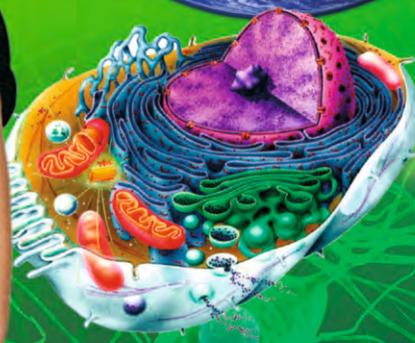


Наталія Мищук, Галина Жирская,
Ама Степанюк, Любов Барна

БИОЛОГИЯ



8
класс



Издательство



«Підручники
і посібники»

УДК 075.3
ББК 28я721
Б 63

Независимые эксперты:

Найденова Г. Г. — преподаватель кафедры биологии и методики ее преподавания естественно-географического факультета Кировоградского государственного педагогического университета имени В. Винниченко

Олійник В. Н. — методист Учебно-методического центра образования г. Львова, учитель-методист

Руда Е. С. — учитель биологии ООШ № 54 г. Львова, учитель-методист

Рекомендовано Министерством образования и науки Украины
(Приказ МОН Украины № 491 от 10.05.2016 г.)

Издано за государственный счет. Продажа запрещена

Мищук Н. И.

Б 63 Биология : учеб. для 8 кл. общеобразоват. учеб. завед. / Н. И. Мищук, Г. Я. Жирская, А. В. Степанюк, Л. С. Барна. — Тернополь : Підручники і посібники, 2016. — 280 с. : ил.

ISBN 978-966-07-3044-1

ББК 28я721

УДК 075.3

ISBN 978-966-07-3044-1

© Мищук Н., Жирская Г., Степанюк А., Барна Л., 2016
© Издательство «Підручники і посібники», оригинал-макет, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
§ 1. Организм человека как биологическая система. Значение знаний о человеке для сохранения его здоровья	6
§ 2. Разнообразие клеток организма человека. Ткани	9
§ 3. Органы и физиологические системы организма человека	15
§ 4. Регуляторные системы организма человека	18
Тема 1. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА	21
§ 5. Обмен веществ и преобразование энергии в организме человека — основное свойство живого. Питание и обмен веществ	21
§ 6. Пища и ее компоненты. Состав продуктов питания и их значение	23
§ 7. Пищевые и энергетические потребности человека	28
Тема 2. ПИЩЕВАРЕНИЕ	34
§ 8. Обзор строения пищеварительной системы	34
§ 9. Пищеварение в ротовой полости. Глотание	38
§ 10. Пищеварение в желудке	43
§ 11. Пищеварение в кишечнике. Всасывание	46
§ 12. Пищевые расстройства и их профилактика	49
Тема 3. ДЫХАНИЕ	53
§ 13. Значение дыхания. Система органов дыхания	53
§ 14. Газообмен в легких и тканях	58
§ 15. Дыхательные движения. Нейрогуморальная регуляция дыхательных движений	61
§ 16. Заболевания органов дыхания и их профилактика	64
Тема 4. ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ	68
§ 17. Внутренняя среда организма человека. Кровь, ее состав и функции	68
§ 18. Плазма крови. Тромбоциты и лейкоциты: строение и функции	71
§ 19. Строение и функции эритроцитов. Группы крови и переливание крови ..	75
§ 20. Кровообращение. Сердце: строение и функции. Работа сердца	80
§ 21. Строение и функции кровеносных и лимфатических сосудов. Лимфообращение	85
§ 22. Движение крови по сосудам. Пульс. Артериальное давление	89
§ 23. Кровотечения. Сердечно-сосудистые заболевания и их профилактика ...	93
Тема 5. ВЫДЕЛЕНИЕ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ	99
§ 24. Выделение — важный этап обмена веществ. Строение и функции мочевыделительной системы	99
§ 25. Роль почек в осуществлении водно-солевого обмена. Заболевания почек и их профилактика	101
§ 26. Значение и строение кожи. Заболевания кожи и их профилактика	105
§ 27. Терморегуляция	110
Тема 6. ОПОРА И ДВИЖЕНИЕ	114
§ 28. Значение опорно-двигательной системы. Кости, хрящи: их строение и функции	114
§ 29. Соединение костей. Обзор строения скелета человека	118
§ 30. Функции и строение скелетных мышц	122
§ 31. Основные группы скелетных мышц	125
§ 32. Работа мышц. Утомление мышц	127
§ 33. Развитие опорно-двигательной системы человека с возрастом	131

Тема 7. СВЯЗЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ. НЕРВНАЯ СИСТЕМА	137
§ 34. Значение и строение нервной системы. Нейрон. Рефлекс. Рефлекторная дуга	137
§ 35. Центральная и периферическая нервная система человека	140
§ 36. Спинной мозг	143
§ 37. Головной мозг. Строение и функции заднего и среднего мозга	147
§ 38. Головной мозг. Строение и функции переднего мозга	150
§ 39. Вегетативная нервная система	155
§ 40. Заболевания нервной системы и их профилактика	158
Тема 8. СВЯЗЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ. СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ	164
§ 41. Общая характеристика сенсорных систем. Строение анализаторов	164
§ 42. Зрительная сенсорная система. Глаз	167
§ 43. Восприятие зрительной сенсорной системой света, цвета, пространства	169
§ 44. Защита зрения	173
§ 45. Слуховая сенсорная система. Ухо. Защита слуха	175
§ 46. Сенсорные системы вкуса и обоняния	180
§ 47. Сенсорные системы равновесия, движения, осязания, температуры, боли	183
Тема 9. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	183
§ 48. Понятие о высшей нервной деятельности и ее основных типах	188
§ 49. Безусловные рефлексы. Инстинкты	193
§ 50. Условные рефлексы	196
§ 51. Особенности высшей нервной деятельности человека. Язык	199
§ 52. Обучение и память	202
§ 53. Мышление и сознание	207
§ 54. Биоритмы	212
§ 55. Сон	215
Тема 10. РЕГУЛЯЦИЯ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА	220
§ 56. Гомеостаз и регуляция функций организма. Нервная регуляция. Гуморальная регуляция	220
§ 57. Гормоны. Эндокринная система	223
§ 58. Железы внутренней секреции. Гипофиз. Щитовидная железа	226
§ 59. Железы внутренней секреции (продолжение)	230
§ 60. Эндокринная функция желез смешанной секреции	232
§ 61. Иммунная система. Неспецифический и специфический иммунитет. Иммунизация	235
§ 62. Нарушения работы иммунной системы: СПИД, аллергия	239
Тема 11. РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА	243
§ 63. Строение и функции репродуктивной системы. Половые клетки. Оплодотворение	243
§ 64. Менструальный цикл. Беременность	248
§ 65. Эмбриональный период развития человека. Плацента, ее функции	252
§ 66. Постэмбриональное развитие человека	255
§ 67. Репродуктивное здоровье. Заболевания, передающиеся половым путем	260
ОБОБЩЕНИЕ	265
§ 68. Целостность организма человека. Взаимодействие регуляторных систем организма	265
ПРИЛОЖЕНИЯ	270
КРАТКИЙ СЛОВАРЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ	273
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	277
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	279

Уважаемые восьмиклассники!

В этом году предметом изучения биологии является человек. Надеемся, что вам будет интересно углубить свои знания о строении организма человека как целостной биологической системы, функционирующей в условиях природной и социальной среды. Приобретенные вами знания будут нужны не только для того, чтобы стать образованными, но и для формирования сознательного отношения к своему организму. Вы узнаете, какие сложные процессы протекают в нем, как легко их нарушить, но трудно восстановить. Осознаете, что беречь здоровье, жить в гармонии с самим собой, другими людьми и природой — это жизненная необходимость для каждого из нас.

Изучение биологии станет более увлекательным благодаря выполнению лабораторных исследований, которые научат вас наблюдать, работать с микроскопом, лабораторным оборудованием. Настоящими экспериментаторами вы почувствуете себя, выполняя исследовательский практикум. Разработка и защита проектов позволит вам расширить свои знания об организме человека и его функционировании с помощью различных источников информации. Выполнение проектов не только способствует развитию творческих умений, научит представлять свои разработки и защищать их, но и будет иметь практическое значение для каждого из вас.

Структура учебника способствует организации самостоятельной познавательной деятельности. Так, вопросы в начале параграфа (напечатанные цветным шрифтом) помогут настроиться на усвоение нового материала. Слова или предложения, имеющие особое значение, выделены курсивом.

В конце каждого параграфа представлены рубрики с пиктограммами:



«**NB**» (от лат. *nota bene* [нота бене] — обрати внимание) — в рубрике перечислены основные понятия и термины, обязательные для усвоения.



«**Эрудит — ONLINE**» — материалы рубрики, направленные на расширение мировоззрения, знакомство с интересными фактами и т. п. Ваша способность к восприятию любой информации должна быть «включена» всегда, иными словами — должна работать «в режиме онлайн».



«**На острие науки**» — материалы рубрики содержат сведения о достижениях в области биологии и медицины. Эта информация будет побуждать вас давать оценку фактам, выражать отношение к проблеме.



«**Проверяем усвоение текста параграфа**» — задания, для успешного выполнения которых достаточно внимательно изучить пункт параграфа.



«**Развиваем творческие способности**» — задания, направленные на развитие умения сравнивать, анализировать, обсуждать, высказывать и обосновывать свои мысли, формулировать выводы.



«**Исследуем свой организм**» — задания, выполнение которых требует наблюдения, самонаблюдения, проведения опытов и т. п.



«**Работаем вместе**» — задания, предусматривающие работу в группах разного состава. Это научит вас толерантно общаться, находить общие решения, отвечать за результат работы команды и т. п.

В учебнике нет рекомендаций запретительного характера (не ешь, не кури, не ленись!). Ваш возраст уже позволяет делать самостоятельный выбор в различных жизненных ситуациях, а приобретенные знания помогут сделать правильный шаг. Удачи вам в обучении!

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

Изменение одной части организма или отдельной функции неизбежно влечет за собой изменение других частей и функций.

*Жорж Кювье, французский натуралист
к. XVIII — нач. XIX в.*

§ 1. Организм человека как биологическая система. Значение знаний о человеке для сохранения его здоровья

Обобщив изученное в предыдущих классах, выдвиньте предположение о том, какое значение имеют знания о человеке для сохранения его здоровья.

Понятие о биологических системах. Окружающий мир состоит из систем. Как вам уже известно, к системам неживой природы относятся Вселенная, Галактика, Солнечная система и т. п. К системам живой природы, или биологическим системам, относятся клетка, организм, популяция, экосистема, биосфера и т. п. (ил. 1). *Вспомните, из каких компонентов состоит каждая из этих систем. Какие взаимосвязи существуют между компонентами системы и как взаимодействуют между собой сами системы?*

БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (от греч. *bios* [биос] — жизнь, *systema* [система] — образование, соединение) — структурная и функциональная совокупность всех компонентов объектов живой природы, между которыми существуют взаимосвязи и взаимодействие.

Каждая из биологических систем состоит из определенных подсистем — элементарных частиц. Например, биосфера — из экосистем, вид — из популяций, организм — из органов, клетка — из органелл.

Человек — биологическая система, с которой связано существование социальных систем, в частности, общества, класса, социальной группы и т. п.

Все составляющие биологических систем взаимодействуют между собой структурно и функционально, образуя целостную систему. Биологические системы связаны с окружающей средой, что обуславливает необходимость систем приспосабливаться к различным внешним воздействиям.

Все биологические системы проходят определенные временные этапы: образование, развитие, стабилизацию, разрушение (старение) и прекращение существования или преобразование (ил. 2). Эти этапы отражают закономерности протекания количественных и качественных изменений всех компонентов системы в зависимости от факторов среды.

Организм человека как биологическая система. Организм человека является сложной биологической системой, в которой различают подсистемы различных уровней структурной организации: от атомов и молекул — до систем органов.



Биосфера



Экосистема



Популяция



Организм



Клетка

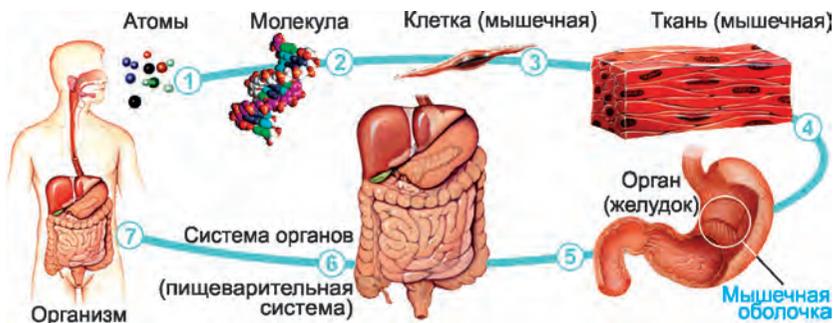
Ил 1. Биологические системы

Каждый уровень организации организма человека имеет свою структуру и выполняет определенную функцию. Все компоненты взаимосвязаны и взаимодействуют между собой, образуя структурно-функциональное единство — целостный организм (ил. 3).

Организм человека, как и любая биологическая система, является открытой системой, так как происходит его непрерывное взаимодействие с окружающей средой, при котором осуществляется обмен со средой веществом, энергией и информацией.

Человеку присущи общие свойства биологических систем:

- **самоорганизация** — внутренняя упорядоченность, которая проявляется через взаимодействие ее составляющих, обеспечивает целостность организма, придает ему качественно новые свойства;
- **обмен веществ и энергии**, проявляющийся в процессах питания, дыхания, выделения;
- **рост** (количественные изменения) и **развитие** (качественные преобразования) организма;
- **раздражительность** — ответ организма на воздействие внешней и изменения внутренней среды;



Ил. 3. Взаимосвязь систем разных уровней в организме человека

- **самовоспроизведение** — воспроизведение себе подобных в процессе размножения;
- **наследственность** (свойство организма передавать характерные для него особенности строения и развития потомству) и **изменчивость** (способность приобретать новые признаки);
- **саморегуляция** — способность организма поддерживать постоянство химического состава, физических свойств, протекания физиологических процессов;
- **адаптация** — способность организма приспосабливаться к изменениям окружающей среды.



Ил. 2. Этапы развития биологических систем (на примере человека)



В следующих параграфах вы подробно ознакомитесь с особенностями строения и функций организма человека, а также с общими свойствами биологических систем, начиная с клетки.

Значение знаний о человеке для сохранения его здоровья. Современный человек способен проникнуть в глубины микромира и макромира, выйти в открытый космос и побывать на Луне, исследовать процессы, происходящие во Вселенной. Однако сегодня, как и тысячи лет назад, его преследуют болезни. Очевидно, одной из причин является то, что мы часто забываем: человек является частью природы и должен все свои действия согласовывать с ее законами. Поэтому человечеству, исследуя окружающую среду, важно жить по законам природы, на основе научных знаний вырабатывать рекомендации по сохранению здоровья и соблюдать их.

В этом году вы впервые начнете систематически изучать человеческий организм. И будете делать это в первую очередь для того, чтобы суметь решить дилемму, рано или поздно встающую перед каждым, — быть здоровым или болеть. Известно, что здоровье на 50 % зависит от образа жизни, на 20 % — от окружающей среды, еще на 20 % — от наследственности и только на 10 % — от уровня развития медицины. Примечательно, что около 75 % заболеваний взрослых «заработаны» в детстве и подростковом возрасте.

Зная особенности строения и функционирования организма человека, мы можем замечать отклонения в его жизнедеятельности и организовывать свою жизнь (питание, двигательную активность, отношения между полами и т. п.) здоровым, продуктивным образом. Так можно предотвратить возникновение различных заболеваний.

Нормальное состояние здоровья — это не только его состояние сегодня, но и те скрытые резервы, которые могут пригодиться завтра. Где же взять эти резервы? Они заложены в организме человека природой, но требуют постоянного совершенствования. Как полнее использовать тот запас сил, который подарила нам природа? Ответ прост: нужно вести здоровый образ жизни.



**Организм человека как биологическая система.
Свойства организма как биологической системы.
Значение знаний о человеке для его здоровья**



1. Что такое биологическая система? Приведите примеры. **2.** Назовите этапы развития биологических систем. **3.** Какие свойства присущи человеку как биологической системе? **4.** Какая из систем структурной организации организма человека, изображенных на ил. 3, является самой сложной? Почему?



5. Может ли организм человека существовать изолированно от других биосистем? Почему? **6.** Слепцы исследовали слона. Первый, ухватившись за хвост, сказал, что слон похож на веревку, другой, ошупав слоновью ногу, — что на столб, третий, измеряя туловище, констатировал: «Ему нет конца». Почему у слепцов сложилось ложное представление о слоне как целостной системе? **7.** Докажите, что организм человека является биологической системой.



8. Французский ученый Блез Паскаль писал: «Человек — это совокупность органов, а будет ли человеком каждый орган в отдельности, если его расчленишь?» Как соотносится это выражение с содержанием параграфа? **9.** Прокомментируйте эпиграф к теме «Введение».

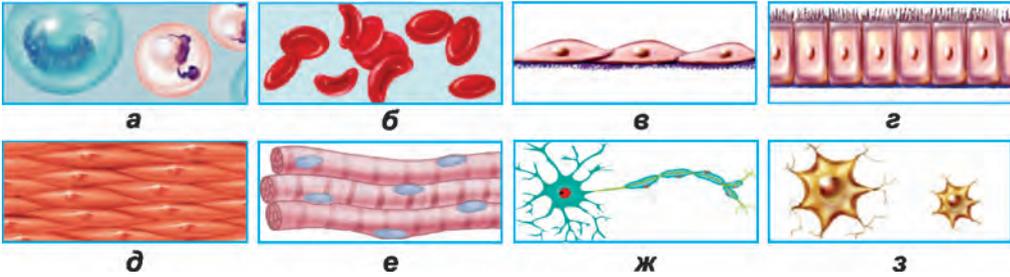
§ 2. Разнообразие клеток организма человека. Ткани

Вспомните, что такое клетка, ткань. Из каких основных компонентов состоит животная клетка и какие функции она выполняет? Какие разновидности тканей характерны для животного организма? Каковы их функции?

Разнообразие клеток организма человека. Известно, что человек — многоклеточный организм. Основной единицей его строения и функционирования является клетка — наименьшая биологическая система, способная к самовоспроизведению и развитию. Она состоит из многих взаимосвязанных элементов, функционирование которых не только определяет жизнедеятельность клетки, но и имеет значение для организма как целого.

Тело взрослого человека состоит из около 10^{14} клеток. Все они обеспечивают собственное функционирование (синтезируют органические вещества, расходуют энергию, взаимодействуют с другими клетками и т. д.). Кроме того, клетки «работают» на обеспечение функционирования целостного организма (например, клетки крови транспортируют кислород и углекислый газ). Ученые объединили их в около 200 типов. Каждому из этих типов клеток свойственно выполнение определенной специфической функции.

Форма и размеры клетки (ил. 4, 5) зависят от ее функций. Так, мышечные клетки — веретенообразные либо удлинённые, что обеспечивает сократительную функцию, а нервные имеют отростки для проведения нервных импульсов.

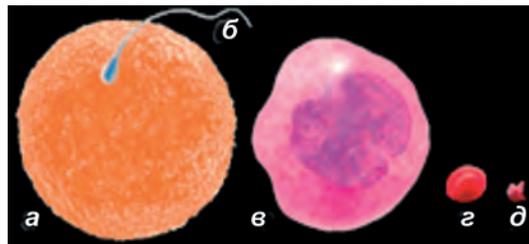


Ил. 4. Геометрические формы клеток:

а — шаровидные (яйцеклетка, большинство клеток крови) б — дисковидные (красные кровяные клетки), в — плоские (эпидермис), г — цилиндрические (слизистые оболочки желудка, трахеи, бронхов), д — веретенообразные (мышечные клетки), е — удлинённые (мышечные клетки), ж — с отростками (нервная клетка), з — звездчатые (клетки кости)

Ил. 5. Клетки разных размеров:

а — яйцеклетка ($\text{Ø}120\text{-}150$ мкм);
б — сперматозоид (длиной до 70 мкм);
в — клетка костного мозга ($\text{Ø}100$ мкм);
г — красные кровяные клетки ($\text{Ø}7,5$ мкм);
д — кровяные пластинки (≈ 3 мкм)



Размер большинства клеток колеблется в пределах 3-10 мкм. Но существуют и довольно крупные клетки (яйцеклетка, жировые клетки и т. д.). Длина некоторых клеток, например, мышечной, достигает 30 см, а нервной — 1 м (ил. 5).



Основными компонентами клетки человека, как и животного, являются: клеточная оболочка, цитоплазма и ядро (ил. 6). *Вспомните особенности строения и функции этих компонентов.*

Ткани. В организме человека, как и у животных, различают четыре основных типа тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную. Клетки, входящие в состав каждого из типов тканей, специализируются на выполнении определенных функций.

ТКАНЬ — совокупность клеток и межклеточного вещества, подобных по строению, функциям и имеющих общее происхождение.

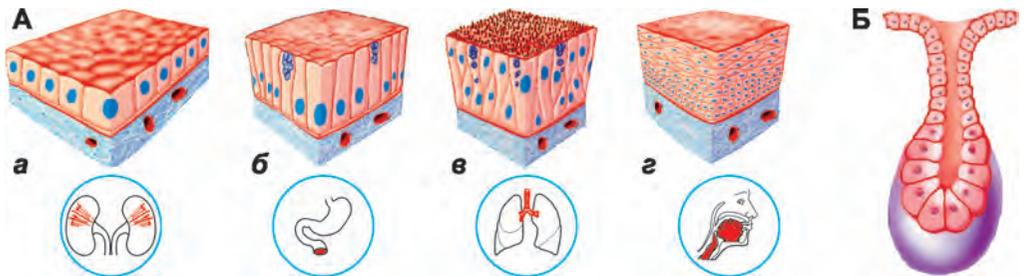


Ил. 6. Строение клетки организма человека

Эпителиальная ткань покрывает тело снаружи, выстилает слизистые оболочки полых органов пищеварительной системы, дыхания, выделения (ил. 7 А), а также образует железы — сальные, потовые, слюнные и т. д. (ил. 7 Б).

Находясь на поверхности тела и органов, эпителий выполняет *защитную функцию*, а также обеспечивает обмен веществ между организмом и окружающей средой (*трофическая функция*). Например, эпителий кишечника участвует во всасывании питательных веществ, эпителий органов — в выведении из организма продуктов жизнедеятельности, эпителий легких — в газообмене. Для клеток железистого эпителия (ил. 7 Б) характерна *секреторная функция* — в них образуются нужные организму вещества — *секреты* (слизь, ферменты, гормоны).

Особенностью строения эпителиальной ткани является то, что она состоит из клеток, плотно прилегающих друг к другу; межклеточного вещества в ней мало. Эпителий не содержит кровеносных сосудов. Покровный эпителий бывает *однослойным* (ил. 7 А — а, б, в) и *многослойным* (ил. 7 А — г). Многослойный эпителий бывает *ороговелый* (кожа) и *неороговелый* (полость рта, плотки, пищевод и т. д.).



Ил. 7. Микроскопическое строение эпителия: А — покровный: а — однослойный кубический; б — однослойный призматический; в — однослойный мерцательный; г — многослойный неороговелый; Б — железистый



Соединительная ткань. Название этой ткани связано с характерным расположением среди других тканей и способностью «связывать», или «соединять», их элементы в целостные структуры. В организме человека эти ткани, кроме соединительной, выполняют и другие функции: *опорную* (образуют скелет человека); *пластическую* — составляют основу структуры различных органов, обеспечивают регенерацию тканей, заживление ран; *трофическую* — участвуют в обмене веществ, обеспечивают питание других тканей; *защитную* — защищают органы и организм от воздействий окружающей среды.

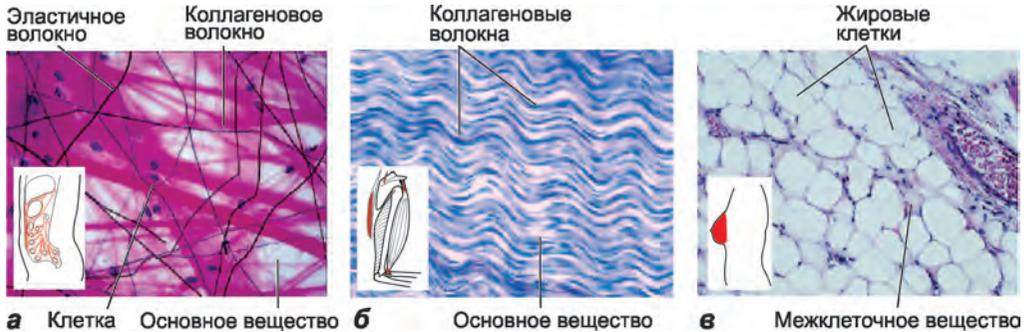
Соединительная ткань образуется большим количеством клеток и хорошо развитым межклеточным веществом, состоящим из основного вещества и волокон (эластических, коллагеновых). В зависимости от функций и особенностей строения выделяют различные виды соединительной ткани (ил. 8).

Рыхлая соединительная ткань (ил. 9 а) заполняет промежутки между органами, формирует основу органов, обеспечивает их питание.



Ил. 8. Различные виды соединительной ткани

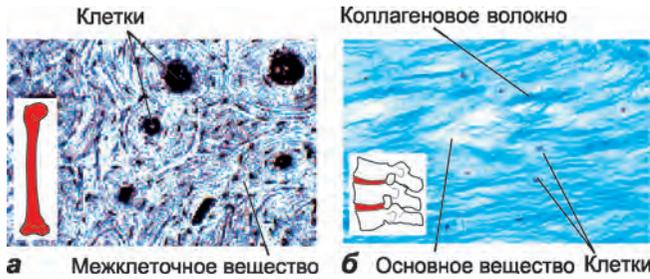
Плотная соединительная ткань (ил. 9 б) образует сухожилия и связки. Жировая соединительная ткань (ил. 9 в), расположенная в подкожной клетчатке, вокруг некоторых органов, защищает их от повреждений, выполняет терморегуляторную, запасательную функции.



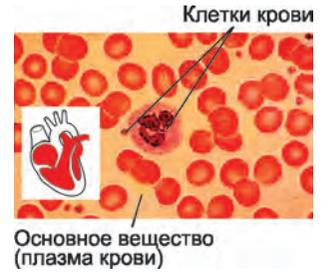
Ил. 9. Микроскопическое строение соединительных тканей: а — рыхлой; б — плотной; в — жировой

Костная ткань (ил. 10 а) образует кости скелета и отличается высокими механическими свойствами. **Хрящевая ткань** (ил. 10 б) образует суставные поверхности костей, содержится в межпозвоночных дисках, из нее строится ушная раковина.

Кровь и лимфа занимают в организме человека особое место, выполняя трофическую и защитную функции. Они состоят из жидкого основного вещества (плазмы) и определенных клеток (ил. 11).



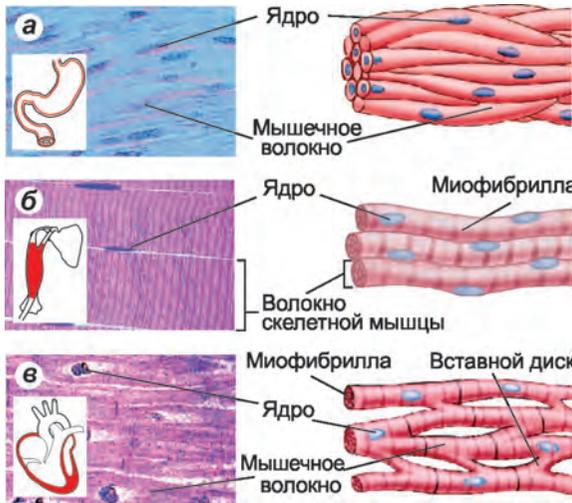
Ил. 10. Микроскопическое строение соединительных скелетных тканей: а — костной; б — хрящевой



Ил. 11. Микроскопическое строение жидкой соединительной ткани (крови)

Большой вклад в исследование соединительной ткани внес выдающийся украинский физиолог Александр Богомолец, считавший, что продолжительность жизни человека зависит от состояния именно этой ткани.

Мышечная ткань. Основными свойствами этой ткани являются *возбудимость* и *сократимость*. Возбудимость — это способность клеток возбуждаться вследствие действия раздражителя (электрического, химического, механического и т. п.). Благодаря сократимости — способности сокращаться — она обеспечивает движение крови по сосудам, прохождение пищи в пищеварительном тракте, работу сердца, перемещение организма в пространстве.



Ил. 12. Микроскопическое строение мышечной ткани: а — гладкой; б — поперечнополосатой скелетной; в — поперечнополосатой сердечной

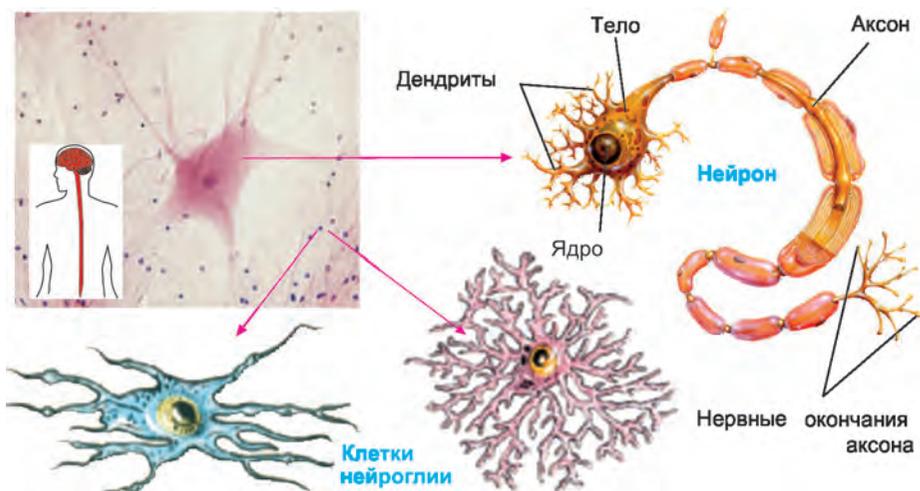
Мышечная ткань бывает *гладкая* (неисчерченная) и *поперечнополосатая* (исчерченная). Клетки гладкой мышечной ткани (ил. 12 а) веретенообразные, одноядерные. Их миофибриллы не обладают поперечной исчерченностью. Из

гладкой мышечной ткани состоят стенки внутренних органов (желудка, кишечника, мочевого пузыря, кровеносных сосудов).

Поперечнополосатая мышечная ткань делится на *скелетную* и *сердечную*. *Скелетная мышечная ткань* (ил. 12 б) состоит из многоядерных волокон удлиненной формы, снаружи покрытых оболочкой. Миофибриллы этих волокон имеют чередующиеся светлые и темные поперечные полосы. Из поперечнополосатой ткани строятся скелетные и мимические мышцы, мышцы языка, гортани, верхней части пищевода, диафрагмы.

Сердечная мышечная ткань, как и скелетная, обладает поперечной исчерченностью, но, в отличие от скелетной, между ее мышечными волокнами существуют клеточные контакты (ил. 12 в). Благодаря такому строению сокращение одного волокна быстро передается соседним, что обеспечивает одновременность сокращения больших участков мышцы.

Нервная ткань. (ил. 13) Основными свойствами этой ткани являются *возбудимость* и *проводимость* (способность клеток проводить возбуждение). Нервная ткань состоит из нервных клеток — *нейронов* и *нейроглии*, обеспечивающей специфическое микроокружение для нейронов.



Ил. 13. Нервная ткань

Нейрон состоит из тела и отростков. Длинный отросток — один, его называют аксоном, а коротких отростков — дендритов — много. В нейронах под воздействием какого-либо фактора внешней или внутренней среды возникает возбуждение (нервный импульс). Через отростки оно передается в нервные центры спинного и головного мозга, а от них — к органам. Нейроглия заполняет промежутки между нервными клетками, через нее к нейронам поступают питательные вещества и кислород.



Тема. Ознакомление с препаратами тканей человека.

Цель: исследовать различные типы тканей; выявить особенности, по которым можно распознать различные типы тканей; соблюдать правила работы с микроскопом и микропрепаратами.

Оборудование: микроскопы, микропрепараты эпителиальной, соединительной, мышечной и нервной тканей.

Ход исследования

1. Подготовьте микроскоп к работе. Микропрепараты следует рассматривать поочередно при малом, а затем при большом увеличении микроскопа.

2. Рассмотрите микропрепарат эпителиальной ткани. Обратите внимание на форму клеток, их расположение в ткани, количество слоев клеток. Есть ли в составе ткани межклеточное вещество, каково его количество? Сопоставьте увиденное под микроскопом с ил. 7. Определите разновидность эпителиальной ткани.

3. Рассмотрите микропрепарат соединительной ткани. Обратите внимание на форму клеток, их расположение в ткани, наличие межклеточного вещества. Что преобладает в составе ткани: клетки или межклеточное вещество? Сопоставьте увиденное под микроскопом с ил. 8, 9, 10, 11. Определите вид соединительной ткани.

4. Рассмотрите микропрепарат мышечной ткани. Обратите внимание на форму клеток — волокон, количество ядер в них, наличие исчерченности мышечного волокна. Сопоставьте увиденное под микроскопом с ил. 12. Определите вид мышечной ткани.

5. Рассмотрите микропрепарат нервной ткани. Обратите внимание на форму клеток, их расположение в ткани, наличие отростков — коротких и одного длинного и нейроглии. Сопоставьте увиденное под микроскопом с ил. 13.

6. Сделайте вывод об особенностях строения тканей, по которым можно распознать различные их типы (эпителиальную, соединительную, мышечную, нервную).



Типы клеток. Ткань. Типы тканей: эпителиальная, соединительная, мышечная, нервная. Микроскопическое строение тканей



В тканях, способных к регенерации (красный костный мозг, эпителий и т. п.), существуют клетки, сохраняющие способность к делению на протяжении всей жизни организма и замещающие погибшие клетки. Такие клетки называются стволовыми.

Из стволовых клеток костного мозга развиваются все типы клеток крови, а из стволовых клеток эпителия кишечника — только клетки эпителия кишечника.

Эти клетки способны восстанавливаться неоднократно. После их деления одна клетка остается стволовой, а из другой образуется специализированная клетка.

Различается два типа стволовых клеток — эмбриональные, из которых развиваются все ткани плода, и стволовые клетки тканей взрослого организма, их количество в тканях с возрастом уменьшается.

У новорожденных одна стволовая клетка приходится на 10 тыс. клеток костного мозга, у подростков — одна на 100 тыс., у 50-летнего человека — одна на 500 тыс., у 70-летнего — одна на миллион. Сегодня проблемы лечения тяжелых заболеваний, продления жизни, сохранения молодости ученые пытаются решить именно с помощью стволовых клеток. Над этим работают многочисленные научные лаборатории во всем мире.



1. Почему клетки организма человека различаются по форме и размерам?
2. Какие клетки в организме человека наибольшие, а какие — наименьшие?
3. Охарактеризуйте клеточное строение организма человека.
4. Что такое ткань? Охарактеризуйте все типы тканей человеческого организма.
5. Каковы особенности микроскопического строения различных типов тканей: а) эпителиальной (ил. 7); б) соединительной (ил. 9-11); в) мышечной (ил. 12); г) нервной (ил. 13)?



6. Слизистая ротовой полости выстлана многослойным эпителием, а кишечника — однослойным. Какое значение это имеет для осуществления функций указанных органов? 7. Докажите, что строение нервной и мышечной тканей соответствует выполняемым ими функциям. 8. Сегодня проблема выращивания и пересадки стволовых клеток является актуальной. Объясните почему.

§ 3. Органы и физиологические системы организма человека

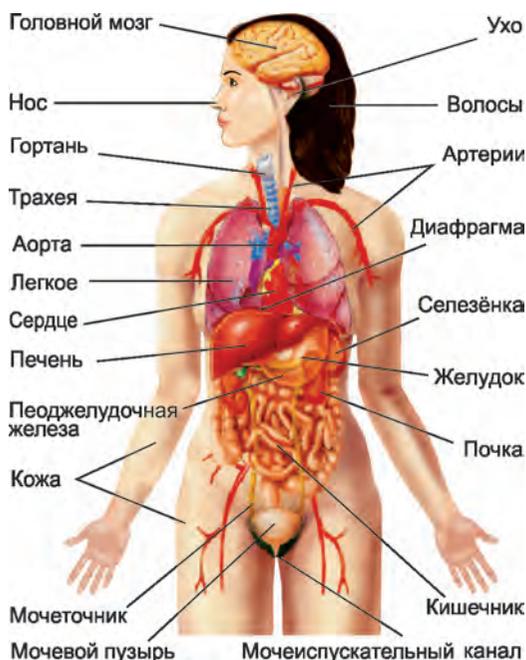
Какие системы органов характерны для животных? Какие функции они выполняют?

Органы человека. Организм человека состоит из органов, среди которых выделяются *внешние* и *внутренние* (ил. 14).

К внешним органам относятся кожа, ушные раковины, глаза, нос и т. д., а к внутренним — мозг, сердце, легкие, печень, сосуды и т. д. Большинство внутренних органов находится в полостях тела: грудной (сердце, легкие и т. д.), брюшной (печень, желудок, почки и т. д.). Грудная и брюшная полости разделены диафрагмой. *Вспомните, какую функцию диафрагма выполняет у животных.*

Каждый орган состоит из определенных тканей, одна из которых выполняет основную функцию. Так, сердце состоит из поперечнополосатой мышечной, соединительной и эпителиальной тканей. Однако основной из них является поперечнополосатая мышечная ткань, благодаря которой обеспечивается главное свойство сердца — сокращение. Каждый орган пронизывают кровеносные сосуды и нервы. Орган — это лишь часть организма, и поэтому вне его он функционировать не может, тогда как организм может обходиться без некоторых органов (так, организм может функционировать, например, с одной почкой).

Физиологические системы. Для выполнения определенных функций органы объединяются в системы органов: *пищеварительную, дыхательную, сердечно-сосудистую, выделительную, опорно-двигательную, нервную, сенсорные системы, эндокринную, иммунную, репродуктивную*. Их еще называют **физиологическими системами**.



Ил. 14. Органы человека

ОРГАН (от греч. organon [органон] — орудие, инструмент) — часть организма, имеющая присущие только ей строение, форму, местоположение и выполняющая одну или несколько функций.

СИСТЕМА ОРГАНОВ — совокупность органов человека, связанных анатомически, функционально и топографически и составляющих единую согласованно работающую структуру.





Ил. 15. Структурная схема сердечно-сосудистой системы

Пищеварительная система обеспечивает пищеварение — физиологический процесс механической, химической и биологической обработки пищи. Благодаря ему осуществляется преобразование сложных питательных веществ в более простые и всасывание их в кровь и лимфу, а также выведение из организма непереваренных остатков пищи. К этой системе относятся органы *пищеварительного тракта* (ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, кишечник) и *пищеварительные железы* (печень, поджелудочная железа, слюнные железы, железы желудка и кишечника), открывающиеся в него протоками.

Система органов дыхания обеспечивает поступление из атмосферного воздуха в организм кислорода, необходимого для процессов жизнедеятельности, и выведение из организма газообразных конечных продуктов обмена, главным образом углекислого газа и воды. Эта система образуется органами *дыхательных путей* (носовая полость, глотка, гортань, трахея и бронхи) и *легкими*.

нового воздуха в организм кислорода, необходимого для процессов жизнедеятельности, и выведение из организма газообразных конечных продуктов обмена, главным образом углекислого газа и воды. Эта система образуется органами *дыхательных путей* (носовая полость, глотка, гортань, трахея и бронхи) и *легкими*.

Сердечно-сосудистая система объединяет две системы — *кровеносную* и *лимфатическую*, каждая из которых образована соответствующими органами (ил. 15). Благодаря сокращениям сердца кровь непрерывно движется по *кровеносным сосудам* ко всем органам и тканям. Она обеспечивает их кислородом и другими необходимыми для жизнедеятельности веществами.

По *лимфатическим сосудам* также транспортируются питательные вещества и конечные продукты жизнедеятельности. Эту функцию осуществляет лимфа. Кроме того, лимфатическая система выполняет защитную и кроветворную функции.

Выделительная система выполняет функцию выведения из организма конечных продуктов жизнедеятельности (мочевины, аммиака и т. п.) с мочой. К этой системе относятся *почки, мочеточники, мочевого пузыря* и *мочеиспускательный канал*.

Опорно-двигательная система образуется *костями, их соединениями и мышцами*. Все кости, соединенные между собой при помощи различных видов соединительной ткани, образуют *скелет* — пассивную часть этой системы органов. Ее активную часть образуют прикрепленные к костям *мышцы*. Скелет является опорой для всех органов и выполняет защитную функцию, ограничивая вместе с мышцами полости, в которых содержатся внутренние органы. Скелет и мышцы обеспечивают разнообразные движения тела.



Нервная система объединяет и связывает все клетки и органы в единое целое, изменяет и регулирует их деятельность, осуществляет связь организма с окружающей средой. Она определяет сложное поведение и психическую деятельность человека и обеспечивает его существование как социального существа. По строению нервная система условно делится на *центральную* (головной и спинной мозг) и *периферическую* (нервы, нервные узлы и сплетения).

Сенсорные системы — особые физиологические структуры, воспринимающие, анализирующие и перерабатывающие информацию об изменениях окружающей среды и внутреннем состоянии организма. Они обеспечивают связь организма с окружающей средой. Различаются *зрительная, слуховая, вкусовая, осязательная и обонятельная* сенсорные системы.

К **эндокринной системе** относятся железы внутренней секреции (гипофиз, вилочковая железа, щитовидная железа и т. д.). Каждая из них вырабатывает и выделяет в кровь особые химические вещества, участвующие в регуляции функций всех клеток и тканей организма.

Иммунная система обеспечивает защиту от генетически чужеродных организмов (бактерий, вирусов, грибов и т. д.), продуктов их жизнедеятельности, различных белков, клеток, в том числе и измененных собственных. Она представлена центральными и периферическими органами (ил. 16).



