правой и левой руки;
- вычисляется коэффициент асимметрии (КА) для силы рук по формуле:

$$КА = (V_{пр} - V_{л}) / (V_{пр} + V_{л}) \times 100 \%,$$

где $V_{пр}$ – средняя сила правой руки; $V_{л}$ – средняя сила левой руки;

- полученные данные сравниваются со среднестатистическими данными (табл. 39);
- вычисляется показатель силы руки и сравнивается с таблицей 40;
- определяется динамометрический индекс и сравнивается с нормами (табл. 41).

Таблица 39 – Среднестатистические данные показателей силы кистей рук (в кг) для взрослых нетренированных людей

Сила	Показатели силы (в кг)	
	Мужчины	Женщины
Сила правой руки	48	25
Сила левой руки	45	23

Показатель силы руки (силовой индекс) рассчитывают по формуле:

$$\text{сила мышц кисти (в кг)} / \text{масса тела (в кг)} \times 100.$$

Таблица 40 – Нормативные показатели силы руки у мужчин и женщин

Пол	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
Мужчины	≤ 60	61 – 65	66 – 70	71 – 80	≥ 81
Женщины	≤ 40	41 – 50	51 – 55	56 – 60	≥ 61

Определяется динамометрический индекс (ДИ), который показывает отношение показателя силы к величине массы тела:

$$ДИ = \text{сила кисти} / \text{масса тела}.$$



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 715 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Таблица 41 – Среднестатистические данные динамометрического индекса для взрослых нетренированных людей

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Плохо
Мужчины	Более 0,8	0,7–0,8	0,6–0,69	Менее 0,6
Женщины	Более 0,6	0,56–0,60	0,40–0,55	Менее 0,4

Делают выводы об общем физическом развитии испытуемого, о ведущей руке, об изменении показателей после нагрузки (приседаний).

2. *Определение уровня работоспособности и показателя снижения работоспособности мышц кисти*

Для определения уровня работоспособности (Р) испытуемый по команде экспериментатора через каждые 5 с выполняет одно максимальное усилие на динамометре, делая подряд 10 попыток. Экспериментатор записывает каждый результат испытуемого. Уровень работоспособности мышц определяют по формуле:

$$P = (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n) / n,$$

где P – уровень работоспособности; f_1, f_2, f_3 и т.д. – показатели динамометра при отдельных мышечных усилиях; n – количество попыток (10 попыток).

Результаты этих же попыток используют для определения показателя снижения работоспособности мышц по формуле:

$$S = [(f_1 - f_{\min}) / f_{\max}] \cdot 100,$$

где S – показатель снижения работоспособности мышц; f_1 – величина начального мышечного усилия; $f_{\min}$ – минимальная величина усилия среди 10 попыток; $f_{\max}$ – максимальная величина усилия среди 10 попыток.

Сравнивают результаты у нескольких испытуемых. Показатели силы мышц кисти тела выше, чем больше F и ниже S .



**Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека**

Начало

Содержание



Страница 716 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

1. Что называется относительной силой мышцы?
2. Как определить анатомический поперечник мышцы?
3. Что называется абсолютной силой мышцы?
4. Как измерить физиологический поперечник мышцы?
5. От каких периферических (мышечных) факторов зависит сила мышцы?

Практическая работа 2. Зависимость величины выполненной работы от массы груза

Для работы необходимы: эргограф Моссо, метроном, набор грузов (1, 3, 5 кг).

Методика проведения работы

Испытуемый в положении сидя закрепляет руку в эргографе (рис. 121). К тросу эргографа подвешивают груз массой 3 кг. Включают метроном с частотой 60 сигналов в минуту и предлагают испытуемому поднимать груз, сгибая палец в ритме метронома.

Работу продолжают до утомления, т. е. до момента, когда высота подъема груза начнет уменьшаться или испытуемый не будет успевать сгибать палец в ритме метронома. По формуле $A = P \times H$ вычисляют величину работы (в кг·см), где P – масса груза, H – суммарная высота всех подъемов груза, определенная по эргограмме.

После 10-минутного отдыха тот же испытуемый выполняет аналогичную работу, но с грузом 5 кг, а еще после 10-минутного отдыха – работу с грузом 1 кг.

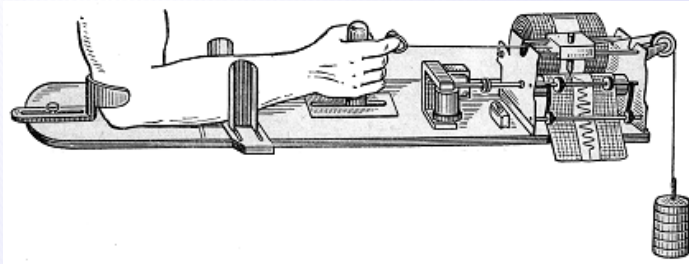


Рисунок 121 – Эргограф Моссо



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 717 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Во всех трех опытах определяют величину выполненной работы и делают вывод о зависимости работы от массы груза.

Контрольные вопросы

1. Как зависит величина выполненной работы от нагрузки?
2. Как называется увеличение поперечника мышцы в результате мышечной тренировки?
3. Что называют нейромоторной единицей?
4. Укажите роль И.М. Сеченова в разработке вопроса о профилактике утомления.

Практическая работа 3. Зависимость величины выполненной работы от частоты мышечных сокращений

Для работы необходимы: эргограф Моссо, метроном, груз массой 3 кг.