Ил. 16. Структура иммунной системы

Вы, наверное, заметили, что лимфатические узлы и лимфоидные органы одновременно относятся к двум системам органов — лимфатической и иммунной. Почему эти системы организованы именно так, узнаем, изучая темы «Транспорт веществ» и «Регуляция функций организма».

Репродуктивная, или половая, система выполняет функцию размножения. Различают женскую и мужскую репродуктивные системы. Они образованы половыми органами, к которым относятся *половые железы*, где формируются половые клетки; *половые пути*, по которым движутся эти клетки; *наружные половые органы*, обеспечивающие половой акт.

Все физиологические системы организма человека, взаимодействуя, образуют целостную биологическую систему — организм.



Органы человека. Физиологические системы организма человека



Рентгенография, ультразвуковое исследование (УЗИ), компьютерная томография создают трехмерные изображения органов. Применение этих современных методов исследования позволяет оценивать состояние органов и организма в целом. Так, трехмерное (3D) УЗИ дает объемное изображение плода человека. Это повышает качество диагностики, а родители могут увидеть будущего ребенка, определить его пол. *Что вам известно о современных методах диагностики организма человека?*



1. Что такое орган? Какие органы человека принадлежат к внешним, а какие — к внутренним? **2.** По ил. 14 назовите органы, содержащиеся: а) в грудной полости; б) в брюшной полости. **3.** Что такое система органов? Назовите физиологические системы организма человека.



4. Определите физиологические системы организма человека, все органы которых указаны на ил. 14. Назовите органы, входящие в состав этих систем. **5.** Сравните: а) кровеносные и лимфатические сосуды; б) лимфатическую и иммунную системы организма человека; в) нервную и эндокринную системы человека и млекопитающих. **6.** Каким примером можно доказать, что организм человека — не просто совокупность органов, а целостная система?

§ 4. Регуляторные системы организма человека

Вспомните, какие системы организма животных относятся к регуляторным. Каковы особенности гуморальной регуляции у беспозвоночных животных? Приведите примеры взаимосвязи нервной и гуморальной регуляций у позвоночных животных.

Организм человека как биологическая система существует благодаря функциональному единству всех органов. Регуляция физиологических функций организма человека, как и животного, осуществляется через *нервную и эндокринную* системы органов.

Нервная регуляция физиологических функций организма осуществляется нервной системой, обеспечивающей взаимосвязь органов и связь организма с окружающей средой. Основой нервной регуляции функций является *рефлекс* — реакция организма на определенное воздействие (раздражение) внешней среды или внутреннее состояние организма, осуществляющаяся при участии нервной системы. Взаимодействие организма с окружающей средой и между отдельными его частями происходит при помощи *нервных импульсов*, распространяющихся по нервным структурам. В некоторых отделах центральной нервной системы находятся центры, регулирующие деятельность отдельных органов и систем. Например, центры дыхания, жевания, глотания, сердечной деятельности находятся в продолговатом мозге. За координацию движений и равновесие тела отвечает мозжечок. От нервных центров нервы отходят ко всем органам организма.

Особенностями нервной регуляции являются: ответ органа тотчас после раздражения; высокая скорость передачи информации (около 120 м/с); четкое место воздействия (например, влияние только на определенный орган).



Гуморальная регуляция физиологических функций организма. Гуморальная (жидкостная) регуляция осуществляется веществами, поступающими в кровь и влияющими через нее на функционирование органов всего организма. Некоторые из этих веществ образуются в клетках в процессе обмена (например, углекислый газ), другие — *гормоны* — производятся *железами внутренней секреции* (**эндокринная система**). Для них характерна высокая биологическая активность. Они могут одновременно воздействовать на различные органы и системы органов. Например, гормон надпочечников адреналин повышает частоту и силу сердечных сокращений, сужает капилляры, повышает уровень глюкозы в крови, замедляет сокращения мышечных стенок кишечника и т. д.

Гуморальная регуляция ограничивается скоростью движения крови по сосудам (0,005-0,5 м / с), поэтому вещества переносятся ко всем органам, тканям и системам медленно. При переносе они могут разрушаться и выводиться из организма. Гуморальная регуляция руководит процессами, протекающими в организме в течение длительного времени (развитие половых желез, рост тела) и не требующими немедленной реакции.

Связь нервной и гуморальной регулий. Нервная и гуморальная регуляции тесно связаны между собой. На функционирование нервной системы влияют продукты обмена веществ и вещества, которые приносятся с кровью. С другой стороны, образование большинства веществ и выделение их в кровь постоянно контролируется нервной системой. Отсюда следует, что регуляция физиологических функций в организме не может осуществляться только одной из систем — нервной или гуморальной. Эти системы образуют единую *нейрогуморальную регуляцию* (ил. 17).



Ил. 17. Связь нервной и гуморальной регулий

Нейрогуморальную регуляцию можно рассмотреть на примере дыхания. Так, первый вдох новорожденного ребенка вызывается скоплением углекислого газа в крови. Он является гуморальным фактором, который действует на центр дыхания в продолговатом мозге. При помощи нервных импульсов, поступающих из дыхательного центра к соответствующим мышцам, происходит вдох.

Наличие нервных и гуморальных взаимодействий между клетками, органами и их системами обеспечивает важное свойство организма — *саморегу-*

ляцию. Саморегуляция физиологических функций — один из механизмов поддержания жизнедеятельности организма на относительно постоянном уровне. Нервные и химические воздействия создают надежную связь между всеми физиологическими процессами.



Регуляторные системы организма: нервная система, эндокринная система. Нервная регуляция. Рефлекс. Гуморальная регуляция. Гормоны. Нейрогуморальная регуляция. Саморегуляция



1. Какие системы организма человека относятся к регуляторным? **2.** Что такое нервная регуляция физиологических функций организма? **3.** Назовите основной механизм нервной регуляции. **4.** Что такое гуморальная регуляция физиологических функций организма? **5.** Назовите основные механизмы гуморальной регуляции. **6.** Что такое нейрогуморальная регуляция? **7.** В чем заключается саморегуляция физиологических функций организма человека?



8. Сравните нервную и гуморальную регуляции функций организма. **9.** В чем проявляется взаимосвязь между регуляторными системами организма? **10.** Какая регуляция возникла эволюционно раньше — гуморальная или нервная? Почему? Приведите примеры.

Обобщение

Организм человека является сложной интегрированной открытой биологической системой, в которой функциональное единство клеток, тканей, органов и физиологических систем образует целостность. Функционирование каждого из уровней структурной организации и организма человека в целом регулируется нервными и гуморальными механизмами. Знания о человеке необходимы для сохранения собственного здоровья и здоровья окружающих.

Тема 1. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Рост, размножение, подвижность, возбудимость, способность реагировать на изменения окружающей среды — все эти свойства живого неразрывно связаны с определенными химическими преобразованиями, без которых ни одно из этих проявлений жизнедеятельности не смогло бы осуществиться.

В. Энгельгардт, выдающийся биохимик XX в.



§ 5. Обмен веществ и преобразование энергии в организме человека — основное свойство живого. Питание и обмен веществ

Вспомните из курса физики, что такое энергия.

Известно, что существование любого организма, в том числе и человека, невозможно без обмена веществами и энергией с окружающей средой. Организмы получают из него органические и неорганические соединения, используют их для функционирования и выделяют в окружающую среду продукты жизнедеятельности.

Обмен веществ и преобразование энергии в организме человека.

Свойственные всем живым организмам потоки веществ и энергии связаны в первую очередь с **обменом веществ**.

Условием начала обмена веществ является поступление в организм пищи, воды и кислорода. В пищеварительном тракте такие сложные органические компоненты пищи, как белки, жиры, углеводы, расщепляются на более простые и переходят в кровь и лимфу, а затем с кровью попадают в клетки.

В клетках происходит окончательное расщепление, окисление органических соединений до конечных продуктов и образование собственных веществ. Реакции синтеза (образования) веществ происходят с затратами энергии. Откуда же берется эта энергия? Она высвобождается в результате расщепления веществ, поступающих в клетку, и, кроме синтеза веществ, затрачивается на выполнение различных функций организма.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ — совокупность процессов химического преобразования веществ в организме: от поступления их из окружающей среды до выведения конечных продуктов распада наружу.

ПЛАСТИЧЕСКИЙ ОБМЕН — совокупность реакций синтеза собственных организму человека органических веществ, которые сопровождаются поглощением энергии.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН — совокупность реакций расщепления органических веществ, при которых высвобождается энергия.

Единственным источником энергии для организма человека является окисление органических веществ, поступающих с пищей. При расщеплении продуктов питания до углекислого газа и воды высвобождается энергия. Жизнедеятельность человека обеспечивается способностью организма преобразовывать одни виды энергии в другие. Так, при расщеплении органических веществ энергия химических связей преобразуется в электрическую энергию (проведение нервных импульсов), механическую (сокращение мышц), тепловую (высвобождается во время работы). Неиспользованная энергия аккумулируется в специальных энергетических соединениях.

Обмен веществ — жизненно важный процесс, происходящий в каждой клетке организма и выполняющий функции обеспечения ее строительным материалом и энергией. Он состоит из двух неразрывно связанных, но противоположных процессов — *пластического* и *энергетического* обменов.

При пластическом обмене осуществляется усвоение организмом веществ, поступающих из внешней среды. Из них образуются характерные для организма белки, жиры, углеводы. Они используются как строительный материал для образования клеток.

Высвобожденная при энергетическом обмене энергия обеспечивает все процессы жизнедеятельности клеток и организма в целом.

Процессы пластического и энергетического обменов тесно взаимосвязаны (ил. 18). Так, для процессов синтеза органических веществ используется энергия, высвобождаемая в ходе реакций энергетического обмена, и наоборот, для осуществления энергетического обмена необходимы определенные вещества, которые синтезируются в ходе реакций пластического обмена.



Ил. 18. Взаимосвязь пластического и энергетического обменов

Обмен веществ в организме человека меняется в зависимости от его состояния и выполняемой им работы: в состоянии покоя преобладают процессы биосинтеза, а в состоянии физической и умственной нагрузки — расщепление веществ. У детей обмен веществ происходит более интенсивно, а у пожилых людей — менее интенсивно.

Уровень обмена веществ регулируется нервным и гуморальным механизмами. С прекращением обмена веществ прекращается жизнь.

Обмен веществ отличает живой организм от неживого, органический мир — от неорганического.

Значение питания для обмена веществ. У каждого вида живых организмов выработался свой особый тип обмена веществ, определяемый характером питания.

Вспомните, что такое питание, каковы его особенности у гетеротрофных организмов и млекопитающих.

Человек, как и животные, получает различные вещества (органические и неорганические) в процессе питания. Питание является важнейшей физиологической потребностью организма. Оно с момента рождения до конца жизни человека влияет на его организм.



Питательные вещества, поступая в организм человека с пищей и преобразуясь в результате сложных биохимических процессов в структурные элементы клеток, обеспечивают организм строительным материалом и энергией. Они способствуют росту и развитию молодого организма, влияют на состояние здоровья, физиологическую и умственную работоспособность человека, его настроение и продолжительность жизни, защищают от воздействия неблагоприятных экологических факторов и т. п.

От особенностей питания в значительной степени зависит обмен веществ. Поскольку организм постоянно использует различные вещества и значительное количество энергии, ему необходима полноценная пища, содержащая в первую очередь сбалансированное количество белков, жиров и углеводов, а также минеральных солей, витаминов и воды. Количество, качество и регулярность питания имеют особое значение для жизнедеятельности организма. Однообразное по своему составу и нерегулярное питание может привести к нарушению обмена веществ, результатом которого станут истощение или ожирение организма, тяжелые заболевания и т. п.



Обмен веществ и преобразование энергии. Пластический обмен. Энергетический обмен. Питание и обмен веществ



Установлено, что после приема пищи в течение нескольких часов интенсивность обмена веществ возрастает. Так, после употребления белковой пищи интенсивность энергетического обмена возрастает на 30 % от среднего уровня обмена. При поступлении в организм жиров и углеводов такой прирост составляет лишь 15 %.



1. Что такое обмен веществ? **2.** Что такое пластический обмен? **3.** Что такое энергетический обмен? **4.** При каком процессе в клетке высвобождается энергия? **5.** При каком процессе в клетке накапливается энергия? **6.** Как происходит преобразование энергии в организме человека? **7.** Что для человека является основным источником энергии? **8.** Охарактеризуйте обмен веществ и преобразование энергии в организме человека. **9.** Как влияет питание человека на обмен веществ?



10. В чем заключается взаимосвязь пластического и энергетического обменов? **11.** Почему пища, подобранная по составу и количеству, обеспечивает нормальный обмен веществ? **12.** Прокомментируйте эпиграф к теме.

§ 6. Пища и ее компоненты. Состав продуктов питания и их значение

Вспомните, какие существуют способы питания животных. Каковы составляющие продуктов питания и источники их поступления? Что означает маркировка продуктов питания?

Пища и ее компоненты. Все, кроме кислорода, человек получает для своей жизнедеятельности из пищи, которая является в первую очередь источником энергии. Пища — носитель и источник биологически активных веществ, мощный лечебный и оздоровительный фактор. Употребление пищи (еда) — не только необходимость, но и одно из самых больших удовольствий в жизни.

Человек относится к *всеядным* существам, то есть употребляет пищу как растительного, так и животного происхождения. Составными элементами пищи являются пищевые и непищевые компоненты.

Пищевые компоненты продуктов питания организм использует для построения, обновления и нормального функционирования органов, тканей и клеток, а также как источник энергии. К ним относятся *белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины и вода*.

Непищевые компоненты продуктов питания представлены пищевыми волокнами, пищевыми и биологически активными добавками, веществами, отрицательно влияющими на организм человека (оказывающими отравля-

ПИЩА — это сложный комплекс, содержащий значительное количество компонентов, способных осуществлять разнообразное и существенное физиологическое воздействие на организм.

ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ — это натуральные или переработанные продукты, предназначенные для употребления в пищу.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ, или КАЛОРИЙНОСТЬ ПИЩИ, — количество энергии, которая образуется при окислении белков, жиров и углеводов, содержащихся в продуктах питания, и расходуется на физиологические функции организма и выполнение работы. Измеряется в джоулях (Дж) или в калориях (кал). 1 кал = 4,19 Дж; 1 Дж = 0,24 кал.

которые добавляют в продукты питания для того, чтобы придать им определенные свойства (улучшить вкус и запах, повысить питательную ценность, предотвратить порчу продукта и т. д.).

В результате антропогенного и техногенного воздействия на окружающую среду в натуральных продуктах питания могут содержаться вещества (нитраты, фосфаты, соли тяжелых металлов и т. п.), концентрация которых значительно превышает предельно допустимые нормы. Эти вещества обладают ядовитым или токсическим воздействием на организм, сказываются на здоровье человека.

Функциональное значение для организма основных веществ продуктов питания. С пищей в организм поступает более 600 различных веществ органической и неорганической природы. Подробнее остановимся на основных питательных веществах. К ним относятся *белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины и вода*. От их содержания зависит пищевая, биологическая и энергетическая ценность продуктов питания.

ющее либо токсическое воздействие). *Пищевые волокна*, к которым относятся клетчатка, пектины и другие вещества, почти не усваиваются организмом, однако они необходимы для нормальной деятельности органов пищеварения и всего организма. Поэтому пищевые волокна являются необходимой составляющей питания.

Для современного человека характерно «индустриальное» питание, то есть питание значительно переработанной промышленной пищей, обязательными компонентами которой являются пищевые добавки. К этой категории относятся различные природные или синтетические химические вещества,

Исключительно важное значение для организма человека имеют **белки**. Они относятся к незаменимым веществам, что обусловлено физиологическими функциями, выполняемыми белками в организме (см. табл. 1).

Таблица 1

Физиологические функции белков

Функции	Проявление функции
Строительная (пластическая)	Незаменимый материал для образования собственного белка в организме, благодаря чему происходит рост и развитие организма, восстановление клеток
Энергетическая	При окислении 1 г белков высвобождается 17,2 кДж (4,1 ккал) энергии
Транспортная	Сложные белки-переносчики транспортируют в органы и ткани кислород, минеральные вещества, продукты обмена веществ
Защитная	Белки — важнейшие факторы иммунитета. Обеспечивают образование антител, выведение токсинов, процесс свертывания крови
Опорная	Белки — составная часть костей и хрящей, ногтей и волос
Механическая (моторная)	Белки обеспечивают сокращение и расслабление мышц, работу внутренних органов
Регуляторная	Гормоны (в основном белки) обеспечивают гуморальную регуляцию организма
Ферментативная (каталитическая)	Белки — основной компонент ферментов (веществ, способных ускорять химические преобразования веществ в организме)

Немаловажную роль в жизнедеятельности организма играют **углеводы**. Они являются неотъемлемой составляющей всех клеток и тканей организма. Углеводы выполняют в организме разнообразные функции.

Так, *глюкоза* используется как «строительный материал» для синтеза многих важных веществ организма, является составляющей плазмы крови. *Гликоген* — резервный углевод, обеспечивающий нормальное функционирование печени и мышц. Однако основная функция углеводов — *энергетическая*. При окислении 1 г углеводов высвобождается 17,2 кДж (4,1 ккал) энергии.

Не менее важна для организма человека роль **жиров** (см. табл. 2).

Соотношение белков, жиров и углеводов в продуктах питания различно. Различно и количество энергии, образующейся в организме при их окислении (см. Приложение 1).



Физиологические функции жиров

Функции	Проявление функции
Энергетическая	При окислении 1 г жира высвобождается 39,1 кДж (9,3 ккал) энергии
Пластическая	Жиры, образуя комплексы с белками и углеводами, входят в структуру оргanelл клеток
Термоизоляционная	Резервный жир изолирует организм от воздействия тепла и холода
Защитная	Резервный жир защищает органы от смещений и механических повреждений
Регуляторная	Жиры нормализуют жировой обмен, функции нервной системы, эластичность кожи, защиту ее от инфекций и токсинов, водный обмен (при окислении 100 г жиров выделяется 107 г воды, поэтому в экстремальных условиях жиры являются источником воды)

Другие питательные вещества — **витамины** и **минеральные соли** — обеспечивают нормальное протекание пластических и энергетических процессов, рост и развитие организма, защиту от заболеваний и неблагоприятных факторов окружающей среды. Они стимулируют нормальное функционирование всех систем органов человека.

Витамины и минеральные соли относятся к незаменимым питательным веществам. Организм человека не синтезирует эти вещества и поэтому должен получать их в готовом виде с пищей ежедневно. Исключениями являются: витамин **D**, образующийся в коже под действием ультрафиолетового излучения; витамин **A**, который может синтезироваться из предшественников, поступающих в организм с пищей. Витамин **K** может синтезироваться в достаточном количестве бактериями толстой кишки. Витамины и минеральные соли необходимы человеку в очень малых количествах — миллиграммах или микрограммах.

Известно несколько десятков витаминов. Каждый витамин имеет традиционное название (большая латинская буква — **A, B, C, D, E** и т. д.), иногда с цифровым индексом — **B₁, B₆** и т. д.) и физиологическое. Например, традиционное название — витамин **C**, а физиологическое — аскорбиновая кислота.

Витамины отличаются друг от друга сложностью строения молекул и физико-химическими свойствами, из которых наибольшим практическим значением обладает устойчивость к воздействию высоких температур, а также выборочная способность растворяться в воде или жирах. Именно это обуславливает их различное физиологическое действие на организм (см. *табл. 3*).

Витамины и их роль в организме человека

Название витамина	Участие в физиологических функциях организма
<i>Водорастворимые витамины</i>	
Витамин С	<ul style="list-style-type: none"> • поддерживает защитные механизмы по отношению к инфекциям, • устойчивость к токсическим веществам и стрессам; • улучшает эластичность кровеносных сосудов, усвоение белков и железа; • повышает процессы кроветворения и свертывания крови
Витамины группы В (В ₁ , В ₂ , В ₆ , В ₁₂ и другие)	<ul style="list-style-type: none"> • регулируют углеводный, белковый, жировой и минеральный обмены; • обеспечивают энергетические процессы; • влияют на функции нервной системы
<i>Жирорастворимые витамины</i>	
Витамин А	<ul style="list-style-type: none"> • необходим для нормального зрения, роста, формирования зубов и костей; • участвует в энергетическом обмене; • укрепляет волосы, ногти; • повышает устойчивость организма к инфекционным, простудным заболеваниям
Витамин D	<ul style="list-style-type: none"> • стимулирует рост организма; • ускоряет окостенение скелета и заживление переломов костей, выведение Плюмбума из организма; • обеспечивает прочность костей
Витамин Е	<ul style="list-style-type: none"> • обеспечивает нормальную репродуктивную функцию; • положительно влияет на состояние и функции кровеносных сосудов; • стимулирует мышечную деятельность; • способствует накоплению витамина А во внутренних органах
Витамин К	<ul style="list-style-type: none"> • участвует в энергетических процессах, в свертывании крови; • нормализует процессы разрушения красных кровяных клеток; • усиливает синтез пищеварительных ферментов и т. д.

Роль витаминов в процессах обмена веществ изучал украинский ученый-биохимик Александр Палладин (см. *форзац*).

Минеральные соли в организме человека входят в состав клеток. Кроме того, определенное количество неорганических солей необходимо для осуществления обмена веществ, связанного с выведением из клетки и поступлением в нее различных химических соединений. Например, соли Кальция и Фосфора нужны для построения костной ткани. Наличие солей Кальция — необходимое условие свертывания крови. Соли Натрия и Калия необходимы для работы нервных и мышечных клеток. Соли Феррума входят в состав гемоглобина и участвуют в переносе кислорода кровью.



Из неорганических соединений больше всего в организме воды. Ее содержание в различных органах и тканях неодинаково. Чем выше интенсивность обмена веществ в той или иной ткани, тем больше она содержит воды. Так, мозг взрослого человека содержит 86 %, печень — 70 %, кости — 20 % воды. У взрослого человека содержание воды составляет в среднем 66 % массы тела. Вода выполняет множество функций: сохраняет объем и упругость клеток; растворяет различные химические вещества; выводит продукты обмена из клетки и организма в целом; является средой протекания всех химических процессов; защищает цитоплазму клетки от резких перепадов температуры, чем способствует терморегуляции клетки и организма в целом. Уникальные свойства воды определяются структурой ее молекулы. *Вспомните из курса химии строение молекулы воды.*

Вода выводится из организма с мочой, калом, потом, с выдыхаемым воздухом. Эти потери компенсируются ежедневным поступлением в организм 2,5–3 л воды. Из них около 1 л человек получает с пищей.



Пища. Компоненты пищи. Продукты питания. Энергетическая ценность продуктов питания. Белки. Жиры. Углеводы. Витамины. Минеральные соли. Вода



1. Что такое пища? **2.** Назовите компоненты пищи. **3.** Что такое продукты питания? **4.** Какие питательные вещества относятся к основным? Почему? **5.** Объясните функциональное значение для организма белков, жиров и углеводов. **6.** Что такое энергетическая ценность продуктов питания? В чем она измеряется? **7.** Объясните функциональное значение для организма минеральных солей и витаминов. **8.** На основе данных таблицы 3 приведите примеры водорастворимых и жирорастворимых витаминов. **9.** Какова роль воды в организме человека? **10.** Охарактеризуйте пищу в качестве источника энергии. **11.** Какие компоненты продуктов питания называются непищевыми? Приведите примеры. **12.** Какое значение для организма имеют непищевые компоненты продуктов питания?



13. Как вы считаете, в чем заключаются последствия значительной потери организмом воды? **14.** В аптеках имеется широкий выбор искусственно синтезированных витаминов. Как вы считаете, целесообразно ли их принимать? **15.** Дайте физиологическое обоснование выражению «Мы едим, чтобы жить, а не живем, чтобы есть».



16. Особое беспокойство сегодня вызывает проблема изготовления продуктов питания из генетически модифицированных организмов (ГМО). Что вам известно об этой проблеме? Опираясь на сведения из дополнительных источников, выскажите свое отношение к использованию генетически модифицированных продуктов питания.

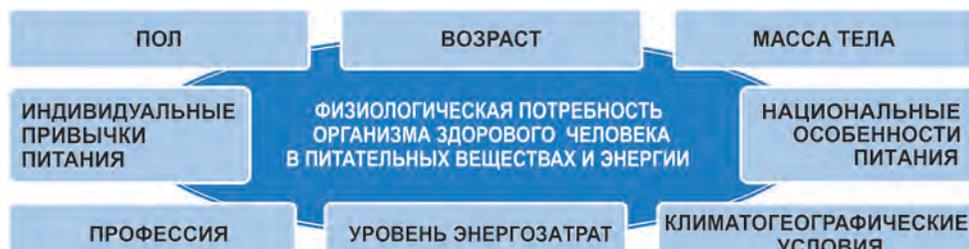
§ 7. Пищевые и энергетические потребности человека

Вспомните из курса «Основы здоровья» принципы питания. Как связана калорийность питания с физическими нагрузками?

Энергетические потребности организма. Потребность каждого человека в питательных веществах и энергии относится к основным физиологическим потребностям. Однако потребность в количестве питательных веществ у разных людей отличается и зависит от многих факторов (ил. 19).

Органические вещества, поступающие в организм человека с пищей, являются строительным материалом для клеток и источником энергии, необходимой для обеспечения его жизнедеятельности. Вам уже известно, что

при окислении углеводов и белков выделяется по 17,2 кДж / г, а жиров — 39,1 кДж / г энергии. 1 г жиров может дать больше энергии, но процесс расщепления проходит медленно, и энергия в основном не расходуется на обеспечение непрерывных процессов жизнедеятельности, а сохраняется про запас. При окислении белков выделяется столько же энергии, сколько и при окислении углеводов. Однако белки являются скорее строительным материалом для клеток, чем энергетическим. Поэтому основным источником энергии для нашего организма являются углеводы.



Ил. 19. Факторы, влияющие на физиологическую потребность здорового человека в пищевых веществах и энергии

Энергетические потребности человека обусловлены многими факторами (ил. 19). Они зависят от возраста, пола, физической активности человека и т. д. В этом вы можете убедиться, проанализировав цифровые данные суточных потребностей в энергии, представленные в таблице приложения 2.

Важным фактором, влияющим на физиологическую потребность в энергии, является *уровень энергозатрат*. Энергетические затраты организма в течение суток должны обеспечить в первую очередь поддержание жизненно важных функций в состоянии покоя, а также выполнение различных видов деятельности. Минимальные затраты органических веществ в состоянии покоя организма составляют *основной обмен*. Основной обмен обусловлен тем, что организму постоянно приходится расходовать энергию, необходимую для поддержания постоянной температуры тела, обеспечение деятельности сердца, легких и других органов. Например, у 18-летнего юноши весом 70 кг расход энергии для основного обмена составляет 7 333 кДж в сутки. Это значит, что при максимальном покое в его организме должно расщепиться столько белков, жиров и углеводов, сколько необходимо для высвобождения 7 333 кДж энергии. Величина основного обмена зависит от возраста, пола и массы тела человека (см. табл. 4).

Для расчета суточных энергозатрат физически активного взрослого человека необходимо величину суточной энергозатраты основного обмена, соответствующую полу, возрасту и массе тела, умножить на соответствующий *коэффициент физической активности* (КФА — приведен в таблице приложения 2). Например, для 20-летней студентки, весящей 60 кг (то есть относящейся к I группе работников умственного труда с КФА = 1,4), энергозатраты за сутки составят: $5\,782 \text{ кДж} \cdot 1,4 = 8\,094,8 \text{ кДж}$.



Суточные энергозатраты на основной обмен организма

Масса тела, кг	Возраст		Суточные энергозатраты, кДж			
	Пол		18–29 лет	30–39 лет	40–59 лет	60–75 лет
60	муж.		6662	6285	5908	5447
	жен.		5782	5615	5447	5154
70	муж.		7333	6914	6495	5992
	жен.		6411	6243	6034	5698
80	муж.		8045	7584	7123	6578
	жен.		7039	6830	6620	6285

Пищевые потребности человека. Пищевые потребности человека непосредственно связана с его затратами энергии. Человек должен получать такое количество пищи, чтобы обеспечить поддержание энергией жизнедеятельности организма и выполнение различных видов деятельности. Это один из основных принципов рационального питания, способствующего сохранению здоровья, сопротивляемости вредным факторам окружающей среды, высокой физической и умственной работоспособности.

Прежде всего, питание по *энергетической ценности пищевых продуктов* суточного рациона должно соответствовать **энергетическим затратам** организма. Питание должно обеспечивать *качественную полноценность* суточного рациона, то есть быть **сбалансированным** — содержать оптимальное количество белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных солей и воды (см. табл. Приложения 1–3). *Вспомните из курса «Основы здоровья», каким должно быть соотношение белков, жиров и углеводов в суточном пищевом рационе.*

Теоретически для удовлетворения энергетических потребностей организма белки, жиры и углеводы могут взаимно заменяться. Однако каждое из этих веществ обладает специфическими свойствами и влиянием на организм (см. табл. 1–3). Поэтому замена в пищевом рационе одних органических веществ другими приводит к нарушению функций организма.

Для нормального функционирования организма человека важно соблюдать **режим питания**. Рациональным является четырехразовое питание: *первый вариант* предполагает завтрак, второй завтрак, обед и ужин; *второй* — завтрак, обед, полдник и ужин. В соответствии с физиологическими потребностями организма целесообразным является следующее распределение энергетической ценности суточного рациона: на первый завтрак — 25–30 %; на второй завтрак (или полдник) — 10–15 %; на обед — 40–45 %; на ужин — 20 %. При четырехкратном режиме питания промежутки между приемами пищи не должны превышать 4–5 часов.

Подготовка продуктов питания к потреблению и их кулинарная обработка должны обеспечивать высокие вкусовые качества, питательность и усвояемость пищи. Чтобы продукты не теряли питательной ценности, необходимо соблюдать правила их *хранения* (особенно температурного режима) и *приготовления из них блюд*. Больше всего витаминов содержат свежие продукты, хранение ухудшает их качество. В результате длительной варки очищенных овощей до 20–30 % минеральных солей переходит в отвар. Минеральные соли теряются и в случае неправильного размораживания мяса и рыбы. Поэтому не следует долго вымачивать продукты или выливать овощные отвары (их можно использовать для приготовления супов). Минеральный состав пищи лучше сохраняется при варке овощей в кожуре с последующей их очисткой, запекании в духовке либо приготовлении на пару.

Пища должна быть безвредной в токсическом отношении, то есть в продуктах, готовых блюдах не должно быть токсичных веществ во вредных для организма концентрациях. Пища должна быть эпидемически безопасной: в ней не должно быть возбудителей инфекционных заболеваний — бактерий, вирусов, грибов, паразитических одноклеточных, яиц гельминтов и др.

Следует иметь в виду: как избыточное, так и недостаточное питание отрицательно влияет на здоровье человека. Ученые утверждают, что люди, масса тела которых на 30 % превышает норму, живут на 10–15 лет меньше, чем люди с нормальной массой. *Исследовательский практикум позволит вам установить вашу массу, рост и их соответствие нормам.*



Энергетические потребности организма. Энергетические затраты. Пищевые потребности организма



При нехватке в организме того или иного витамина развивается заболевание *гиповитаминоз*, при полном его отсутствии — *авитаминоз*, а при избытке — *гипервитаминоз*. Гипо- и авитаминозы могут развиваться в результате нарушений обмена веществ, вызванных нехваткой или отсутствием витаминов в продуктах питания; при наличии заболеваний пищеварительной системы, когда витамины не всасываются; от чрезмерного употребления антибиотиков или других лекарственных препаратов, убивающих бактерии кишечника, которые синтезируют некоторые витамины. С целью предотвращения авитаминоза и гиповитаминоза следует употреблять в пищу натуральные продукты питания растительного и животного происхождения, содержащие весь комплекс витаминов.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ (от лат. ratio [рацио] — умный) — физиологически полноценное питание здоровых людей с учетом их возраста, пола, характера деятельности и других факторов.

СБАЛАНСИРОВАННОЕ ПИТАНИЕ — это питание, при котором удовлетворяется суточная потребность организма в энергии, а также поддерживается оптимальный баланс минеральных солей, витаминов и воды.

НОРМА ПИТАНИЯ — это количество пищи, ее компонентов, обуславливающее нормальное состояние здоровья людей разного возраста, пола, образа жизни и деятельности и соответствующее биологической природе человека.

РАЦИОН ПИТАНИЯ — набор продуктов, необходимый человеку на определенный период времени (обычно это сутки или неделя).





1. Какие факторы влияют на физиологическую потребность человека в питательных веществах и энергии? 2. Что является основным источником энергии для организма человека? 3. Что такое основной обмен веществ? 4. Как рассчитать суточные энергозатраты физически активного взрослого человека? 5. Что такое рациональное питание? Назовите его основные принципы. 6. Что означает выражение «сбалансированность рациона питания»? Каково его значение для организма человека? 7. Что нужно делать, чтобы продукты не теряли пищевой ценности? 8. Как связаны между собой пищевые и энергетические потребности организма?



9. **Решите задачи.** 1. Школьник получает вместе с пищей достаточное количество жиров, избыток углеводов и недостаточное количество белков. Спрогнозируйте возможные изменения в состоянии здоровья школьника. 2. В течение зимы человек употреблял в пищу хлеб и консервированные продукты. Спрогнозируйте возможность возникновения у этого человека заболеваний. 3. Ученик, составив суточный рацион питания, получил следующие результаты: на ужин приходится 50 % суточного рациона; количество углеводов относительно других органических веществ составляет более 80 %, а белков — менее 10 %. Проанализируйте полученные учеником результаты с точки зрения принципов рационального питания.



10. Важными факторами, влияющими на физиологические энергетические потребности человека, кроме рассмотренных, являются: климатогеографические условия проживания, индивидуальные привычки в питании, особенности национальной кухни. Пользуясь дополнительными источниками информации, докажите влияние одного из них (*на выбор*). 11. Выполните проект на тему «Сбалансированное питание».



12. На основе наблюдений за собственным питанием определите, какую часть в нем занимает свежеприготовленная пища, а какую — «быстрая еда» (фаст-фуд). Существует ли угроза вашему здоровью? Ответ обоснуйте. 13. Используя текст параграфа, данные *таблицы 4 и приложений 1–3*, проанализируйте свой суточный рацион. Сопоставьте питательную ценность (содержание питательных веществ) продуктов вашего рациона с данными *таблицы в приложении 2* «Нормы суточной потребности людей в белках, жирах, углеводах и энергии» для вашего возраста. Можно ли считать ваше питание рациональным? Почему?

Исследовательский практикум

Тема: Самонаблюдение за соотношением массы и роста тела.

Цель: определить соотношение массы и роста своего тела и сделать ориентировочную оценку его соответствия нормам половозрастной группы.

Оборудование и материалы: ростомер, весы (медицинские).

Ход исследования

1. Измерьте массу и рост своего тела.
2. Рассчитайте индекс массы тела (ИМТ) по формуле:

$$\text{ИМТ, кг/м}^2 = \frac{\text{масса тела, кг}}{(\text{рост, м})^2};$$

Если ИМТ составляет 18,5–25,0 кг / м² — у вас нормальная масса тела, ниже 18,5 — недостаточная масса, 25–30 — избыточная масса, выше 30 — ожирение.

3. Вычислите росто-массовый индекс (РМИ). Для этого используйте в соответствии со своим ростом формулу расчета РМИ:

РМИ, кг = рост — 95 (если ваш рост ниже, чем 155 см);

РМИ, кг = рост — 100 (если ваш рост 155–164 см);

РМИ, кг = рост — 105 (если ваш рост 165–175 см);

РМИ, кг = рост — 110 (если ваш рост выше, чем 175 см).

В результате вы получите оптимальное значение показателя массы своего тела.

4. Оцените массу своего тела по вычисленным показателям ИМТ и РМИ.

5. Сделайте вывод о соответствии полученных данных нормам вашей половозрастной группы.

Обобщение

Обмен веществ и преобразование энергии — общее свойство организма человека, охватывающее все процессы химического преобразования от поступления веществ из окружающей среды до выведения конечных продуктов распада наружу. Обмен веществ осуществляется во всех структурах организма, но окончательное расщепление и образование соединений, присущих человеческому организму, происходит в клетках.

Для полноценного обмена веществ необходимо сбалансированное питание, то есть употребление полноценной пищи, содержащей, прежде всего, сбалансированное количество белков, жиров и углеводов, а также минеральных солей, витаминов и воды. Потребность организма в этих веществах обусловлена их функциональным значением.



Тема 2. ПИЩЕВАРЕНИЕ

Сырой материал, поступающий в завод, проходит длинный ряд цехов, в которых он подвергается известной механической и главным образом химической обработке и через боковые ворота переводится в магазины тела.

Иван Павлов, русский физиолог, лауреат Нобелевской премии (1904)

§ 8. Обзор строения пищеварительной системы

Вспомните, какие типы пищеварения характерны для животных. Как осложнялось строение пищеварительной системы у позвоночных животных?

ПИЩЕВАРЕНИЕ — это совокупность процессов, обеспечивающих механическую и химическую обработку пищи в организме человека. В результате этого сложные химические вещества преобразуются в простые, легко усваиваемые организмом.

ВНЕКЛЕТОЧНОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ — переваривание пищи в особых полых органах (пищеварительной системе), которое завершается пристеночным пищеварением и всасыванием.

ПРИСТЕНОЧНОЕ (МЕМБРАННОЕ) ПИЩЕВАРЕНИЕ — пищеварение, происходящее при участии ферментов на поверхности слизистой оболочки тонкой кишки.

ФЕРМЕНТЫ — биологически активные вещества, способные ускорять химические преобразования органических веществ в органах пищеварительной системы.

под влиянием особых веществ — ферментов, ускоряющих эти процессы.

Вам известно, что у животных существует три типа пищеварения: внутриклеточное, внеклеточное и пристеночное (мембранное). Для человека, как и для высших животных, характерны внеклеточное и пристеночное пищеварение. Эти типы пищеварения осуществляет специальная система органов — *пищеварительная система*.

К выполняемым пищеварительной системой функциям относятся:

- *секреторная* (расщепление веществ под воздействием ферментов и микроорганизмов);
- *двигательная*, или *моторная* (жевание, глотание, перемещение пищи в пищеварительном тракте);
- *всасывание питательных веществ* (происходит в разных отделах пищеварительного тракта, особенно в тонкой и толстой кишках);
- *выделительная* (выведение из организма непереваренных остатков пищи).

Строение пищеварительной системы (ил. 19). *Вспомните, какие органы относятся к пищеварительной системе человека.*

Пищеварительный тракт, или **пищеварительная трубка**, — это полая трубка длиной 8–10 м. Пищеварительный тракт начинается ротовой полостью,

образованной спереди *губами*, сбоку — *щеками*, сверху — *небом* (твердым и мягким), а сзади переходит в *глотку*. Ротовая полость ограничивается верхней и нижней челюстями, в ячейках которых находятся зубы (ил. 20, 21).

В ротовую полость открываются протоки слюнных желез, выделяющих секрет — *слюну*.

Глотка соединяет ротовую полость с пищеводом.

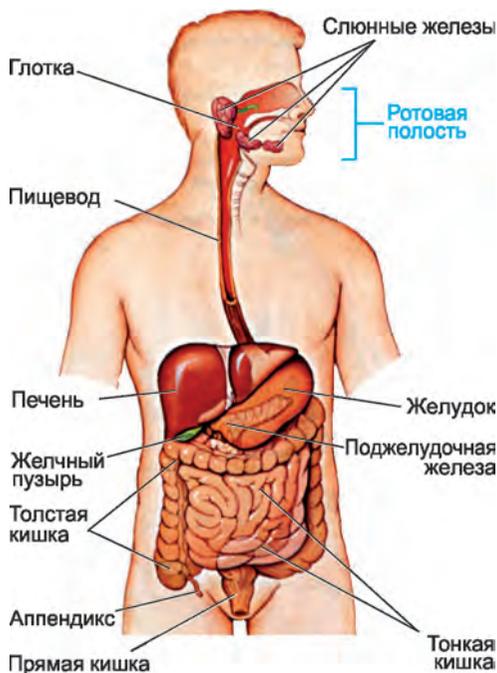
Пищевод — это мышечная трубка длиной 23–25 см, по которой в результате волнообразных сокращений ее стенок продвигается пищевой комок. Пищевод переходит в *желудок* — расширенный отдел пищеварительного тракта, где пища задерживается и перемешивается (ил. 20).

Из желудка пищевой комок попадает в *тонкую кишку* — самую длинную часть пищеварительного тракта и главный орган пищеварения. Она образует много петель, занимающих значительную часть брюшной полости. Длина тонкой кишки взрослого человека составляет около 4,5 м.

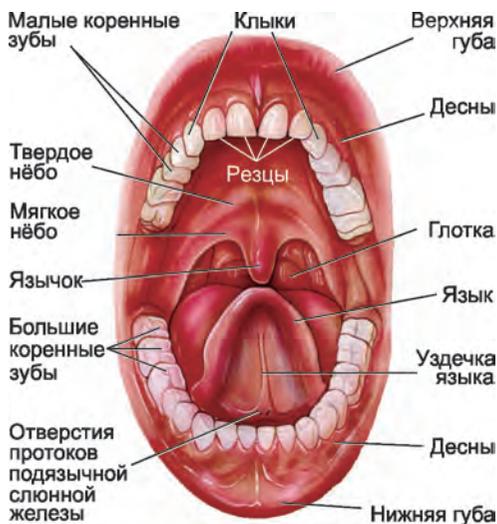
В начальный отдел тонкой кишки — *двенадцатиперстную кишку* — открываются протоки печени и *поджелудочной железы* (ил. 20).