Методика проведения работы

Испытуемый в положении сидя закрепляет руку в эргографе (**рис. 121**), к тросу которого подвешивают груз массой 3 кг. Опыт осуществляют в два этапа: сначала при частоте 60 подъемов в минуту, затем (после 10-минутного отдыха) 120 подъемов в минуту. Работу продолжают до момента, когда высота подъема груза начнет уменьшаться или испытуемый не будет успевать сгибать палец в ритме метронома. В обоих вариантах опыта вычисляют величину выполненной работы по формуле $A = P \times H$, где P – масса груза, H – суммарная высота всех подъемов груза, определенная по эргограмме. Делают вывод о зависимости выполненной работы от частоты мышечных сокращений.

Контрольные вопросы

1. Как называют **нейроны**, иннервирующие мышцы?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 718 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

2. Какие нейромоторные единицы называют быстрыми и медленными?
3. Какие вещества обеспечивают энергией мышечное сокращение?
4. Почему активный отдых быстро снимает утомление?

Тест

Выполните [тестовые задания к Практическому занятию 7](#).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 719 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Практическое занятие 8: Работоспособность туриста в экстремальных условиях внешней среды

Практическая работа 1. Влияние дискомфортной температуры и влажности на работоспособность

Практическая работа 2. Работоспособность на высоте и под водой

Практическая работа 1. Влияние дискомфортной температуры и влажности на работоспособность

Для работы необходимы: рабочие тетради, рефераты, мультимедийный проектор, компьютер.

Методика проведения работы

Студенты выступают с докладами и реферативными сообщениями. Докладчики определяются заранее на предыдущем занятии и готовят сообщения по следующим темам:

1. Влияние низкой температуры на работоспособность человека.
2. Влияние высокой температуры на работоспособность.
3. Неблагоприятное воздействие высокой температуры и влажности на организм человека.
4. Требования к микроклимату производственных и спортивных помещений.
5. Мероприятия по защите человека от дискомфортной температуры и влажности.

После заслушивания докладов и реферативных сообщений проводится их обсуждение по контрольным вопросам:

1. Какие медико-профилактические мероприятия проводятся с целью профилактики вредного влияния высоких температур на человека?
2. Мероприятия, проводимые для защиты от переохлаждения и гипотермии.



Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека

Начало

Содержание



Страница 720 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3. Какие механизмы теплоотдачи имеются в организме человека в условиях высокой температуры и влажности воздуха?
4. Какое влияние оказывает влажность воздуха на самочувствие человека.
5. Какие отрицательные последствия дегидратации на организм туриста и спортсмена?

После обсуждения докладов для закрепления изученного материала студенты выполняют **контрольный тест из 10 заданий**.

Практическая работа 2. Работоспособность на высоте и под водой

Для работы необходимы: рабочие тетради, рефераты, мультимедийный проектор, компьютер.

Методика проведения работы

Студенты выступают с докладами и реферативными сообщениями. Докладчики определяются заранее на предыдущем занятии и готовят сообщения по следующим темам:

1. Физиологические реакции при пониженном барометрическом давлении.
2. Влияние гипоксии на работоспособность человека.
3. **Горная болезнь**. Высотная акклиматизация.
4. Влияние на организм подводных погружений.
5. Дыхание человека при работе в скафандрах и кессонах.
6. Профилактика **кессонной болезни**.

После заслушивания докладов и сообщений проводится их обсуждение по контрольным вопросам:

1. Как изменяется дыхание человека при пониженном атмосферном давлении?
2. Функционирование кровеносной и пищеварительной систем человека в высокогорье.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 721 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

3. Какие изменения в деятельности нервной и сенсорной систем человека наблюдаются при низком атмосферном давлении?
4. В чем заключается профилактика баротравм при подводных погружениях.
5. Меры предотвращения кислородных и азотных отравлений при подводных погружениях в скафандре.
6. Каковы причины **кессонной болезни** и газовой эмболии?

После обсуждения докладов для закрепления изученного материала студенты выполняют **контрольный тест из 10 заданий**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 722 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Практическое занятие 9. Контроль успеваемости по СМ-3 «Физиологические основы процесса адаптации организма человека»

Контроль успеваемости по содержательному модулю 3 «Физиологические основы процесса адаптации организма человека» осуществляется в форме выполнения студентами 40 закрытых тестовых заданий (часть А) и 10 открытых тестовых заданий (часть Б) по всем темам СМ-3.

Часть А

Пройдите [тест](#).

Часть Б

1. Как называется снижение насыщения **крови** кислородом?
2. Как называется болезненное состояние, развивающееся у человека на высоте 2 000 м и более, обусловленное снижением парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе и возникновением кислородного голодания?
3. Как называется состояние, наступающее в организме человека, находящегося под водой, если парциальное давление кислорода во вдыхаемой газовой смеси упадет ниже нормы?
4. Как называется наиболее тяжелая форма **декомпрессионной болезни**, развивающаяся при попадании воздуха в артериальную часть кровяного русла через легочные капилляры при разрыве альвеол, а также при закупорке артерий пузырьками азота?
5. К чему может привести сильное перегревание человека, сопровождающееся неблагоприятным обезвоживанием организма при отсутствии прямого действия солнечных лучей?



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 723 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

6. Какое общее название носит состояние охлаждения и переохлаждения организма, температуры его «ядра», причинами которой могут быть низкая температура, большая подвижность и **влажность воздуха**?
7. В первые дни пребывания людей на большом морозе отмечается усиление мочеобразования и учащение мочеиспускания до 7–15 раз в сутки, что получило название ...
8. Регулярное самоподдерживающееся и достаточно автономное чередование во времени различных биологических процессов, явлений и состояний организма называется ...
9. Как называется комплекс болезненных расстройств, возникающих в организме человека, при сдвиге часового пояса на 3 ч и более?
10. Как называется тип курорта, где в качестве основных лечебных факторов используется степной и лесостепной климат и кисломолочный напиток из кобыльего молока?