Тонкая кишка переходит в толстую кишку. В начале толстой кишки имеется мешкообразная выпуклость — *слепая кишка*, от которой вниз отходит червеобразный отросток — *аппендикс*. Этот небольшой орган 8–15 см длиной является недоразвитым концом слепой кишки. Аппендикс — это еще и лимфоидный орган, выполняющий защитную функцию.

Длина толстой кишки составляет 1,5 м, а диаметр — в 2–3 раза больше, чем тонкой кишки. Сформированные в толстой кишке каловые массы попада-



Ил. 20. Пищеварительная система человека



Ил. 21. Полость рта



ют в ее конечный отрезок — *прямую кишку*, которая заканчивается *анальным отверстием*. Оно обеспечивает выведение непереваренных частиц пищи за пределы организма.

Стенки пищеварительного тракта (ил. 22) состоят из трех *основных оболочек*. *Внешняя оболочка* образована соединительной тканью, *средняя* — мышечной, *внутренняя* (слизистая) оболочка — эпителиальной тканью. Слизистая оболочка имеет складчатую поверхность, в ней есть много мелких *желез*, вырабатывающих и выделяющих в полость трубки пищеварительные соки. Мышечная оболочка образуется двумя слоями гладких мышц: внешний слой — продольными мышцами, а внутренний — кольцевыми. Мышцы, сокращаясь волнообразно, проталкивают пищу вдоль пищеварительного тракта. Мышечная оболочка желудка, в отличие от других отделов пищеварительного тракта, состоит из трех слоев мышц: продольных, кольцевых и косых (ил. 28). Сокращение этих мышц обеспечивает перемешивание пищи с желудочным соком.



Ил. 22. Структура стенки пищеварительного тракта

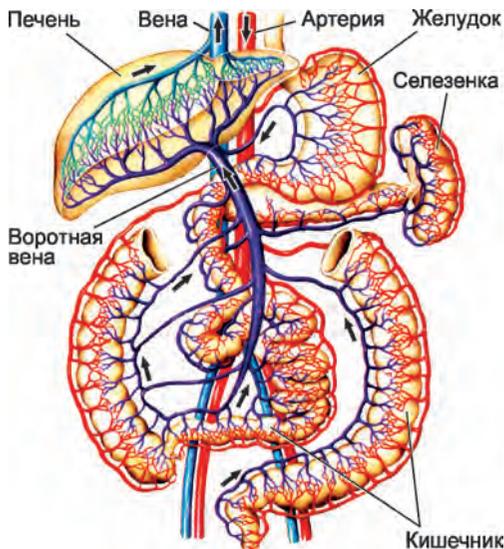
Пищеварительные железы — это органы, в которых вырабатываются и выделяются пищеварительные соки, участвующие в пищеварении. К ним относятся: *печень*, *поджелудочная железа* (ил. 23), *слюнные железы* (ил. 20, 21), *железы слизистой оболочки желудка* (ил. 28) и *кишечника* (ил. 30). Печень, поджелудочная и слюнные железы расположены вне пищеварительного тракта. Пищеварительные соки, производящиеся в них, поступают в полость пищеварительного тракта по протокам. Основными составляющими пищеварительных соков являются *ферменты*. Одни группы ферментов расщепляют углеводы, другие — белки, третьи — жиры.

Печень (ил. 23) — самая крупная железа человеческого организма, ее масса достигает 1,5 кг. Она делится на две неравные части: правую (более массивную) и левую (менее массивную). Клетки печени производят желчь, которая накапливается в желчном пузыре. Кроме того, печень выполняет *барьерную функцию*, поскольку через нее проходит венозная кровь, которую воротная вена печени собирает от пищеварительного тракта, поджелудочной железы и селезенки (ил. 4).

Вредные вещества, токсины, попавшие в кровь из пищеварительного тракта, в печени обезвреживаются. Воротная вена, входя через ворота печени, разветвляется и образует огромную сеть капилляров, которые отдают печеночным клеткам токсичные вещества, бактерии и др. Особенно много вредных веществ попадает из кишечника, ведь там происходят процессы брожения, а иногда и гниения, сопровождающие процесс пищеварения.



Ил. 23. Печень и поджелудочная железа



Ил. 24. Воротная вена печени

Поджелудочная железа, длина которой 12–15 см, расположена в петле двенадцатиперстной кишки (ил. 23). Она вырабатывает ферменты, расщепляющие белки, жиры, углеводы, а также вырабатывает некоторые гормоны.

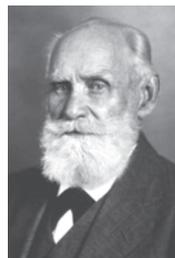


Пищеварение. Пищеварительная система. Органы пищеварительного тракта. Пищеварительные железы. Печень. Поджелудочная железа



Сегодня существует множество методов исследования органов пищеварения: зондирование, эндоскопия, лапароскопия, рентгенография, ультразвуковая диагностика, сканирующая томография и т. д.

Основателем современных методов исследования органов пищеварения является русский физиолог с мировым именем Иван Павлов. Его открытия в области физиологии пищеварения вошли в золотой фонд мировой науки. Суть предложенного им метода заключается в наложении фистулы — искусственного соединения протоков железы или полости пищеварительного органа с внешней средой. Фистула позволила получать пищеварительные соки в чистом виде. Опыты И. Павлова доказали, что слюна и желудочный сок выделяются рефлекторно.



Иван Павлов (1849–1936)



1. Что такое пищеварение? **2.** Какие типы пищеварения характерны для человека? **3.** Какие функции выполняет пищеварительная система? **4.** Что называют пищеварительным трактом? Какие органы входят в его состав? **5.** Какие органы входят в состав ротовой полости? **6.** Назовите пищеварительные железы. Какова их роль в пищеварении? **7.** Какие органы пищеварительной системы не являются



ся частями пищеварительного тракта? Как они с ним сочетаются? **8.** Охарактеризуйте печень и поджелудочную железу как пищеварительные железы. **9.** В чем заключается барьерная функция печени? **10.** Какие оболочки различают в стенке пищеварительного тракта?



11. В чем проявляется соответствие структуры и функций органов пищеварения? (Показать на примере одного из органов). **12.** С чем связано наличие третьего слоя мышц в стенке желудка? **13.** Прокомментируйте высказывание Ивана Павлова, вынесенное как эпиграф к теме.



14. Используя дополнительные источники информации, подготовьте сообщение о: а) современных методах исследования органов пищеварения; в) открытии Ивана Павлова в области физиологии пищеварения (по выбору).

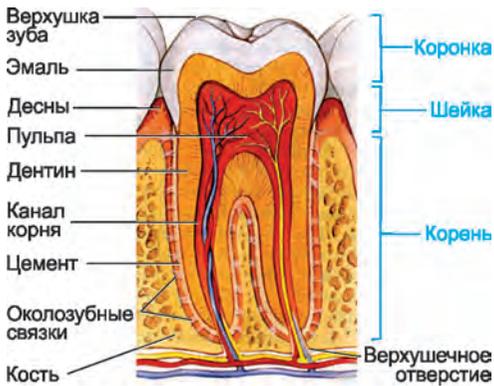
§ 9. Пищеварение в ротовой полости. Глотание

Вспомните особенности строения зубов у млекопитающих, обусловленные характером пищи. Какие правила гигиены полости рта вам известны из курса «Основы здоровья»?

Подготовленная к употреблению пища поступает в ротовую полость — начало пищеварительного тракта. Именно здесь начинается процесс переваривания пищи — механическая и химическая ее обработка.

Механическая обработка пищи. В ротовой полости (ил. 21) пища анализируется губами и языком. Губы определяют температуру пищи и частично ее консистенцию. Язык анализирует вкусовые качества пищи — кислое, сладкое, соленое или горькое. Язык — это подвижный мышечный орган, покрытый слизистым эпителием, среди клеток которого имеется около 2 000 *вкусовых сосочков* (рецепторов), обеспечивающих все разнообразие вкусовых ощущений.

В анализе пищи участвуют и зубы. Зубами мы ощущаем температуру и твердость пищевых частиц. Жевательные мышцы двигают нижнюю челюсть относительно верхней, зубы при этом измельчают пищу, язык перемешивает ее со слюной. Перемешивание измельченной пищи в ротовой полости происходит также при участии мышц щек. Слюна размачивает пищу при пережевывании, способствует формированию *пищевого комка*, облегчает глотание и прохождение пищи в пищевод. Хорошо пережеванная пища лучше усваивается и способствует сохранению



Ил. 25. Строение зуба

здорового пищеварительного тракта. Измельченная пища лучше продвигается по пищеварительному тракту. Все это способствует быстрому и полному перевариванию, всасыванию и усвоению пищи.

Строение зубов. В течение жизни у человека последовательно развиваются два типа зубов — молочные (20 зубов) и постоянные (32 зуба). Молочные зубы закладываются еще во внутриутробный период, а появ-



ляются с 6 месяцев до 2 лет. До 10–12 лет они полностью сменяются постоянными зубами. Последняя пара зубов (так называемые зубы мудрости) появляется в 20–25 лет.

Каждый зуб состоит из *коронки*, *шейки* и *корня* (ил. 25). Корнем зуб крепится в челюсти. Часть зуба, выступающая в ротовую полость и контактирующая с пищей, называется коронкой. Суженная часть зуба между коронкой и корнем, находящаяся в десне, называется шейкой. Внутри зуба имеется полость.

Зуб строится из *дентина* — твердой зубной ткани (содержит 70 % минеральных солей). Толщина слоя дентина в разных частях зуба колеблется в пределах 2–6 мм. Снаружи коронку зуба покрывает *эмаль* — очень жесткая зубная ткань (содержит 95 % минеральных солей) белого или слегка желтоватого цвета. Она защищает дентин и пульпу от воздействия внешних факторов. Эмаль является самой твердой тканью человеческого организма, которая, разрушившись, не восстанавливается. *Вспомните, при каких условиях эмаль может стираться и трескаться.*

Корень и шейка зуба покрыты *цементом* — разновидностью костной ткани. В отличие от кости, он содержит больше фосфата кальция. Благодаря цементу зуб плотно крепится в челюсти. Полость зуба заполнена пульпой — рыхлой соединительной тканью с большим количеством кровеносных сосудов и нервных волокон.

Типы зубов. Человек — существо всеядное, поэтому обладает *дифференцированными зубами*, приспособленными для выполнения различных функций. В зависимости от функций и анатомической формы зубы делятся на четыре типа: *резцы*, *клыки*, *малые коренные* и *большие коренные* (ил. 21, 26).

Спереди в верхней и нижней челюстях имеется по 4 плоских резца, функция которых заключается в отрезании кусков пищи.

Резцы имеют долотообразную форму коронки и один корень. Позади резцов находятся клыки, имеющие один корень и коническую форму коронки. Функция клыков — удерживать и разрывать пищу. Позади клыков с каждой стороны имеется по 2 малых и по 3 больших коренных зуба. Коренные зубы обладают холмистой жевательной поверхностью. Малые коренные зубы обеспечивают измельчение пищи. У них один корень (обычно верхний первый малый коренной зуб имеет раздвоенный корень) и округлая форма коронки. Большие коренные зубы обеспечивают растирание пищи. У них кубовидная форма коронки, три (верхние зубы) или два (нижние зубы) корня.

Смыкание верхних резцов с нижними называется *прикусом*. Если верхние резцы расположены немного впереди по отношению к нижним, это усиливает их режущее действие. Такой прикус считается правильным.



Ил. 26. Типы зубов:

- 1 — резец;
- 2 — клык;
- 3 — малый коренной зуб;
- 4 — большой коренной зуб

Лабораторное исследование

Тема. Внешнее строение зубов.

Цель: исследовать внешнее строение зуба; определить тип зуба; выявить особенности, по которым можно распознать различные типы зубов; установить и обосновать взаимосвязь между анатомическим типом зуба и выполняемыми им функциями.

Оборудование: набор муляжей или моделей: «Человеческая челюсть», «Зуб», «Типы зубов».

Ход исследования

1. Рассмотрите муляж (модель) зуба. Найдите коронку, корень и шейку зуба. Схематически изобразите в тетради внешнее строение зуба и подпишите его составляющие.
2. Выясните: а) какую форму имеет коронка зуба; б) сколько корней имеет зуб.
3. Определите, к какому типу относится исследуемый зуб.
4. Сравните рассматриваемую модель зуба с ил. 26.
5. Сделайте вывод об особенностях внешнего строения зуба в связи с выполняемыми им функциями.

Заболевания зубов и их профилактика. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), 70 % людей нуждаются в лечении зубов. Среди факторов, вызывающих заболевания зубов, выделяют следующие: несоблюдение гигиены зубов и ротовой полости, характер питания, режим жизни, стрессы, неблагоприятная экологическая ситуация. Развитие заболеваний зубов зависит от индивидуальных особенностей организма, состояния иммунитета, наследственности.

Самым распространенным заболеванием зубов является **кариес**. Он возникает в результате воздействия на эмаль кислот, образующихся при распаде пищи и растворяющих ее минеральные соли. Наиболее опасна молочная кислота, образующаяся в процессе расщепления углеводов. Через поврежденную эмаль повреждается и дентин. В поврежденные зубы проникают микроорганизмы, которые еще больше их разрушают, и, распространяясь по всему организму, могут вызывать инфекционные заболевания. Развитию кариеса способствует также нехватка витаминов (особенно витаминов группы В и витамина D), солей кальция, фосфора, фтора и др. Если в ротовой полости накапливается большое количество бактерий, они могут вызвать воспаление десен — **пародонтоз**. Несоблюдение гигиенических требований ухода за зубами приводит к тому, что зубной налет становится твердым и превращается в зубной камень, который уже нельзя удалить с помощью зубной щетки.

К основным направлениям профилактики заболеваний зубов относятся: соблюдение здорового образа жизни, рациональное питание, гигиена полости рта.

С правилами гигиены полости рта вы ознакомлены в курсе «Основы здоровья», поэтому кратко остановимся на некоторых основных правилах ухода за зубами. Ведь здоровые зубы — залог хорошей механической обработки пищи, успешного ее дальнейшего переваривания, создания оптимальных условий для работы желудка и кишечника. Здоровые зубы — украшение лица человека.

Как правильно ухаживать за зубами?

- Чистить зубы утром и вечером.
- После чистки зубов использовать зубную нить (флосс), а затем — ополаскиватель.



- Раз в полгода посещать стоматолога.
- Если возникают определенные проблемы с зубами и деснами, болевые ощущения или отеки, следует немедленно обратиться к стоматологу.

Как выбрать зубную щетку и пасту?

• Необходимо учитывать состояние полости рта, наличие заболеваний десен, зубного налета, искривленность, скученность зубов, наличие ортодонтических конструкций и т. п.

• Обращать внимание на основные характеристики современных зубных паст и щеток. Чтобы не ошибиться, лучше обратиться за советом к стоматологу. Он профессионально определит состояние полости рта и поможет подобрать соответствующую зубную пасту и щетку.

• Зубную щетку следует менять раз в 4-6 месяцев, а при пародонтозе — раз в два месяца.

Что больше всего вредит нашим зубам?

- Плохая гигиена полости рта, кислая и сладкая пища.
- Курение, чай в пакетиках, «цветная пища», портящие цвет зубов.

Химическая обработка пищи. Ежедневно у человека образуется около 2 л слюны, выделяемой большими *слюнными железами* (околоушными, подчелюстными и подъязычными) и значительным количеством мелких *щечных желез*, находящихся в полости рта (ил. 20). Слюна является смесью секретов всех слюнных желез. Это бесцветная вязкая жидкость, которая имеет слабощелочную реакцию и на 98–99 % состоит из воды. Слюна содержит минеральные и органические вещества, среди которых есть ферменты (*амилаза, мальтаза*), расщепляющие сложные углеводы (крахмал, гликоген) до простых и частично до глюкозы. Благодаря наличию в слюне белкового слизистого вещества — *муцина* — происходит формирование пищевого комка. В слюне присутствует вещество *лизоцим*, обладающее антибактериальными свойствами.

Состав, количество и свойства слюны зависят от характера пищи, состояния организма и т. п. Если употребляется жидкая пища — слюны выделяется меньше. Если пища сухая — количество слюны увеличивается и она становится более жидкой.

Глотание (ил. 27). Сформированный в ротовой полости пищевой комок



Ил. 27. Процесс глотания

движениями языка и щек направляется к корню языка. Раздражение рецепторов корня языка сопровождается поднятием мягкого неба, благодаря чему пища не попадает в носовую полость, а сокращением языка проталкивается в глотку. В этот момент происходит закрытие надгортанным хрящом входа в гортань, благодаря чему пища не попадает в дыхательные пути.

После глотания пищевой комок попадает в пищевод, волнообразные движения стенок которого продвигают его в желудок. Между пищеводом и желудком находится сфинктер (мышечное кольцо), который в нормальном состоянии плотно сжат и открывается только при прохождении пищи из пищевода в желудок, а затем снова закрывается, чтобы содержимое желудка не попало в пищевод.

Регуляция слюноотделения и глотания. Слюноотделение регулируется нервной системой. Вследствие раздражения рецепторов языка и слизистой оболочки рта пищей возникают нервные импульсы, которые поступают в центр слюноотделения, находящийся в продолговатом мозге. От него нервные импульсы направляются к слюнным железам, выделяющим слюну. Вид, запах пищи или даже мысль о ней тоже вызывают выделение слюны.

Глотание — это сложный рефлекторный акт, обязательным условием которого является возбуждение рецепторов корня языка. Это возбуждение передается в продолговатый мозг, где находится центр глотания. При глотании происходит задержка дыхания и ускоряется сердцебиение. Человек может влиять на процесс глотания — задерживать или ускорять попадание слюны или пищи на корень языка.



Пищеварение в ротовой полости. Механическая обработка пищи. Строение и функции зубов. Заболевания зубов и их профилактика. Химическая обработка пищи. Слюна. Ферменты слюны. Глотание. Регуляция слюноотделения и глотания



1. В чем заключается механическая обработка пищи? **2.** Какие органы ротовой полости участвуют в механической обработке пищи? **3.** Каково значение зубов в пищеварении? Из каких частей состоит зуб и из чего он построен? **4.** На какие типы в зависимости от их анатомической формы делятся зубы? **5.** Какие заболевания зубов являются наиболее распространенными? Почему? **6.** Назовите основные направления профилактики заболеваний зубов. **7.** Какова роль слюнных желез в химической обработке пищи? **8.** Какие ферменты входят в состав слюны? **9.** Какие органические вещества расщепляются в ротовой полости? **10.** Как происходит процесс глотания?



11. В столовой приготовили салат, в состав которого входил картофель, и приправили его уксусом. Как повлияет на переваривание картофеля в ротовой полости такая приправа? Почему? **12.** Почему отсутствие многих зубов приводит к ухудшению пищеварения? **13.** Почему рана во рту заживает значительно быстрее, чем рана на поверхности тела?



14. Чтобы убедиться в том, что происходит с углеводами в ротовой полости, проведите простой опыт. Возьмите кусочек черного хлеба. Тщательно пережуйте его и задержите на некоторое время в ротовой полости. Что вы почувствуете? Объясните почему.

Лабораторное исследование

Тема. Действие ферментов слюны на крахмал.

Цель: исследовать влияние ферментов слюны на крахмал; установить и обосновать условия протекания этого процесса.

Вариант 1.

Оборудование и материалы: кусочки крахмаленного белого полотна, косметические палочки, раствор йода, чашки Петри, пинцеты.

Ход исследования

1. Возьмите два кусочка крахмаленного белой ткани.
2. Смочив косметическую палочку слюной, на одном из кусочков полотна напишите любую букву или нарисуйте геометрическую фигуру (круг, треугольник, квадрат и т. д.). Позаботьтесь, чтобы ткань была хорошо увлажнена слюной.
3. Увлажненный слюной кусок ткани подержите в руках 5–7 мин, согревая его дыханием.
4. Оба кусочка ткани положите в чашки Петри и нанесите на них несколько капель раствора йода. Что вы наблюдаете? Сравните результаты опытов.
5. Сделайте вывод. О чем свидетельствует изменение окраски?

Вариант 2.

Оборудование и материалы: штатив, 4 пробирки, крахмальный клейстер, хлоридная кислота, лакмус, химический стакан, кубики льда, раствор йода, пипетка, водяная баня, термометр.

Ход исследования

1. Наполните пробирки веществами (по 1 мл) по схеме, как это указано в таблице.
2. Проверьте с помощью лакмусовой бумаги реакцию среды в каждой пробирке. Запишите результаты в соответствующую графу таблицы.

№ проб.	Содержимое пробирки	Температура, t °С	Реакция среды	Цвет под действием раствора йода
1	крахмал + слюна	37 °		
2	крахмал + слюна	0 °		
3	крахмал + слюна + HCl	37 °		
4	крахмал + вода	37 °		

3. Нагрейте воду на водяной бане (до 37 °С) и поставьте туда пробирки №№ 1, 3, 4. В химический стакан налейте холодной воды, положите туда несколько кубиков льда и поместите в нее пробирку № 2.

4. Через 15–20 мин добавьте в каждую пробирку по 2–3 капли раствора йода. Обычно при наличии крахмала раствор меняет свой цвет на фиолетовый. В какой из пробирок цвет отличается от обычного фиолетового? Почему?

5. Сделайте вывод: влияют ли ферменты слюны на крахмал? При каких условиях происходит процесс расщепления?

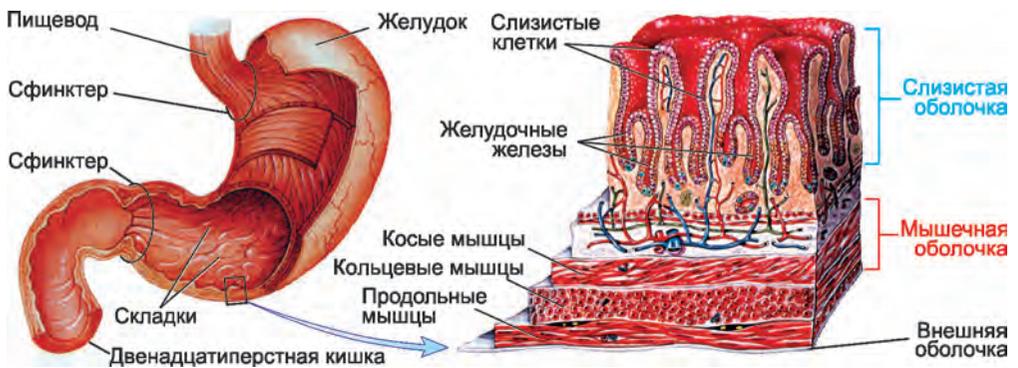
§ 10. Пищеварение в желудке

Вспомните из курса химии, какую среду называют: а) нейтральной; б) кислой; в) щелочной.

Пищеварение в желудке. Пищевой комок по пищеводу продвигается в желудок, где продолжается процесс пищеварения под влиянием желудочного сока.

Желудок — расширенный отдел пищеварительного тракта, по форме напоминающий удлинненный мешок, объем которого составляет около 1,5–2 л (ил. 28).





Ил. 28. Строение желудка

В слизистой оболочке желудка содержатся мелкие желудочные железы (в 1 мм² слизистой оболочки содержится около 100 таких желез), которые производят желудочный сок. Это бесцветная кислая жидкость, в состав которой входит *вода* (около 99,4 %), *ферменты*, *хлоридная кислота* и *слизь*. За сутки у человека выделяется около 2 л желудочного сока. Количество, состав и свойства желудочного сока меняются в зависимости от характера пищи, а также при заболеваниях желудка, кишечника, печени.

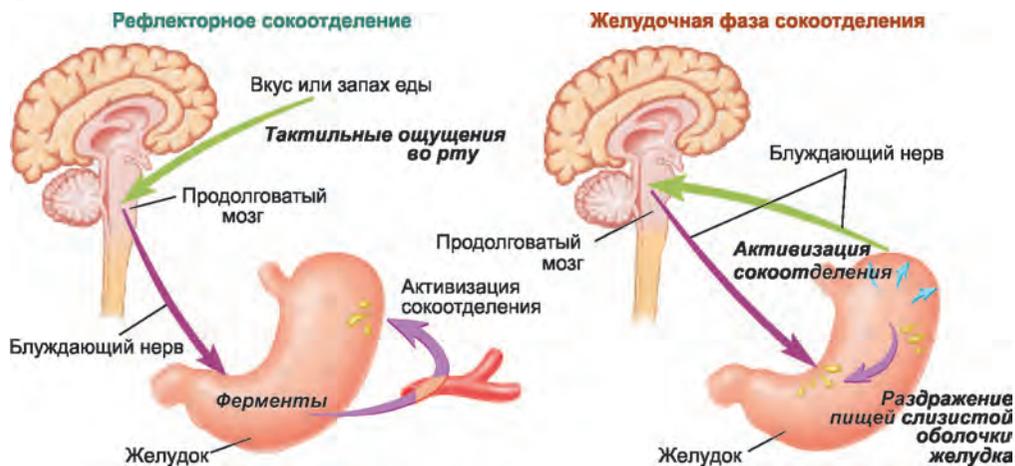
Основным ферментом желудочного сока является *пепсин*. Он расщепляет сложные *молекулы белка* на молекулы *аминокислот*. Это сложный и длительный процесс. Кроме пепсина, в желудочном соке содержатся и другие ферменты (например, липаза), которые действуют, в частности, на жиры молока и расщепляют их до глицерина и жирных кислот.

Пищеварение в желудке может происходить только при температуре тела 35–37 °С. Все ферменты желудочного сока действуют только в кислой среде. Она создается хлоридной кислотой, которая не только активирует ферменты, но и вызывает изменение структуры белков, обеззараживает содержимое желудка, способствует его двигательной активности. Выделение сока продолжается до тех пор, пока в желудке есть пища, которая может задерживаться в нем 6–8 ч и дольше.

Слизь желудочного сока защищает стенки желудка от действия хлоридной кислоты и ферментов. Действие желудочного сока на пищу сопровождается сокращением мышечного слоя стенок желудка, благодаря которым происходит не только продвижение пищи в тонкую кишку, но и полное смешивание ее с желудочным соком, способствующее успешному перевариванию.

Регуляция желудочного сокоотделения. Образование и выделение желудочного сока находится под контролем нервных и гуморальных механизмов. Нервная регуляция сокоотделения происходит при раздражении пищевой рецепторов полости рта, глотки, пищевода, а также — как реакция на вид и запах пищи. Возбуждение от рецепторов органов пищеварения, зрительного

или обонятельного анализаторов передается в центр пищеварения в продолговатом мозге, в результате чего происходит выделение желудочного сока, протекающее в два этапа (ил. 29).



Ил. 29. Этапы выделения желудочного сока

Сначала выделяется часть желудочного сока (так называемый аппетитный сок), подготавливающая желудок к восприятию пищи. Затем выделение желудочного сока продолжается благодаря механическому и химическому раздражению пищей слизистой оболочки желудка. Рецепторы стенок желудка посылают импульсы в продолговатый мозг, а оттуда — в железы желудка. Поэтому слизистая оболочка выделяет в кровь гормон, активизирующий секрецию желудочного сока и регулирующий двигательную активность желудка и кишечника.

Желудочный сок выделяется также под влиянием биологически активного вещества (ацетилхолина), хлоридной кислоты, гормонов желудка, некоторых составляющих пищи.



Желудок. Желудочный сок. Ферменты желудочного сока. Пищеварение в желудке. Регуляция желудочного сокоотделения



1. Охарактеризуйте процесс пищеварения в желудке. **2.** Какие вещества входят в состав желудочного сока? **3.** Какую роль в пищеварении играет основной фермент желудочного сока пепсин? **4.** Какова роль хлоридной кислоты в пищеварении в желудке? **5.** Как долго задерживается пища в желудке? От чего это зависит? **6.** Какие вещества расщепляются в желудке? **7.** Охарактеризуйте процесс регуляции желудочного сокоотделения. **8.** Что такое аппетитный желудочный сок?



9. Может ли происходить выделение желудочного сока, если повреждены нервы, подходящие к желудку? **10.** Какое значение для пищеварения в желудке имеет вид и запах пищи, сервировки стола, приятная атмосфера? **11.** Почему нельзя заставлять детей есть под угрозой наказания?



12. Обоснуйте данные высказывания с физиологической точки зрения: «Есть нужно внимательно и с удовольствием» (Иван Павлов), «Аппетит приходит во время еды».



§ 11. Пищеварение в кишечнике. Всасывание

Вспомните из курса физики, что такое диффузия; из курса химии — что такое фильтрация.

Роль поджелудочной железы, печени и кишечных желез в пищеварении.

Как только пищевой комок поступает из желудка в двенадцатиперстную кишку, на нее начинают действовать пищеварительные соки: *сок поджелудочной железы, желчь и кишечный сок.*

Поджелудочный сок вырабатывается клетками поджелудочной железы. В двенадцатиперстную кишку он поступает по двум протокам. Выделение поджелудочного сока начинается через 2–3 мин после приема пищи и в зависимости от ее состава продолжается в течение 4–10 ч. За сутки у человека выделяется около 1,5–2 л поджелудочного сока. Он характеризуется слабой щелочной реакцией. Поджелудочный сок содержит ряд ферментов, которые расщепляют почти все питательные органические вещества. Под влиянием одних ферментов завершается расщепление крахмала, начавшееся в ротовой полости. Другие ферменты продолжают расщеплять белки до растворимых в воде и готовых к всасыванию аминокислот, третьи — расщепляют жиры на глицерин и жирные кислоты. Эти ферменты действуют на жиры под воздействием желчи, вырабатываемой печенью. По желчным протокам она поступает в двенадцатиперстную кишку.

Образование желчи в клетках печени осуществляется постоянно, однако ее выделение в двенадцатиперстную кишку происходит только через 5–10 мин после приема пищи и продолжается 6–8 ч. При отсутствии процесса пищеварения желчь накапливается в *желчном пузыре*. Суточное количество выделяемой желчи у взрослого человека составляет около 1,0 л. Цвет желчи зависит от имеющихся в ней красителей — пигментов. Из пигментов желчи образуются пигменты мочи и кала.

Под влиянием желчи жиры расщепляются на мелкие частицы (эмульгируются), что увеличивает поверхность их взаимодействия с ферментами. Это облегчает процесс расщепления жиров. Кроме того, желчь приостанавливает процессы гниения в кишечнике и может активировать ферменты кишечника и поджелудочной железы, влияет на процессы всасывания, усиливает перистальтику кишечника.

Кишечный сок вырабатывается железами слизистой оболочки тонкой кишки. За сутки его образуется около 2,0 л. Кишечный сок содержит 22 *фермента*, которые действуют на все виды органических веществ (белки, жиры, углеводы), на продукты их неполного расщепления, образовавшиеся в желудке, и завершают процесс переваривания питательных веществ.

Нервная регуляция выделения пищеварительных соков поджелудочной железы, печени и кишечника осуществляется центром, который находится в продолговатом мозге. *Гуморально* этот процесс регулируется поступлением в двенадцатиперстную кишку хлоридной кислоты и желудочного сока, а также гормонами, образующиеся в кишечнике.

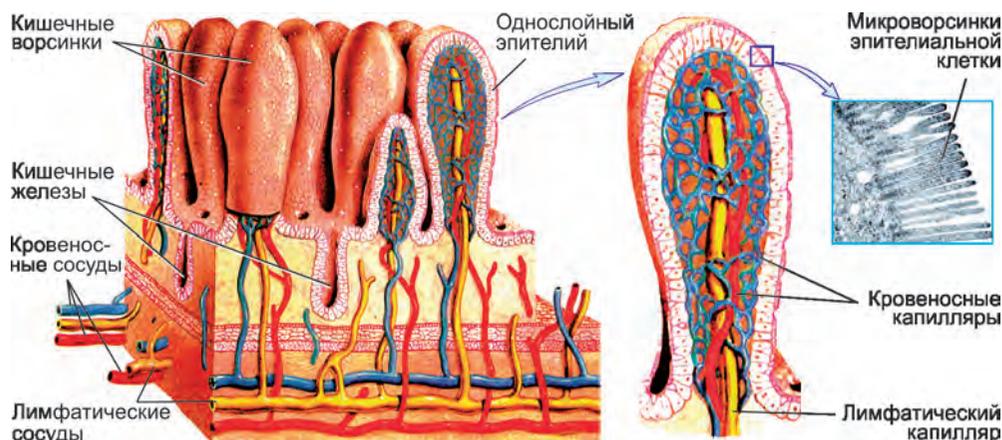


Пищеварение в тонком кишечнике. В тонкой кишке происходит переваривание питательных веществ до соединений, которые могут усваиваться организмом. Здесь переваривается около 80 % углеводов и 100 % белков и жиров, поступивших с пищей. В тонкой кишке происходит также интенсивное всасывание продуктов расщепления питательных веществ.

Пищеварение в тонкой кишке состоит из трех последовательных этапов: *полостное пищеварение*, *пристеночное* (мембранное) *пищеварение* и *всасывание*.

Полостное пищеварение питательных веществ происходит под влиянием пищеварительных соков в полости кишки. Здесь благодаря сокращениям стенки кишки содержимое продвигается то назад и вперед, то только в одном направлении — назад. В результате таких сложных движений происходит тщательное перемешивание содержимого, которое приобретает вид жидкой однородной массы.

Кроме расщепления пищи в полости кишки, большое значение имеют процессы пищеварения на самой поверхности слизистой оболочки стенки кишки, которая сплошь покрыта микроскопическими выростами — *ворсинками* (ил. 30).



Ил. 30. Слизистая оболочка тонкого кишечника

Между ворсинками на клеточной оболочке (мембране) содержится значительное количество молекул ферментов. Пищевые частицы, размер которых меньше, чем расстояние между соседними ворсинками, подвергаются пристеночному пищеварению. Более крупные частицы не могут попасть в зону действия пристеночного пищеварения. Они остаются в полости кишки и расщепляются пищеварительными соками на мелкие частицы.

Таким образом, пристеночное пищеварение тесно взаимодействует с полостным, что способствует наиболее полному перевариванию пищи. Ворсинки также являются основными структурами, через которые осуществляются процессы всасывания питательных веществ.

Всасывание продуктов расщепления органических веществ. Всасыванием называется процесс поступления различных веществ через слой клеток ворсинок в кровь и лимфу. Всасывание в пищеварительной системе имеет большое биологическое значение, поскольку именно этим путем организм получает все необходимые ему вещества. В различных участках пищеварительного тракта всасывание происходит с разной скоростью. В ротовой полости и пищеводе питательные вещества почти не всасываются. В желудке в незначительных количествах всасываются вода, глюкоза, аминокислоты, растворимые соли. Интенсивное всасывание происходит в тонкой кишке. Ее всасывающая поверхность благодаря наличию большого количества ресничек ($2\ 500$ на 1 см^2) во много раз превышает поверхность тела. Стенки ворсинок покрыты эпителием. Каждая клетка эпителия имеет около $3\ 000$ микроворсинок, увеличивающих поверхность тонкой кишки до 500 м^2 . В каждую ворсинку входят мелкие артерии, разветвляющиеся на капилляры (ил. 30). Большинство капилляров функционирует только в период всасывания.

Продукты всасывания, проникшие через стенки ворсинок, попадают в кровеносные и лимфатические капилляры. Непосредственно в кровь всасываются глюкоза и аминокислоты. Жиры при наличии желчи всасываются в виде растворимых в воде жирных кислот и глицерина. Они из кишечника поступают не сразу в кровь, а сначала в лимфу, а уже оттуда — в кровеносную систему. Всего за сутки у взрослого человека может всасываться $150\text{--}160\text{ г}$ жира.

Пищеварение в толстой кишке. Переваривание питательных веществ и их всасывание в основном завершаются в тонкой кишке. Исключением являются лишь некоторые вещества, в частности растительная клетчатка.

Железы *толстой кишки* выделяют сок, относительно бедный ферментами, но содержащий значительное количество *микроорганизмов*, среди которых более 60 представителей различных групп бактерий. Они составляют 96% всех видов кишечной микрофлоры. Среди кишечной микрофлоры есть представители как положительного, так и отрицательного воздействия на организм. К представителям микрофлоры положительного воздействия относятся: бифидо- и лактобактерии, дрожжеподобные грибы, одноклеточные организмы и др. Они играют важную роль не только в процессах пищеварения в толстой кишке — расщеплении клетчатки и непереваренных остатков пищи. Они также участвуют в синтезе витаминов группы В и витамина К, подавляют деятельность болезнетворных микроорганизмов, способствуют формированию и развитию иммунной системы, стимулируют ее деятельность.

В толстой кишке всасываются вода, минеральные соли, а также некоторые ядовитые соединения, образовавшиеся в результате гниения остатков белков. Сформированные в толстой кишке каловые массы поступают в прямую кишку, а оттуда через *анальное отверстие* — наружу. Освобождение прямой кишки от каловых масс — сложный рефлекторный процесс, происходящий при участии отделов спинного и головного мозга.



Сок поджелудочной железы. Желчь. Кишечный сок.
Регуляция желчеотделения и выделение поджелудочного сока.
Этапы пищеварения в тонкой кишке. Пищеварение в толстой кишке.
Всасывание



Для восстановления нарушенной кишечной микрофлоры применяют пре- и пробиотики. *Пребиотиками* называются компоненты пищи, которые сами не перевариваются, но избирательно стимулируют рост и размножение бифидо- и лактобактерий. Их особенно много содержится в растительных продуктах — сое, луке, артишоке, цикории, чесноке, злаках, бобах, горохе. *Пробиотиками* называются жизнеспособные споры компонентов кишечной микрофлоры, чаще всего лакто- и бифидобактерий. Препараты-пробиотики могут содержать одно-, двух- или многокомпонентные смеси живой бактериальной биомассы.



1. Объясните, какую роль в процессах пищеварения играют: а) поджелудочная железа; б) печень; в) кишечные железы. **2.** Раскройте значение желчи в процессах пищеварения. **3.** Какие механизмы обеспечивают регуляцию выделения желчи и поджелудочного сока? **4.** Какие питательные вещества расщепляются в тонкой кишке? **5.** Из каких этапов состоит процесс пищеварения в тонкой кишке? **6.** Что такое пристеночное пищеварение? Каково его биологическое значение? **7.** Охарактеризуйте процесс всасывания. **8.** Охарактеризуйте процесс пищеварения в толстой кишке. **9.** Какое значение имеет микрофлора толстой кишки?



10. В чем заключается взаимосвязь строения и функций тонкой кишки? **11.** Почему у людей, быстро поглощающих непережеванную пищу, возникают проблемы с пищеварением? **12.** Двенадцатиперстную кишку Иван Павлов назвал «умницей». Почему? **13.** Как вы считаете, почему во время и после лечения антибиотиками врачи советуют употреблять биоогурты?

§ 12. Пищевые расстройства и их профилактика

Вспомните из курса «Основы здоровья» правила профилактики пищевых отравлений.

Пищевые отравления. Из курса «Основы здоровья» вам известно, что в результате употребления некачественной, загрязненной, испорченной пищи или ядовитых продуктов, в частности грибов, возникают *пищевые отравления*. Это следствие **острых кишечных инфекций** — группы заболеваний, основной причиной возникновения которых является заражение *бактериями, вирусами, одноклеточными паразитическими организмами*. Отравление вызывают токсичные вещества, являющиеся продуктами жизнедеятельности этих микроорганизмов. В основном кишечные инфекции передаются через пищу, воду, предметы быта.

Наиболее распространенными острыми кишечными инфекциями являются: **дизентерия** (возбудители — дизентерийная палочка, дизентерийная амeba; источник заражения — больные люди и носители возбудителя); **сальмонеллез** (источник — зараженные бактериями сальмонеллы мясные и молочные продукты, яйца); **ботулизм** (источник — инфицированные палочкой ботулизма мясные, рыбные, овощные консервы, копченая рыба, грибы домашнего консервирования); **ротавирусная инфекция**, или **кишечный грипп** (источник ротавируса — больные люди, предметы, которые могли быть загрязнены фекалиями).



Чаще всего признаки кишечной инфекции зависят от ее возбудителя, но существуют основные симптомы, появляющиеся в первую очередь при любом заражении. Это общая слабость, отсутствие аппетита, головная боль. Позже возникают опасные признаки: острые боли в кишечнике и желудке, повышение температуры, рвота, понос, потеря сознания. Кишечная инфекция нуждается в немедленном лечении, поскольку наиболее опасным последствием ее действия является обезвоживание организма.

Причины и особенности заболеваний органов пищеварения. Нарушение режима питания, некачественная пища, отрицательные эмоции, стрессы, длительное употребление лекарств (в частности антибиотиков), алкоголя, курение, малоподвижный образ жизни, паразитические черви — это факторы, вызывающие сложные **пищевые расстройства**. Наиболее распространенными среди них являются *воспалительные заболевания* органов пищеварительной системы: *гастрит* (воспаление слизистой оболочки желудка), *холецистит* (воспаление желчного пузыря), *панкреатит* (воспаление поджелудочной железы), *колит* (воспаление толстой кишки), *аппендицит* (воспаление аппендикса), а также *желчекаменная болезнь* (образование в желчном пузыре камней). Они приводят к нарушению сложных процессов расщепления и усвоения пищи. Пищевые расстройства проявляются тяжестью, вздутием и болями в животе, нарушением аппетита, запорами или поносами и др.

В качестве примера рассмотрим отрицательное влияние на органы пищеварения курения и злоупотребления алкоголем. Вредное воздействие табачного дыма начинает проявляться уже в полости рта. Зубы курильщика приобретают желтоватый цвет, они быстрее разрушаются и имеют специфический табачный запах. Табачный дым раздражает слюнные железы, в результате чего наступает усиленное выделение слюны, которую курильщики частично сплевывают, а частично проглатывают. Насыщенная вредными веществами слюна, проходя через пищевод, попадает в желудок, тонкий кишечник, откуда всасывается в кровь. У курильщиков нарушается двигательная активность пищеварительного тракта, ухудшается пищеварение. В результате развиваются хронические заболевания с повреждением слизистых оболочек этих органов пищеварения.