Сверьтесь с **ответами**.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 724 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Физиология как наука. Основные физиологические понятия: физиологические функции и процессы, раздражимость, раздражители, возбуждение, торможение, функциональная система.
2. Ионные каналы и ионные насосы. Мембранные потенциалы.
3. Классификация нервной системы. Виды нейронов. Представление о рецепторах. Учение о рефлексе.
4. Проведение возбуждения по нервным волокнам и в синапсах.
5. Функции спинного, продолговатого и среднего мозга.
6. Функции ретикулярной формации и мозжечка.
7. Функциональное значение промежуточного мозга.
8. Функции подкорковых узлов и коры больших полушарий.
9. Структурно-функциональная организация вегетативной нервной системы.
10. Значение, классификация, общие принципы строения и свойства сенсорных систем.
11. Физиология зрительной сенсорной системы.
12. Физиология вестибулярной и слуховой сенсорных систем.
13. Значение, механизм образования и торможение условных рефлексов.
14. Типологические особенности нервной системы и темперамента человека.
15. Кровь как внутренняя среда организма. Состав и свойства крови.
16. Эритроциты. Гемоглобин.
17. Лейкоциты, их роль в осуществлении иммунитета.
18. Тромбоциты. Свертывание крови.
19. Функциональная организация сердечно-сосудистой системы. Цикл сердечных сокращений.
20. Кровяное давление. Движение крови по сосудам.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 725 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

21. Регуляция сердечно-сосудистой системы.
22. Значение дыхания. Дыхательные движения. Дыхательные объемы и легочная вентиляция.
23. Газообмен в легких и тканях.
24. Нервная, рефлекторная и гуморальная регуляция дыхания. Регуляция дыхания при мышечной работе.
25. Общая характеристика пищеварительных процессов. Пищеварение в полости рта и желудке.
26. Пищеварение в тонком и толстом кишечнике. Всасывание.
27. Процессы выделения. Механизм мочеобразования. Роль кожи в регуляции теплоотдачи.
28. Значение обмена веществ и энергии. Обмен белков, углеводов, липидов, воды и минеральных солей.
29. Образование и расход энергии в организме. Принципы рационального питания. Особенности питания туристов.
30. Тепловой баланс. Понятие о теплообмене. Механизмы теплопродукции и теплоотдачи.
31. Эндокринные железы и гормоны, их роль в регуляции функций. Механизм действия и основные физиологические свойства гормонов.
32. Роль эндокринных желез в поддержании гомеостаза и регуляции стрессорных реакций.
33. Общие физиологические закономерности роста и развития организма человека.
34. Возрастная периодизация. Темпы биологического развития. Характеристика теорий старения.
35. Влияние образа жизни и двигательной активности на процессы старения. Экология и продолжительность жизни.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 726 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

36. Общие принципы адаптации. Механизм и стадии индивидуальной адаптации. Адаптации к стрессовым факторам.
37. Механизмы адаптации к мышечной деятельности.
38. Физиологическая характеристика состояния организма при мышечной деятельности.
39. Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам различной интенсивности и продолжительности.
40. Резервные возможности организма человека. Характеристика и классификация физиологических резервов, их использование и повышение в процессе занятий физической культурой и спортом.
41. Гипокинезия и гиподинамия.
42. Физическая активность как средство профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. Выбор физических нагрузок для укрепления здоровья.
43. Влияние среднегорья и высокогорья на функции организма. Горная болезнь.
44. Продолжительность акклиматизации к пониженному барометрическому давлению. Работоспособность организма в условиях пониженного атмосферного давления.
45. Физиологические сдвиги в организме в условиях высокого барометрического давления при подводных погружениях.
46. Причины кислородного отравления и меры предосторожности при подводных погружениях. Патологические состояния, связанные с высоким барометрическим давлением.
47. Физиологические изменения в организме в условиях повышенной температуры окружающей среды.
48. Физическая работоспособность в условиях повышенной температуры и влажности воздуха. Акклиматизация организма к условиям повышенной температуры.
49. Действие сочетания высокой влажности и температуры воздуха на организм человека.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 727 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

50. Тропические болезни. Требования, предъявляемые к иммунизации граждан Республики Беларусь, выезжающих за рубеж.
51. Акклиматизация в условиях пустынь и полупустынь.
52. Физиологические реакции организма в условиях низкой температуры окружающей среды.
53. Физические механизмы теплопродукции и теплоотдачи в условиях низкой температуры окружающей среды.
54. Акклиматизация организма к холоду. Криотерапия.
55. Биологические ритмы. Акклиматизация организма к смене поясно-климатических условий.
56. Особенности акклиматизации организма ребенка к смене климатических зон.
57. Отдых в другой климатической зоне во время беременности.
58. Климатология как наука. Разделы и методы климатологии.
59. Влияние метеорологических элементов и основных типов климата на организм человека.
60. Современные методы оздоровления на курортах.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 728 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ИТОГОВЫЙ ТЕСТ

Выполните [ИТОГОВЫЙ ТЕСТ](#).



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 729 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ОТВЕТЫ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практическое занятие 4: 1) натрия; 2) альфа-мотонейроны; 3) Г Е Б З А В Ж; 4) дальнзоркость; 5) тиреотропин / тиреотропный; 6) эритроциты; 7) пульсом; 8) дыхательный центр; 9) химозин; 10) А / ретинол.

Практическое занятие 6: 1) рост; 2) гармоничное; 3) благоприятной; 4) неблагоприятная / отягощенная; 5) вытягивания; 6) биологический; 7) эпохальная акселерация; 8) сенситивным периодом; 9) мутации / повреждения; 10) свободные радикалы.

Практическое занятие 9: 1) гипоксемия; 2) высотная болезнь; 3) кислородное голодание; 4) артериальная газовая эмболия; 5) тепловому удару; 6) гипотермия; 7) холодовой диурез; 8) биологическим ритмом / биоритмом; 9) десинхроноз; 10) климатокумысолечебный курорт.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 730 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А Гарриса–Бенедикта для расчета основного обмена мужчин

Масса, кг	Ккал	Масса, кг	Ккал	Масса, кг	Ккал	Масса, кг	Ккал
44	672	64	947	84	1222	104	1497
45	685	65	960	85	1235	105	1510
46	699	66	974	86	1249	106	1524
47	713	67	988	87	1263	107	1538
48	727	68	1002	88	1277	108	1552
49	740	69	1015	89	1290	109	1565
50	754	70	1029	90	1304	110	1579
51	768	71	1043	91	1318	111	1593
52	782	72	1057	92	1332	112	1607
53	795	73	1070	93	1345	113	1620
54	809	74	1084	94	1359	114	1634
55	823	75	1098	95	1373	115	1648
56	837	76	1112	96	1387	116	1662
57	850	77	1125	97	1406	117	1675
58	864	78	1139	98	1414	118	1689
59	878	79	1153	99	1428	119	1703
60	892	80	1167	100	1442	120	1717
61	905	81	1180	101	1455	121	1730
62	919	82	1194	102	1469	122	1744
63	933	83	1208	103	1483	123	1758



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 731 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица А Гарриса–Бенедикта для расчета основного обмена женщин

Масса, кг	Ккал	Масса, кг	Ккал	Масса, кг	Ккал	Масса, кг	Ккал
44	1076	64	1267	84	1458	104	1650
45	1085	65	1277	85	1468	105	1659
46	1095	66	1286	86	1478	106	1669
47	1105	67	1296	87	1487	107	1678
48	1114	68	1305	88	1497	108	1688
49	1124	69	1315	89	1506	109	1698
50	1133	70	1325	90	1516	110	1707
51	1143	71	1334	91	1525	111	1717
52	1152	72	1344	92	1535	112	1726
53	1162	73	1353	93	1544	113	1736
54	1172	74	1363	94	1554	114	1745
55	1181	75	1372	95	1564	115	1755
56	1191	76	1382	96	1573	116	1764
57	1200	77	1391	97	1583	117	1774
58	1210	78	1401	98	1592	118	1784
59	1219	79	1411	99	1602	119	1793
60	1229	80	1420	100	1611	120	1803
61	1238	81	1430	101	1621	121	1812
62	1248	82	1439	102	1631	122	1822
63	1258	83	1449	103	1640	123	1831



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 732 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица Б Гарриса–Бенедикта для расчета основного обмена мужчин

Рост, см	Мужчины (возраст в годах)														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
152	687	673	661	648	635	619	612	605	599	592	585	578	572	565	558
153	697	683	670	656	642	624	617	610	604	597	590	583	577	570	563
154	707	693	679	663	649	629	622	615	609	602	595	588	582	575	568
155	717	703	688	670	655	634	627	620	614	607	600	593	587	580	573
156	725	713	698	678	661	639	632	625	619	612	605	598	592	585	578
157	736	721	705	686	669	644	637	631	624	617	610	604	597	590	583
158	745	728	712	693	676	649	642	636	629	622	615	609	602	595	588
159	754	735	719	700	683	654	647	641	634	627	620	614	607	600	593
160	761	743	726	708	690	659	652	645	639	631	625	618	612	605	598
161	769	750	734	716	698	664	657	651	644	637	630	624	617	610	603
162	776	758	741	723	705	669	662	656	649	642	635	629	622	615	608
163	784	765	748	731	712	674	667	661	654	647	640	634	627	620	613
164	794	773	755	738	719	679	672	665	659	652	645	638	632	625	618
165	800	780	760	746	726	684	677	671	664	657	650	644	637	630	623
166	808	788	765	754	733	689	682	676	669	662	655	649	642	635	628
167	815	795	770	761	739	694	687	681	674	667	660	654	647	640	633
168	820	803	785	768	745	699	692	685	679	672	665	658	652	645	638
169	827	808	791	773	749	704	697	691	684	677	670	664	657	650	643
170	832	813	796	778	753	709	702	696	689	682	675	669	662	655	648
171	837	818	801	783	757	714	707	701	694	687	680	674	667	660	653
172	840	823	806	788	760	719	712	705	699	692	685	678	672	665	658
173	847	828	810	793	765	724	717	711	704	697	691	684	677	670	663
174	852	833	815	798	770	729	722	716	709	702	697	689	682	675	668
175	857	838	820	803	775	734	727	721	715	707	702	694	687	680	673
176	860	843	825	808	780	739	732	725	722	712	706	698	692	685	678
177	867	848	830	813	785	744	737	731	726	717	711	704	697	690	683
178	872	853	835	818	790	749	742	736	730	722	715	709	702	695	688
179	877	858	840	823	795	754	747	741	734	727	720	714	707	700	693



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 733 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