Многочисленными клиническими наблюдениями и экспериментальными данными доказано, что практически нет такого органа пищеварительной системы, который не подвергался бы токсическому действию алкоголя. Всасывание алкоголя начинается уже в полости рта, затем — в желудке и тонкой кишке, откуда он поступает в кровь и разносится по всему организму. Поскольку процесс распада алкоголя до его конечных продуктов происходит в печени, длительное его употребление может стать причиной *цирроза печени*. Это заболевание имеет прогрессирующий характер. Сначала разрастается соединительная ткань печени, затем нарушается печеночный кровоток, отмирают здоровые ткани. В целом это приводит к глубоким нарушениям функций этого важного органа.

Среди заболеваний органов пищеварения ведущее место занимают болезни, вызванные бактериальной инфекцией. К ним относятся *язвы пищева-*

рительного тракта, в частности *язва желудка, язва двенадцатиперстной кишки*. Развитию этих болезней способствуют нарушения рационального режима питания, злоупотребление острой пищей, спиртными напитками, стрессы, наследственность и т. п.

К заболеваниям органов пищеварения, вызванным вирусной инфекцией, относятся *вирусные гепатиты*. Это группа инфекционных заболеваний, поражающих прежде всего печень человека, вызывая в ней воспалительный процесс. Вирусы гепатита не схожи между собой, поэтому при различных формах гепатита (А, В, С, D и другие) симптоматика может отличаться. Все виды гепатитов часто называют желтухой, так как пожелтение кожных покровов и белков глаз — один из самых распространенных признаков этого заболевания.

Паразитические черви вызывают *глистные болезни*. *Вспомните: какие черви относятся к паразитическим; какие болезни они вызывают у людей; каковы источники заражения паразитическими червями и меры профилактики этих заболеваний.*

Пищевые расстройства поведения. Некоторые нарушения работы органов пищеварения связаны с особенностями поведения человека. Они получили название пищевых расстройств поведения. К таким расстройствам в первую очередь относятся анорексия и булимия.

Анорексия (ил. 31) — заболевание, характеризующееся критическим снижением массы тела, часто опасным для жизни. Заболевание сопровождается похудением, исчезновением аппетита, возникновением отвращения к пище. Часто возникают крайне патологические формы поведения, например, провоцирование рвоты, чрезмерные изнурительные физические упражнения, злоупотребление слабительными, мочегонными средствами и средствами, подавляющими аппетит, прятанье пищи от самого себя.



Ил. 31.
Анорексия

Булимия — это заболевание, основным симптомом которого является патологически повышенное чувство голода, сочетающееся со снижением чувства насыщения, вследствие чего возникает потребность в избыточном количестве пищи. Чрезмерное количество пищи и принудительное очищение желудка, которое часто применяют люди, больные булимией, могут привести к уничтожению микрофлоры кишечника, в результате чего развиваются серьезные заболевания. Вымывание из организма калия и магния провоцирует сердечные приступы.

Физическими последствиями анорексии и булимии являются нарушение деятельности желез внутренней секреции, почек, сухость кожи, ломкость и выпадение волос и т. п. Среди психических последствий — потеря контроля над собой и импульсивность действий, неадекватное мышление, замкнутость.

Профилактика заболеваний органов пищеварения. Для профилактики пищевых расстройств и их осложнений следует соблюдать несколько основных правил:



- всегда перед едой хорошо мыть руки с мылом;
- соблюдать санитарно-гигиенические требования при приготовлении и хранении пищи, особенно скоропортящихся продуктов;
- сырые фрукты, овощи, зелень и ягоды тщательно мыть в проточной воде;
- продукты, требующие термической обработки (мясо, рыба), хорошо проваривать и прожаривать;
- рационально питаться (регулярно, сбалансированно, разнообразно);
- избегать вредных привычек, особенно курения и употребления алкоголя, отрицательных эмоций, сильных эмоциональных стрессов.



Пищевые расстройства. Пищевые отравления. Заболевания органов пищеварения. Отрицательное влияние на пищеварение курения и алкоголя. Пищевые расстройства поведения. Профилактика пищевых расстройств



1. Какие заболевания органов пищеварения являются наиболее распространенными? Почему? **2.** Назовите заболевания, вызванные: а) бактериальной инфекцией б) вирусной инфекцией; в) паразитическими червями. **3.** В чем заключается профилактика заболеваний органов пищеварения? **4.** Какие различают пищевые отравления? Назовите признаки пищевых отравлений. **5.** Какие правила следует соблюдать при пищевых отравлениях? **6.** Какие пищевые расстройства связаны с особенностями поведения человека и каковы их последствия для здоровья человека?



7. Обсудите, в чем заключается отрицательное влияние курения и употребления алкоголя на пищеварение. **8.** Оцените действия человека, сознательно подвергающего риску свое здоровье, отказываясь от пищи или употребляя чрезмерное ее количество.



9. Обсудите проблему и подготовьте обоснованные сообщения по профилактике заболеваний органов пищеварения: 1. Факторы, вызывающие заболевания (*группа «Врачи»*). 2. Профилактические мероприятия по профилактике заболеваний (*группа «Валеологи»*). 3. Питание и его значение для профилактики заболеваний (*группа «Диетологи»*).

Обобщение

Пищеварение — это совокупность процессов механической и химической обработки пищи, в результате которой сложные химические вещества преобразуются в простые, легко всасываются в кровь и усваиваются организмом.

Пищеварительная система человека состоит из пищеварительного тракта (ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкая и толстая кишки) и пищеварительных желез (крупнейшие из них — печень и поджелудочная железа). Особенности строения органов пищеварения обусловлены их функциями в обеспечении процесса пищеварения. Расщепление веществ осуществляется в процессе химической обработки пищи под воздействием пищеварительных соков, выделяемых пищеварительными железами и содержащих ферменты. Ферменты расщепляют только определенную группу веществ и действуют в определенном отделе пищеварительного тракта.

Нарушение режима и гигиены питания, некачественная пища, отрицательные эмоции, стрессы, длительное употребление лекарств, алкоголя, курение, малоподвижный образ жизни приводят к различным расстройствам и заболеваниям пищеварительной системы.

Тема 3. ДЫХАНИЕ

Люди плохо дышат, говорят, кричат и поют не потому, что болеют, а болеют потому, что не умеют правильно дышать, говорить, кричать и петь.

Александра Стрельникова, оперная певица 30-х гг. XX в.



§ 13. Значение дыхания. Система органов дыхания

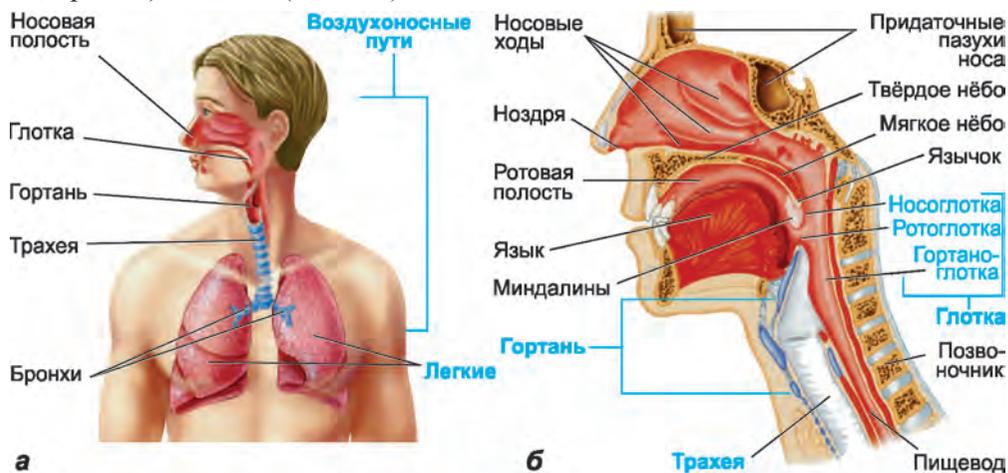
Вспомните, что такое дыхание. Как усложнялось строение органов дыхания у позвоночных?

Значение дыхания. Дышать — значит жить. Без комфорта можно обходиться всю жизнь, без пищи — около 1–1,5 месяца, без воды — несколько дней, а без воздуха — несколько минут. Если дыхание задерживается на 6 минут, в головном мозге начинаются необратимые процессы. Еще древнегреческий философ Анаксимен, наблюдая за дыханием животных и человека, считал воздух первоосновой жизни.

Организм человека, как и животных, получает энергию в результате окисления углеводов, жиров и белков. Для того чтобы происходили эти процессы и высвобождалась энергия, нужно, чтобы каждая клетка организма постоянно получала необходимое количество кислорода.

Дыхание — это совокупность процессов, обеспечивающих непрерывное поступление кислорода в ткани организма, использование его в реакциях биологического окисления, а также выведение из организма конечных продуктов обмена веществ — углекислого газа и воды.

Строение и функции органов дыхания. К системе органов дыхания человека относятся *дыхательные пути* (носовая полость, глотка, гортань, трахея, бронхи) и *легкие* (ил. 32 а).



Ил. 32. Органы дыхания человека: а — общий план; б — в разрезе дыхательных путей

Все дыхательные пути построены из костной и хрящевой тканей, что защищает органы дыхания от слипания стенок и позволяет воздуху непрерывно

поступать в легкие и выходить обратно. Слизистая оболочка дыхательных путей согревает, увлажняет и очищает воздух от пыли и микроорганизмов.

Носовая полость (ил. 32 б) разделяется костно-хрящевой перегородкой на правую и левую половины. В каждой из них есть извилистые носовые ходы, за счет которых увеличивается площадь контакта воздуха с наружным слоем клеток слизистой оболочки, выстилающей носовую полость. Слизистая оболочка пронизана кровеносными сосудами и железами и густо покрыта ресничками. Благодаря ресничкам мерцательного эпителия и слизи воздух, поступающий в носовую полость, очищается от пыли и микроорганизмов, обеззараживается и увлажняется. Согревается воздух кровью, которая течет по густой сетке кровеносных капилляров слизистой оболочки. Придаточные пазухи носа работают как своеобразные резервуары, в которых кислород готовится к активному участию в химических реакциях обмена веществ.

В слизистой оболочке верхнего носового хода содержатся рецепторы, воспринимающие запахи. Из носовой полости воздух попадает в глотку, где пересекаются дыхательные и пищеварительные пути. Задняя стенка глотки отделена от передней поверхности позвоночника прослойкой рыхлой соединительной ткани, благодаря чему глотка подвижна. В глотке находятся миндалины. *Вспомните, к каким органам относятся миндалины и какую функцию они выполняют.*

Как часть дыхательной и пищеварительной систем глотка выполняет ряд важных функций: дыхания, глотания пищи, голосообразования (ил. 32 б). Глотка покрыта слизистой оболочкой, выполняющей защитную функцию. Благодаря движению ресничек железистого эпителия со слюной и слизью выделяются частицы пыли и бактерии, попавшие в полость глотки. Если раздражается слизистая оболочка глотки, возникают кашель и рвота.

Из глотки воздух поступает в **гортань** (ил. 32). Гортань имеет вид воронки, стенки которой образованы несколькими хрящами. Самый большой из них — *щитовидный хрящ*. Хрящи подвижно соединены между собой мышцами и связками. Между хрящами с обеих сторон внутри гортани имеются слизистые складки — *голосовые связки*, между которыми образуется *голосовая щель*. Сверху вход в гортань прикрывает *надгортанный хрящ*, препятствующий попаданию пищи в гортань и дыхательные пути (ил. 35).

Нижний отдел гортани переходит в **трахею** (длина — 9–11 см, диаметр — 15–18 мм). Она находится в грудной клетке (перед пищеводом) и состоит из 16–20 хрящевых полуколец, соединенных между собой связками (ил. 32 а). Задняя стенка трахеи образована соединительной тканью и прилегает к пищеводу. Такое строение не мешает прохождению пищи по пищеводу (ил. 33 а, б).

Внутренняя поверхность трахеи выстлана железистым и мерцательным эпителием (ил. 33 в), выполняющим защитную функцию. Железистый эпителий выделяет слизь, увлажняет стенки трахеи, а мерцательный направляет слизь в полость глотки. На уровне IV–V грудных позвонков трахея делится на правый и левый бронхи. Бронхи состоят из 6–12 хрящевых полуколец, предот-

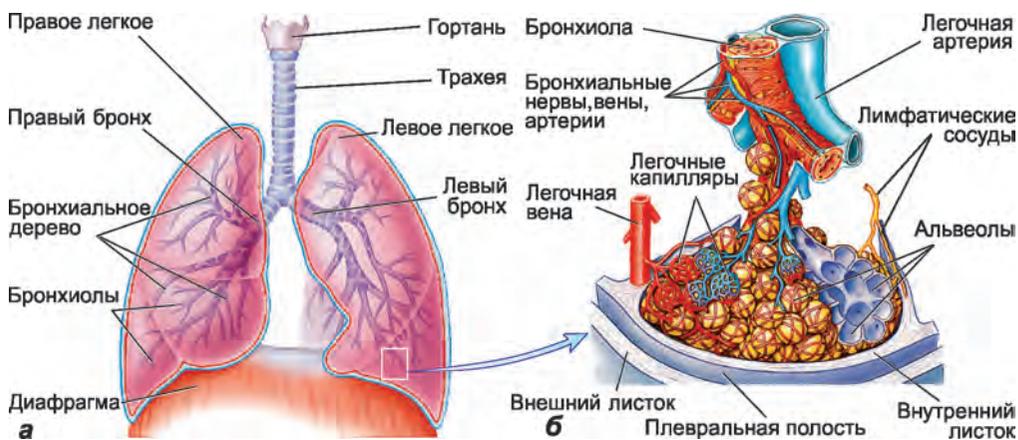
вращающих закрытие их просвета. Вместе с кровеносными сосудами и нервами бронхи входят в легкие (ил. 34 а).



Ил. 33. Трахея: а — место поперечного сечения участка трахеи и пищевода; б — поперечное сечение трахеи; в — слизистая оболочка трахеи

Правый бронх делится на три ветви, а левый — на две. В каждом легком ветви многократно разветвляются, образуя так называемое *бронхиальное дерево легких*. Тончайшие бронхи — *бронхиолы* — заканчиваются альвеолярными ходами, на стенках которых находятся *легочные пузырьки*, или *альвеолы* (0,2–0,3 мм в диаметре).

Стенки альвеол состоят из одного слоя эпителиальных клеток и оплетены густой сетью кровеносных капилляров, в которых происходит газообмен. Альвеолы образуют дыхательную (газообменную) часть легких, а бронхи — воздухоносную. В легких взрослого человека содержится около 300–400 млн альвеол, площадь поверхности которых составляет 100–150 м², то есть она в 50–75 раз больше, чем площадь всей поверхности тела человека (ил. 34 б).



Ил. 34. Бронхи и легкие: а — схема строения органов дыхания; б — схема строения альвеол

Легкие — парный орган (ил. 34 а). Они занимают почти всю грудную полость. Правое легкое больше и состоит из трех частей, левое — из двух. На внутренней поверхности легкого расположены ворота легких, через которые проходят бронхи, легочные артерии, легочные вены, лимфатические сосуды и



нервы. Снаружи легкие покрыты соединительнотканной оболочкой — *плеврой*, состоящей из двух листков. Внутренний листок срастается с воздухоносной тканью, а внешний — со стенками грудной полости. Между листками образуется щель — *плевральная полость*, заполненная плевральной жидкостью. Поверхности обеих оболочек гладкие и скользкие, постоянно увлажняющиеся, поэтому в норме не ощущается их трение во время дыхательных движений.

Основная функция легких — обеспечение газообмена между внешней средой и организмом. Кроме того, органы дыхания выполняют и другие функции: защищают от вредных воздействий внешней среды, выводят из организма конечные продукты обмена веществ, участвуют в голосообразовании, воспринимают запахи.

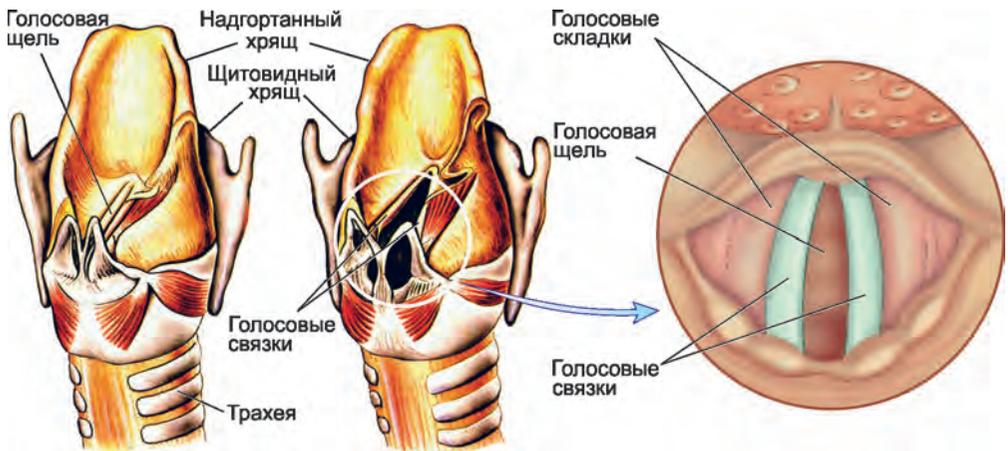
Процесс образования голоса и звуков речи. *Голос* — это мощный инструмент общения. Взаимопонимание между людьми во многом зависит от голосовых и речевых данных. Голос может привлечь внимание собеседника, помочь убедить его в чем-то, завоевать доверие. Голосом мы побуждаем или успокаиваем, очаровываем или отталкиваем.

В образовании звуков участвуют: легкие, бронхи, трахея (нижний резонатор), гортань (голосовой аппарат),

ГОЛОС — совокупность различных по высоте, силе и тембру звуков, которые издает человек (или животное, дышащее легкими) с помощью голосового аппарата. Высоту тона определяет частота колебаний воздуха, проходящего через голосовой аппарат. Сила голоса — энергия звука, которая переносится звуковой волной. Индивидуальное звучание голоса определяется тембром, зависящим от набора частот. Кроме основной частоты, определяющей высоту тона, есть целый ряд высоких кратных частот (обертонов).

глотка, полости рта, носа и придаточные пазухи носа (верхний резонатор). Ведущая роль в образовании звуков принадлежит *голосовому аппарату* (ил. 35), который находится в гортани и состоит из голосовых складок, голосовых связок, голосовой щели, мышц гортани.

Голосовые связки состоят из особых эластических волокон,



Ил. 35. Голосовой аппарат человека

прилегающих к внешним краям голосовых складок. Между голосовыми связками находится голосовая щель. Звук образуется при колебании голосовых связок.

Механизм звукообразования у человека и животных подобен. Для того чтобы образовался звук, поток воздуха, который выходит из легких, должен пройти через сомкнутые голосовые связки. Если связки открыты, воздух пройдет через них без звукового сопровождения, образуя обычный выдох.

Для того чтобы образовался голос, голосовые связки должны сомкнуться, но не плотно (ил. 36). Под давлением воздуха, находящегося в легких, бронхах, трахее, голосовая щель открывается на очень короткое время, и в этот момент часть воздуха прорывается через щель между голосовыми складками, потом они снова смыкаются. Таким образом, при произнесении звука струя воздуха, выходящая из нижнего резонатора, периодически с определенной частотой прерывается и находится в состоянии колебательного движения. Эти колебания воздуха и создают звук, усиливающийся в верхнем резонаторе.

Так, звуковые колебания, формирующиеся в гортани, усиливаются благодаря способности глотки менять свой объем и форму. Кроме того, на специфическое звучание и тембр голоса влияют мышцы гортани, которые могут укорачивать или удлинять голосовые связки. Человек сознательно регулирует сокращение гортанных мышц, придавая голосовым связкам необходимую длину и напряжение.

Хотя голосовые связки есть у многих животных, членораздельная речь присуща только человеку. В речи участвуют губы, язык, мимические мышцы, мягкое небо, нижняя челюсть. Членораздельная речь связана с развитием у человека высшей нервной деятельности. В коре большого мозга расположены центры речи. Они согласовывают работу мышц всего речевого аппарата и связаны с сознанием и мышлением. *Подробнее с ними вы ознакомитесь при изучении темы «Высшая нервная деятельность».*



Ил. 36. Голосовые связки: а — во время разговора; б — при молчании



Дыхание. Органы дыхания: носовая полость, глотка, гортань, трахея, бронхи, легкие. Образование голоса



Высота звука зависит от частоты колебаний воздуха и обусловлена толщиной и длиной голосовых связок, а также степенью их напряжения. Чем длиннее голосовые связки, тем меньше частота их колебания и ниже голос. И, наоборот, чем короче голосовые связки, тем больше частота колебаний и выше голос. Так, у мужчин длина голосовых связок составляет 20–24 мм, у женщин — 18–20 мм, поэтому голос у мужчин обычно ниже, чем у женщин. У ребенка гортань маленькая, поэтому голосовые связки у него короткие. Когда они вибрируют, то образуют короткие волны, соответствующие высокому голосу. В период полового созревания гортань начинает быстро

расти, и голосовые связки удлиняются. И, как следствие, именно поэтому голос меняется — становится ниже. Мальчики в этот период растут быстро, и голосовые механизмы гортани меняются резко, поэтому они говорят то басом, то высоким голосом. Происходит так называемая мутация голоса. В этот период нельзя перенапрягать голосовые связки, громко разговаривать, следует беречься от простуды.



1. Что такое дыхание? Объясните его значение для человека. **2.** Рассмотрите ил. 32 а; назовите органы, относящиеся к: а) органам дыхательной системы; б) дыхательным путям. **3.** Представьте меченую молекулу атмосферного кислорода, проникающего при вдохе в организм. Какой путь пройдет с воздухом эта молекула от ноздрей до легких? **4.** Какое значение имеет носовая полость в процессе дыхания? **5.** Опишите строение легкого. В чем заключается основная функция легких? **6.** Какие органы принимают участие в: а) образовании звука; б) речи? **7.** В каком положении голосовых связок и голосовой щели образуются звуки? **8.** Охарактеризуйте механизм образования звуков.

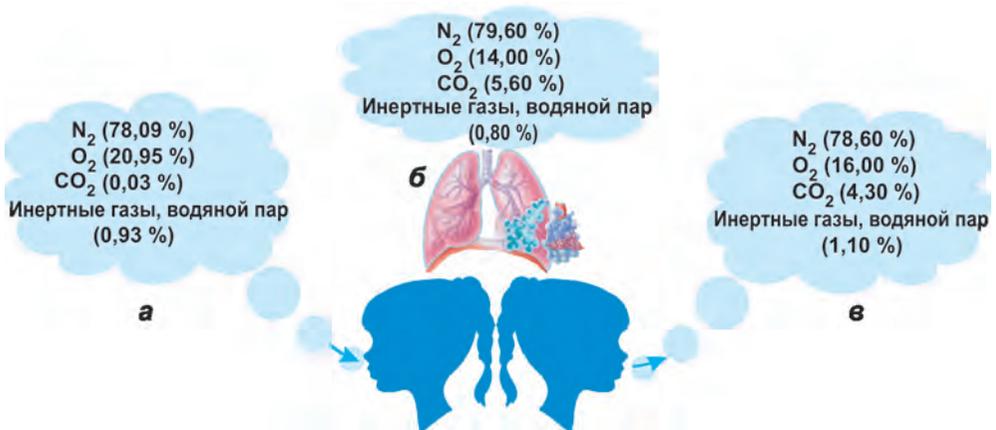


9. В чем проявляется взаимосвязь между строением органов дыхания и их функциями? **10.** Почему следует дышать через нос? **11.** От чего зависят индивидуальные особенности голоса? Почему у женщин голос выше, чем у мужчин? Почему у детей голос выше, чем у взрослых? **12.** Сравните голосовые аппараты человека, бесхвостых земноводных и птиц. **13.** Прокомментируйте высказывание автора уникальной дыхательной гимнастики А. Н. Стрельниковой, вынесенное как эпиграф к теме.

§ 14. Газообмен в легких и тканях

Вспомните из курса природоведения, каков состав атмосферного воздуха; из курса биологии — что такое газообмен. Каковы способы газообмена у разных групп животных?

Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Человек дышит атмосферным воздухом. Смеси газов вдыхаемого и выдыхаемого воздуха отличаются по составу (ил. 37).



Ил. 37. Содержание газов в воздухе (по объему): а — вдыхаемый; б — альвеолярный; в — выдыхаемый

Воздух, поступающий в легкие при вдохе, по своему химическому составу соответствует атмосферному (содержит 20,95 % кислорода и 0,03 % углекислого газа). При выдохе в воздухе альвеол в результате газообмена уже содержится 16,00 % кислорода и 4,30 % углекислого газа. Осуществляя непрерывно вдох и выдох, человек вентилирует легкие, поддерживая в альвеолах

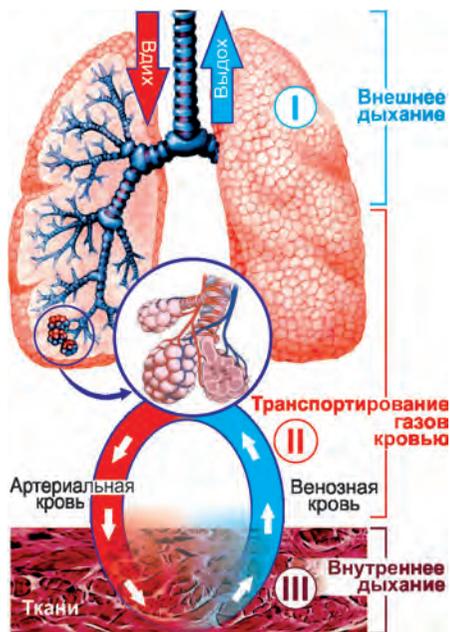
относительно постоянное соотношение газов — 14,00 % кислорода и 5,60 % углекислого газа.

Газообмен в легких. В процессах дыхания выделяется три звена: внешнее, или легочное, дыхание, транспортирование газов кровью и внутреннее, или тканевое, дыхание (ил. 38).

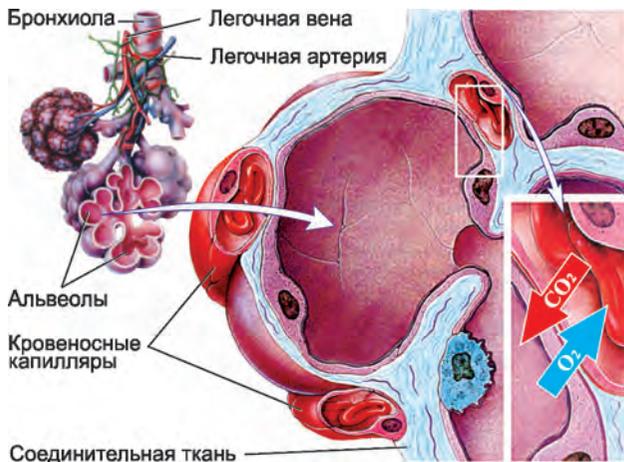
Внешнее, или легочное, дыхание — это газообмен между атмосферным воздухом и организмом. Оно осуществляется в два этапа — обмен воздухом между внешней средой и альвеолами легких (так называемая *легочная вентиляция*) и газообмен между альвеолярным воздухом и кровью.

Первый этап внешнего дыхания непосредственно обеспечивают органы дыхательной системы. Благодаря дыхательным движениям — вдоху и выдоху, атмосферный воздух поступает в дыхательные пути, а из них — в легкие и обратно.

Второй этап внешнего дыхания — это проникновение кислорода из альвеолярного воздуха в кровь, а углекислого газа — из крови в альвеолярный воздух. Проникновение газов (O_2 , CO_2) осуществляется благодаря диффузии (ил. 39). *Вспомните, какое явление называется диффузией. Каковы особенности диффузии в газах и жидкостях?*



Ил. 38. Схема звеньев дыхания



Парциальное давление O_2 и CO_2 в смеси газов, крови и клетках (мм рт. ст.)

	O_2	CO_2
Вдыхаемый воздух	160	0,3
Выдыхаемый воздух	115	30,6
Альвеолярный воздух	105	40
Артериальная кровь	105	40
Венозная кровь	40	45
Клетки	40	45

Ил. 39. Газообмен в легких

Направление и скорость диффузии определяются разницей концентраций этих газов в крови и альвеолярном воздухе. Количество газов, диффундирую-



щих в альвеолах, зависит от разницы их концентрации в различных средах и от площади альвеол.

Объемная концентрация газа в смеси пропорциональна его парциальному давлению, то есть давлению, которое создавал бы этот газ (один из составляющих смеси газов) при условии, что только он занимал бы весь объем сосуда.

Поэтому движущей силой диффузии газа можно считать и разницу парциальных давлений данного газа. Так, величина парциального давления O_2 в альвеолярном воздухе — 105 мм рт. ст., а в венозной крови, протекающей по капиллярам альвеол, — 40 мм рт. ст.

Благодаря этому O_2 переходит из альвеолярного воздуха в кровь. Парциальное давление CO_2 в венозной крови, протекающей по капиллярам альвеол, составляет 45 мм рт. ст., а в альвеолярном воздухе — 40 мм рт. ст. Благодаря разнице парциальных давлений углекислый газ из венозной крови поступает в легочные пузырьки и при выдохе выводится из организма.

Транспорт газов кровью предусматривает перенос кислорода с током крови (в виде оксигемоглобина эритроцитов) по всему организму в органы и ткани (ил. 52), а также выведение из них углекислого газа и перенос его в легкие. Этот этап происходит при участии двух физиологических систем органов — дыхательной и сердечно-сосудистой. Они объединяются в единую функциональную систему для выполнения совместной функции — обеспечения каждой клетки организма кислородом.

Газообмен в тканях. Внутреннее, или тканевое, дыхание также осуществляется в два этапа: 1) обмен газов между кровью и тканями; 2) использование кислорода клетками и выведение углекислого газа.

Первый этап внутреннего дыхания — это проникновение кислорода из крови капилляров большого круга кровообращения в клетки. *Вспомните, как называют кровь, обогащенную кислородом.*

Известно, что клетки в тканях омываются тканевой (межклеточной) жидкостью. Поскольку в артериальной крови, текущей по капиллярам, парциальное давление O_2 высокое (105 мм рт. ст.), то кислород легко проникает в межклеточную жидкость, а далее — в клетки с низким парциальным давлением O_2 (40 мм рт. ст.).

Второй этап внутреннего дыхания — это совокупность биохимических реакций, протекающих в клетках, в процессе которых происходит окисление углеводов, жиров и белков до углекислого газа и воды (так называемое клеточное дыхание). В результате в клетках увеличивается содержание CO_2 . Его парциальное давление здесь составляет 45 мм рт. ст. В артериальной крови, текущей по капиллярам, парциальное давление CO_2 40 мм рт. ст. Благодаря разнице парциальных давлений углекислый газ из клеток поступает в тканевую жидкость, а оттуда — в капилляры, где артериальная кровь преобразуется в венозную. *Вспомните, какую кровь называют венозной.* Венозная кровь поступает в сердце, а оттуда — в легкие. Таким образом, газообмен происходит непрерывно.

В результате окисления органических веществ высвобождается энергия, необходимая для всех процессов жизнедеятельности организма. *Вспомните, какая органелла обеспечивает клетку энергией.*



Состав воздуха: вдыхаемого, альвеолярного, выдыхаемого. Этапы дыхания. Газообмен: в легких; в тканях



1. Каков состав атмосферного, вдыхаемого и выдыхаемого воздуха? **2.** Назовите этапы дыхания. **3.** Используя ил. 39, опишите процесс газообмена в легких. Изобразите ход этого процесса схематически. **4.** Объясните, как и почему происходит газообмен в тканях. **5.** Как углекислый газ попадает в кровь?



6. Чем тканевый газообмен отличается от легочного? **7.** Что произойдет в организме, если в ткани не будет поступать кислород? Ответ обоснуйте. **8.** У альпинистов при акклиматизации высоко в горах возникает головокружение, слабость, иногда — потеря сознания. Почему? **9.** Опишите, каким будет процесс дыхания человека во время пребывания: а) высоко в горах; б) в непроветриваемом помещении; в) на улице после грозы.

§ 15. Дыхательные движения. Нейрогуморальная регуляция дыхательных движений

Приведите примеры циклических явлений в природе.

Дыхательные движения. Внешнее дыхание — это ритмический процесс, частота которого у здорового взрослого человека составляет 16–20 циклов в 1 мин. Каждый **дыхательный цикл** состоит из вдоха и выдоха, связанных с изменениями объема легких.

В легких нет мышц, поэтому они самостоятельно не могут сжиматься или растягиваться. Это им обеспечивают мышцы, изменяющие объем грудной клетки (так называемые дыхательные мышцы). Главными из них являются *диафрагма* и *межреберные мышцы*.

Вдох обусловлен увеличением объема грудной клетки. Благодаря этому вдыхаемый воздух перемещается по дыхательным путям в легкие. При вдохе внешние межреберные мышцы сокращаются и поднимают ребра. Диафрагма, в расслабленном состоянии имеющая форму купола (ил. 40 а), сплющивается. Это приводит к увеличению объема грудной клетки (ил. 40 б), а соответственно — и к увеличению объема легких. В результате давление в плевральной полости уменьшается и вдыхаемый воздух поступает в легкие — так происходит спокойный вдох.

Выдох обусловлен уменьшением объема грудной клетки: выдыхаемый воздух перемещается из легких наружу. При выдохе внешние межреберные мышцы расслабляются и опускают ребра. Диафрагма расслабляется, и ее купол поднимается. Это приводит к уменьшению объема грудной клетки (ил. 40 в), а соответственно — и к уменьшению объема легких. В результате давление в плевральной полости увеличивается и выдыхаемый воздух выходит из легких — так происходит спокойный выдох.

При глубоком вдохе и выдохе, кроме наружных межреберных мышц и диафрагмы, в процессе участвуют и другие мышцы груди, спины и живота.





Ил. 40. Дыхательные движения.
 Объем грудной полости:
 а — в покое после выдоха;
 б — при вдохе;
 в — при выдохе

Нервная регуляция дыхательных движений. Регуляция дыхания осуществляется центральной нервной системой. В продолговатом мозге находится *дыхательный центр*, отвечающий за дыхательный цикл. Дыхательный центр пребывает в постоянной ритмической активности, которая обычно осуществляется автоматически. Ритмические импульсы передаются от дыхательного центра к дыхательным мышцам, обеспечивая последовательное осуществление вдоха и выдоха (ил. 41).

В регуляции дыхания может участвовать кора больших полушарий головного мозга. Человек может произвольно на время задержать дыхание, изменить его ритм и глубину.

Гуморальная регуляция дыхательных движений. Ощутимо влияет на дыхательный центр состав крови. Так, дыхательный центр чувствителен к концентрации углекислого газа в крови. Если его концентрация увеличивается, в дыхательном центре усиливается возбуждение и растет частота нервных импульсов, поступающих в дыхательные мышцы. В результате частота и глубина дыхательных движений также увеличиваются.

Гормон *адреналин* способен непосредственно влиять на дыхательный центр, стимулируя дыхательные движения. Такое же действие может вызвать молочная кислота, образующаяся при работе мышц.

Жизненная емкость легких. Важной функциональной характеристикой дыхания и одним из основных показателей физического развития человека является *жизненная емкость легких* (ЖЕЛ). Это максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после максимального вдоха. Он состоит из дыхательного объема и резервных объемов вдыхаемого и выдыхаемого воздуха ($ЖЕЛ = ДО + РО_{вд.} + РО_{выд.}$).

Дыхательный объем (ДО) — это объем вдыхаемого воздуха при каждом спокойном дыхательном цикле. В норме он составляет 400–800 мл.

Резервный объем вдоха ($РО_{вд.}$) — дополнительный воздух, который можно вдохнуть в результате максимального усилия после спокойного вдоха. *Резервный объем выдоха* ($РО_{выд.}$) — дополнительный воздух, который можно выдохнуть в результате максимального усилия после спокойного выдоха. Ре-

зервные объемы вдыхаемого и выдыхаемого воздуха примерно одинаковы и составляют 40–45 % ЖЕЛ.



Ил. 41. Нервная регуляция дыхательных движений

ЖЕЛ зависит от пола, возраста, тренированности дыхательных мышц. Так, у мужчин она составляет 3 500–4 800 мл, а у женщин — 3 000–3 500 мл. У тренированных людей (в том числе у гребцов, пловцов) ЖЕЛ может достигать 6 000–7 000 мл.



Дыхательный цикл. Дыхательные движения: вдох, выдох. Жизненная емкость легких. Нервная регуляция дыхательных движений. Гуморальная регуляция дыхательных движений



1. Что такое дыхательный цикл? **2.** Как осуществляются дыхательные движения? **3.** По ил. 40, 41 составьте краткое описание процессов: а) вдоха; б) выдоха. **4.** Какова роль диафрагмы в процессе дыхания? **5.** В каком состоянии находится диафрагма при вдохе, а в каком — при выдохе? **6.** Что такое дыхательный объем? **7.** Что такое ЖЕЛ? От чего зависит этот показатель? С помощью какого прибора его определяют? **8.** Как осуществляется нервная регуляция дыхательных движений? **9.** В чем заключается гуморальная регуляция дыхательных движений?



10. Решите задачу. Сколько воздуха (в литрах) использует для дыхания 28 учеников 8-А класса за урок (45 мин), если один ученик в среднем делает 16 дыхательных циклов в 1 мин? При каждом вдохе в легкие поступает 500 мл воздуха.



11. Проведите наблюдение за движениями своей грудной клетки. Измерьте мерной лентой окружность грудной клетки: а) при вдохе и выдохе; б) при спокойном и глубоком дыхании. Отличаются ли показания? О чем это говорит?

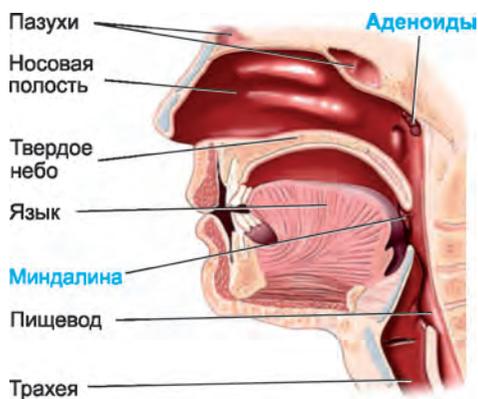
§ 16. Заболевания органов дыхания и их профилактика

Вспомните из курса «Основы здоровья», к каким заболеваниям относится туберкулез. Что является возбудителем туберкулеза? Каким образом происходит заражение? Каковы признаки болезни?

Причины и особенности заболеваний органов дыхания. Причинами заболеваний органов дыхания могут быть *микроорганизмы* (бактерии, вирусы, грибы), *физические* и *химические факторы* (сухой, холодный, горячий воздух, оксиды Нитрогена, угарный газ и т. п.), *вредные привычки* (курение), другие болезни. К заболеваниям, вызываемыми бактериями, относятся *аденоидиты*, *гайморит*, *коклюш*, *дифтерия*, *туберкулез* и др.; вирусами — *грипп*. Все они относятся к инфекционным заболеваниям. Некоторые заболевания имеют *аллергическую природу* (например, бронхиальная астма), некоторые, например, рак легких, относятся к онкологическим.

Аденоидиты связаны с образованием **аденоидов** — разрастанием носоглоточной миндалины, являющейся лимфоидным органом (ил. 42).

Аденоиды наблюдают в основном у детей 5–12-летнего возраста, но встречаются они и в первые годы жизни, а также во взрослом возрасте. Размер носоглоточной миндалины может быть увеличен как без признаков воспаления, так и в состоянии острого и хронического воспаления. Признаками аденоидита являются: нарушение носового дыхания, рост костей лицевого черепа, гнусавость речи, снижение слуха, периодический или постоянный насморк, головная боль, головокружение, расстройство сна и др. Дыхание через рот приводит к формированию так называемого аденоидного типа лица (ил. 43). Аденоидиты являются источником инфекции в организме. Они часто приводят к воспалениям уха (отит), глотки (фарингит), гортани (ларингит) и др.



Ил. 42. Аденоиды



Ил. 43. Аденоидный тип лица

Гайморит — воспаление слизистой оболочки одной из придаточных пазух носа (гайморовой). При острой форме гайморита наблюдается общее недомогание, боли в области гайморовой пазухи и соответствующей лобной области, головная боль, повышенная температура тела, затрудненное носовое дыхание и др.



Пневмония (воспаление легких) — группа заболеваний, характеризующихся воспалением тканей легких и конечных разветвлений бронхов. Пневмония может быть самостоятельным заболеванием или возникать в результате осложнений инфекционных заболеваний, вызванных бактериями либо вирусами. Общими симптомами заболевания являются: интоксикация организма, общая слабость, озноб, повышение температуры тела и потливость, головные и мышечные боли, одышка при обычных физических нагрузках, кашель, боли в грудной клетке, хрипы в пораженных местах легких.

Дифтерия — острое инфекционное заболевание, вызываемое дифтерийной палочкой. Характеризуется образованием налетов на слизистых оболочках глотки, гортани, носа и т. д., появлением отеков слизистых оболочек и подкожной жировой клетчатки, общей интоксикацией организма (с поражениями сердца, почек) и другими признаками. Заражение происходит воздушно-капельным путем, а также через различные предметы. Наиболее подвержены заболеванию дети от 1 года до 7 лет.

Туберкулез также является острым инфекционным заболеванием, вызываемым туберкулезной палочкой (открыта немецким ученым Робертом Кохом в 1882 г.), чрезвычайно устойчивой ко внешним воздействиям — воздействию химических соединений (кислот, щелочей, спиртов), высоких температур, может сохраняться в пыли десятки лет. Сегодня, по данным ВОЗ, туберкулезной палочкой инфицирована треть населения Земли. Украина — не исключение. В нашей стране с конца XX в. прогрессирует эпидемия туберкулеза, являющаяся одной из основных медико-социальных проблем.

Распространены респираторные вирусные инфекции, известные как **грипп** и **гриппоподобные заболевания**; медицина их регистрирует как **ОРЗ** (острые респираторные заболевания) или **ОРВИ** (острые респираторные вирусные инфекции). Респираторные вирусы (РВ) поражают верхние дыхательные пути и легкие, инфекция распространяется воздушно-капельным путем. К сожалению, в организме человека нет эффективных механизмов борьбы с РВ. Основным механизмом борьбы с вирусом на раннем и, как правило, самом тяжелом этапе является повышение температуры тела, считающееся главным симптомом болезни. Больные пытаются сбить температуру, что препятствует выработке иммунитета и способствует затягиванию болезни, возможным осложнениям.

Профилактика заболеваний органов дыхания. Для профилактики этих заболеваний следует принимать *общеоздоровительные профилактические меры*:

- закаливание организма с целью сделать его менее восприимчивым к внешним воздействиям;
- рациональное питание (употребление в пищу, особенно в зимне-весенний период, овощей и фруктов с высоким содержанием витамина С);
- соблюдение режима труда и отдыха;
- отказ от вредных привычек, в частности от курения и др.

При выявлении признаков простуды, затрудненного носового дыхания эффективны *физиопрофилактические мероприятия*, в частности промывание полости носа раствором морской соли (0,5 ч. л. на 1 стакан воды), настоями коры дуба, полевого хвоща, зверобоя и др.; выполнение специальных дыхательных упражнений, способствующих укреплению дыхательных мышц, восстановлению правильного механизма носового дыхания; преодоление привычки дышать через рот.

К профилактическим мероприятиям, предотвращающим туберкулез и дифтерию, относятся прививки, санитарно-гигиенические мероприятия, социальная профилактика.



Заболевания органов дыхания. Причины заболеваний. Профилактика заболеваний органов дыхания



Для прививки против туберкулеза используют вакцину БЦЖ. Первую прививку (вакцинацию) проводят после рождения ребенка, а повторную (ревакцинацию) — в 6-7 лет. Необходимой профилактической мерой является ежегодное обследование (проба Манту). Его проводят, начиная с годовалого возраста. Для прививки против дифтерии используют противодифтерийный анатоксин. Вакцинация состоит из трех прививок и проводится в возрасте 3, 4 и 5 месяцев. Ревакцинацию проводят в 1,5 года, 6, 11, 16 лет и далее через каждые 10 лет.



1. Назовите основные причины возникновения заболеваний органов дыхания. **2.** Охарактеризуйте заболевания органов дыхания, относящиеся к инфекционным. **3.** Какие профилактические меры могут предотвратить заболевания органов дыхания?



4. Какие народные методы лечения заболеваний органов дыхания вам известны? **5.** Используя дополнительные источники информации, ознакомьтесь с лечебной системой дыхательных упражнений профессора Константина Бутейко, известной как метод Бутейко, и его биографией. Подготовьте короткие сообщения.



6. Туберкулез уже давно перестал быть сугубо медицинской проблемой. Это заболевание опасно для каждого в отдельности и для государства в целом: растет заболеваемость и смертность от этой социально опасной болезни. Выскажите свое отношение к этой проблеме. **7.** Прочитайте текст, представленный ниже. Обсудите проблему и подготовьте выступление-обращение к обществу от имени: а) подсудимого; б) судьи. Выскажите свое мнение по этой проблеме.

Роберта Дэниелса (гражданина США), больного туберкулезом, посадили в тюрьму за то, что он появился в магазине без специальной маски, которую обязан был носить, чтобы не заражать других. У него была обнаружена неизлечимая форма туберкулеза. Больного удерживали в одиночной камере тюремной больницы. Воздух, выводимый вентиляцией из его камеры, пропускали через специальные фильтры. Дэниелса посещал только медицинский персонал в защитных масках.



8. Приходилось ли вам лечиться от гриппа? Как именно? **9.** Какие профилактические меры вы предпринимаете, чтобы не заболеть ОРЗ и ОРВИ?

Дыхание — это сложный процесс, обеспечивающий поступление кислорода в организм, использование его в реакциях биологического окисления, а также выведение конечных продуктов обмена — углекислого газа и воды. К системе органов дыхания человека относятся дыхательные пути (носовая полость, глотка, гортань, трахея, бронхи) и легкие. Особенности строения органов дыхания обусловлены их функциями в обеспечении дыхания.

Звук образуется преимущественно при колебаниях голосовых связок гортани, вызываемых давлением выдыхаемого воздуха, выходящего через голосовую щель. Дыхательные движения — вдох и выдох — осуществляются с помощью дыхательных мышц, главными из которых являются диафрагма и межреберные мышцы.

В легких осуществляется газообмен между внешней средой и организмом. Проникновение кислорода из альвеолярного воздуха в кровь, а углекислого газа — из крови в альвеолярный воздух осуществляется благодаря диффузии, направление и скорость которой определяет разница концентраций этих газов в крови и альвеолярном воздухе. Газообмен в тканях осуществляется через тканевую жидкость также благодаря диффузии. Окисление органических веществ в клетках обеспечивает организм энергией, необходимой для всех процессов жизнедеятельности.

Органы дыхания особенно подвержены инфекциям, поэтому для профилактики заболеваний системы органов дыхания необходимо всячески укреплять организм, избегать вредных привычек, беречься от простуд, аллергий и т. п.



Тема 4. ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

Постоянство внутренней среды является условием свободной и независимой жизни.

Клод Бернар, французский физиолог XIX в.

§ 17. Внутренняя среда организма человека. Кровь, ее состав и функции

Как осуществляется транспорт веществ у животных? Какие функции выполняет гемолимфа, а какие — кровь?

Роль внутренней среды в жизнедеятельности организма. Внутренняя среда организма образуется его жидкостями — *кровью, лимфой и тканевой жидкостью*. Эти жидкости взаимосвязаны и могут взаимно преобразовываться, что создает целостную жидкую среду внутри организма. Значение жидкостей очень важно, поскольку большинство веществ участвует в биохимических реакциях в растворенном состоянии. Именно с помощью жидкостей внутренней среды к клеткам поступают питательные вещества и кислород и удаляются вредные продукты жизнедеятельности.

Кровь — непрозрачная, солоноватая на вкус жидкость красного цвета, циркулирующая по замкнутой кровеносной системе. *Вспомните, какими органами образована кровеносная система человека.* Объем крови у взрослого человека составляет 4–6 л (7–8 % массы тела). Вам известно, что основной функцией крови является транспортная, которая заключается в транспорте:

- дыхательных газов — кислорода от легких к тканям организма, а углекислого газа от тканей в легкие (*дыхательная функция*);
- органических веществ, минеральных солей ко всем тканям организма (*трофическая функция*);
- конечных продуктов обмена веществ из всех тканей к органам выделения (*выделительная функция*);
- гормонов и других биологически активных веществ в клетки всех органов и тканей организма (*регуляторная функция*).

Лимфа — прозрачная жидкость, движущаяся по сосудам лимфатической системы. *Вспомните, какими органами образована лимфатическая система человека.*

В организме образуется около 2 л лимфы в сутки. Ее основу составляет вода, в которой растворены органические (белки, жирные кислоты, глицерин) и неорганические (минеральные соли) вещества. Вам известно, что по лимфатическим сосудам также транспортируются *питательные вещества* и конечные продукты обмена веществ.

Кровь и лимфа непосредственного контакта с клетками тканей не имеют, он обеспечивается через тканевую жидкость. **Тканевая (межклеточная) жидкость** омывает все клетки организма. Она является промежуточной средой, через которую происходит обмен веществ (вода, минеральные соли, органические вещества, газы и т. п.) между кровью и клетками других тканей. Этот обмен осуществляется благодаря процессам *диффузии* и *фильтрации*.

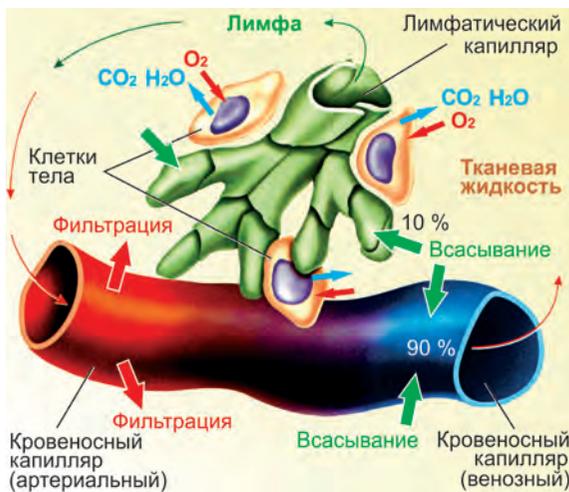
Тканевая жидкость образуется из жидкой части крови — плазмы, отфильтровываемой через стенки кровеносных капилляров, а также из конечных продуктов обмена веществ, постоянно поступающих из клеток. За сутки образуется около 20 л тканевой жидкости.

Кислород и питательные вещества из артериальных капилляров поступают сначала в тканевую жидкость, а уже из нее — в клетки. В свою очередь, углекислый газ, вода и другие продукты обмена, образующиеся в клетках, сначала выделяются в тканевую жидкость, а затем поступают в венозные капилляры. Здесь происходит *всасывание* (абсорбция) тканевой жидкости. В кровеносное русло возвращается до 90 % тканевой жидкости, а 10 % ее всасывается в лимфатические капилляры — образуется *лимфа*. Она медленно течет по лимфатическим сосудам и поступает в кровеносную систему. Состав лимфы зависит от особенностей обменных процессов тканей, из которых она вытекает (ил. 44).

Кровь, лимфа и тканевая жидкость находятся в тесной взаимосвязи, поддерживая на постоянном уровне содержание в клетках органических и неорганических веществ, кровяное давление, температуру тела и т. д., создавая тем самым оптимальные условия для нормальной жизнедеятельности всех клеток и тканей организма.

Состав крови. Среди жидкостей внутренней среды приоритетная роль принадлежит *крови*. Кроме транспортной функции, она выполняет не менее важные защитные функции. Кровь обеспечивает иммунитет организма. Она обладает физиологическими механизмами, благодаря которым кровь, циркулирующая в кровеносной системе, сохраняется в жидком состоянии. При нарушении целостности кровеносных сосудов образуется кровяной тромб, препятствующий вытеканию крови из поврежденного сосуда. Все функции крови взаимосвязаны и обеспечиваются ее составом (ил. 45). 55–60 % объема крови составляет ее жидкая часть — *плазма*; 40–45 % — *форменные элементы*: эритроциты, лейкоциты, тромбоциты.

Количество и соотношение клеток крови разное, что обусловлено выполняемыми ими функциями. В 1 мм³ крови взрослого человека в норме (по международному стандарту качества) содержится 4,1–5,9 млн эритроцитов, 4,4–11,3 тыс. лейкоцитов и 150–400 тыс. тромбоцитов. Количество форменных элементов крови в единице объема — это относительно постоянный показатель, зависящий от возраста, пола и состояния здоровья человека. При забо-



Ил. 44. Взаимосвязь компонентов внутренней среды



ЭРИТРОЦИТЫ (от греч. *erythros* [эри-трос] — красный; *cytos* [цитос] — клетка) — красные кровяные тельца.

ЛЕЙКОЦИТЫ (от греч. *leucos* [лейкос] — белый *cytos* [цитос] — клетка) — белые кровяные тельца.

ТРОМБОЦИТЫ (от греч. *thrombos* [тромбос] — ком, сгусток; *cytos* [цитос] — клетка) — кровяные пластинки.

каждая из клеток крови выполняет специфические функции. *Подробнее о них мы узнаем в следующих параграфах.*

В процессе функционирования форменные элементы крови стареют и разрушаются. Так, эритроциты «живут» 100–120 суток, тромбоциты — 8–12 суток, а лейкоциты — от нескольких часов до нескольких лет (в зависимости от вида).

Разрушаются все клетки крови в печени и селезенке, а также в местах протекания воспалительных процессов (лейкоциты) и повреждения кровеносных сосудов (тромбоциты). Взамен отмерших форменных элементов образуются новые. Разрушение и образование форменных элементов крови направлено на

Лабораторная работа

поддержание их оптимального количества в единице объема крови.

Тема. Микроскопическое строение крови человека.

Цель: выяснить особенности микроскопического строения крови человека; сравнить строение эритроцитов крови человека и крови лягушки; обосновать зависимость эффективности транспорта кислорода от особенностей строения эритроцитов крови человека и крови лягушки.

Оборудование и материалы: микроскопы, микропрепараты крови человека и крови лягушки.

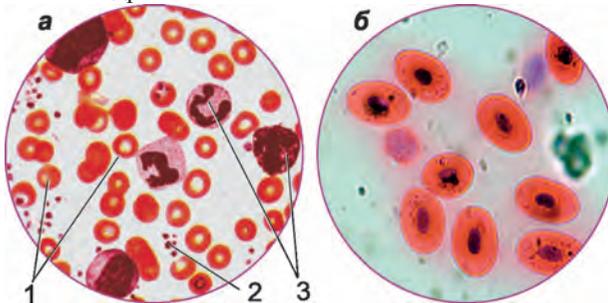
Ход работы

1. Подготовьте микроскоп к работе.
2. Рассмотрите при малом увеличении микроскопа постоянный микропрепарат крови человека. Найдите форменные элементы крови.

Сопоставьте увиденное с приведенной иллюстрацией и подпишите обозначенные цифрами форменные элементы крови человека.

Чем отличаются между собой форменные элементы крови человека?

3. Рассмотрите при большом увеличении микроскопа поочередно постоянные микроскопические препараты крови человека и крови лягушки. Обратите внимание на количество эритроцитов в поле зрения микроскопа (приблизительно), их форму, цвет, размеры, наличие ядра.



Микроскопическое строение крови:

*а — человека;
б — лягушки*

4. Результаты наблюдений занесите в таблицу.

Признаки Эритроциты	Количество в поле зрения	Форма	Цвет	Размеры	Наличие ядра
человек					
лягушка					

Чем отличаются эритроциты крови человека от эритроцитов крови лягушки?

5. Схематически изобразите увиденное под микроскопом.

6. Сделайте вывод о взаимосвязи строения и функций форменных элементов крови человека.



Внутренняя среда организма. Состав и функции крови, лимфы. Тканевая жидкость. Взаимосвязь компонентов внутренней среды



1. Что такое внутренняя среда организма? Охарактеризуйте ее компоненты. 2. Объясните роль внутренней среды в жизнедеятельности организма человека. 3. Как связаны между собой кровь, лимфа и тканевая жидкость? 4. Какие функции выполняет кровь? 5. Раскройте особенности транспортной функции крови. 6. Из каких компонентов состоит кровь? 7. Какие клетки относятся к форменным элементам крови? 8. Каково значение лимфы и тканевой жидкости для организма человека?



9. Почему для жизнедеятельности клеток организма человека необходима жидкая среда? 10. Раскройте механизм взаимосвязей между кровью, лимфой и тканевой жидкостью. 11. Прокомментируйте афоризм К. Бернара, вынесенный в качестве эпиграфа к теме. 12. Определите (приблизительно), сколько эритроцитов образуется и разрушается у взрослого человека каждую секунду. Ответ обоснуйте.

§ 18. Плазма крови. Тромбоциты и лейкоциты: строение и функции

Вспомните из курса химии, что такое растворы. Какое неорганическое вещество является лучшим растворителем?

Состав плазмы крови. Плазма крови — это раствор желтоватого цвета, состоящий из воды и сухого остатка (ил. 45). Он содержит органические (белки, липиды, глюкоза, витамины, гормоны, ферменты и т. д.) и неорганические (минеральные соли, газы) вещества, микроэлементы (Mg, Zn, Co и т.д.). Высокое содержание воды в плазме обеспечивает многие ее свойства. *Вспомните свойства воды как универсального растворителя.*

Важнейшими составляющими плазмы являются белки, каждый из которых выполняет специфические функции. Так, *альбумины* выполняют транспортную функцию крови (переносят гормоны, ионы кальция и т. д.), *глобулины* обеспечивают иммунитет, *фибриноген* участвует в свертывании крови.



Ил. 45. Состав и основные показатели крови человека



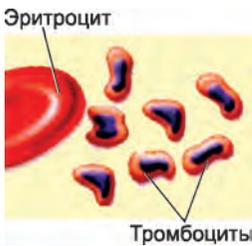
Среди минеральных солей, входящих в состав плазмы, больше всего приходится на долю солей Na, K, Ca, Mg. Концентрация всех солей поддерживается в плазме на постоянном уровне. Значительные отклонения этих показателей от средних величин на длительный период приводят к тяжелым последствиям для организма, часто несовместимым с жизнью.

В медицинской практике при обезвоживании организма (поносе и рвоте), значительных ожогах и т. д. используют водный раствор солей 0,9-процентной концентрации, то есть по качественному и количественному составу соответствующий плазме крови. Такой раствор называется физиологическим раствором (заменителем плазмы крови).

Концентрация глюкозы и белка в плазме также является постоянной величиной. Содержание таких компонентов плазмы, как мочевиная кислота, липиды, может изменяться в довольно широких пределах, не нарушая функций организма.

Строение и функции тромбоцитов. Любое нарушение целостности кровеносных сосудов сопровождается кровотечением и кровопотерей. Поэтому наличие защитной реакции организма, направленной на остановку кровотечения, спасает человека от смерти. Как установлено, в организме существуют сложные механизмы защиты от кровопотери путем образования кровяных тромбов в поврежденных сосудах. Эту функцию выполняют тромбоциты.

Тромбоциты (ил. 46) — это бесцветные, безъядерные, дискообразные, двояковыпуклые клеточные пластинки; они являются мельчайшими форменными элементами крови (диаметр — до 3 мкм и толщиной до 0,9 мкм). Плазматическая мембрана тромбоцитов неустойчива к механическим воздействиям. Она легко разрушается, чем и объясняется непродолжительность существования тромбоцитов. *Вспомните, какова продолжительность «жизни» тромбоцитов.* Тромбоциты способны накапливаться в группы и прилипать к поврежденным поверхностям сосудов. В результате образуется *тромб* (кровяной сгусток). Образование тромба (ил. 47) на поврежденных сосудах происходит вследствие свертывания крови (коагуляции) — защитной реакции организма, направленной на сохранение объема жидкостей, циркулирующих в организме.



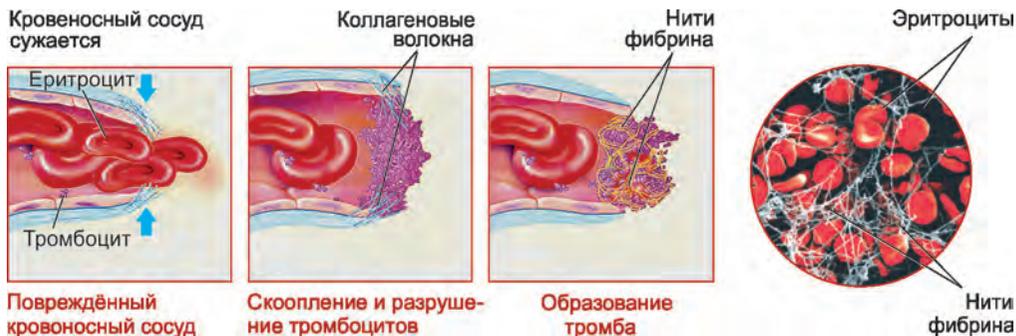
Ил. 46. Тромбоциты

Механизм свертывания крови сложен. В нем принимают участие более 20 веществ, среди которых белки, соли кальция и т. п. Одни вещества выполняют важные функции в формировании сгустка крови, другие являются активаторами ферментативных процессов. Часть веществ содержится в плазме крови, а часть — в тромбоцитах.

Сущность процесса свертывания крови заключается в переходе растворимого белка плазмы крови *фибриногена* в нерастворимый белок *фибрин*. Нити фибрина образуют густую волокнистую сетку. В сетке фибрина задерживаются эритроциты и тромбоциты, образуя кровяной сгусток — тромб. Масса тромба постепенно уплотняется, из тромба выжимается сыворотка крови. Сосуд заку-

поривается тромбом, и кровотечение останавливается. Свертывание крови в норме происходит за 5–10 мин. Через некоторое время стенка сосуда заживает, тромб рассасывается и проходимость сосуда восстанавливается.

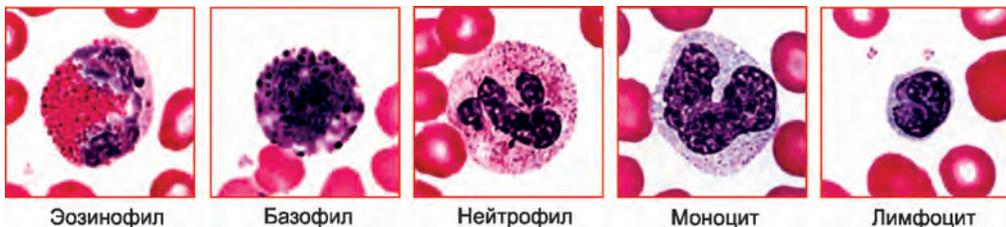
СЫВОРОТКА КРОВИ — это плазма крови без фибриногена.



Ил. 47. Образование тромба

Строение и функции лейкоцитов. Защитные функции в организме выполняют и другие форменные элементы крови — **лейкоциты**.

Лейкоциты распознают и обезвреживают генетически чужеродные организмы и вещества, попадающие в организм. Они уничтожают перерожденные клетки собственного организма, а также разрушающиеся клетки. Лейкоциты являются основой противобактериальной, противовирусной и противоопухолевой защиты организма. Эти функции выполняют различные виды лейкоцитов (ил. 48).



Ил.48. Виды лейкоцитов

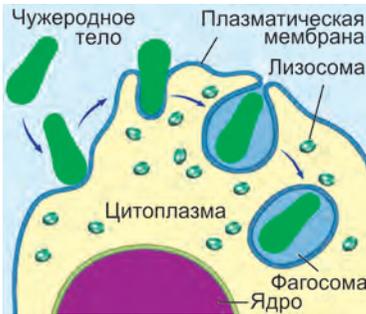
Больше всего среди них нейтрофилов (60–70 % общей массы лейкоцитов) и лимфоцитов (20–25 %). Лимфоциты являются основными клетками иммунной системы. Лейкоциты отличаются по форме, размерам, строению, свойствам и происхождению. Количественное соотношение между различными видами лейкоцитов крови человека является относительно постоянным. Его определяют при анализе крови и называют лейкоцитарной формулой. Изменение количества лейкоцитов (увеличение или уменьшение) свидетельствует об определенном заболевании.

В цитоплазме большинства лейкоцитов имеются гранулы, содержащие различные вещества (ферменты, белки, органические кислоты и т. д.), которые выполняют определенные функции. Несмотря на видовое разнообразие, все

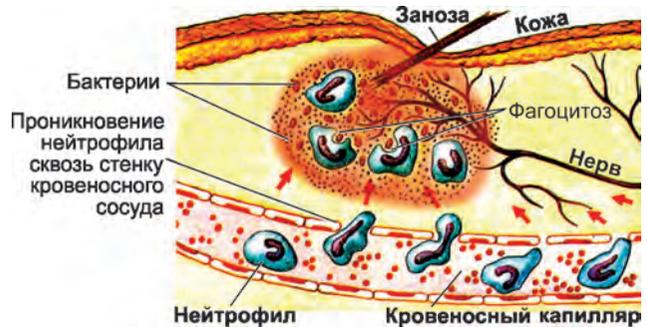


лейкоциты имеют ядро и множество лизосом. *Вспомните, что это за органеллы и какую функцию они выполняют.*

Свойства лейкоцитов. Все лейкоциты способны к амебодному движению, благодаря которому они проникают сквозь стенки кровеносных капилляров в ткани. Большинство лейкоцитов способно к фагоцитозу. Приблизившись к инородному телу, лейкоцит захватывает его выростами мембраны. В результате чужеродное тело оказывается «заключенным» в мембранном **ФАГОЦИТОЗ** (от греч. *phagos* [фагос] — пожиратель; *cytos* [цитос] — клетка) — активный захват и поглощение клеткой инородных тел. Такой пузырек внутри лейкоцита называется *фагосомой*. С помощью лизосом в нем уничтожается и переваривается инородное тело (ил. 49).



Ил. 49. Фагоцитоз



Ил. 50. Местное воспаление

Вторжение в организм любого возбудителя инфекции вызывает местное воспаление. В пораженном участке увеличивается кровенаполнение, повышается температура.

Поврежденные ткани выделяют определенные вещества (например, гистамин), вследствие чего возникают отек и боль. К месту повреждения поступают лейкоциты (в частности нейтрофилы), уничтожающие путем фагоцитоза микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности (ил. 50). Если место воспаления окружено мембраной, то возникает нарыв (абсцесс), то есть скопление гноя, состоящего из погибших клеток, лейкоцитов и обезвреженных микроорганизмов.



Плазма крови. Состав плазмы. Тромбоциты. Свертывание крови как защитное свойство организма. Фибриноген. Фибрин. Тромб. Лейкоциты. Свойства лейкоцитов



Помимо свертывания крови, существует и другой сложный физиологический механизм, благодаря которому не происходит тромбообразование внутри кровеносных сосудов. В организме человека вырабатываются вещества, которые называют антикоагулянтами. Они бывают прямого и косвенного действия. К антикоагулянтам прямого действия относится, например, гепарин (образуется в печени). Антикоагулянты косвенного действия подавляют образование активных веществ свертывания крови. При нарушении обмена веществ, определенных заболеваниях сердечно-сосудистой системы, печени, чрезмерном употреблении алкоголя и т. п. внутри сосудов могут возникать тромбы, что очень опасно для организма.

У некоторых людей утрачивается способность к свертыванию крови — возникает болезнь гемофилия. Поэтому при незначительных травмах у них может возникнуть сильное продолжительное кровотечение. Если кровотечение вовремя не остановить, то гемофилия может привести к смерти. Болеют этим тяжелым генетическим заболеванием преимущественно мужчины, но носителями наследственного признака болезни являются только женщины. Самым известным в истории носителем гемофилии была королева Великобритании Виктория (1819–1901).



1. Что такое плазма крови? Каков ее состав? **2.** Что такое физиологический раствор? Каково его назначение? **3.** Концентрация каких веществ в плазме крови является постоянной величиной? **4.** Каковы строение и функции тромбоцитов? **5.** Что такое свертывание крови? **6.** Охарактеризуйте свертывание крови как защитную реакцию организма. **7.** Что такое лейкоциты, каковы их свойства? В чем заключаются особенности их строения? **8.** Как возникает местное воспаление?



9. Можно ли при обезвоживании организма вводить в кровь для восстановления ее объема дистиллированную воду? Подумайте почему. **10.** Почему не разрываются клетки крови, если человек выпьет большое количество воды? Почему они не сморщиваются после употребления значительного количества поваренной соли? **11.** Почему у здорового человека внутри кровеносных сосудов тромбы не образуются? **12.** Чем объяснить разнообразие лейкоцитов? **13.** Объясните, почему местное воспаление можно рассматривать как защитную реакцию организма.

§ 19. Строение и функции эритроцитов. Группы крови и переливание крови

Вспомните, у всех ли животных кровь красная. Какую кровь называют артериальной, а какую — венозной? Знаете ли вы свою группу крови и резус-фактор?

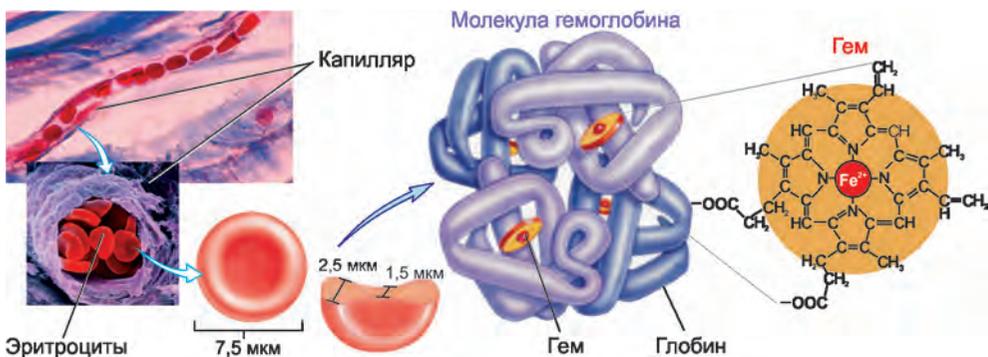
Строение эритроцитов. Эритроциты — это клетки крови, основная функция которых заключается в транспорте кислорода и углекислого газа. Выполнение эритроцитами дыхательной функции обусловлено особенностями их строения.

В крови человека эритроциты имеют преимущественно форму двояковогнутого диска (ил. 51). Площадь его поверхности составляет около 145 мкм^2 .

Форма двояковогнутого диска, увеличивая поверхность эритроцита, обеспечивает транспорт большего количества различных веществ. Снаружи эритроцит имеет плазматическую мембрану, проницаемую для кислорода и углекислого газа. Зрелый эритроцит крови человека не имеет ядра. Клетка-предшественник, из которой образуется эритроцит, имеет ядро. При созревании эритроцита ядро выходит за пределы клетки, а его место занимает дыхательный пигмент гемоглобин. В крови здорового человека его содержится $117\text{--}173 \text{ г/л}$. Молекула гемоглобина (Hb) имеет шаровидную форму и состоит из белковой части — *глобина* — и небелковой — *гема*. Четыре молекулы гема размещаются на ее поверхности в специальных углублениях (ил. 51). Гем — это соединение, содержащее четыре атома железа и легко соединяющееся с кислородом. Это и обуславливает способность гемоглобина переносить кислород.

Транспорт кислорода. Кислород из вдыхаемого воздуха через стенки кровеносных капилляров легких поступает в эритроциты. Здесь он с помощью слабых связей присоединяется к атому Fe (II). Присоединив O_2 , гемоглобин

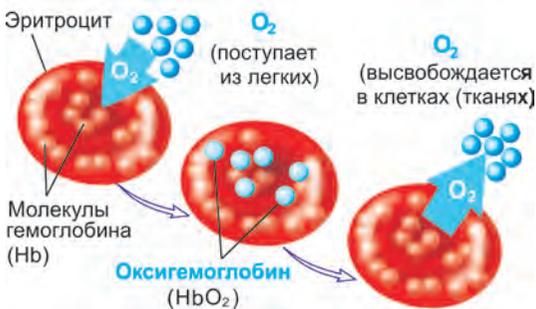




Ил. 51. Структура эритроцита

(Hb) преобразуется в *оксигемоглобин* (HbO_2) — неустойчивое соединение ярко-красного цвета, легко распадающееся на Hb и O_2 . Одна молекула гемоглобина может связать 4 молекулы кислорода, так как гем содержит 4 атома Fe (II). Благодаря этому свойству гемоглобина все ткани организма снабжаются кислородом (ил. 52).

Гемоглобин может связывать и другие газы, в частности CO (угарный газ), и образовывать устойчивое соединение *карбоксигемоглобин* (HbCO). Распад этого соединения на Hb и CO происходит очень медленно (в 200 раз медленнее, чем *оксигемоглобина*). Поэтому при наличии в воздухе угарного газа большая часть гемоглобина связывается с ним, утрачивая способность к транспорту кислорода. Это приводит к нарушению тканевого дыхания, что смертельно опасно для человека.



Ил. 52. Механизм транспортировки кислорода кровью

Известно, что в клетках в процессе дыхания образуется углекислый газ, который переносится кровью в легкие. Способы транспорта CO_2 различны. Так, 80 % углекислого газа транспортируется непосредственно гемоглобином, а соединениями карбонатной кислоты (H_2CO_3). Эта кислота образуется в эритроцитах вследствие соединения CO_2 и H_2O . Определенная часть углекислого газа (около 10 %) связывается с белковой частью гемоглобина, образуя *карбгемоглобин*. Остальная часть CO_2 остается в виде растворенного газа в плазме крови.

Группы крови системы АВ0. Эритроциты, кроме транспортной, выполняют и другие функции, среди которых особое значение имеет функция определения групп крови человека. Это обусловлено наличием в плазматической мембране эритроцитов набора определенных веществ белковой природы. Сегодня известно более 250 таких эритроцитарных веществ, которые обуслови-



вают специфические свойства крови и выборочно в различных комбинациях присущи только определенным группам людей. Набор эритроцитарных белков для каждого человека индивидуален и наследуется от родителей, то есть содержится в организме от рождения. Эти вещества обозначаются латинскими буквами: A, B, D, s, c и др. — и по характеру их влияния на свойства крови объединяются в определенные системы. Изучено около 30 таких групповых систем крови. Рассмотрим некоторые из них, в частности системы АВ0 и резус (Rh), поскольку вещества, входящие в их состав, вызывают очень сильные реакции при переливании крови, а также несовместимость крови матери и плода во время беременности.

Групповая система АВ0 объединяет эритроцитарные белки А и В (содержатся в плазматической мембране эритроцитов) и белки α и β (содержатся в плазме крови). Вещества А и В называются *агглютиногенами*, α и β — *агглютинидами*. При взаимодействии агглютиногена А и агглютинина α (соответственно агглютиногена В и агглютинина β) происходит *агглютинация* — склеивание эритроцитов. Поэтому в крови человека не могут одновременно находиться способные к взаимодействию друг с другом агглютиноген А и агглютинин α или агглютиноген В и агглютинин β , поскольку будет происходить агглютинация эритроцитов. У человека, эритроциты которого содержат агглютиноген А, в плазме обязательно есть агглютинины β , а у человека, эритроциты которого содержат агглютиноген В, в плазме обязательно есть агглютинины α .

Агглютиногены А и В могут существовать независимо друг от друга, поэтому четыре возможные их комбинации с агглютинидами лежат в основе четырех групп крови (ил. 53).

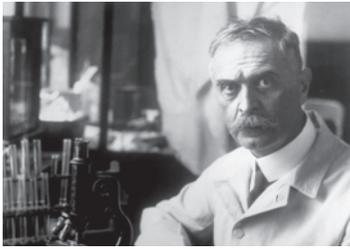
	Отсутствие агглютиногенов А и В	Агглютиноген А	Агглютиноген В	Агглютиногены А и В
Эритроциты				
Плазма	Агглютинины α и β	Агглютинин β	Агглютинин α	Отсутствие агглютининов α и β
	Группа 0 (I)	Группа А (II)	Группа В (III)	Группа АВ (IV)

Ил. 53. Группы крови по системе АВ0

Группы крови являются наследственными и не изменяются в течение жизни. Определение принадлежности к определенной группе крови по системе АВ0 проводят в лабораториях путем идентификации агглютиногенов и агглютининов (так называемый двойной метод, или перекрестная реакция).

За открытие групп крови австрийский врач и химик Карл Ландштейнер был удостоен Нобелевской премии в 1930 г.

Переливание крови. Открытие групповой системы АВ0 позволило понять такие явления, как *совместимость* и *несовместимость при переливании*



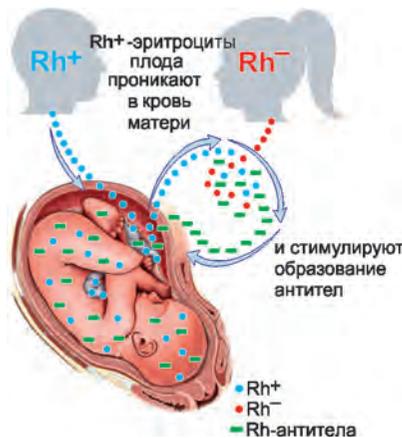
Карл Ландштейнер
(1868–1943)

крови. Традиционно считается, что переливание крови — это введение с лечебной целью в кровеносные сосуды больного крови или отдельных ее компонентов (эритроцитов, лейкоцитов или тромбоцитов, плазмы, белков плазмы, сыворотки и т. п.).

Переливание крови — это метод лечения больных, в основе которого лежит *трансплантация* (от лат. *transplantatio* [трансплантатио] — перенос) жидкой соединительной ткани человека — крови. Применение этого метода предполагает высокую степень ответственности как медперсонала, так и доноров. *Доноры* — это люди, у которых берут кровь, а те, кому ее переливают, — *реципиенты*. Донорами могут быть все здоровые люди в возрасте 18–60 лет.

Достижения современной науки позволяют предотвратить осложнения при переливании крови, которые, к сожалению, еще встречаются в лечебной практике и даже приводят к смерти реципиента. При переливании крови необходимо соблюдать правила групповой совместимости донора и реципиента. Переливать реципиенту следует цельную кровь его же группы. Но в экстренных случаях переливают не цельную кровь, а только эритроцитарную массу. Причем эритроциты группы 0 (I) можно переливать реципиентам всех групп крови эритроциты группы A (II) — реципиентам с группами крови A (II) и AB (IV) эритроциты группы B (III) — реципиентам с группами крови B (III) и AB (IV). Сегодня в лечебной практике широко используют искусственные кровезаменители (реосорбилакт, гемодез и т. д.).

Система резус (Rh) объединяет шесть эритроцитарных веществ — D, C, E, d, c, e. По их возможным комбинациям различают 8 групп крови. Самое сильное действие среди всех проявляет агглютиноген D. Поэтому именно его называют резус-фактором. Кровь, содержащую этот агглютиноген, называют *резус-положительной* (Rh⁺), а ту, что его не содержит, — *резус-отрицательной* (Rh⁻). Переливание несовместимой по резус-фактору крови вызывает резус-конфликт, что приводит к агглютинации эритроцитов.



Ил. 54. Резус-конфликт

Если у родителей разные группы крови системы Rh (в частности, когда отец Rh⁺, а мать Rh⁻), то во время беременности между матерью и плодом Rh⁺ возникает резус-конфликт (ил. 54).

В крови матери образуются особые вещества (Rh-антитела), разрушающие соб-

ственные эритроциты или эритроциты плода. У плода развивается гемолитическая болезнь. Это заболевание встречается с частотой один случай на 500 новорожденных. С каждой последующей беременностью возрастает риск и увеличивается вероятность гемолитической болезни новорожденных и степень ее тяжести. Чтобы избежать последствий резус-конфликта, принимают специальные медицинские меры.



Эритроциты. Гемоглобин. Оксигемоглобин. Карбоксигемоглобин. Карбгемоглобин. Система АВ0. Группы крови. Агглютиноген. Агглютинины. Переливание крови. Резус-фактор



По данным научных исследований, в Украине преобладают люди с группой крови А (II) — 40,87 % общей численности населения, затем — с группой 0 (I) — 30,76 %, далее с группой В (III) — 19,50 % и группой АВ (IV) — 8,85 %. Людей с Rh⁺ в нашей стране 86,00 %, с Rh⁻ — 14,00 %.



Американские ученые в лабораторных условиях вырастили искусственные эритроциты, которые поставляют кислород не менее эффективно, чем природные. Новое достижение повышает шансы получить со временем универсальную кровь, которую можно будет переливать любым пациентам. Выскажите отношение к этому открытию. В чем заключается преимущество искусственной крови?



1. К каким структурным компонентам крови относятся эритроциты? Какую функцию они выполняют? **2.** Какими особенностями строения эритроцитов обусловлена дыхательная функция крови? **3.** Что такое гемоглобин? Охарактеризуйте его строение. **4.** Как происходит транспорт кислорода кровью? **5.** Назовите формы транспорта углекислого газа кровью. **6.** Почему наличие в воздухе даже незначительного количества угарного газа для человека опасно? **7.** Какими особенностями строения эритроцитов обусловлена функция определения групп крови человека? **8.** Охарактеризуйте группы крови человека системы АВ0. **9.** Охарактеризуйте систему резус (Rh). **10.** Что такое резус-конфликт?



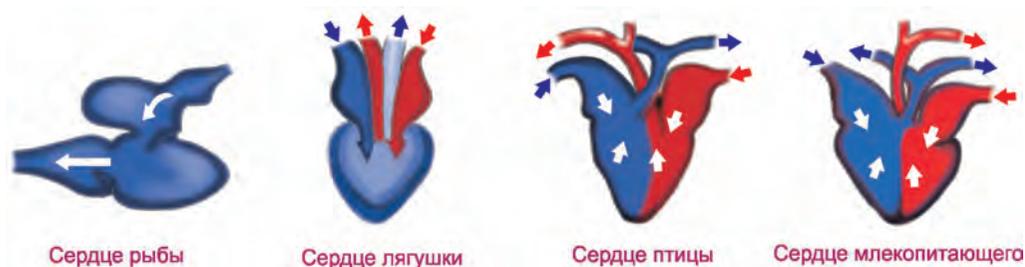
11. Почему очень важно, чтобы каждый человек знал свою группу крови и резус-фактор? **12.** Пользуясь дополнительными источниками информации, подготовьте сообщение о современных методах диагностики крови, методах консервирования крови, искусственных кровезаменителях. **13.** В художественной литературе для характеристики человека, принадлежащего к аристократическому кругу, довольно часто употребляют выражение «голубая кровь». Как вы понимаете эти слова? Существуют ли люди с голубой кровью? Существуют ли в природе животные с голубой кровью?



14. Проблема инфицирования через кровь в медицинских учреждениях — потенциальная опасность заражения различными вирусами (ВИЧ, герпес, гепатиты А, В, С и т. д.), возбудителями заболеваний, передающихся половым путем (сифилис, гонорея и т. д.). Как эта проблема решается: а) на государственном уровне; б) медиками; в) лично каждым человеком? Ответ аргументируйте. **15.** Карл Ландштейнер, получая Нобелевскую премию, сказал: «Система АВ0 — только начало исследований. Со временем количество таких систем будет расти, пока каждый человек не станет обладателем собственной неповторимой группы». Как вы считаете, сбывается ли его предвидение?

§ 20. Кровообращение. Сердце: строение и функции. Работа сердца

Как усложнялось строение сердца позвоночных животных от рыб до млекопитающих (ил. 55)?