180	880	863	845	828	800	759	752	745	739	732	725	718	712	705	698
181	887	868	850	833	804	764	757	751	744	737	730	724	717	710	703
182	892	873	855	838	808	769	762	756	749	742	735	729	722	715	708
183	897	878	860	843	812	774	767	761	754	747	740	734	727	720	713
184	902	883	865	848	815	779	772	765	759	752	745	738	732	725	718
185	907	888	870	853	821	784	777	771	764	757	750	744	737	730	723
186	912	893	875	858	827	789	782	776	769	762	755	749	742	735	728
187	917	898	880	863	833	794	787	781	774	767	760	754	747	740	733
188	920	903	885	868	840	799	792	785	779	772	765	758	752	745	738
189	927	908	891	873	830	804	798	791	784	777	771	764	757	750	744
190	935	913	896	878	837	809	803	796	789	782	776	769	762	755	749
191	942	918	901	883	843	814	808	801	794	787	781	774	767	760	754
192	–	923	906	888	848	819	812	805	799	792	786	778	772	765	759
193	–	928	911	893	855	824	818	811	804	797	791	784	777	770	764
196	–	–	931	908	860	839	832	825	819	812	806	798	792	785	778
200	–	–	–	–	875	859	852	845	839	832	825	818	812	805	798

Рост, см	Мужчины (возраст в годах)													
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	41	43	45	47	49
152	551	545	538	531	524	518	511	504	497	484	470	457	443	430
153	556	550	543	536	529	523	516	509	502	489	475	462	448	435
154	561	555	548	541	534	528	521	514	507	494	480	467	453	440
155	566	560	553	546	539	533	526	519	512	499	485	472	458	445
156	571	565	558	551	544	538	531	524	517	504	490	477	463	450
157	577	570	563	556	550	543	536	529	523	509	495	482	468	455
158	582	575	568	561	555	548	541	534	528	514	500	487	473	460
159	587	580	573	566	560	553	546	539	533	519	505	492	478	465
160	591	585	578	571	564	558	551	544	537	524	510	497	483	470
161	597	590	583	576	570	563	556	549	543	529	515	502	488	475
162	602	595	588	581	575	568	561	554	548	534	520	507	493	480
163	607	600	593	586	580	573	566	559	553	539	525	512	498	485
164	611	605	598	591	584	578	571	564	557	544	530	517	503	490



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 734 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

165	617	610	603	596	590	583	576	569	563	549	535	522	508	495
166	622	615	608	601	595	588	581	574	568	554	540	527	513	500
167	627	620	613	606	600	593	586	579	573	559	545	532	518	505
168	631	625	618	611	604	598	591	584	577	564	550	537	523	510
169	637	630	623	616	610	603	596	589	583	569	555	542	528	515
170	642	635	628	621	615	608	601	594	588	574	560	547	533	520
171	647	640	633	626	620	613	606	599	593	579	565	552	538	525
172	651	645	638	631	624	618	611	604	597	584	570	557	543	530
173	657	650	643	636	630	623	616	609	603	589	575	562	548	535
174	662	655	648	641	635	628	621	614	608	594	580	567	553	540
175	667	660	653	646	640	633	626	619	613	599	585	572	558	545
176	671	665	658	651	644	638	631	624	617	604	590	577	563	550
177	677	670	663	656	650	643	636	629	623	609	595	582	568	555
178	682	675	668	661	655	648	641	634	628	614	600	587	573	560
179	687	680	673	666	660	653	646	639	633	619	605	592	578	565
180	691	685	678	671	664	658	651	644	637	624	610	597	583	570
181	697	690	683	676	670	663	656	649	643	629	615	602	588	575
182	702	695	688	681	675	668	661	654	648	634	620	607	593	580
183	707	700	693	686	680	673	666	659	653	639	625	612	598	585
184	711	705	698	691	684	678	671	664	657	644	630	617	603	590
185	717	710	703	696	690	683	676	669	663	649	635	622	608	595
186	722	715	708	701	695	688	681	674	668	654	640	627	613	600
187	727	720	713	706	700	693	686	679	673	659	645	632	618	605
188	731	725	718	711	704	698	691	684	677	664	650	637	623	610
189	737	730	723	717	710	703	696	690	683	669	655	642	628	615
190	742	735	728	722	715	708	701	695	688	674	660	647	633	620
191	747	740	733	727	720	713	706	700	693	679	665	652	638	625
192	751	745	738	732	724	718	711	705	697	684	670	657	643	630
193	758	750	743	737	730	723	716	710	703	689	675	662	648	635
196	771	765	758	751	744	738	731	724	717	704	690	677	663	650
200	791	785	778	771	764	758	751	744	737	729	710	697	683	670



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 735 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Б Гарриса–Бенедикта для расчета основного обмена женщин

Рост, см	Женщины (возраст в годах)													
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
144	176	171	167	162	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
147	188	183	178	174	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
149	196	191	186	182	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	200	194	190	185	182	179	174	170	165	160	155	151	146	142
151	203	197	193	188	185	181	177	172	167	162	157	153	148	144
152	206	201	197	192	187	183	179	174	169	164	159	155	150	146
153	209	205	200	195	190	184	180	175	170	166	161	156	152	147
154	213	209	203	198	193	186	182	177	172	168	163	158	154	149
155	217	212	207	202	196	188	184	179	174	170	165	160	156	151
156	221	215	210	206	199	190	186	181	176	172	167	162	158	153
157	224	219	213	209	202	193	188	183	178	174	169	165	160	155
158	227	223	216	213	205	195	190	185	180	176	171	166	161	157
159	231	226	220	216	208	196	191	187	182	177	172	167	163	158
160	235	229	224	220	210	198	193	188	184	179	174	170	165	160
161	239	234	228	224	212	200	195	191	186	181	176	171	167	162
162	243	238	232	228	215	201	197	193	188	183	178	173	169	164
163	247	241	236	231	218	203	199	195	190	185	180	175	171	166
164	250	243	239	234	220	205	200	196	192	186	181	177	173	168
165	254	246	242	237	222	207	202	199	194	189	183	180	175	170
166	257	249	245	240	225	209	204	201	196	190	185	182	177	171
167	260	252	247	243	228	211	206	202	197	192	187	183	178	173
168	263	255	250	246	230	213	208	203	199	194	189	184	179	175
169	267	258	253	249	232	215	210	206	201	196	191	186	181	177
170	270	261	256	252	235	216	212	208	203	197	192	188	183	179
171	273	264	260	255	238	218	214	210	204	199	194	190	185	181
172	276	267	263	258	240	220	215	211	206	201	196	192	187	183
173	280	270	266	261	242	222	217	213	208	203	198	194	189	185
174	283	273	269	264	245	223	219	215	210	205	200	196	191	187



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 736 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

175	286	276	271	267	248	225	221	217	212	207	202	197	192	188
176	289	279	274	270	250	227	222	218	214	209	204	199	195	190
177	293	282	277	273	252	229	224	221	216	211	206	201	197	192
178	296	285	280	276	255	231	226	222	217	212	208	202	198	193
179	299	288	284	279	258	233	228	223	218	214	210	204	200	195
180	302	291	287	282	260	235	230	225	220	216	212	207	202	197
181	306	294	290	285	262	237	232	227	222	218	213	208	203	199
182	309	297	292	288	265	239	234	229	224	220	215	210	205	201
183	312	300	295	291	268	240	236	231	226	222	217	212	207	203
184	315	303	298	294	270	242	238	233	228	223	219	214	209	204
185	318	306	301	296	272	244	240	235	230	226	221	216	211	207
186	321	309	304	298	275	246	241	236	232	228	223	218	213	208
187	324	311	307	301	278	248	243	238	233	229	225	219	214	210
188	326	313	309	304	280	250	245	240	235	231	227	221	216	212
189	–	316	311	307	282	252	247	242	237	233	229	223	218	214
190	–	318	314	310	285	253	248	243	239	235	231	225	220	216
191	–	320	316	312	288	255	250	245	240	236	232	227	222	218
192	–	322	318	314	290	257	252	248	242	238	235	229	224	220

Рост, см	Женщины (возраст в годах)													
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	41	43	45	47
144	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
147	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
149	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
150	137	132	126	123	118	113	109	104	100	95	85	76	67	57
151	139	134	128	125	120	115	111	106	101	97	87	78	69	59
152	141	136	130	127	122	117	113	108	103	99	89	80	71	61
153	142	138	132	129	124	119	115	110	105	100	91	82	73	63
154	144	140	135	130	126	121	117	112	107	102	93	84	75	65
155	146	142	137	132	128	123	119	114	109	104	95	86	77	67
156	148	144	139	134	130	125	121	116	111	106	97	87	78	69
157	150	146	141	136	132	128	123	118	113	108	99	89	80	71
158	152	147	143	138	133	129	124	119	114	109	101	91	82	73
159	153	149	145	140	135	130	126	121	116	111	103	93	84	75



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 737 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

160	155	151	147	142	137	132	127	123	117	114	104	95	86	76
161	157	152	148	144	139	134	129	125	119	115	106	97	88	78
162	159	154	150	146	141	135	131	127	121	117	108	99	90	80
163	161	156	152	147	142	137	133	128	123	119	110	101	92	82
164	163	158	154	149	144	140	135	130	125	121	112	102	93	84
165	165	160	156	151	146	141	137	132	127	123	114	104	95	86
166	167	162	157	152	148	143	139	134	129	124	116	106	97	88
167	169	164	159	155	150	145	141	136	131	126	118	108	99	90
168	171	166	161	156	152	147	142	138	133	128	119	110	100	91
169	172	167	163	159	154	149	144	140	135	130	121	112	102	93
170	174	169	165	160	155	150	146	141	137	132	123	114	104	95
171	176	171	167	162	157	152	148	143	139	134	125	116	106	97
172	178	173	169	164	159	154	150	145	141	136	126	117	108	98
173	180	176	171	166	161	156	152	147	143	138	128	119	110	100
174	182	177	172	167	163	158	154	149	144	139	130	121	112	102
175	184	179	174	169	165	160	155	151	146	141	132	122	113	104
176	186	181	176	171	166	162	157	153	148	143	134	124	115	106
177	187	182	178	173	168	164	159	155	150	145	136	126	117	108
178	188	184	180	175	170	165	160	156	152	146	138	128	119	110
179	190	186	181	177	172	167	162	158	154	148	140	130	121	112
180	192	188	183	179	174	169	164	160	156	151	141	132	123	113
181	194	190	185	181	176	171	166	162	157	152	143	134	125	115
182	196	191	186	182	178	172	168	163	159	154	145	136	127	117
183	198	193	188	184	180	174	170	165	161	156	147	138	129	119
184	200	195	190	186	181	176	172	167	163	158	149	139	130	121
185	202	197	192	188	183	178	174	169	165	160	151	141	132	123
186	204	199	194	190	185	180	175	171	166	161	153	143	134	125
187	206	201	196	192	187	182	177	173	168	163	155	145	136	126
188	207	203	198	193	189	184	179	175	170	165	156	147	137	128
189	209	205	200	196	191	186	181	177	172	167	158	149	139	130
190	211	206	202	197	193	188	183	178	174	169	160	151	141	132
191	213	208	203	199	195	190	185	180	176	171	162	153	143	134
192	215	210	205	201	196	191	187	182	178	173	163	154	145	135



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 738 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Состав пищевых веществ и их калорийность (в порции или в 100 г продукта)