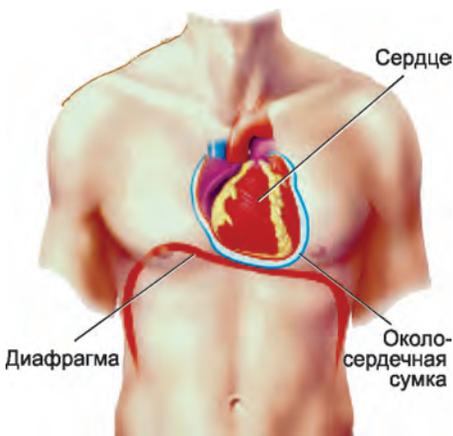


Ил. 55. Строение сердца представителей различных групп позвоночных животных

Выполнение основных функций крови обусловлено ее постоянной циркуляцией в организме. *Вспомните, какая система органов обеспечивает движение крови и какие органы входят в ее состав (§ 3).*

Строение сердца. Центральным органом кровеносной системы человека является сердце. У человека оно величиной с кулак. Хотя масса сердца незначительна (до 250–360 г, что составляет около 1/200 массы тела человека), однако оно выполняет титаническую работу. В состоянии покоя сердце делает около 60–80 сокращений в минуту, за сутки оно сокращается около ста тысяч раз, за 70 лет — более 2 500 000 000 раз.

КРОВООБРАЩЕНИЕ — движение крови по замкнутой системе кровеносных сосудов и сердца, обеспечивающее обмен веществ между организмом и внешней средой.



Ил. 56. Место расположения сердца

Сердце — мышечный полый орган конусообразной формы. Расположено оно асимметрично в грудной полости за грудиной (двумя третями — в ее левой половине, а одной третью — в правой) и почти полностью окружено легкими. Снизу к сердцу прилегает диафрагма. Сердце содержится в околосердечной сумке, образованной соединительной тканью (ил. 56). На ее внутренней поверхности выделяется жидкость, увлажняющая сердце.

Сплошная продольная мышечная перегородка делит сердце на две изолированные друг от друга половины — правую и левую. В верхней части обеих половин расположены правое и левое предсердия, в нижней части — правый и левый желудочки (ил. 58). Таким образом, сердце человека, как и всех млекопитающих, четырёхкамерное.

В правое предсердие по *верхней* и *нижней полым венам* кровь поступает из всех частей тела. Из правого желудочка выходит *легочный ствол*, через который венозная кровь поступает в четыре легочные артерии, а далее — в легкие.

В левое предсердие впадают четыре *легочные вены*, несущие артериальную кровь от легких. Из левого желудочка выходит *аорта*, по которой артериальная кровь движется к органам и тканям тела (ил. 57). В правой части сердца содержится *венозная кровь*, в левой — *артериальная*.

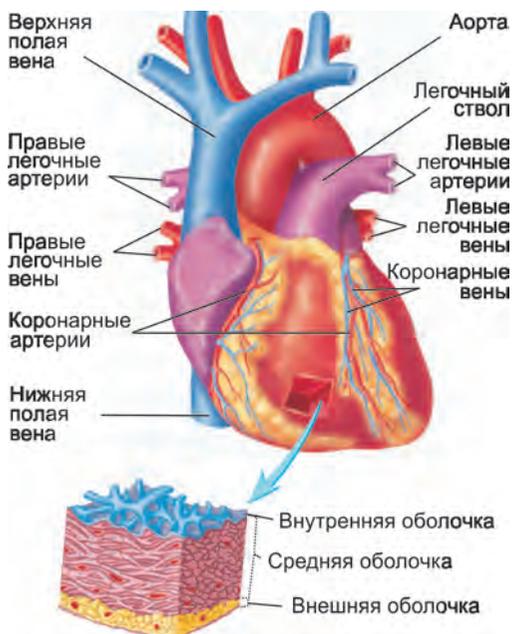
Важными для работы сердца являются клапаны (два *створчатых* и два *полулунных*), препятствующие обратному течению крови (ил. 58).

Двустворчатый клапан расположен между левыми предсердием и желудочком. Он состоит из двух створок. *Трехстворчатый клапан* находится между правыми предсердием и желудочком и состоит из трех створок. Эти клапаны не допускают возврата крови в предсердия из желудочков при их сокращениях.

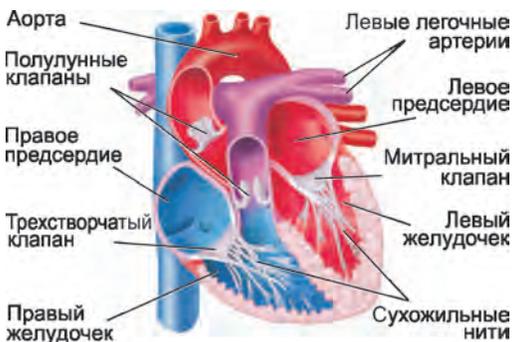
Один *полулунный клапан* расположен между левым желудочком и аортой и препятствует возвращению крови в сердце из аорты при расслаблении левого желудочка. Второй полулунный клапан находится между правым желудочком и легочным стволом и препятствует возвращению крови из легочного ствола в сердце при расслаблении правого желудочка. Каждый полулунный клапан состоит из трех похожих на карманы листков. Свободным краем карманы направлены в сторону сосудов.

Строение стенки сердца. Стенка сердца состоит из трех оболочек: *наружной* (эпикард), *средней* (миокард) и *внутренней* (эндокард).

Эпикард покрывает сердце снаружи, а эндокард выстилает его изнутри. Эпикард и эндокард образованы соединительной тканью и покрыты однослойным эпителием. Миокард, или собственно сердечная мышца, в разных ча-



Ил. 57. Строение сердца



Ил. 58. Сердечные клапаны



стях сердца имеет разную толщину. Миокард желудочков толще, чем миокард предсердий, что хорошо видно на ил. 58. Это обусловлено тем, что желудочки выполняют бóльшую, по сравнению с предсердиями, работу по перекачке крови. Особенно толстой является стенка левого желудочка (9–11 мм).

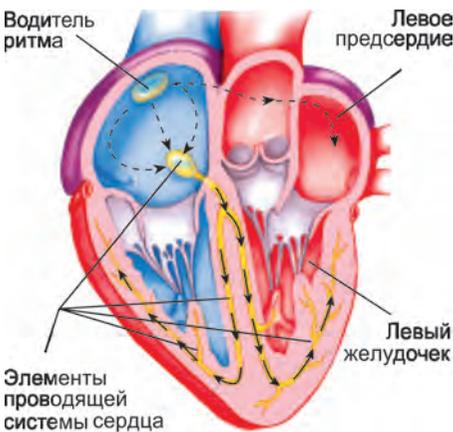
Свойства сердечной мышцы. Для сердечной мышцы характерны *возбудимость, сократимость, проводимость*. *Вспомните из § 2, что означают эти понятия.*

Возбудимость миокарда. Известно, что сердечная мышечная ткань обладает поперечной исчерченностью (ил. 12 в), а ее волокна плотно прилегают друг к другу. Это обусловлено наличием клеточных контактов, через которые возбуждение быстро распространяется на соседние клетки и охватывает весь миокард. В результате миокард сокращается. Сокращение сердца происходит по принципу «все или ничего»: пороговая сила раздражителя вызывает максимальное сокращение всех мышечных волокон сердца («все»), а сила раздражителя меньше пороговой не вызывает никаких действий мышц («ничего»).

Сократимость миокарда имеет свои особенности. В ответ на раздражение возникает возбуждение, в результате которого сначала сокращаются предсердия, затем — желудочки. Это и обеспечивает согласованную работу сердца.

Проводимость миокарда. В миокарде, кроме мышечных волокон, содержатся особые нетипичные мышечные клетки, которые утратили способность сокращаться, но сохранили способность самовозбуждаться и проводить электрические импульсы. Возбуждение передается как по волокнам миокарда, так и по нетипичным мышечным клеткам, которые образуют *проводящую систему сердца* (ил. 59). Элементы проводящей системы сердца расположены во

ПОРОГОВАЯ СИЛА ВОЗБУДИТЕЛЯ — это минимальная сила раздражителя, которая способна вызвать возбуждение.



Ил. 59. Проводниковая система сердца

всех его отделах.

Так, в стенке правого предсердия проводящие элементы представлены особым узлом, где возникает импульс сердечного сокращения, частота которого составляет 60–80 ударов в минуту. Этот узел называется *водителем ритма*. От него возбуждение распространяется на другие элементы проводящей системы сердца, что приводит к сокращению миокарда. Способность сердца ритмически сокращаться без внешних раздражителей и участия нервной системы под воздействием электрических импульсов, возникающих в самом сердце, называется *автоматией сердца*.

Кровоснабжение сердца. Сердце, обеспечивая кровью весь организм чело-



века, также требует постоянного поступления кислорода и питательных веществ. Причем для нормальной деятельности оно имеет бóльшую, чем другие органы человека, потребность в этих веществах. Обмен веществ в миокарде происходит в 10–20 раз интенсивнее, чем в любом другом органе человека. Поэтому на питание сердца расходуется 20 % энергетических ресурсов, используемых организмом. Кровоснабжение сердца осуществляется специальными *коронарными* артериями (ил. 57). По коронарным артериям в сутки протекает в среднем 350 л крови.

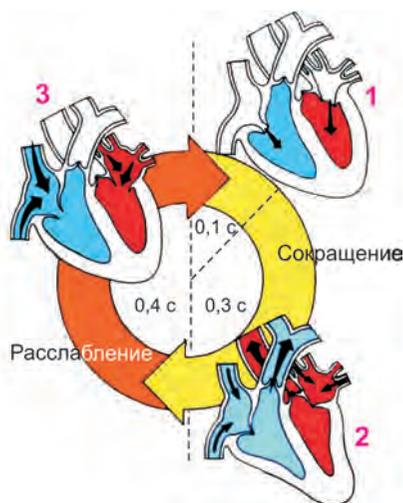
Работа сердца. Предсердия и желудочки сердца могут находиться в двух состояниях: сокращенном и расслабленном. Сокращение и расслабление предсердий и желудочков происходят в определенной последовательности и строго согласованы во времени.

Одно полное сокращение и расслабление предсердий и желудочков составляет **сердечный цикл**. Продолжительность сердечного цикла зависит от *частоты сердечного сокращения* (ЧСС). У нетренированного взрослого здорового человека в состоянии покоя она составляет 60–80 уд./мин. Соответственно время одного сердечного цикла — менее 1 с.

Рассмотрим работу сердца на примере одного сердечного цикла (ил. 60).

Ил. 60. Сердечный цикл:

- 1 — сокращение предсердий (створчатые клапаны открыты, полулунные — закрыты);
- 2 — сокращение желудочков (полулунные клапаны открыты, створчатые — закрыты);
- 3 — общее расслабление предсердий и желудочков (створчатые клапаны открыты, полулунные — закрыты)



Сердечный цикл начинается с сокращения предсердий, которое длится 0,1 с. За это время кровь из предсердий выталкивается в расслабленные желудочки. После этого наступает сокращение желудочков, которое длится 0,3 с.

Кровь из левого желудочка выталкивается в аорту, а из правого — в легочную артерию. Следующие 0,4 с вся сердечная мышца находится в фазе общего расслабления. Период отдыха (0,4 с) достаточен для восстановления работоспособности сердечной мышцы.

Таким образом, сердечный цикл длится 0,8 с и состоит из трех фаз: *сокращения предсердий, сокращения желудочков, общего расслабления предсер-*

дий и желудочков. В течение сердечного цикла предсердия находятся в расслабленном состоянии 0,7 с, а желудочки — 0,5 с. Поэтому сердечная мышца способна работать, не уставая, в течение всей жизни человека.

При каждом сокращении желудочков в аорту выталкивается определенная порция крови. Ее объем в норме составляет 50–70 мл. За одну минуту сердце взрослого здорового нетренированного человека в состоянии физического и эмоционального покоя при нормальной ЧСС перекачивает 4,5–5,0 л крови. У этого же человека при физической нагрузке количество крови, перекачиваемой сердцем за 1 мин, увеличивается до 15,0–20,0 л. У спортсменов эта величина может достигать 30–40 л/мин. Систематические тренировки способствуют увеличению массы и размеров сердца, повышают его силу.



Кровообращение. Сердце. Предсердия. Желудочки. Свойства миокарда. Автоматия сердца. Работа сердца. Сердечный цикл



Если повреждаются элементы проводящей системы сердца (не генерируются и не распространяются должным образом электрические импульсы), возникают сердечные заболевания. Кардиологи научились предотвращать такие сбои: они вшивают в сердечную мышцу электронный кардиостимулятор, заставляющий сердце сокращаться в должном ритме. Его имплантируют пациентам с тяжелыми симптомами, когда частота пульса низкая (менее 60 уд./мин) или когда нужно замедлить слишком быстрый ритм сердцебиения (более 100 уд./мин).



Американские медики провели уникальную операцию: им удалось оживить сердце лабораторной крысы, которая слыхла за несколько дней до проведения опыта. Для «возрождения» сердца ученые использовали стволовые клетки. Метод заключается в модификации структуры и удалении непригодных клеток сердца таким образом, чтобы основные структуры миокарда оставались невредимыми. По мнению ученых, в будущем с помощью нового метода можно будет регенерировать сердце человека. *Выскажите свое отношение к этому открытию. Какие перспективы для человечества в целом и для каждого человека в частности оно имеет?*



1. По ил. 57 охарактеризуйте строение сердца. **2.** Какие клапаны есть в сердце? Где они расположены? Какое значение для работы сердца они имеют? **3.** Охарактеризуйте особенности строения сердечной мышцы. **4.** Какими свойствами обладает миокард? **5.** Какова роль автоматии сердца в жизнедеятельности организма? **6.** Что такое сердечный цикл? Охарактеризуйте его фазы. **7.** Почему сердце способно неустойчиво работать в течение всей жизни человека? **8.** Объясните взаимосвязь строения и функций сердца.



9. Решите задачи. 1. Исходя из продолжительности фаз сердечного цикла, определите, сколько времени у 80-летнего мужчины в течение жизни отдыхали мышцы предсердий и желудочков сердца. 2. Сердце нетренированного человека в состоянии покоя делает в среднем 72 уд./мин, выталкивая при этом в аорту 50–70 мл крови, а у спортсмена таких сокращений бывает только 50. Каким образом спортсмен возмещает потребность в кислороде при такой ЧСС?



10. В День святого Валентина (14 февраля) влюбленные дарят друг другу открытки-валентинки, на которых символически изображено сердце. Почему сердце стало символом этого праздника?

§ 21. Строение и функции кровеносных и лимфатических сосудов. Лимфообращение

Вспомните, какие типы кровеносных систем характерны для животных. Как кровь движется по замкнутой кровеносной системе хордовых?

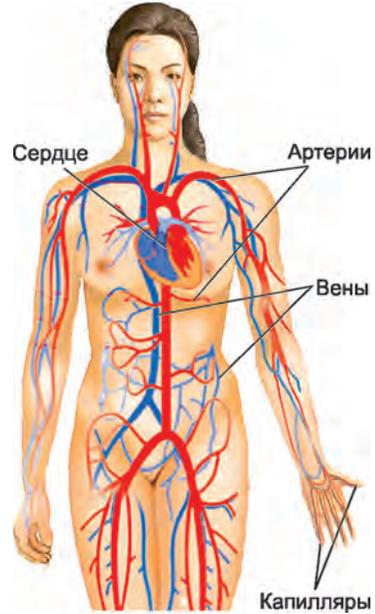
Сердце нагнетает кровь в сети кровеносных сосудов подобно насосу. В системе кровеносных сосудов различаются артерии, вены и капилляры (ил. 61).

Строение и функции кровеносных сосудов. В артериях кровь движется под большим давлением, которое они выдерживают благодаря строению своих стенок — толстых, крепких и упругих. В основном артерии расположены глубоко под мышцами, что имеет защитное значение. Крупные артерии, удаляясь от сердца, разветвляются. Стенки артерий состоят из трех слоев (ил. 62).

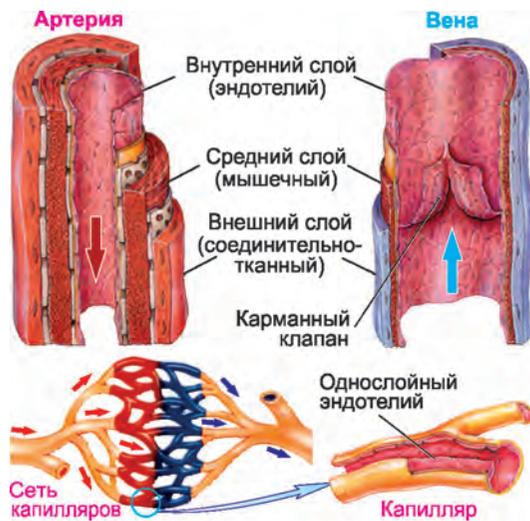
Внешний слой образован соединительной тканью. В нем проходят нервы, регулирующие просвет сосудов. *Средний слой* образован гладкими мышцами и эластическими волокнами, которые придают артериям упругие свойства. *Внутренний слой* образован слоем эндотелиальных клеток (плоские клетки, схожие с эпителиальными).

Мелкие артерии распадаются на тончайшие капилляры, стенки которых состоят из однослойного эндотелия. В каждом органе капилляры образуют сетку (ил. 62). Там кровь отдает тканям кислород, питательные вещества, забирает углекислый газ и другие продукты обмена. Артериальная кровь превращается в венозную. Площадь поперечного сечения всех капилляров тела составляет более $5\,000\text{ м}^2$.

Кровь из капилляров поступает в вены, стенки которых трехслойные. В отличие от артериальных стенок, они содержат мало мышечных волокон, поэтому менее упруги, но более эластичны. Кроме того, вены (за исключением полых) имеют карманные клапаны, препятствующие обратному движению крови.



Ил. 61. Кровеносная система человека



Ил. 62. Строение кровеносных сосудов



АРТЕРИИ (от греч. *aer* [аэр] — воздух; *tereō* [тере] — содержать) — кровеносные сосуды, по которым кровь движется от сердца к органам и тканям.

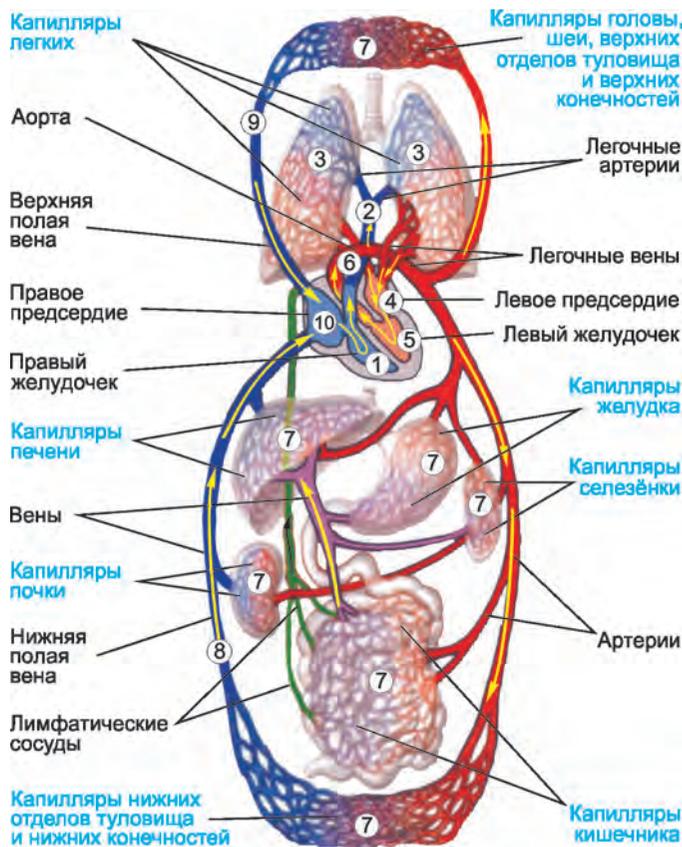
ВЕНЫ (от лат. *vena* [вена] — сосуд, жила) — кровеносные сосуды, по которым кровь движется от органов и тканей к сердцу.

КАПИЛЛЯРЫ (от лат. *capillaris* [капилларис] — волосной) — мельчайшие кровеносные сосуды в тканях и органах.

У человека, как и у наземных хордовых, кровь движется по *двум кругам кровообращения: большому и малому*. **Большой круг кровообращения** (ил. 63). При сокращении левого желудочка (5) насыщенная кислородом *артериальная кровь* выталкивается в аорту (6). Из аорты кровь движется по артериям, которые по мере удаления от сердца ветвятся и переходят в капилляры (7). Через тонкие стенки капилляров кровь отдает питательные вещества и кислород тканевой жидкости, а продукты жизнедеятельности клеток и углекислый газ из тканевой жидкости поступают в кровь. Из капилляров *венозная кровь* движется по мелким венам, которые сливаются в более крупные вены и впадают в нижнюю (8) и верхнюю (9) полые вены. Полые вены поставляют кровь от туловища, нижних конечностей, органов брюшной полости, головы, шеи, рук в правое предсердие (10), где заканчивается этот круг кровообращения. Таким образом, путь

У человека, как и у наземных хордовых, кровь движется по *двум кругам кровообращения: большому и малому*.

Большой круг кровообращения (ил. 63). При сокращении левого желудочка (5) насыщенная кислородом *артериальная кровь* выталкивается в аорту (6). Из аорты кровь движется по артериям, которые по мере удаления от сердца ветвятся и переходят в капилляры (7). Через тонкие стенки капилляров кровь отдает питательные вещества и кислород тканевой жидкости, а продукты жизнедеятельности клеток и углекислый газ из тканевой жидкости поступают в кровь. Из капилляров *венозная кровь* движется по мелким венам, которые сливаются в более крупные вены и впадают в нижнюю (8) и верхнюю (9) полые вены. Полые вены поставляют кровь от туловища, нижних конечностей, органов брюшной полости, головы, шеи, рук в правое предсердие (10), где заканчивается этот круг кровообращения. Таким образом, путь

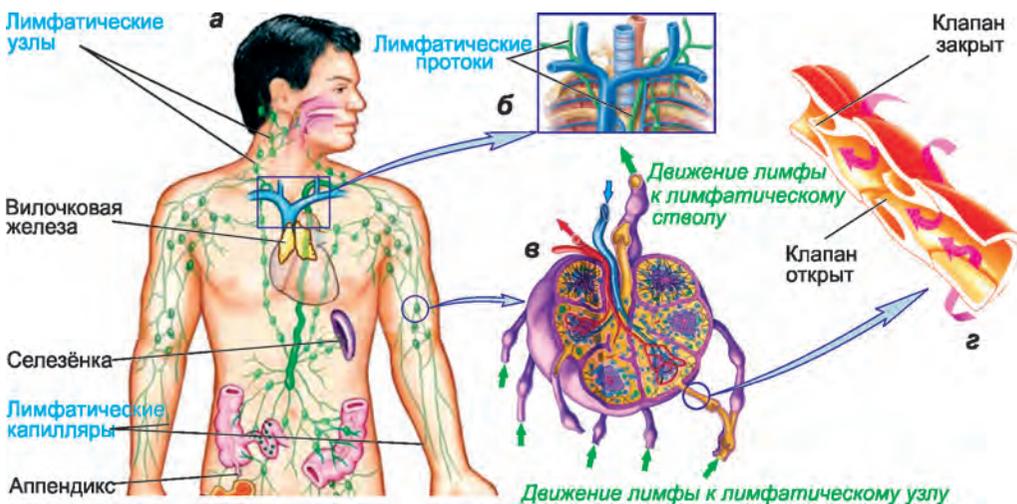


Ил. 63. Схема движения крови по кровеносной системе

крови от левого желудочка до правого предсердия называют *большим кругом кровообращения*. По всем *артериям* большого круга кровообращения течет *артериальная кровь*, а по венам — *венозная*.

Малый круг кровообращения (ил. 63). Из правого желудочка (1) венозная кровь поступает в легочные артерии (2), которые в легких образуют густую сеть капилляров (3), оплетающих легочные пузырьки. Венозная кровь отдает углекислый газ, обогащается кислородом и преобразуется в *артериальную*. Из легких артериальная кровь по легочным венам возвращается в левое предсердие (4), в котором завершается малый круг кровообращения. Таким образом, путь крови от правого желудочка до левого предсердия называется *малым*, или *легочным, кругом кровообращения*. В артериях малого круга кровообращения течет *венозная кровь*, а в венах — *артериальная*.

Строение и функции лимфатических сосудов. Известно, что к сердечно-сосудистой системе человека относится, кроме кровеносной, лимфатическая система (ил. 64). *Вспомните, какие органы составляют эту систему и какие функции они выполняют (§ 3).*



Ил. 64. Лимфатическая система человека

Мельчайшими сосудами лимфатической системы являются *лимфатические капилляры* — тонкостенные трубочки, которые, начинаясь в межклеточном пространстве, соединяются между собой и образуют разветвленную сеть. Они в организме имеются везде, за исключением головного и спинного мозга, хрящей, хрусталика глаза и некоторых других органов. Стенки лимфатических капилляров, как и кровеносных, образованы одним слоем эндотелиальных клеток.

Но лимфатические капилляры по диаметру больше, чем кровеносные, поэтому крупные молекулы (белковые, жировые), которые не могут проникнуть в кровеносные капилляры, легко поступают в лимфатическое русло.



Из сетей лимфатических капилляров образуются внутриорганные отводящие *лимфатические сосуды*, которые, сливаясь и постепенно увеличиваясь в диаметре, образуют сначала *лимфатические стволы*, а после — два *лимфатических протока* (ил. 64 а, б). По структуре лимфатические сосуды напоминают вены — состоят из внутренней, средней и наружной оболочек. Они имеют клапаны, препятствующие обратному движению лимфы. В местах расположения клапанов образуются сужения, благодаря чему сосуды приобретают характерную форму (ил. 64 г).

Лимфообращение. В лимфатических капиллярах образуется лимфа. *Вспомните ее состав и функции.* По отводящим лимфатическим сосудам лимфа течет в одном направлении — от органа к лимфатическим узлам (образованиям округлой формы диаметром 0,5–25 мм) (ил. 64 а, в).

В организме человека насчитывается более 300 лимфатических узлов. Они размещаются по ходу лимфатических сосудов в определенных участках тела группами (подколенные, паховые, бронхо-легочные, подчелюстные, шейные и т. д.). Протекая через лимфатические узлы, лимфа обогащается лимфоцитами. *Вспомните, что это за клетки и какую функцию они выполняют.*

Лимфатические узлы являются биологическими фильтрами, задерживающими и обезвреживающими генетически чужеродные организмы и вещества, которые поступают из внешней среды или образуются в самом организме.

В лимфатических узлах происходит слияние потоков лимфы из отдельных органов определенного участка тела. Из лимфатических узлов лимфа поступает в лимфатические стволы, а далее — в два лимфатических протока, впадающих возле ключиц в вены кровеносной системы. Таким путем лимфа движется по лимфатическим сосудам и поступает в кровеносное русло.

В перемещении лимфы важную роль играют ритмические сокращения стенок определенных лимфатических сосудов. В лимфатических капиллярах и отводящих лимфатических сосудах скелетных мышц поток лимфы обеспечивается сокращением этих мышц.



Кровеносные сосуды: артерии, вены, капилляры. Большой круг кровообращения. Малый круг кровообращения. Лимфатические сосуды. Лимфатические узлы. Лимфообращение



1. Чем представлена сердечно-сосудистая система человека? **2.** Какие особенности строения кровеносных сосудов обусловлены их функциями? **3.** По ил. 63 объясните, как кровь движется по большому и малому кругам кровообращения. **4.** При сокращении какой части сердца кровь направляется в аорту? **5.** По каким сосудам кровь поступает в органы? **6.** Что происходит в капиллярах большого круга кровообращения? **7.** В какую часть сердца кровь поступает по венам большого круга кровообращения? **8.** Какая кровь содержится в легочной артерии, а какая — в легочной вене? **9.** Что происходит с кровью в легочных капиллярах малого круга кровообращения? **10.** Какие функции выполняет лимфатическая система? **11.** Объясните особенности строения и функций лимфатических сосудов. **12.** Что такое лимфа? Охарактеризуйте движение лимфы в организме человека.



13. Каковы признаки сходства и различия в строении: а) артерий, вен и капилляров б) кровеносных и лимфатических сосудов? 14. В чем заключается взаимосвязь кровеносной и лимфатической систем?

§ 22. Движение крови по сосудам. Пульс. Артериальное давление

Вспомните из курса физики, чем вызвано и от чего зависит давление в жидкости. В каких единицах измеряют давление?

Движение крови по сосудам. Сердце сокращается ритмично, поэтому кровь поступает в кровеносные сосуды порциями. Однако она течет по кровеносным сосудам непрерывным потоком. Что же обеспечивает такое движение крови?

Гладкие мышечные волокна артерий, сокращаясь и расслабляясь, сужают и расширяют их и таким образом регулируют поток крови в этих сосудах. Эластические волокна придают артериям упругие свойства. Упругость артерий имеет большое значение для движения крови. Левый желудочек при сокращении выталкивает кровь под большим давлением. При этом стенки аорты растягиваются, и она вмещает всю кровь, вытолкнутую желудочком. Когда желудочек расслабляется, давление в аорте снижается, а ее стенки, благодаря упругим свойствам, незначительно сжимаются. При этом кровь из растянутой аорты проталкивается к артериям, хотя из сердца в это время кровь не поступает. Таким образом обеспечивается непрерывное движение крови по сосудам.

Движению крови по венам способствуют скелетные мышцы, которые, сокращаясь и расслабляясь, ритмично сжимают вены. Растягивание полых вен в грудной клетке при вдохе также приводит к движению крови по ним к сердцу.

Скорость движения крови зависит от разницы давлений и от площади поперечного сечения кровеносного русла.

Из курса физики вам известно, что в неразрывных потоках несжимаемых жидкостей произведение скорости потока (v) на площадь его поперечного сечения (S) является величиной постоянной. Объем крови, протекающей за единицу времени через сосуды, равен произведению скорости движения крови на площадь поперечного сечения сосудов. Эта величина одинакова для всех частей кровеносной системы: сколько крови выталкивает сердце в аорту, столько ее протекает через артерии, капилляры и вены и столько же возвращается к сердцу.

Аорта имеет поперечное сечение $4,5 \text{ см}^2$, и скорость движения крови здесь наибольшая — около $0,3\text{--}0,4 \text{ м/с}$. По мере разветвления артерий их диаметр становится меньше, однако общая площадь поперечного сечения всех артерий возрастает (до 400 см^2) и скорость движения крови уменьшается (до $4,0 \text{ мм/с}$). Общая площадь просвета всех капилляров в тысячу раз больше площади поперечного сечения аорты, а следовательно, скорость кровотока в капиллярах во столько же раз медленнее, чем в аорте ($0,3 \text{ мм/с}$). Это имеет большое значение для организма. Именно благодаря замедленному движению крови в мельчайших кровеносных сосудах успевает происходить обмен веществ (в том числе газов) между кровью и межклеточной жидкостью.



Вены, в отличие от артерий, не разносят, а собирают кровь от органов и несут ее к сердцу. На пути от капилляров к сердцу их количество и общая площадь поперечного сечения уменьшаются (от 700 см² до 10 см²), а скорость движения крови возрастает до 0,2 м/с.

Пульс. Из курса физики вам известно, что механический толчок вызывает распространяющиеся колебания. В кровеносной системе таковым является сердечный толчок. Он распространяется по артериям в виде пульсовой волны со скоростью 10 м/с. Амплитуда этой волны зависит от силы сердечных сокращений, удаленности от сердца и упругости сосудов артерий.

Периодически пульсирующие колебания стенок артерий, обусловленные сокращениями сердца, называются **артериальным пульсом**. Каждое такое колебание стенок артерий соответствует одному сокращению сердца. Пульс взрослого нетренированного человека в состоянии покоя — 60–80 уд./мин. Показатели пульса являются величиной переменной. Они зависят от роста человека (чем выше человек, тем ниже показатели пульса), возраста (пульс новорожденного ребенка составляет 120–140 уд./мин, в 16–18 лет достигает нормы), пола (у мужчин пульс несколько ниже, чем у женщин), тренированности организма (у тренированных людей пульс может достигать 50 уд./мин).

Основными свойствами пульса является его *частота, ритмичность, напряженность, высота и наполнение*. Это имеет важное диагностическое значение — можно выявить нарушения кровотока и другие патологические изменения в организме (например, при высоком артериальном давлении пульс становится «жестким», а при низком — «мягким»). В норме пульс хорошо прослушивается — он упругий, ритмичный, равномерный по наполнению. По пульсу определяют ритмичность, частоту и силу сердечных сокращений, которые являются важными физиологическими показателями здоровья человека. Пульс легко прощупывается пальцами в участках тела, где артерии подходят к поверхности тела, — на внутренней стороне запястья, по бокам шеи и др.

Лабораторное исследование

Тема. Измерение частоты сердечных сокращений.

Цель: научиться измерять частоту сердечных сокращений (ЧСС).

Оборудование: секундомер.



Нахождение пульса

Ход исследования

Запомните! Частоту сердечных сокращений нужно определять только после 5 мин отдыха.

1. Найдите пульс у себя на лучевой артерии. Для этого положите указательный и средний пальцы на внутреннюю поверхность руки перед запястьем со стороны большого пальца (см. ил.). Потренируйтесь быстро находить пульс.

2. Пользуясь секундомером, подсчитайте пульсовые удары в течение 15 с. Этот показатель умножьте на 4 и определите ЧСС за 1 мин.

3. Повторите измерения ЧСС еще дважды. Найдите средний показатель.

4. Определите, на каких участках тела, кроме запястья, можно проводить измерения ЧСС.

5. Сделайте вывод об особенностях измерения пульса и его свойств.

Артериальное давление. Сердце, выталкивая кровь в кровеносные сосуды для ее продвижения по кровеносной системе, создает **кровяное давление**. Измеряется кровяное давление, как и атмосферное, в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.). В аорте давление высокое — 110–130 мм рт. ст. С движением крови по артериям давление постепенно снижается до 100–120 мм рт. ст. Значительное снижение давления (до 20 мм рт. ст.) происходит в мельчайших артериях и капиллярах. В венах кровяное давление продолжает постепенно снижаться и в полых венах практически достигает нуля. Благодаря разнице давлений кровь течет из области более высокого давления к участку более низкого.

Кровяное, или артериальное, давление человека, в зависимости от фаз сердечного цикла, имеет два показателя: *максимальное давление в момент сокращения сердца* и *минимальное давление в момент расслабления сердца*. Показателем артериального давления человека является соотношение этих показателей (например, 120/80 мм. рт. ст.). Нормальное максимальное давление в момент сокращения сердца составляет 120–130 мм рт. ст., а минимальное давление в момент расслабления сердца — 80–85 мм рт. ст.

У здорового человека величина давления поддерживается на относительно постоянном уровне, поскольку кровеносные сосуды в норме пребывают в *тонусе* (от греч. *tonos* [тонос] — напряжение). В результате нарушения нейрогуморальной регуляции сосудистого тонуса, отрицательного воздействия факторов внешней среды тонус кровеносных сосудов нарушается.

Если тонус кровеносных сосудов увеличивается, то они сужаются и давление в кровеносной системе повышается. Такое состояние повышенного кровяного давления (выше 140/90 мм рт. ст.) называют *артериальной гипертензией*, или *гипертонией*.

Если тонус уменьшается, сосуды расширяются, кровяное давление соответственно снижается. Снижение кровяного давления до 90/50 мм рт. ст. вследствие уменьшения тонуса кровеносных сосудов называется *артериальной гипотонией*, или *гипотонией*.

Кровяное давление зависит от следующих факторов: количества крови в циркулирующем русле (если теряется кровь — ее объем уменьшается, давление снижается), силы и частоты сердечных сокращений степени напряжения стенки артерий (сосудистого тонуса).

Регуляция кровообращения. Одной из основных функций нейрогуморальной регуляции кровообращения является поддержание постоянного кровяного давления. Эта регуляция осуществляется рефлекторно. Главная роль принадлежит нервной системе (центр регуляции деятельности сосудов находится в продолговатом мозге). Некоторые биологически активные вещества,



выделяемые в кровь (адреналин, норадреналин, ацетилхолин), а также изменения в ионном составе тканевой жидкости осуществляют гуморальную регуляцию кровообращения.



Движение крови по сосудам. Скорость движения крови. Пульс. Измерение частоты сердечных сокращений. Артериальное давление



Основным способом выявления изменений артериального давления является метод, предложенный в начале XX в. Для измерения артериального давления используют специальный прибор — тонометр, состоящий из манжеты, устройства для нагнетания воздуха в манжету и манометра для измерения давления в манжете. Кроме того, тонометр оснащен либо фонендоскопом, либо электронным устройством для регистрации пульсации воздуха в манжете. Метод основан на пережимании манжетой плечевой артерии и выслушивании звуков, возникающих при медленном выпуске воздуха из манжеты. Сегодня используют как манометрические, так и цифровые аппараты. Среди манометрических тонометров различают ртутные и механические.



Тонометры:

- 1 — ртутный;
- 2 — механический;
- 3 — цифровой

1. Благодаря чему кровь движется по сосудам? 2. Какова скорость движения крови: а) в аорте; б) в венах; в) в капиллярах? 3. От чего зависит скорость движения крови в различных сосудах кровеносной системы? 4. В чем заключаются особенности движения крови по венам? 5. Что такое перераспределение крови в организме? 6. Что такое пульс? На каких участках тела и для чего его измеряют? 7. Какими свойствами характеризуется пульс? 8. Что такое кровяное давление? 9. Как изменяется кровяное давление в разных участках кровяного потока? 10. Что такое тонус кровеносных сосудов? 11. В чем состоит практическое значение определения частоты пульса?



12. Чем обеспечивается непрерывность потока крови? Ответ аргументируйте. 13. Благодаря каким особенностям кровотока возможно перераспределение крови в организме?



14. Рассмотрите ноготь большого пальца руки. Какого он цвета? Нажмите на него. Какого цвета он стал? Почему? Если нажатие прекратить, ноготь снова приобретает предыдущий цвет. Почему?

Исследовательский практикум

Тема: Самонаблюдение за частотой сердечных сокращений в течение суток, недели.

Цель: исследовать изменение ЧСС под влиянием нагрузок; установить зависимость ЧСС от состояния организма и обосновать значения показателей ЧСС для оценки состояния здоровья.

Материалы: блокнот, ручка, секундомер.

Ход исследования

1. Проводите измерения частоты сердечных сокращений (подсчет пульса) в течение недели в одно и то же время в определенные периоды суток.
2. Данные измерений занесите в таблицу 1:

Таблица 1

Период суток Дни недели	Утром после пробуждения, не вставая с кровати	После выполнения процедур утреннего туалета	Во время игр на большой перемене в школе или активного отдыха	После обеда — по завершении приема пищи	После вечерней прогулки	Перед ночным сном
понедельник						
вторник						
среда						
четверг						
пятница						
суббота						
воскресенье						

3. Сравните полученные показатели. Как изменяется ЧСС в течение одного дня? Почему?

4. Как изменяется ЧСС в одно и то же время в течение недели? Каковы причины этого?

5. Определите периоды, когда были обнаружены высокие и низкие значения ЧСС. Вспомните, с какими событиями они связаны.

6. Сравните величину измеренной ЧСС с показателями ЧСС в норме для вашей половозрастной группы. Отличается ли величина измеренной ЧСС от нормы и о чем она свидетельствует?

7. Если показатели ЧСС в состоянии покоя в течение недели стабильны, оцените состояние своего здоровья на основе анализа данных таблицы 2.

8. Сделайте вывод о зависимости ЧСС от состояния организма и ее значение для оценки состояния своего здоровья.

Таблица 2

ЧСС, уд./мин	Состояние здоровья и рекомендации для профилактики заболеваний
Менее 45	Свидетельствует о сердечной блокаде, которая может быть следствием сильной слабости, хронической усталости, патологического нарушения кровотока. <i>Нужно обратиться к врачу-кардиологу.</i>
46-59	Часто является признаком сниженной функции щитовидной железы. <i>Следует пройти обследование у врача-эндокринолога.</i>
60-80	Показатель нормального физиологического состояния организма. Вы в надлежащей физической форме. <i>Поддерживайте ее здоровым образом жизни.</i>
81-100	Может свидетельствовать об артериальной гипертензии. Нужно регулярно измерять АД. <i>Если давление будет 140/90 мм рт. ст. и выше, нужно обратиться к кардиологу.</i>
Более 100	Часто является признаком повышенной функции щитовидной железы. <i>Необходимо пройти обследование у эндокринолога</i>

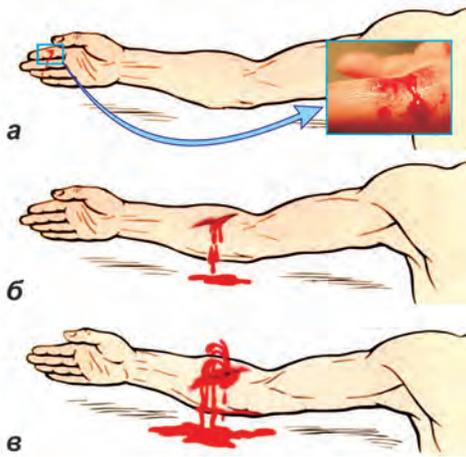
§ 23. Кровотечения. Сердечно-сосудистые заболевания и их профилактика

Вспомните из курса «Основы здоровья», как образ жизни человека влияет на его сердечно-сосудистую систему.