Наименование пищевых продуктов	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Выход порции	Калорийность, ккал
Салат из помидоров и огурцов со сметаной	1,9	8,6	4,2	120/30	104
Салат из помидоров и огурцов с заправкой	1,0	6,1	4,9	120/30	90
Салат из редиса	1,0	4,7	8,9	95/5	84
Салат из белокочанной капусты	1,0	4,7	8,9	95/5	84
Перец, фаршированный овощами	1,7	6,6	11,3	100	122
Первые блюда					
Борщ из свежей капусты	3,8	12,4	24,2	500	230
Борщ из квашеной капусты	3,2	12,4	21,2	500	218
Щи из свежей капусты	3,6	12,4	21,9	500	182
Щи зеленые из щавеля	8,1	13,7	30,2	500	284
Рассольник домашний	3,8	12,3	32,2	500	262
Суп лапша домашняя	5,2	11,0	28,3	500	239
Суп лапша грибная	6,2	5,3	34,7	500	217
Суп гороховый с крупой	15,4	6,8	36,3	500	358
Суп молочный с лапшой	15,2	16,6	48,9	500	417
Суп молочный с рисом	13,7	16,6	45,9	500	399
Вторые блюда					
Бифштекс	22,6	17,5	–	75/100	255
Голубцы	28,1	28,2	25,2	205/100	483
Котлеты	5,0	7,1	1,4	40	92
Гуляш из говядины	21,5	30,0	6,8	75/100	393



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 739 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

Бефстроганов	18,6	17,3	8,5	100	263
Плов	20,8	14,2	38,6	100	405
Яичница натуральная	15,5	22,6	0,7	120	277
Яичница с колбасой	15,9	24,9	1,0	125	301
Пельмени отварные со сметаной	25,1	16,9	44,9	200/25	420
Оладьи со сметаной	11,8	19,1	62,6	150/20	482
Гарниры					
Гречневая каша	8,4	9,3	60,9	200/9	371
Рисовая каша	4,7	7,8	52,4	200/9	306
Вермишель (макароны)	6,3	7,6	47,5	200/9	291
Капуста тушеная свежая	4,0	8,5	21,4	200	183
Картофель отварной	2,9	7,1	39,2	200/9	239
Капуста квашеная	2,5	8,5	15,1	200	151
Напитки, соки					
Чай с сахаром	–	–	14,9	200	61
Кофе с молоком	2,5	2,6	28,0	200	150
Компот из свежих фруктов или ягод	0,4	–	36,4	200	150
Кефир или простокваша	6,72	6,66	8,42	200	120
Молоко коровье	6,52	7,04	8,82	200	128,4
Квас хлебный	0,4	–	10,0	200	50
Напиток газированный сладкий	–	–	15	200	62
Сок томатный	1,7	–	6,12	200	32
Сок апельсиновый	1,2	–	26,56	200	118
Сок виноградный	0,52	–	36,1	200	150,2
Сок яблочный	1,0	–	23,4	200	94
Сок черносмородиновый	0,86	–	19,0	200	81,4
Развесные продукты					
Хлеб ржаной	4,83	0,64	40,32	100	192,0
Хлеб пшеничный	6,89	0,65	47,71	100	229,9



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 740 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Батон	7,9	1,0	52,0	100	236
Булочка ванильная	7,1	8,2	59,1	100	376
Пирожок с повидлом	4,0	1,0	45,7	75	219
Пирожок с мясом	9,9	5,6	30,9	75	219
Печенье	9,94	9,95	68,4	100	411,7
Пирожное слоеное с кремом	5,4	38,6	46,4	100	544
Колбаса вареная	11,64	13,32	1,16	100	167,4
Колбаса полукопченая	16,5	34,4	–	100	376
Колбаса сырокопченая	24,0	43,4	–	100	487
Сардельки	14,25	9,17	1,37	100	149,4
Сосиски	11,78	17,46	0,39	100	212,3
Ветчина	16,15	31,5	–	100	395,2
Сало свиное	1,7	85,5	–	100	807,0
Печень говяжья	18,05	4,05	2,94	100	123,7
Мясо курицы	19,0	4,5	–	100	119,8
Яйца	12,0	11,4	0,49	100	157,2
Сливки	2,88	19,0	3,43	100	202,6
Молоко сгущенное с сахаром	7,13	8,55	54,88	100	333,8
Сметана 1-го сорта	2,88	28,5	2,45	100	286,9
Сыр 40 % жирности	22,56	19,95	3,43	100	292,1
Творог жирный	14,4	17,7	0,98	100	221,1
Творог обезжиренный	16,8	0,48	0,98	100	77,4
Творожные сырки сладкие	18,72	14,25	14,21	100	267,5
Масло сливочное	0,48	79,33	0,49	100	741,0
Мороженое сливочное	3,84	9,5	16,66	100	172,4
Мороженое «Эскимо»	3,2	20,4	19,7	100	284,0
Карп	15,2	3,24	–	100	92,5
Сельдь соленая	17,96	13,5	–	100	199,2
Килька пряного посола	15,1	8,9	–	100	141,0



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 741 из 744

Назад

На весь экран

Заккрыть

Шпроты (консервы)	17,4	32,4	–	100	364,0
Крабовые палочки	6,0	1,0	10,0	100	73,0
Икра красная	30,02	12,42	–	100	238,6
Сахар	–	–	98,9	100	405,5
Мед пчелиный	0,34	–	77,24	100	318,1
Халва	14,03	29,39	43,42	100	508,9
Шоколад	5,1	34,13	51,3	100	548,6
Конфеты шоколадные	4,76	29,76	65,81	100	529,9
Конфеты карамельные	–	–	89,97	100	360,7
Мармелад	–	–	73,25	100	300,3
Варенье клубничное	0,4	–	74,5	100	309,0
Варенье яблочное	0,34	–	65,93	100	217,7
Повидло яблочное	0,34	–	60,9	100	201,1
Помидоры	0,8	–	3,23	100	16,5
Огурцы свежие	0,8	–	2,04	100	11,6
Морковь	1,04	–	7,4	100	34,6
Арбузы	0,48	–	7,65	100	33,3
Дыни	0,56	–	9,61	100	41,7
Бананы	1,3	–	21,4	100	93,0
Орехи грецкие	15,2	55,4	8,3	100	612
Абрикосы	0,9	–	10,5	100	46,0
Апельсины	0,77	–	8,19	100	36,7
Мандарины	0,77	–	9,0	100	40,1
Персики	0,9	–	10,4	100	44,0
Виноград	0,6	–	14,58	100	62,2
Яблоки	0,43	–	10,08	100	43,1
Груши	0,34	–	11,16	100	47,2
Сливы	0,6	–	12,6	100	54,1
Вишни	0,85	–	12,87	100	56,3
Малина	0,85	–	9,18	100	41,1



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 742 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

ЛИТЕРАТУРА

1. Буреш, Я. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения / Я. Буреш, О. Бурешова, Дж. Хьюстон; под ред. ред. А.С. Батуева. – М. : Высш. шк., 2001. – 321 с.
2. Данилова, Н.Н. Физиология высшей нервной деятельности / Н.Н. Данилова, Л.Л. Крылова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1999. – 384 с.
3. Дедов, И.И. Эндокринология / И.И. Дедов, Г.А. Мельниченко, В.В. Фадеев. – М.: Медицина, 2000. – 413 с.
4. Држевецкая, И.А. Основы физиологии обмена веществ и эндокринной системы / И.А. Држевецкая. – М.: Высшая школа, 1994. – 272 с.
5. Косицкий, Г.И. Физиология человека : учебник для вузов / Г.И. Косицкий [и др.]. – М. : Альянс, 2015. – 544 с.
6. Мозг: теоретические и клинические аспекты (гл. редактор В.И. Покровский). – М.: Медицина, 2003. – 367 с.
7. Нормальная физиология человека / Под ред. акад. РАМН Б.И. Ткаченко. – М.: Медицина, 2005. – 465 с.
8. Общий курс физиологии человека и животных : в 2 т. : учебник для биол. и мед. специальностей вузов / А.Д. Ноздрачев [и др.] ; под ред. А.Д. Ноздрачева. – М. : Высшая школа, 1991. – 1040 с.
9. Практикум по психофизиологической диагностике : учеб. пособие / Э.М. Казин [и др.]. – М. : ВЛАДОС, 2000. – 128 с.
10. Практикум по физиологии человека и животных : учеб. пособие: в 2 ч. / сост.: В.Н. Калюнов, Т.А. Миклуш. – Минск : БГПУ, 2004. – 152 с.
11. Саваневский, Н.К. Физиология поведения : учеб. пособие / Н.К. Саваневский, Г.Е. Хомич. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2012. – 400 с.
12. Саваневский, Н.К. Практикум по физиологии поведения / Н.К. Саваневский, Г.Е. Хомич. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2012. – 160 с.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 743 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть

13. Саваневский, Н.К. Руководство к лабораторным занятиям по физиологии человека / Н.К. Саваневский, Е.Н. Саваневская, Г.Е. Хомич. – Брест : БрГУ, 2014. – 303 с.
14. Саваневский, Н.К. Физиология человека / Н.К. Саваневский, Г.Е. Хомич. – Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2015. – 686 с.
15. Саваневский, Н.К. Физиология человека (Общие вопросы физиологии человека, физиология нервной, эндокринной и сенсорных систем, высшей нервной деятельности). Тесты для контроля знаний : практикум / Н.К. Саваневский, Г.Е. Хомич, Е.Н. Саваневская. – Брест : БрГУ, 2015. – 278 с.
16. Саваневский, Н.К. Физиология человека (Физиология висцеральных систем, Обмен веществ и энергии, основы возрастной физиологии, закономерности адаптации организма). Тесты для контроля знаний : практикум / Н.К. Саваневский, Г.Е. Хомич, Е.Н. Саваневская. – Брест : БрГУ, 2016. – 234 с.
17. Смирнов, В.М. Физиология человека : учебник / В.М. Смирнов. – М. : Академия, 2001. – 321 с.
18. Смирнов, В.М. Физиология сенсорных систем и высшая нервная деятельность: учеб. пособие / В.М. Смирнов, С.М. Будылина. – М.: Академия, 2003. – 304 с.
19. Смирнов, В.М. Физиология центральной нервной системы: учеб. пособие / В.М. Смирнов, В.Н. Яковлев. – М.: Академия, 2002. – 352 с.
20. Стадниченко, Л.И. Практикум по психофизиологии профессиональной деятельности : учеб.-метод. пособие для вузов / Л.И. Стадниченко. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 2008. – 15 с.
21. Судаков, К.В. Нормальная физиология : учебник для студентов мед. вузов / К.В. Судаков. – М. : Мед. информ. агентство, 2006. – 920 с.
22. Физиология человека / под ред. В.М. Смирнова. – М. : Медицина, 2001. – 608 с.
23. Физиология человека : учебник / под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротко. – М. : Медицина, 2003. – 656 с.



*Кафедра
анатомии,
физиологии
и
безопасности
человека*

Начало

Содержание



Страница 744 из 744

Назад

На весь экран

Закрыть