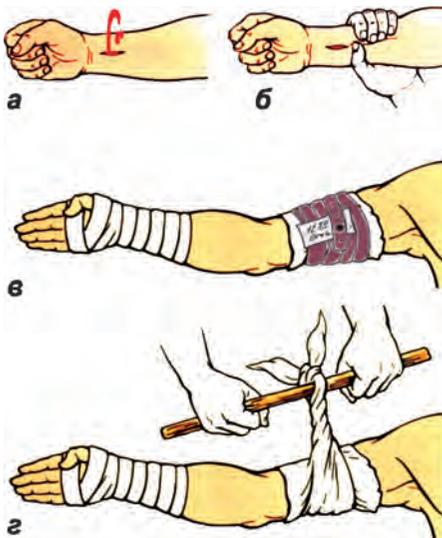
Кровотечения, правила оказания первой помощи. При повреждении кровеносных сосудов вследствие травмы, разрушении стенок сосудов при



определенных заболеваниях возникают **кровотечения**. Потеря крови приводит к снижению кровяного давления, нарушению снабжения кислородом головного мозга, сердца, других органов. Смертельной для человека является потеря 2,0–2,5 л крови. *Вспомните, каков объем крови у человека.*



Ил. 65. Кровотечения: а — капиллярное; б — венозное; в — артериальное



Ил. 66. Остановка артериального кровотечения: а — повреждение лучевой артерии; б — временная остановка кровотечения прижатием артерии; в — остановка кровотечения с помощью жгута; г — остановка кровотечения с помощью закрутки

ста повреждения) и наложить жгут (ил. 66 б, в). Чтобы не повредить кожу, его накладывают поверх одежды или другой мягкой ткани. Если жгута нет, можно

В зависимости от типа поврежденных сосудов различают капиллярные, венозные, артериальные кровотечения.

Капиллярные кровотечения (ил. 65 а) возникают даже при незначительном повреждении тканей. Поскольку кровь по капиллярам движется медленно и под небольшим давлением, то капиллярные кровотечения не вызывают значительной потери крови, их легко остановить. Основным правилом оказания первой медицинской помощи при таких кровотечениях является обеззараживание раны (например, настойкой йода) и наложение на нее марлевой повязки.

Венозные кровотечения (ил. 65 б) возникают при повреждении вен. В венах кровь течет быстрее, поэтому такие кровотечения приводят к значительным потерям крови. При венозном кровотечении кровь вытекает равномерно и имеет темный цвет. Для ее остановки необходимо наложить тугую повязку, а при повреждении больших вен — жгут, размещая его *ниже* места повреждения.

Артериальные кровотечения являются самыми опасными, поскольку в артериях кровь течет под большим давлением и со значительной скоростью (ил. 65 в). Артериальное кровотечение распознают по ярко-красному цвету крови, бьющей из раны фонтаном (ил. 65 в, 66 а). При артериальном кровотечении необходимо быстро прижать пальцем поврежденный сосуд (*выше* места повреждения) и наложить жгут (ил. 66 б, в). Чтобы не повредить кожу, его

воспользоваться ремнем, галстуком, платком и т. п. Для этого между тканью и телом вставляют прочную палочку и закручивают ткань до остановки кровотечения (ил. 66 г). После этого пострадавшего немедленно доставляют в больницу. Жгут или закрутку нельзя оставлять более чем на 1,5 часа, чтобы не вызвать омертвление тканей. К жгуту или закрутке прикрепляют записку о времени их наложения. Если есть необходимость оставить жгут более чем на 1,5 ч, то пальцем прижимают артерию выше раны и ослабляют жгут на 5–10 мин.

Чрезвычайно опасны **внутренние кровотечения** (в брюшную полость, полость груди, черепа). Выявить их можно по внешнему виду человека. Он бледнеет, у него выступает липкий холодный пот, дыхание становится поверхностным, пульс учащается и слабеет.

До прибытия неотложной медицинской помощи пострадавшего укладывают и обеспечивают ему полный покой. К вероятному месту кровотечения прикладывают холодный компресс.

Сердечно-сосудистые заболевания и их профилактика. Во всех странах мира сердечно-сосудистые заболевания по количеству причин смерти занимают первое место. В Украине каждый четвертый гражданин трудоспособного возраста имеет сердечно-сосудистое заболевание. По распространенности в структуре сердечно-сосудистых заболеваний первое место среди взрослых и подростков занимает гипертоническая болезнь — 44 %, затем — ишемическая болезнь сердца — 34 % и сосудисто-мозговые заболевания (в частности инсульты) — 14 %. По показателям смертности от этих заболеваний Украина занимает в Европе позорное первое место.

Кратко охарактеризуем сердечно-сосудистые заболевания. **Гипертоническая болезнь** — патологическое состояние сердечно-сосудистой системы, характеризующееся артериальной гипертензией, изменениями в сердце, почках, центральной нервной системе. Субъективными проявлениями болезни являются головная боль, головокружение, боль в области сердца, снижение остроты зрения, приступы удушья, отеки ног и т. п. **Ишемическая болезнь сердца** — патологическое состояние сердца, характеризующееся нарушением кровоснабжения сердечной мышцы вследствие поражения его коронарных артерий. **Стенокардия** — заболевание, причиной которого является сужение коронарных сосудов, питающих сердце и снабжающих его кислородом. Признаки — боль, ощущение сдавливания за грудиной или в области сердца. **Острый инфаркт миокарда** характеризуется омертвением участка миокарда, возникающим вследствие недостаточности кровоснабжения в этой области. Признаки: давящая, жгучая боль, которая словно сковывает грудную клетку, «отдает» в разные части тела, появление удушья и т. п.

К другим распространенным заболеваниям сердца относятся **аритмии** (нарушения ритма и проводимости сердца), **миокардиты** (вирусные, инфекционные, паразитарные поражения миокарда) и др. **Инсульт** — острое нарушение мозгового кровообращения, приводящее к повреждению тканей мозга, сильной головной боли, обморокам, потере речи и чувствительности, пара-



личу. При нерациональном питании, курении и нервных перенапряжениях в стенках кровеносных сосудов происходят изменения. Преимущественно в местах разветвлений артерий на стенках сосудов оседает органическое вещество — холестерин, в связи с чем они теряют эластичность. На холестерин оседают соли кальция. Этот процесс называют склеротизированием сосудов. Развивается заболевание **атеросклероз**.

Распространенным заболеванием сосудов является и **дистония** — нарушение тонуса сосудов, в результате чего нарушается кровообращение. Появляются головная боль, усталость. Чаще всего причинами дистонии являются неврозы и низкая физическая активность.

Варикозное расширение вен — заболевание, проявляющееся в неравномерном расширении вен. Возникновению этого заболевания способствуют врожденная слабость венозных стенок и неполноценность их клапанов. Варикозное расширение вен часто приводит к **тромбофлебиту** — воспалению стенки вены с образованием тромба.

Факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ил. 67). Высокое **артериальное давление** — основной фактор возникновения многих патологических состояний и заболеваний сердечно-сосудистой системы. Еще



Ил. 67. Факторы развития сердечно-сосудистых заболеваний

одним фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний является **гиподинамия**, возникновение которой в современных условиях учащается, в частности, в связи с улучшением бытовых условий, ростом роли современных средств коммуникации (мобильная связь, телевидение, компьютерные сети), пассивным проведением досуга и т. п.

К факторам риска развития сердечно-сосудистых заболеваний относится и **избыточная масса тела**. Определяющим в ее возникновении, а также в развитии артериальной гипертензии является **нерациональное питание**. Доказана зависимость между увеличением массы тела и повышением артериального давления, содержанием холестерина и глюкозы в крови.

Степень риска развития сердечно-сосудистых заболеваний увеличивается из-за высокого содержания жиров в пище, из-за чрезмерного употребления калорийных блюд, сахара и соли. Снижению риска способствует достаточное употребление сложных углеводов и пищевой клетчатки, витаминов, минералов.

К факторам риска развития сердечно-сосудистых заболеваний относятся **вредные привычки** — курение, употребление алкоголя и наркотических веществ. Алкоголь отравляет миокард, повреждая мембраны и другие структуры клеток, изменяет стенки кровеносных сосудов. Миокард, получая недостаточ-

ное количество кислорода и питательных веществ, постепенно перерождается и заменяется соединительной тканью. Алкоголь повышает свертываемость крови, что приводит к образованию тромбов.

У курильщиков после каждой выкуренной сигареты кровеносные сосуды сужаются примерно на 30 минут. Поэтому у курящих людей сосуды почти всегда сужены и сердцу приходится с большей силой проталкивать кровь в них. Работая с большим напряжением, сердце быстрее изнашивается. Сужение сосудов — причина заболевания курильщиков «перемежающейся хромотой», которая сопровождается сильной болью при ходьбе. По статистике, риск развития сердечных заболеваний у курильщиков в 2–6 раз больше, чем у некурящих. Нарушения сердечно-сосудистой системы особенно быстро возникают, если человек употребляет наркотические вещества.

Социальное напряжение (низкий уровень социальной защищенности, плохая материальная обеспеченность, тяжелый физический труд, семейные конфликты), стрессы, депрессивные состояния также являются важными факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний. Прогнозы ВОЗ по динамике роста сердечно-сосудистых заболеваний неутешительны — они остаются главной причиной смертности и инвалидности людей. Эти прогнозы и обуславливают актуальность проблемы профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний. Поэтому на личностном уровне, то есть на уровне каждого человека, мерами профилактики сердечно-сосудистых заболеваний должны стать:

- подвижный образ жизни (ежедневные физические нагрузки);
- рациональное питание;
- искоренение вредных привычек;
- психоэмоциональные разгрузки и релаксация (сауна, массаж и т. д.);
- систематическое измерение и контроль артериального давления.



Кровотечения (капиллярные, венозные, артериальные, внутренние). Сердечно-сосудистые заболевания. Факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний



Для приготовления блюд лучше всего использовать оливковое масло (содержит 57 % насыщенных жирных кислот, устойчивых к высоким температурам). Жарка на подсолнечном масле приводит к образованию вредных веществ. Они повышают риск возникновения стенокардии, диабета и др., поэтому лучше не использовать подсолнечное масло для жарки, его полезно употреблять с салатами.



Французским кардиохирургам и инженерам удалось создать искусственное сердце, бьющееся, как живое. Оно регулирует с помощью электронных сенсоров сердечный ритм и кровотоков. Сердце изготовлено из специальных материалов, предотвращающих его отторжение иммунной системой и формирование тромбов. Выскажите свое отношение к решению проблем лечения заболеваний системы кровообращения с помощью искусственного сердца.





1. Какие типы кровотечений вам известны, как их различить? 2. Объясните последовательность действий оказания первой помощи при кровотечениях: а) капиллярном; б) венозном; в) артериальном; г) внутреннем. 3. Назовите причины возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. 4. Почему при нарушении кровообращения возникают заболевания сердечно-сосудистой системы? 5. Каковы причины возникновения инфаркта миокарда? 6. Какие заболевания сосудов вам известны? 7. В чем заключается профилактика сердечно-сосудистых заболеваний?



8. Составьте образовательную профилактическую программу для своих сверстников с повышенным артериальным давлением, направленную на преодоление риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. 9. На рынке слабоалкогольных напитков распространен молодежный напиток, который «спасает от фантазийно-эмоциональной недостаточности». Для его продвижения созданы рекламные ролики, акцентирующие внимание на том, что напиток — не просто очередная так называемая «слабоалкоголка» со вкусом апельсина или кактуса, но и средство для улучшения настроения.

Выскажите аргументированное отношение к этой рекламе и другим рекламным проектам, касающимся слабоалкогольных или безалкогольных «энергетических» напитков.

Обобщение

Внутренняя среда организма образуется кровью, лимфой и тканевой жидкостью. Благодаря этим жидкостям все органы и системы организма связаны функционально, поскольку они обеспечивают транспортировку к клеткам питательных веществ и удаление продуктов жизнедеятельности. Помимо транспортной функции, кровь выполняет еще и защитные функции. Большую часть объема крови составляет жидкая плазма, остальное — форменные элементы.

Эритроциты переносят кислород и углекислый газ благодаря наличию в них белка гемоглобина. Большинство лейкоцитов способно к фагоцитозу, что является основой защиты организма от инфекций. Тромбоциты защищают организм от кровопотери путем образования тромбов в поврежденных сосудах. Наличие в эритроцитах и плазме крови набора веществ белковой природы обуславливает определение четырех групп крови, пренебрежение которыми может привести к очень сильным реакциям при переливании крови.

Строение сердца человека, а также артерий, вен и капилляров обусловлено их функциями. Важнейшее свойство сердца — автоматия, обеспечивающая его ритмичную работу. Циркуляция крови осуществляется по двум кругам кровообращения. Продолжительность сердечного цикла зависит от частоты сердечного сокращения, на которую влияют различные факторы; значительная их часть может стать причиной возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. Для их профилактики необходимо заботиться об уменьшении загрязнения окружающей среды и устранении факторов риска: высокого артериального давления, гиподинамии, избыточной массы тела, социального напряжения, вредных привычек и т. п.

Тема 5. ВЫДЕЛЕНИЕ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Кожа — это орган, по состоянию которого можно определить здоровье и даже жизненную историю человека.

*Мориц Винтерниц, австрийский историк
к. XIX – нач. XX в.*

§ 24. Выделение — важный этап обмена веществ. Строение и функции мочевыделительной системы

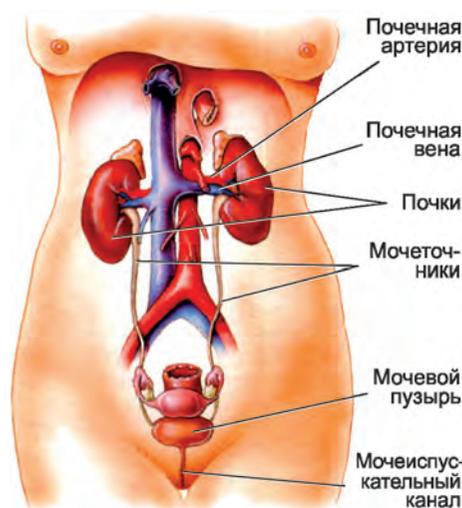
Вспомните, какие органы осуществляют выделение у животных. Что такое внутренняя среда организма?

Значение выделения в процессе обмена веществ. В процессе обмена веществ постоянно образуются конечные продукты окисления жиров, белков и углеводов, уже не нужных и даже вредных для организма, и поэтому подлежащих выведению из него. Конечными продуктами распада углеводов и жиров являются вода и углекислый газ. При распаде белков, кроме углекислого газа и воды, образуется мочевины, мочевая кислота и другие соединения.

Конечные продукты обмена веществ поступают в кровь, а далее выводятся наружу через кожу, органы дыхательной, пищеварительной и мочевыделительной систем. Определенное количество воды и растворенных в ней мочевины и минеральных солей выводится через *потовые железы*. Углекислый газ и водяной пар выводятся через легкие. *Печень* обезвреживает различные токсины, излишки гормонов, продукты обмена гемоглобина и белков. В составе желчи они поступают в *кишечник*, а из него выводятся с калом наружу. С калом также выводится часть воды.

Около 60 % массы конечных продуктов обмена веществ выводится через *мочевыделительную систему*. С мочой, образующейся в почках, выделяется избыток воды с растворенными в ней конечными продуктами распада, в основном белкового обмена (мочевина, креатинин), минеральными солями (натрия хлорид, соли аммония) и вредными для организма веществами (соединения тяжелых металлов, пестициды, синтетические красители). С мочой выводятся также гормоны, витамины и т. п.

Строение и функции органов мочеиспускания. Как вам уже известно, органами мочевыделительной системы являются *почки, мочеточники, мочевой пузырь* и *мочеиспускательный канал* (ил. 68).



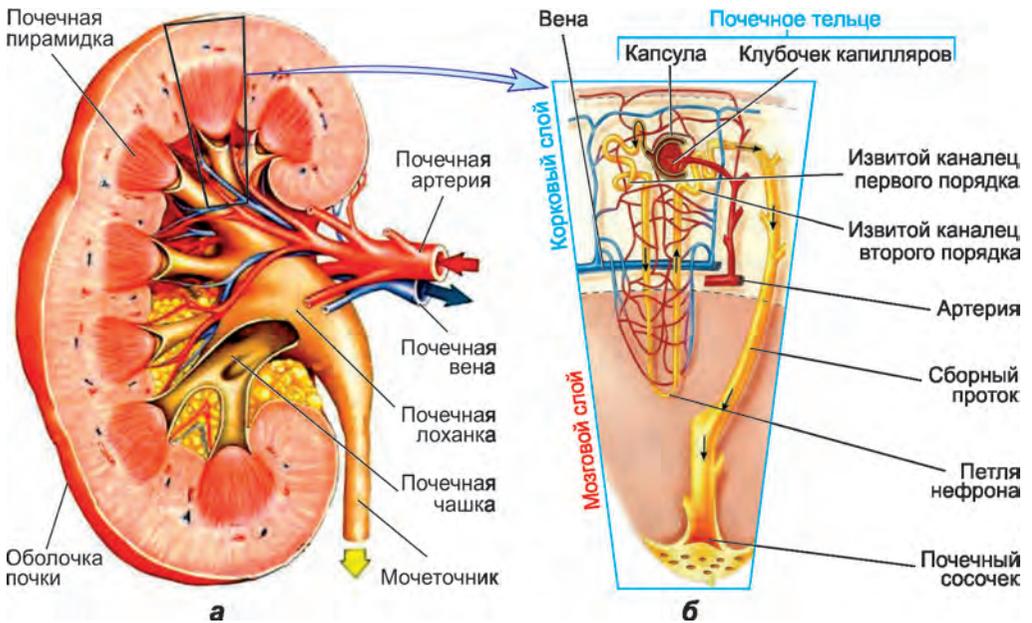
Ил. 68. Мочевыделительная система



Почка (ил. 68) — парный орган бобовидной формы, расположенный в брюшной полости с обеих сторон позвоночника на уровне поясницы. Масса одной почки взрослого человека в среднем — 150 г.

Строение почки обусловлено ее основными функциями: *выделительной* (выделение из организма конечных продуктов обмена) и *регуляторной* (регулирует водно-солевой баланс, артериальное давление, объем жидкостей внутренней среды организма).

На вогнутой внутренней стороне почки находится углубление — так называемые почечные ворота, через которые проходит мочеточник, почечные артерии и вены, нервы, лимфатические сосуды (ил. 68, 69 а). Сверху почка покрыта плотной соединительнотканной оболочкой.



Ил. 69. Строение почки: а — в продольном разрезе; б — нефрон

Почка образована двумя слоями: наружным — *корковым* и внутренним — *мозговым*. В корковом слое содержатся *нефроны* — структурно-функциональные единицы почки (ил. 69 б), а в мозговом слое — *собирательные трубочки*. Они, сливаясь, образуют *сборные протоки*, формирующие *почечные пирамидки*. Почечные пирамидки открываются на вершинах отверстиями (почечными сосочками) в *почечные чашки*, объединенные в *почечную лоханку*, из которой выходит мочеточник.

Мочеточник (ил. 68, 69 а) — это парный орган в виде цилиндрической трубки (диаметр 4–9 мм, длина 30–35 см). Он соединяет почку с **мочевым пузырем** — непарным полым органом, находящимся в передней части полости малого таза и вмещающим до 500 мл мочи. *Мышечная оболочка* его стенки образована гладкими мышцами, расположенными в три слоя. Их сокращение

приводит к опорожнению мочевого пузыря. Выход из мочевого пузыря окружен круговыми мышцами, образующими сфинктер, обеспечивающий периодическое мочеиспускание. **Мочепускающий канал** соединяет мочевой пузырь с окружающей средой.

Нефрон (ил. 69 б) — элементарная структурно-функциональная единица почки, состоящая из *почечного тельца* и *системы канальцев*. В состав почечного тельца входит чашевидная капсула, между стенками которой образуется щель — полость капсулы. В капсуле находится *клубочек капилляров*. Капсула расположена в корковом слое, из нее выходит *извитой каналец первого порядка*, который идет к мозговому слою и, изгибаясь, образует петлю. Петля возвращается в корковый слой и там образует *извитой каналец второго порядка*, впадающий в собирательную трубочку. Стенки всех структур нефрона образованы однослойным эпителием.



Выделение. Органы мочевыделительной системы: почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочепускающий канал. Нефрон



Органы выделения тесно связаны с другими органами, выполняющими выделительную функцию: если любой из них выйдет из строя, другие возьмут на себя его функции. Если не справляются почки, им помогут потовые железы, выводя больше веществ, которые должны были бы вывести почки: мочевины, мочевой кислоты и др. Если печень утрачивает способность забирать из крови желчные пигменты (красящие вещества, входящие в состав желчи), почки пытаются вывести их как можно больше с мочой.



1. Что такое выделение? **2.** Объясните биологическое значение выделения из организма продуктов обмена веществ. **3.** Какие органы образуют мочевыделительную систему? **4.** Какие вещества выводятся с мочой? **5.** Какие функции выполняют органы мочевыделительной системы? **6.** Охарактеризуйте строение и функции почек. **7.** Каково строение нефрона? **8.** Какое значение для работы почек имеет их обильное кровоснабжение?



9. В чем заключается взаимосвязь между строением и функциями почки? **10.** Докажите, что нефрон является элементарной структурно-функциональной единицей почки. **11.** Масса почек составляет около 0,5 % массы тела человека. Но на функционирование почек расходуется около 10 % энергии, производимой в организме. Прокомментируйте приведенную информацию.

§ 25. Роль почек в осуществлении водно-солевого обмена.

Заболевания почек и их профилактика

Почему почку можно назвать биологическим фильтром?

Значение почек для осуществления водно-солевого обмена. Помимо выделения конечных продуктов обмена веществ, почки принимают участие в водно-солевом обмене.

Вода и минеральные соли играют важную роль в процессе обмена веществ в клетке. Водно-солевой обмен — совокупность процессов поступления воды и солей в организм, их всасывания, распределения во внутренней среде и выделения из организма. *Вспомните функциональное значение для организма воды и минеральных солей.*



Значительное количество воды выводится из организма с мочой (1,1÷1,6 л), калом (около 0,3 л), потом (около 0,6 л), выдыхаемым воздухом (около 0,4 л). Эти потери компенсируются ежедневным поступлением в организм 2,5–3,0 л воды. Однако это количество может резко меняться в зависимости от выполняемой работы и температуры внешней среды. Например, летом, в связи с повышенным потоотделением, количество воды, поступающей в организм, должно быть больше, чем зимой, когда выделение пота уменьшается. Прекращение поступления воды в организм в течение нескольких суток вызывает тяжелые нарушения и может привести к смерти.

Концентрация минеральных солей (соединений Натрия, Калия, Кальция, Магния и др.) в жидкостях внутренней среды организмов влияет на степень концентрации мочи, выделяемой почками. Если концентрация солей в крови повышается, то уменьшается выделение с мочой воды. В результате образуется более концентрированная моча. При избытке воды в организме с мочой выводится значительное ее количество.

Для того чтобы понять роль почек в осуществлении водно-солевого обмена, необходимо выяснить механизм образования мочи.

Образование мочи. В почках кровь очищается от ненужных веществ и превращается в мочу. Снабжение кровью почек отличается от снабжения других органов тем, что в почках кровь проходит через две, расположенные одна за другой, сетки капилляров: клубочка капилляров почечного тельца и капилляров, оплетающих извитые канальцы нефрона (ил. 69 б). Именно поэтому в почках кровь быстро отдает вещества, непрерывно поступающие в нее из клеток и подлежащие выведению из организма с мочой.

Образование мочи начинается в капсулах коркового слоя почек. Когда кровь проходит через капилляры клубочков, из ее плазмы отфильтровываются вода и растворенные в ней вещества (кроме высокомолекулярных соединений и клеток крови) (ил. 70).

Фильтрация осуществляется потому, что артерия, приносящая кровь к клубочку, шире артерии, выносящей кровь из него. В клубочке возникает высокое давление — около 60–70 мм рт. ст., что вдвое или более превышает давление крови в других капиллярах.

Отфильтрованная из крови жидкость называется первичной мочой. За сутки в организме может образоваться около 150–180 л первичной мочи.

Концентрация веществ, растворенных в первичной моче, почти такая же, как в плазме крови. В ней, кроме конечных продуктов обмена, содержатся аминокислоты, глюкоза, ионы неорганических веществ и другие необходимые организму соединения.



Ил. 70. Образование мочи: 1 — фильтрация; 2 — реабсорбция

Первичная моча, в отличие от плазмы крови, не содержит белков, поскольку они не фильтруются (см. табл. 5). Таким образом, первичная моча является *фильтратом плазмы крови*.

Из капсулы первичная моча попадает в извитой каналец первого порядка, затем — в извитой каналец второго порядка. Канальцы густо оплетены сетью капилляров, поэтому именно в этой части нефрона происходит **реабсорбция** — всасывание в кровь большей части воды, глюкозы, аминокислот, витаминов, ионов неорганических веществ.

Таблица 5

Состав плазмы крови, первичной и вторичной мочи (в массовых %)

Вещества	Плазма	Первичная моча	Вторичная моча
Вода	90,0–91,0	99,0	96,0
Белки	7,0–8,0	—	—
Глюкоза	0,12	0,10	—
Ионы Натрия (Na ⁺)	0,30	0,30	0,40
Ионы Калия (K ⁺)	0,02	0,02	0,15
Ионы Хлора (Cl ⁻)	0,40	0,40	0,70
Мочевина	0,03	0,03	2,00
Мочевая кислота	0,004	0,004	0,05

Жидкость, попавшая в сборную трубочку, называется вторичной мочой. Она содержит мочевины, мочевую кислоту, соли аммония, сульфаты и др. За сутки в организме может образоваться около 1,5 л вторичной мочи. При нормальном функционировании почек во вторичной моче отсутствуют белок и глюкоза. Из канальцев вторичная моча собирается в почечную лоханку, а затем по мочеточникам поступает в мочевой пузырь. Когда он наполняется мочой до определенного предела, происходит ее выведение через мочеиспускательный канал.

Регуляция мочеиспускания. На мочеобразование и мочевыделение влияет количество выпитой жидкости, содержание в пище поваренной соли, температура окружающей среды и т. д. В зависимости от концентрации минеральных солей в крови изменяется концентрация мочи, образующейся в почках. В результате изменяется величина осмотического давления крови, а следовательно, и количество выделяемой мочи. Уменьшает выделение воды с мочой особый гормон гипофиза, усиливающий реабсорбцию воды в извитых канальцах.

Мочеотделение регулирует и нервная система. В частности, спинной мозг реагирует на раздражение мочевого пузыря. Мочеиспускание у человека осуществляется произвольно.



Нарушения работы почек и их профилактика. Вам известно, что для диагностики любых заболеваний в медицинских учреждениях обычно назначают *анализ мочи*. Результаты этого анализа дают представление о работе почек, процессах обмена веществ и функционировании организма в целом.

Нарушение процессов фильтрации в почках неизбежно приводит к отравлению организма веществами, в норме выводимыми с мочой. Накопление токсичных веществ в крови вызывает тяжелое состояние, иногда смерть. Утрата функций извитых канальцев сопровождается прекращением образования вторичной мочи. И, как следствие, теряется значительное количество воды, глюкозы и других нужных организму соединений.

Нарушение работы органов мочевыделительной системы может быть вызвано таким фактором, как *переохлаждением организма*. Обычно это обусловлено несоответствием одежды погоде, стремлением человека «*модно одеваться*» — носить в холодное время года легкую обувь, короткие свитера и куртки, обнажающие талию и поясницу.

Важным фактором, от которого зависит функционирование мочевыделительной системы, является *питание*. Вредно питаться полуфабрикатами и фаст-фудом, поскольку такие блюда готовятся с добавлением большого количества соли. Из-за соли вода в организме задерживается, что приводит к образованию отеков.

Фактором риска развития болезней органов выделения являются *вредные привычки*. Употребление алкоголя и курение сопровождаются постоянной интоксикацией почек, что приводит к снижению их функции, нарушению процесса образования мочи и выведения из организма продуктов обмена веществ. Алкогольные напитки, в том числе слабоалкогольные, поражают клетки эпителия почек, в результате чего возрастает риск осложнения различных заболеваний.

К наиболее распространенным заболеваниям органов выделения относятся воспаления различных частей почки — *нефриты*. Воспаление почечных лоханок (*пиелонефрит*) и воспаление клубочков нефронов (*гломерулонефрит*) сопровождаются острой болью в пояснице, повышением температуры, отеками, уменьшением мочеиспускания. *Цистит* — воспаление слизистой оболочки мочевого пузыря, признаком которого является частое болезненное мочеиспускание. Эти заболевания вызываются микроорганизмами, попадающими в почки через кровь из других внутренних органов или через мочеиспускательный канал. *Мочекаменная болезнь* — заболевание, связанное с нарушением обмена веществ, в результате которого в почках или мочевыводящих путях образуются камни.

С целью профилактики заболеваний органов мочевыделительной системы каждому следует:

- соблюдать правила личной гигиены;
- избегать переохлаждений, вовремя лечить кариес, ангины;
- употреблять сладкую и соленую пищу очень умеренно;

- употреблять в пищу свежие фрукты и овощи, сухофрукты (курагу, изюм);
- употреблять в пищу больше морской рыбы и меньше мяса;
- регулярно опорожнять мочевой пузырь и кишечник;
- вести активный образ жизни.

Людам с заболеваниями мочевыделительной системы целесообразно использовать такие природные мочегонные средства, как арбуз, отвар корня петрушки, шиповника, чай из хвоща полевого и др. Все лекарственные средства следует применять только по назначению врача.



Образование мочи. Заболевания органов мочевыделительной системы: нефриты, цистит, мочекаменная болезнь. Профилактика заболеваний органов мочевыделительной системы



Людам с нарушениями функции почек при необходимости проводят процедуру очистки крови с помощью аппарата «искусственная почка». Эта процедура называется гемодиализом. Для лечения больных с тяжелыми хроническими заболеваниями почек, а также людей, которые по тем или иным причинам лишились почек, применяют пересадку здоровых донорских почек. Жить человек может и с одной почкой.



1. Какова роль почек в осуществлении водно-солевого обмена? **2.** Что такое первичная моча и как она образуется? **3.** Что такое вторичная моча и каков ее состав? **4.** Как отличаются по составу первичная и вторичная моча? Для анализа используйте данные, приведенные в таблице 5. **5.** Какие факторы влияют на функцию почек? **6.** Назовите болезни органов мочевыделительной системы. Как снизить риск заболевания ими? **7.** Какое значение для диагностики заболеваний имеет анализ мочи? Почему? **8.** В чем заключается профилактика заболеваний органов мочевыделительной системы?



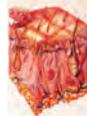
9. Объясните, почему при нарушении функции почек происходит самоотравление организма. **10.** В моче обнаружена глюкоза. О чем это свидетельствует? **11.** В моче обнаружен белок. Какой процесс образования мочи нарушен? **12.** Почему почку можно назвать сложным биологическим фильтром? **13.** Почему летом, когда очень жарко, пота выделяется больше, чем мочи, а зимой — наоборот? **14.** Почему пациентам с сердечно-сосудистыми заболеваниями врачи назначают мочегонные средства?

§ 26. Значение и строение кожи. Заболевания кожи и их профилактика

Вспомните разнообразие покровов животных и их значение. Какое строение имеет эпителиальная ткань? Каково значение соединительной ткани?

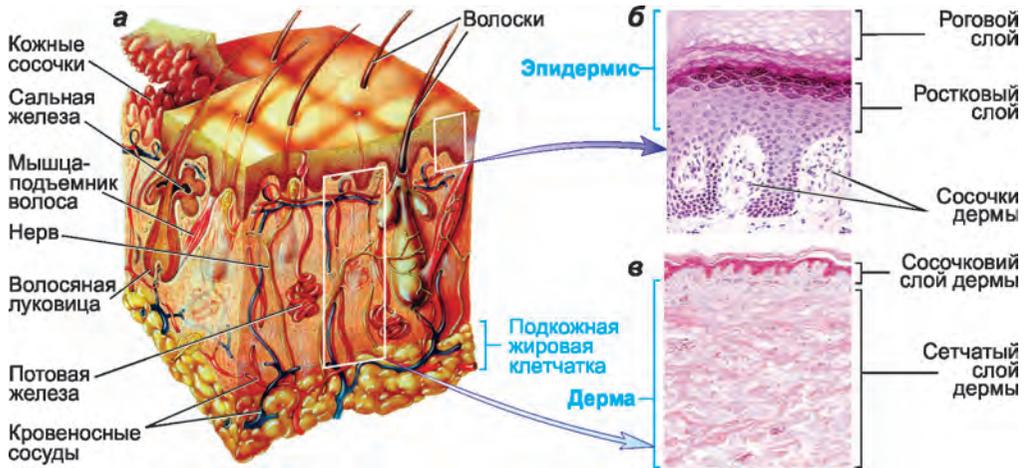
Значение кожи. Тело человека покрыто кожей, имеющей большую площадь соприкосновения с окружающей средой — 1,6-2,0 м². Масса кожи взрослого человека — 2-3 кг.

Кожа — это наружный покров тела, являющийся своеобразным барьером между окружающей средой и организмом человека. Значение кожи обусловлено важными функциями, которые она выполняет. Кожа надежно защищает внутренние органы от механических, физических и химических воздействий, препятствует потере воды организмом, проникновению в него вредных микроорганизмов, ультрафиолетовых лучей, способствует адаптации организма к условиям окружающей среды. В этом заключается *защитная функция* кожи.



Вместе с потом и кожным жиром из организма через кожу выводится часть продуктов обмена веществ — вода, соли мочевой кислоты, мочевины (*выделительная функция*). Кожа, благодаря наличию плотной сетки кровеносных капилляров и потовых желез, выполняет еще и *терморегуляторную функцию*, уравнивая процессы образования тепла и его отдачи. Благодаря чувствительным нервным окончаниям, расположенным в коже, человек ощущает прикосновение, тепло, холод, боль (*чувствительная функция*). *Секреторная функция* кожи заключается в том, что под воздействием ультрафиолетовых лучей в ней синтезируется витамин D. В коже откладываются запасы жиров, являющиеся резервными питательными веществами и теплоизоляционным материалом. Таким образом, кожа выполняет *запасательную функцию*. *Депонирующая функция* заключается в том, что при расширении сосудов кожи они могут содержать около 1 л крови.

Строение кожи обусловлено ее функциями. Кожа состоит из трех слоев — эпидермиса, дермы, или собственно кожи, и подкожной жировой клетчатки (ил. 71).



Ил. 71. Строение кожи: а — в разрезе; б — эпидермис; в — дерма

Эпидермис (ил. 71 б) образован многослойным плоским эпителием. Толщина эпидермиса на разных участках тела различна. Толстый эпидермис покрывает ладони и подошвы, тонкий эпидермис — веки. Эпидермис включает в себя пять слоев. *Нижний ростковый слой* состоит из клеток, активно делящихся, и клеток, содержащих пигмент меланин (за счет этого пигмента под действием солнечного излучения появляется загар). *Верхний роговой слой* состоит из отмерших клеток, обладающих способностью отшелушиваться. В клетках рогового слоя накапливается *кератин* — белок, делающий их водонепроницаемыми.

Производными эпидермиса являются ногти (ил. 72), покрывающие поверхность конечных фаланг пальцев. Это четырехугольные, плотные, выпу-

клые с одной стороны роговые пластинки. Ногти не содержат нервов, но они чувствительны, потому что прилегают к нервным окончаниям кожи.

Дерма, или **собственно кожа** (ил. 71 в), находится под эпидермисом и образуется соединительной тканью с большим количеством *коллагеновых* и *эластичных волокон*, обеспечивающих упругость кожи. Дерма состоит из двух слоев: сосочкового и сетчатого. *Сосочковый слой* образует выпячивания (сосочки) в сторону эпидермиса. Наибольшую высоту сосочки имеют на участках кожи с повышенной чувствительностью — ладонях, подошвах, пальцах рук. Их расположение создает индивидуальный для каждого человека рисунок кожи. Этот факт используют криминалисты, разыскивая человека по отпечаткам пальцев (*дактилоскопия*). Также индивидуальные отпечатки пальцев являются одним из видов биометрических данных человека, записывающихся на электронный носитель и являющихся неотъемлемой частью биометрического паспорта.

Сосочковый слой имеет густую капиллярную сетку, питающую эпидермис, лимфатические капилляры, а также нервные окончания.

Сетчатый слой состоит из плотной соединительной ткани, обеспечивающей прочность кожи. В нем содержатся *рецепторы*, благодаря которым человек ощущает тепло, холод, боль, прикосновение. Здесь берут начало сальные и потовые железы, находятся корни волос, кровеносные и лимфатические сосуды.

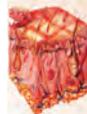
Сальные железы (ил. 71 а, 73) начинаются на границе сосочкового и сетчатого слоев дермы. Их протоки открываются в волосяные сумки. На каждом квадратном сантиметре поверхности тела (кроме ладоней и подошв) помещается 15 сальных желез. Кожный жир, выделяемый сальными железами, смазывает волосы и образует на поверхности кожи тонкий водонепроницаемый слой, защищающий волосяные сумки от пыли и микроорганизмов.

Потовые железы (ил. 71 а, 73) находятся на границе сетчатого слоя и подкожной жировой клетчатки. У человека их более 2 миллионов. Это длинные, неразветвленные, закрученные в клубочек железы, открывающиеся порами на поверхности кожи. Больше всего потовых желез на ладонях, в подмышечных и паховых впадинах.

Пот — это жидкость, на 98 % состоящая из воды и на 2 % — из органических и минеральных веществ. По составу пот напоминает разбавленную водой мочу. Его интенсивность зависит от возраста человека, пола, погоды, одежды и т. п. За сутки у взрослого человека выделяется около 700 мл пота (у жителей тропических стран — около 4 л). Усиливается потоотделение во время физической работы. Маленькие дети потеют мало. Пот увлажняет кожу,



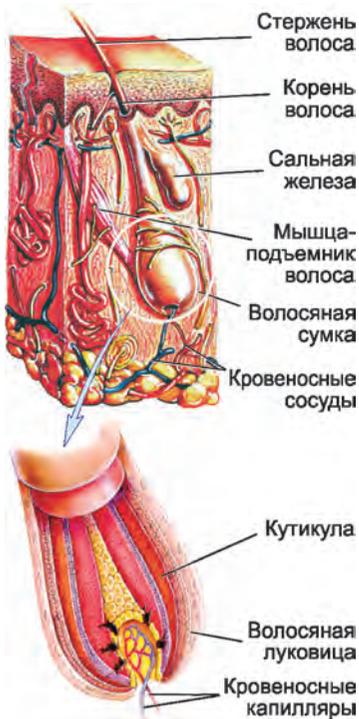
Ил. 72. Строение ногтя



с ним выделяются ненужные организму продукты обмена. Благодаря потоотделению коже принадлежит важная роль в выведении из организма продуктов жизнедеятельности.

Волосы являются *роговой производной дермы*. Они покрывают тело человека на 90 %. Не растут они только на ладонях и подошвах. Каждый волос состоит из *стержня* и *корня* (ил. 73). Корень имеет утолщение — *волосяную сумку*. Сюда открывается проток сальной железы.

ПОТООТДЕЛЕНИЕ — физиологический процесс выделения пота потовыми железами человека.



Ил. 73. Строение волоса

К волосяной сумке крепится *мышца-подъемник волоса*, образованная гладкой мышечной тканью. Снизу корень расширяется и образует *волосяную луковицу*. Благодаря разделению ее клеток происходит рост волоса. Нервные волокна, кровеносные сосуды, благодаря которым происходит питание волос, проникают в волосяную луковицу снизу. *Стержень*, или *собственно волос*, выступает над кожей. Снаружи он покрыт кутикулой — слоем ороговевших чешуек, черепицеобразно прилегающих друг к другу. Внутри стержня содержатся клетки с пигментом *меланином*, придающим волосу определенный цвет, и воздушные пузырьки.

Глубоким слоем кожи является **подкожная жировая клетчатка** (ил. 71). Она соединяет собственно кожу с тканями, расположенными под ней, и образуется рыхлой соединительной тканью, состоящей из *коллагеновых волокон* и *жировых клеток*. За счет этого подкожная жировая клетчатка смягчает удары и другие механические воздействия на кожу, защищает организм от переохлаждения, является запасным резервом питательных веществ.

Заболевания кожи и их профилактика.

Заболевания кожи могут возникать из-за несоблюдения гигиенических правил ухода за кожей как результат попадания в кожу болезнетворных факторов. **Дерматит** — острое воспаление кожи, возникающее под влиянием различных внешних факторов (химических, физических, термических, медикаментозных и т. д.). Процесс сопровождается покраснением, отеком, зудом, жжением, иногда болью и появлением волдырей. К наиболее распространенным заболеваниям кожи, особенно часто встречающимся у подростков, относятся *угри*. Они возникают из-за закупорки сальных желез и волосяных луковиц. **Себорея** — болезненное состояние кожи, вызываемое нарушением регуляции деятельности сальных желез кожи. Себорея может развиваться в любом возрасте, однако

чаще всего возникает в период полового созревания. Причиной *педикулеза* является головная вошь. *Вспомните, к какой группе паразитических животных относится головная вошь и каких возбудителей болезней, смертельно опасных для человека, она переносит.* Заболевание быстро распространяется и сопровождается зудом головы, возникновением гнойничковых поражений кожи.

Кожу, а также ее производные — волосы и ногти — могут поражать патогенные грибки, вызывая *грибковые заболевания*. Заражение может происходить при непосредственном контакте с больным человеком, а также через предметы личного пользования и требует специального лечения. В группу риска попадают посетители бассейнов, бань, парикмахерских и т. п.

Профилактика заболеваний кожи. Из курса «Основы здоровья» вы помните, что многие заболевания вызываются неудовлетворительным уходом за кожей и волосами. Поэтому лозунг «Чистота — залог здоровья!» всегда актуален.

Состояние кожи зависит от состояния организма в целом. Поэтому в целях профилактики заболеваний кожи каждому необходимо:

- соблюдать правила личной гигиены и правильного режима дня; санитарно-гигиенические правила поведения в бассейнах, банях, душевых, парикмахерских (перед пребыванием в бассейне или бане и после него принимать душ, пользоваться резиновыми тапочками, индивидуальными простынями и полотенцами, обращать внимание на стерилизацию парикмахерских инструментов);
- в питании отдавать предпочтение растительной пище, исключать из рациона шоколад, масло, жирную и острую пищу, алкоголь;
- своевременно обрабатывать раны, чтобы предотвратить поражение грибковыми заболеваниями;
- дозированно загорать, используя защитные средства (кремы, зонтики, тенты), избегать пребывания на солнце с полудня до четырех часов дня;
- вести подвижный образ жизни, больше времени находиться на свежем воздухе.



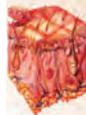
Кожа. Строение кожи: эпидермис, дерма, подкожная жировая клетчатка. Кожные железы: потовые, сальные. Производные кожи: волосы, ногти. Заболевания кожи. Профилактика заболеваний кожи



В молодежной среде модно делать татуировки. Это болезненная процедура. Для нанесения рисунка на кожу ее многократно прокалывают иглой. Каждый укол — это не только капля краски, надолго остающаяся в коже, но и большой риск инфицирования. *Выскажите свое отношение к моде на татуировки. Помогают ли они самоутвердиться?*

Значение кожи иллюстрирует случай, произошедший в эпоху Возрождения в Миланском герцогстве. Во время праздника чиновники решили насладиться изысканным зрелищем — живой статуей золотого мальчика. Всю поверхность тела мальчика покрыли золотой краской. Люди радовались такой красоте, но праздник завершился трагедией. «Золотому мальчику» стало плохо. Люди опомнились и начали смывать краску, но напрасно — мальчик вскоре умер. *Что стало причиной трагедии?*

Украинские медики изобрели совершенный метод трансплантации кожи на пораженные части тела — пересадку свиной кожи. В увлажненном состоянии такая кожа восстанавливает свои свойства. В Украине созданы банки ксенотрансплантантов (от гр. ξένος [ксено] — чужой и трансплантация — от лат. *transplantation* [трансплантатион] — перенос). *Выскажите свое отношение к такому методу медицинской помощи пострадавшим.*





1. Что такое кожа и каково ее значение? 2. Какую роль играет кожа в выделении продуктов жизнедеятельности? 3. Какое значение имеет кожа в приспособлении организма к условиям окружающей среды? 4. Охарактеризуйте строение кожи. 5. Назовите функции кожи. С какими структурными элементами кожи они связаны? 6. Какой слой кожи обеспечивает индивидуальный для каждого человека рисунок? 7. По ил. 72 опишите строение ногтя. Производной какой структуры кожи являются ногти? Каково их значение для организма? 8. По ил. 73 опишите строение волоса. Производной какой структуры кожи являются волосы? Какую функцию они выполняют? 9. Назовите наиболее распространенные заболевания кожи. 10. Назовите особенности профилактики заболеваний кожи.



11. В чем заключается взаимосвязь между строением и функциями кожи? 12. Обоснуйте, с какими структурными элементами кожи связано выполнение ее функций. 13. На примере кожи докажите взаимосвязь различных систем органов в обеспечении ее функций. 14. Как вы понимаете утверждение: «Узоры на пальцах — это идентификационный код каждого человека»?



15. Выполните проект на тему «**Определение типа кожи на разных участках лица и составление правил ухода за собственной кожей**».

Вспомните из курса «Основы здоровья», какие существуют типы кожи. Как в домашних условиях можно определить тип кожи лица?

1. Определите тип кожи на разных участках собственного лица.
2. Пользуясь дополнительными источниками информации, ознакомьтесь с особенностями ухода за кожей лица разных типов (нормальная, сухая, жирная, комбинированная).
3. Составьте правила ухода за собственной кожей лица.

§ 27. Терморегуляция

Вспомните, что такое температура тела. Приведите примеры животных с постоянной температурой тела и животных, у которых она зависит от температуры окружающей среды.

Роль кожи в регуляции температуры тела. В организме человека в результате расщепления органических веществ выделяется тепло, необходимое для обеспечения функционирования всех систем организма. Однако тело человека при обычных условиях не перегревается. Его температура относительно постоянна (+ 36,6 ... + 36,9 ° C).

В чем же заключается механизм поддержания постоянной температуры тела организма человека? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно рассмотреть два взаимосвязанных процесса: теплообразование и теплоотдачу.

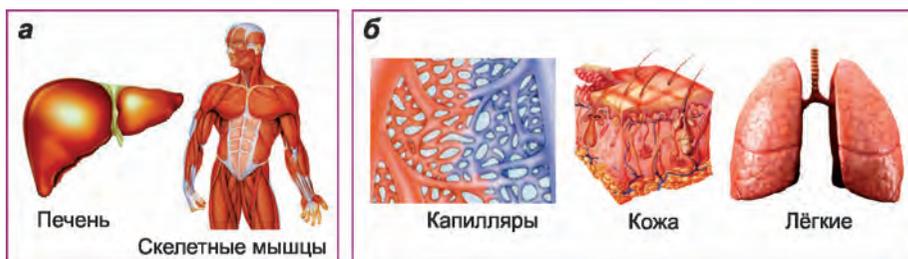
Теплообразование происходит в первую очередь благодаря процессам пищеварения, дыхания, работы мышц.

Значительное количество тепла образуется в органах брюшной полости, в частности в печени, скелетных мышцах (ил. 74 а). Количество тепла, образующегося в организме, может изменяться в зависимости от различных факторов. Так, во время интенсивной физической работы теплообразование увеличивается до 10 раз по сравнению с состоянием покоя. Увеличивается теплообразование и при снижении температуры окружающей среды.

Теплоотдача. Избыток тепла, образующегося в организме человека, выделяется во внешнюю среду вместе с выдыхаемым воздухом и через кожу (ил. 74 б). Потере тепла препятствует подкожная жировая клетчатка.

Теплоотдача происходит путем переноса тепла из организма в окружающую среду через воздух, окружающий кожу, и испарение пота. Эти процессы

зависят от скорости воздушных потоков, обдувающих поверхность тела человека (например, в жаркую погоду для охлаждения человек использует комнатные вентиляторы). Интенсивность процесса теплоотдачи от организма в окружающую среду зависит также от разницы их температур.



Ил. 74. Органы, обеспечивающие процессы: а — теплообразования; б — теплоотдачи

Уравновешивание процессов теплообразования и теплоотдачи обеспечивает **терморегуляция**. При повышении температуры окружающей среды мелкие кровеносные сосуды, которых в коже множество, расширяются. В кожу поступает больше крови, в результате чего наружу выделяется больше тепла. При понижении внешней температуры кровеносные сосуды сужаются, в кожу поступает меньше крови и отдача тепла уменьшается. Сужение и расширение кровеносных сосудов кожи можно легко наблюдать: при высокой температуре воздуха кожа краснеет, а на холоде — бледнеет.

Во время интенсивной физической работы организм человека освобождается от избытка тепла не только с помощью расширения сосудов кожи, но и в результате испарения пота. Интенсивность потоотделения увеличивается в жаркую сухую погоду.

С понижением температуры окружающей среды увеличивается образование тепла в организме. Его обеспечивает *дрожь* — произвольные ритмические сокращения мышц, происходящие с большой частотой. Увеличения теплообразования человек может достичь произвольными движениями (бег, ходьба, размахивание руками и т. д.), остановив таким образом дрожь.

Тепловой и солнечный удар: причины, оказание первой помощи, предотвращение. Причиной перегрева организма является нарушение теплоотдачи в регионах с жарким климатом, на производствах с высокой температурой, в непроветриваемых помещениях и т. п. Перегреванию способствует также образование тепла в процессе выполнения физической работы, особенно в одежде из синтетических материалов, препятствующих испарению пота. Такие условия вызывают у человека *тепловой удар* либо, при пребывании на солнце, *солнечный удар*.

ТЕПЛООБРАЗОВАНИЕ В ОРГАНИЗМЕ — образование тепла в результате окисления белков, жиров и углеводов.

ТЕПЛООТДАЧА ОРГАНИЗМА — переход тепла, образовавшегося в результате окисления органических веществ, в окружающую среду.

ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ ОРГАНИЗМА — физиологическая функция, обеспечивающая поддержание оптимальной для человека температуры тела в условиях изменения температуры окружающей среды.

Тепловой и солнечный удары — это патологические состояния, сопровождающиеся сильной головной болью, головокружением, общей слабостью, бледностью, замедлением движений. Возможны тошнота, рвота, кратковременная потеря сознания, повышение температуры тела до + 40 ... + 41 °С. При дальнейшем воздействии высокой температуры кожа лица и губ синее, усиливается одышка. Пульс ослабевает и может вообще исчезнуть. Появляются тревога, бред, галлюцинации и судороги.

Оказание первой помощи при тепловом или солнечном ударе. Если у человека появились признаки перегревания, необходимо сразу же вызвать врача. Человека, получившего тепловой или солнечный удар, нужно переместить в прохладное место, приподнять голову, расстегнуть одежду. Для увеличения теплоотдачи следует положить холодный компресс на лоб и смочить одежду водой. Если человек потерял сознание, следует дать ему понюхать нашатырный спирт. В случае остановки дыхания и сердечной деятельности необходимо до прибытия врача начать наружный массаж сердца и искусственную вентиляцию легких.

Для предотвращения теплового и солнечного ударов следует:

- стараться находиться в тени, избегать прямых солнечных лучей;
- пить много жидкости (вода, натуральные соки), есть больше сочных фруктов и овощей;
- уменьшать потребление жирной и высококалорийной пищи, снижать физические нагрузки;
- носить одежду из легких натуральных тканей, использовать головные уборы и зонтики светлых оттенков;
- в помещениях устанавливать вентиляторы, кондиционеры.



Теплообразование в организме. Теплоотдача организма. Терморегуляция организма. Тепловой и солнечный удары: причины, оказание первой помощи, предотвращение



1. Что такое: а) теплообразование в организме; б) теплоотдача организма; в) терморегуляция организма? **2.** Охарактеризуйте роль кожи в регуляции температуры тела. **3.** Что является причиной возникновения теплового и солнечного ударов? **4.** В чем заключается первая помощь при тепловом и солнечном ударах? **5.** Как предотвратить возникновение теплового и солнечного ударов?

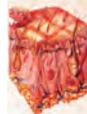


6. Почему один человек может, пройдя босиком по полу, простудиться и заболеть, а другой будет купаться зимой в ледяной воде и прекрасно себя чувствовать? **7.** Почему сразу после употребления ледяной воды температура кожи повышается? **8.** Развитие лихорадочного состояния часто сопровождается дрожью и ощущением холода. Объясните эти симптомы на основе представлений о механизмах терморегуляции. **9. Решите задачу.** Энергия, расходуемая на испарение 1 мл пота, составляет 2,3 кДж. Рассчитайте, какая доля энергии (в %) расходуется на потоотделение у шахтера, за 6 часов работы теряющего 2 л пота. Энергетические потребности шахтера массой 70 кг определите, пользуясь таблицей приложения 2.

Выделение — это физиологический процесс освобождения организма от вредных и ненужных продуктов обмена веществ. Основная часть конечных продуктов обмена веществ выделяется через мочевыделительную систему, к которой относятся почки, мочеточники, мочевого пузыря и мочеиспускательный канал. В нефронах, структурно-функциональных единицах почки, происходит фильтрация крови с образованием мочи.

С мочой из организма выводится избыток воды, мочевины, мочевая кислота, креатинин, минеральные соли (натрия хлорид, соли аммония) и вредные для организма вещества (соединения тяжелых металлов, пестициды, синтетические красители). Для профилактики заболеваний органов выделения важное значение имеет рациональное питание, предполагающее употребление умеренного количества продуктов, содержащих раздражающие и токсичные вещества, к которым чувствительны клетки почечных канальцев. Следует соблюдать правила личной гигиены с целью предотвращения инфицирования органов выделения, вести активный образ жизни и т. п.

Благодаря потоотделению из организма выводится часть продуктов обмена веществ. Кожа, благодаря наличию плотной сети кровеносных капилляров и потовых желез, выполняет еще и терморегуляторную функцию, уравновешивая процессы теплообразования и теплоотдачи. При изменении температуры окружающей среды происходит расширение либо сужение кровеносных капилляров кожи, а вследствие этого — увеличение либо уменьшение испарения пота и соответственно увеличение или уменьшение теплоотдачи. Терморегуляция защищает организм человека от перегрева и переохлаждения. Нарушение температурных условий труда и отдыха может вызвать у человека тепловой удар, а несоблюдение гигиенических правил ухода за кожей может привести к различным заболеваниям кожи.



Тема 6. ОПОРА И ДВИЖЕНИЕ

Ничто так не истощает и не разрушает человека, как продолжительное физическое бездействие.

*Аристотель,
древнегреческий философ*

§ 28. Значение опорно-двигательной системы. Кости, хрящи: их строение и функции

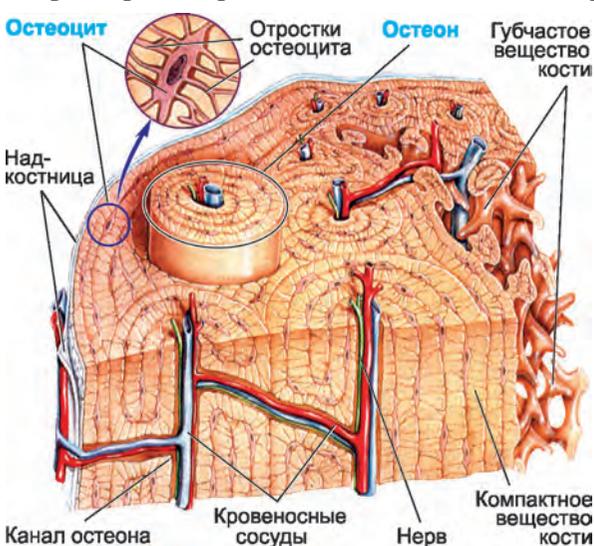
Вспомните, как усложнялась опорно-двигательная система позвоночных животных.

Значение опорно-двигательной системы. Одним из важнейших приспособлений организма к условиям окружающей среды является движение. *Вспомните, какая система органов обеспечивает движение. Какие органы входят в ее состав?*

Вам известно, что все кости организма человека образуют скелет — пассивную часть опорно-двигательной системы. Ее активную часть образуют прикрепленные к костям скелетные мышцы. Элементы опорно-двигательной системы человека составляют более 50 % массы тела.

Значение опорно-двигательной системы заключается в обеспечении перемещения организмов в пространстве, движения частей тела относительно друг друга, опоры и защиты важнейших органов. Кости скелета участвуют в обмене солей кальция, фосфора, выполняют кроветворную функцию. При участии мышц происходит ток крови, осуществляются дыхательные движения, человек выполняет физическую работу и т. п.

Пониженная двигательная активность (*гиподинамия*) является одним из факторов, отрицательно влияющих на процессы роста и развития человека, ведущих к нарушениям в скелете, хроническим болезням и т. п.



Ил. 75. Микроскопическое строение кости

Строение и функции костей. Скелет взрослого человека состоит из более 200 костей. Каждая кость человека — сложный орган: она занимает определенное место в теле, имеет свою форму и строение и выполняет присущую ей функцию. Кости образованы костной тканью.

Основной структурной единицей костной ткани является остеон — цилиндрическое образование из наслоений костных пластинок, вставленных

друг в друга (ил. 75). Такое строение обеспечивает прочность кости, противодействуя силам, могущим вызвать ее деформацию. Пластинки остеона состоят

из костных клеток — остеоцитов — и межклеточного вещества. Остеоциты имеют длинные отростки, с помощью которых они соединяются между собой, образуя своеобразную сеть. Межклеточное вещество содержит минеральные соли, придающие кости твердость, и белок оссеин, обеспечивающий упругость костей. В центре остеона находится канал, через который проходят нервные волокна и кровеносные сосуды, питающие кость (ил. 75).

Лабораторное исследование

Тема: Микроскопическое строение костной ткани.

Цель: исследовать строение костной ткани, установить связь между ее строением и функциями, научиться распознавать костную ткань.

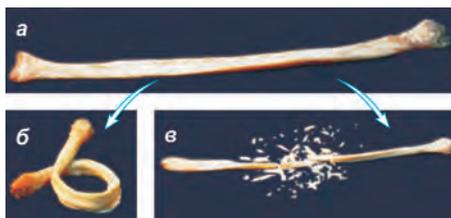
Оборудование: микроскопы, микропрепарат костной ткани.

Ход исследования

1. Подготовьте микроскоп к работе.
2. Рассмотрите поочередно при малом, а затем при большом увеличении микроскопа постоянный микропрепарат костной ткани. Найдите остеон — структурную единицу костной ткани. Обратите внимание на расположение клеток с отростками (остеоцитов) и межклеточного вещества. Что преобладает в составе ткани: клетки или межклеточное вещество?
3. Сопоставьте увиденное под микроскопом с ил. 10 а (§ 2) учебника.
4. Схематически изобразите увиденную под микроскопом костную ткань.
5. Сделайте вывод: чем обусловлены особенности строения костной ткани?

Химический состав кости. В состав костей входят неорганические (вода — около 50 %, минеральные соли — около 21,8 %) и органические (жиры — около 15,7 %, белки — около 12,5 %) вещества. Из неорганических веществ 95 % приходится на соли кальция, остальное составляют соли фосфора, магния и др. Неорганические вещества придают кости твердость и прочность (ил. 76 а), а органические — гибкость и эластичность (ил. 76 б). При прокаливании кости органические вещества сгорают, и она рассыпается от прикосновения (ил. 76 в).

Виды костей. По форме кости делятся на *длинные (трубчатые)*, *короткие*, *плоские* и *смешанные* (ил. 77). Длинные кости — кости плеча, бедра, голени; короткие — кости стопы, кисти и т. д.; плоские — кости черепа, грудина, лопатки, ребра. Смешанные кости состоят из не-



Ил. 76. Показать кости: а — в норме; б — без минеральных веществ; в — без органических веществ



Ил. 77. Виды костей



скольких частей, имеющих различное строение и форму (например, позвонки, клиновидная кость черепа).

Строение костей. Любая кость образуется *компактным* и *губчатым веществами*. Компактное вещество находится под надкостницей, остеоны в нем размещены плотно. В губчатом веществе остеоны расположены неплотно и



Ил. 78. Строение трубчатой кости



Ил. 79. Строение плоской кости

образуют костные перегородки, между которыми находится *красный костный мозг* (кровеносная ткань). *Трубчатая кость* (ил. 78) состоит из тела, внутри которого имеется полость, и двух головок. Головки всегда шире тела и покрыты на суставных поверхностях слоем гиалинового хряща. Головки кости образованы губчатым веществом. Снаружи кость покрыта надкостницей. Это тонкий плотный слой соединительной ткани, сросшийся с костью. Полость тела кости заполнена *желтым костным мозгом*, образованным преимущественно жировой тканью.

Плоские и короткие кости состоят в основном из губчатого вещества. Особенностью строения плоской кости (ил. 79) является то, что она состоит из двух тонких пластинок компактного вещества, между которыми расположено губчатое вещество.

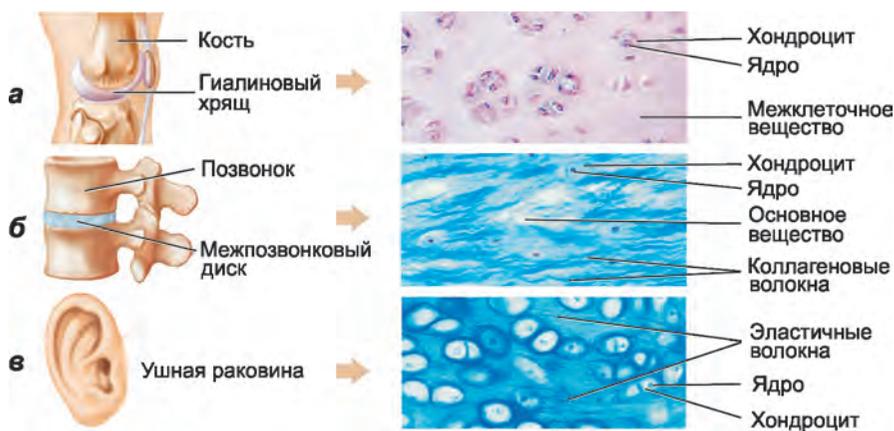
Строение и функции хрящей. К скелету человека относятся также хрящи. Они образованы хрящевой тканью (ил. 10 б).

Основной структурной единицей хрящевой ткани является *хондроцит* — клетка, не имеющая отростков. Межклеточное вещество хрящевой ткани содержит меньше неорганических веществ, чем костной ткани.

В хрящах отсутствуют кровеносные и лимфатические сосуды, поэтому питание происходит за счет *надхрящницы* (слоя соединительной ткани, окружающей хрящ снаружи). В хрящах, по сравнению с другими тканями, обменные процессы замедлены, их основные свойства — прочность и упругость. Различаются следующие виды хрящей: *гиалиновый*, *волокнистый*, *эластичный* (ил. 80). Их разнообразие обусловлено выполнением специфических функций.

Гиалиновый (стекловидный) *хрящ* — прочный и упругий (ил. 80 а). Он содержит значительное количество межклеточного вещества и находится там, где особенно важны прочность и эластичность (покрывает суставные поверхности всех костей).

В *волокнистых хрящах* содержится множество коллагеновых волокон, расположенных параллельно (ил. 80 б). Эти хрящи менее эластичны, чем гиалиновые. Они образуют межреберные диски; находятся в местах прикрепления связок, сухожилий.



Ил. 80. Виды хрящей (хрящевой ткани): а — гиалиновый; б — волокнистый; в — эластичный

Эластичный хрящ (ил. 80 в) отличается пластичностью, однако он менее прочен, чем гиалиновый и волокнистый, поэтому содержится там, где нет необходимости в большом сопротивлении внешним воздействиям (в надгортаннике, ушной раковине и т. д.).

Лабораторное исследование

Тема: Микроскопическое строение хрящевой ткани.

Цель: исследовать строение хрящевой ткани организма человека, установить связь между ее строением и функциями, научиться распознавать виды хрящевой ткани.

Оборудование: микроскопы, микропрепараты хрящевой ткани.

Ход исследования

1. Рассмотрите поочередно при малом, а затем при большом увеличении микроскопа постоянный микропрепарат хрящевой ткани. Обратите внимание на особенности формы клеток, их расположение в ткани, наличие межклеточного вещества (основного вещества и волокон). Что преобладает в составе ткани: клетки или межклеточное вещество?

2. Сопоставьте увиденное с ил. 80. Выясните, к какому виду хрящевой ткани относится исследуемый микропрепарат.

3. Схематически изобразите увиденное под микроскопом, обозначьте цифрами его составляющие и подпишите их.

4. Сделайте вывод: чем обусловлены особенности строения хрящевой ткани?



Опорно-двигательная система: скелет, мышцы. Кость. Костная ткань. Хрящ. Хрящевая ткань



1. В чем заключается значение опорно-двигательной системы для человека? 2. Назовите части опорно-двигательной системы. 3. Охарактеризуйте ткани: а) костную; б) хрящевую. 4. Какие виды костей различают по их форме? 5. Каково строение длинных и коротких костей? 6. От чего зависит прочность и легкость костей скелета? 7. Назовите виды хрящевой ткани. В состав каких органов они входят?





8. Почему костная и хрящевая ткани относятся к соединительной? 9. От каких особенностей строения и состава костей зависит их прочность, гибкость и относительная легкость? 10. Какие признаки сходства в строении костной и хрящевой тканей? Как различия в строении костной и хрящевой тканей связаны с выполняемыми функциями? 11. Прокомментируйте высказывание древнегреческого ученого Аристотеля, вынесенное как эпиграф к теме.



12. Чтобы убедиться в значении минеральных веществ для свойств кости, проведите дома исследование. Возьмите небольшую сырую куриную кость, положите ее в банку и залейте 9 % раствором уксусной кислоты. Закройте банку и оставьте на сутки. Потом кость выньте, промойте водой и исследуйте, какие произошли изменения. Результаты наблюдений и выводы запишите в тетрадь.

§ 29. Соединение костей. Обзор строения скелета человека

Вспомните особенности строения скелета млекопитающих.

Соединение костей. Кости, образующие скелет, соединены между собой. Различается три типа соединений костей: *неподвижное*, *полуподвижное* и *подвижное*. *Неподвижное соединение* образуется в результате роста костей. Например, кости черепной коробки соединены при помощи швов (ил. 81 а).



Ил. 81. Типы соединения костей:
а — неподвижное; б — полуподвижное;
в — подвижное



Ил. 82. Типы суставов

Полуподвижное соединение обеспечивают хрящевые прослойки, например, межпозвоночные диски между телами позвонков (ил. 81 б). Поскольку хрящевая ткань эластична, диски могут сжиматься и растягиваться. Тем самым они обеспечивают подвижность позвоночника, амортизацию толчков, возникающих при прыжках, беге и т. п.

Сустав — это *подвижное соединение костей*. Как правило, он состоит из двух костей (ил. 81 в), одна из которых имеет суставную впадину, куда вхо-

дит головка другой. Суставная впадина и головка соответствуют друг другу по форме и размеру, а их поверхности покрыты тонким слоем гиалинового хряща. Суставные поверхности костей тесно прилегают друг к другу, что обеспечивается наличием *суставных связок* — тяжей из плотной соединительной ткани. Сустав окружен *суставной сумкой*, внешний слой которой переходит в надкостницу. Внутренний слой выделяет в полость *суставную жидкость*, уменьшающую трение между костями и облегчающую скольжение головки одной кости в суставной впадине другой (ил. 81 в).

Каждое движение той или иной части тела человека обусловлено соответствующей *формой суставов*. Характер движения зависит от количества осей, вокруг которых оно может происходить (ил. 82). Поэтому различают следующие типы суставов: *шаровидные* (плечевой), *седловидные* (один из суставов большого пальца руки), *цилиндрические* (один из суставов предплечья) и др.

Строение скелета человека. Скелет человека по строению подобен скелету млекопитающих. Он образуется скелетом головы — *черепом*, скелетом туловища — *грудной клеткой* и *позвоночником*, скелетом свободных конечностей и их поясов (ил. 86).

Череп человека (ил. 83) обладает значительным объемом черепной, или мозговой, коробки.



Ил. 83. Череп

Череп состоит из двух отделов: мозгового и лицевого. *Мозговой отдел* образован парными (теменная, височная) и непарными (лобная, затылочная) костями. *Лицевой отдел* образован мелкими костями, из которых самые крупные — верхнечелюстная, скуловая (парные кости) и нижнечелюстная (непарная кость). Часть костей, образующих череп, срослись.

Осевой частью скелета туловища является **позвоночник** (ил. 84 а), имеющий пять отделов: *шейный*, *грудной*, *поясничные*, *крестцовый* и *копчиковый*. Шейный отдел позвоночника человека, как и всех млекопитающих, состоит из 7 позвонков.



Позвонки грудного отдела позвоночника, грудины и двенадцать пар ребер образуют **грудную клетку**. Ребра — это плоские дугообразные кости, подвижно соединенные задними концами с грудными позвонками. Первые семь пар ребер (I–VII) передними концами с помощью хрящей соединяются с грудиной. Следующие три пары (VIII–X), соединяясь хрящами между собой, образуют реберную дугу, с помощью которой крепятся к груди. Передние концы последних двух пар ребер (XI–XII) свободно располагаются в толще мышц (ил. 85). Крестцовые позвонки срастаются в *крестец*, а копчиковые — в *копчик*.



Ил. 84. Строение позвоночника:
а — отделы позвоночника;
б — строение грудного позвонка

Позвоночник образуется 33–34 *позвонками*. Позвонок (ил. 84 б) состоит из *тела*, *дуги* и нескольких *отростков*, к которым крепятся мышцы. Тело и дуга замыкаются в кольцо и образуют *отверстие*. Отверстия всех позвонков образуют *позвоночный канал*, в котором находится спинной мозг.

Пояс верхних конечностей, или *плечевой пояс*, состоит из парных костей (*лопатки* и *ключицы*). К нему крепится скелет свободных верхних конечностей (ил. 86). Он образуется плечевой костью, двумя костями предплечья (локтевая и лучевая) и костями кисти.

Пояс нижних конечностей, или *тазовый пояс*, состоит из трех пар крупных костей (*седалищные*, *лобковые* и *подвздошные*). Как и у большинства млекопитающих, эти кости срастаются с

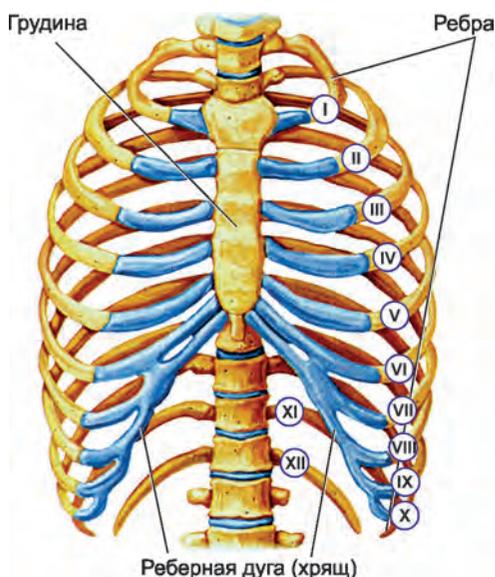
крестцовыми позвонками. К поясу нижних конечностей крепится скелет свободных нижних конечностей (ил. 86), образующийся бедренной костью, большой и малой берцовой костями и костями стопы.

Особенности скелета человека. По сравнению с млекопитающими, строение скелета человека имеет специфические особенности, связанные в первую очередь с прямохождением. Тело человека занимает вертикальное положение и опирается на нижние конечности.

Позвоночник имеет 4 нормальных физиологических изгиба (около 4 см): два вперед — *шейный* и *поясничный* и два назад — *грудной* и *крестцовый* (ил. 84 а). Благодаря этим изгибам позвоночник обладает S-образной формой, что обеспечивает его упругость при ходьбе и смягчает толчки тела. Тела позвонков увеличиваются в размерах и массе, начиная с шейного и заканчивая

крестцовым отделом. Это связано с увеличением нагрузки на нижние отделы позвоночника.

При вертикальном положении тела внутренние органы давят своей массой в направлении, противоположном грудиने. Это привело к развитию плоской и широкой грудной клетки.



Ил. 85. Скелет грудной клетки

Пояс нижних конечностей человека широкий, чашеобразный. Он является опорой для внутренних органов брюшной полости. Кости нижних конечностей массивнее, длиннее и крепче, чем кости верхних конечностей.

Стопа и пальцы ноги во время ходьбы и бега выдерживают массу тела, перемещают его и сохраняют равновесие. Упругие подушечки стопы и ее свода смягчают толчки тела во время ходьбы, бега, прыжков.

Одна из самых характерных черт скелета человека — строение руки, являющейся органом труда. Большой палец кисти руки противопоставлен остальным. Движения пальцев дифференцированы. С помощью кисти руки человек выполняет различные действия, в том числе точные манипуляции.



Ил. 86. Скелет человека



Типы соединений костей. Скелет. Строение отделов скелета. Особенности скелета человека, обусловленные прямохождением



В скелете человека существуют определенные зависимости между различными частями тела. Так, длина ладони примерно равна длине лица. Длина предплечья равна длине стопы. Убедитесь, подходит ли вам носок, можно, обернув его вокруг кисти, сжатой в кулак, а подобрать необходимый размер обуви — сравнив длину подошвы обуви с длиной предплечья. Расстояние между кистями разведенных рук равно сумме длин ног.



1. Из каких основных отделов состоит скелет человека? **2.** Каково значение позвоночника? Каково его строение? Какой тип соединения костей характерен для него? **3.** Опишите строение позвонка, воспользовавшись ил. 84 б. **4.** Из каких отделов состоит череп? Какой тип соединения костей характерен для него? **5.** Из каких отделов и костей состоит скелет: а) верхней конечности; б) нижней конечности? **6.** Что такое сустав? Каково его строение? **7.** В какой части скелета больше подвижных суставов? Объясните почему. **8.** Охарактеризуйте особенности строения скелета человека, обусловленные прямохождением.



9. Какая связь существует между строением позвонков разных отделов позвоночника и выполняемыми ими функциями? **10.** В чем состоит различие между скелетом человека и скелетом млекопитающих? **11.** Объясните, используя знания по другим предметам, почему основная нагрузка в стопе приходится на три ее точки — пяточную кость и две крайние кости предплюсны. **12.** Какие особенности строения сустава способствуют уменьшению трения между образующими его костями? **13.** Какие движения возможны в плечевом суставе? От чего зависит характер движения в суставе?



14. Определите расположение основных костей в вашем скелете. Проведите их тактильное исследование. Какие кости вы сумели исследовать?

§ 30. Функции и строение скелетных мышц

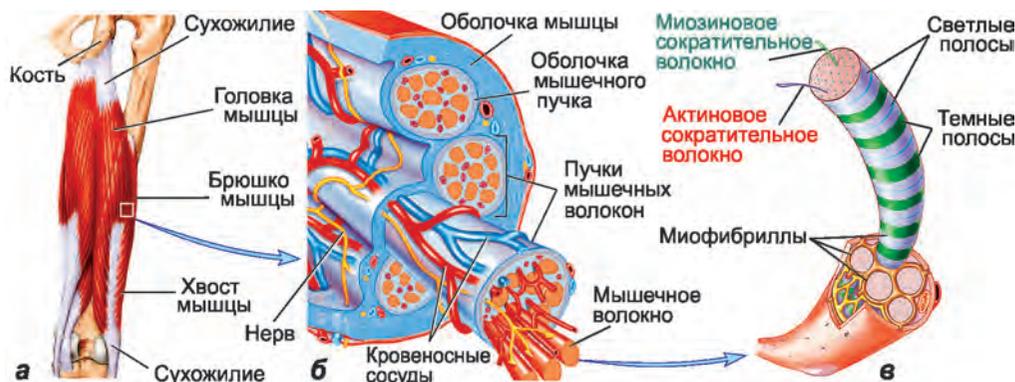
Вспомните строение мышечной ткани. Какие виды мышечных тканей вам известны? Какое строение имеют мышечные клетки и какие функции они выполняют?

Функции скелетных мышц. Вам известно, что в организме человека, как и у всех других позвоночных, для осуществления различных движений имеется два вида мышечной ткани: *гладкая* и *поперечнополосатая* (ил. 12). Среди поперечнополосатой мышечной ткани различают *скелетную* и *сердечную*. В соответствии с разновидностями мышечной ткани различают гладкие, скелетные и сердечную мышцы. Именно скелетные мышцы являются активной частью опорно-двигательной системы организма. Они обеспечивают равновесие и движение тела в пространстве, глотательные и дыхательные движения, перемещение одних частей тела относительно других. *Вспомните, благодаря каким свойствам мышечной ткани осуществляются эти движения.*

В скелетных мышцах интенсивно происходит обмен веществ с преобразованием химической энергии органических веществ в механическую и тепловую. Около 30 % образованной энергии используется для механической работы мышцы, остальная энергия преобразуется в тепло. Тепло, образующееся в скелетных мышцах, участвует в процессах терморегуляции.

Строение скелетной мышцы. В мышце (ил. 87 а) различается активная часть — *брюшко*, или *тело*, и пассивная часть — *сухожилие*. Брюшко мышцы образовано пучками поперечнополосатых мышечных волокон. Пучки связаны между собой рыхлой соединительной тканью. В ней проходят кровеносные сосуды и нервы.

Снаружи и пучок, и мышца полностью покрыты тонкой *оболочкой*. Количество пучков в мышце зависит от ее функциональных особенностей. В мышце проходят нервы, кровеносные и лимфатические сосуды (ил. 87 б).



Ил. 87. Строение скелетной мышцы: а — внешнее строение; б — пучки мышечных волокон; в — мышечное волокно

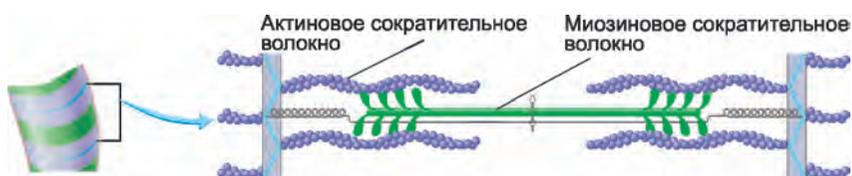
Часть мышцы, остающаяся неподвижной при ее сокращении, называется головкой, а подвижный конец — хвостом. Мышцы, имеющие одну головку, относятся к простым. Существуют мышцы с двумя (двуглавая мышца), тремя (трехглавая мышца) и даже четырьмя (четырёхглавая мышца) головками. От головки и хвоста отходят сухожилия, с помощью которых мышца крепится к костям (иногда к коже, суставным сумкам, хрящам и т. п.) (ил. 87 а). Сухожилия почти не растягиваются, но они очень прочные и выдерживают большие нагрузки. Прочность сухожилиям придает плотная соединительная ткань. *Вспомните особенности ее строения* (ил. 9 б, с. 12).

Мышцы в основном имеют красно-бурый цвет, а сухожилия — белый. Сухожилия снабжаются кровью несколько меньше, чем мышечное брюшко, они тоньше, чем мышцы, и очень прочные. Например, пяточное сухожилие выдерживает нагрузку около 400 кг, а сухожилие четырехглавой мышцы бедра — около 600 кг.

Структурной и функциональной единицей скелетной мышцы является мышечное волокно (ил. 87 в). Снаружи оно покрыто оболочкой. В цитоплазме мышечного волокна содержится много ядер и органелл, обеспечивающих процессы жизнедеятельности мышцы. Здесь содержатся специальные органеллы — *миофибриллы*, обеспечивающие мышцам выполнение сократительной функции. Миофибрилла — это тонкое волоконец, в состав которого входят белки — *актин* и *миозин*. Актин образует *тонкое* сократительное волоконец, а миозин — *толстое* сократительное волоконец. На ил. 88 схематически представлен сократительный элемент миофибриллы.

Актин и миозин имеют различные физико-химические характеристики, что обуславливает различие в их цвете. Располагаясь поочередно в миофибрилле, они придают мышечному волокну эффект поперечной исчерченности. Поэтому под микроскопом мы видим светлые и темные участки.





Ил. 88. Сократительной элемент миофибриллы

Лабораторное исследование

Тема: Микроскопическое строение скелетной мышечной ткани.

Цель: исследовать строение скелетной мышечной ткани, установить связь между ее строением и функциями, научиться распознавать скелетную мышечную ткань.

Оборудование: микроскопы, микропрепарат скелетной мышечной ткани.

Ход исследования

1. Подготовьте микроскоп к работе.
2. Рассмотрите поочередно при малом, а затем при большом увеличении микроскопа постоянный микропрепарат скелетной мышечной ткани. Найдите мышечное волокно — структурную единицу скелетной мышечной ткани. Исследуйте количество ядер в нем и исчерченность волокон.
3. Сопоставьте увиденное с ил. 12 б (§ 2) учебника.
4. Схематически изобразите увиденную под микроскопом мышечную ткань.
5. Сделайте вывод: чем обусловлены особенности строения скелетной мышечной ткани?



Скелетная мышца. Скелетная мышечная ткань. Мышечное волокно. Миофибриллы. Актин. Миозин. Сухожилие



Цвет мышц зависит от количества мышечного пигмента миоглобина, содержащегося в цитоплазме мышечных волокон. Миоглобин — белок, по химическому составу и свойствам близкий к гемоглобину крови. Он легко связывает кислород, образуя соединение оксимиоглобин. Поэтому миоглобин является источником кислорода для мышц. В зависимости от содержания миоглобина различаются белые и красные мышечные волокна. Белые мышечные волокна быстро сокращаются и обеспечивают активное движение, а красные сокращаются медленно и служат для поддержания равновесия.



1. Из какой ткани образована скелетная мышца? **2.** Какие функции выполняют скелетные мышцы? **3.** Опишите строение скелетной мышцы. **4.** Что такое сухожилие? Каково его строение? **5.** Опишите строение мышечного волокна. **6.** Что такое миофибрилла? Каковы особенности ее строения? **7.** Почему скелетные мышцы называют поперечнополосатыми?



8. Обоснуйте значение скелетных мышц в организме человека. **9.** В чем проявляется взаимосвязь строения и функций скелетной мышцы? **10.** Сравните поперечнополосатую скелетную мышечную ткань с поперечнополосатой сердечной. **11.** В чем проявляется взаимосвязь строения и функций мышечного волокна?



12. Проведите исследование, которое докажет или опровергнет утверждение о том, что к работающим мышцам поступает больше крови, чем к неработающим. В одну руку возьмите эспандер или теннисный мячик и сжимайте его в течение 1–3 мин. Другую руку опустите вниз. После окончания работы сравните руки по цвету. Сформулируйте вывод.

§ 31. Основные группы скелетных мышц

Вспомните, какие мышцы наиболее развиты у птиц и млекопитающих. Чем это обусловлено?

Разновидности скелетных мышц. В теле человека насчитывается более 600 различных скелетных мышц. Мышцы различаются по определенным признакам: по форме, длине, функциям, положению в теле и т. п.

Так, по *форме* различают мышцы широкие, круговые, зубчатые, трапециевидные и т. п. По *длине* — длинные и короткие мышцы. Длинные мышцы находятся преимущественно на конечностях, короткие — между отдельными позвонками и ребрами. Самой длинной мышцей тела является портняжная мышца бедра (ил. 89 а), а самой короткой (длиной около 1 мм) — мышца внутреннего уха.

По *функциям*, выполняемым мышцами, различают: сгибатели и разгибатели, отводящие и приводящие.

По *расположению* в теле человека выделяют поверхностные и глубокие, наружные и внутренние мышцы.

Основные группы скелетных мышц. Различные мышцы объединяются в определенные группы, не связанные общностью выполнения функций. Выделяются *мышцы головы, шеи, туловища, верхних и нижних конечностей* (ил. 89).

Мышцы головы делятся на две группы: *жевательные* и *мимические*. Жевательные представлены четырьмя парами скелетных мышц. Они обеспечивают движение нижней челюсти. Сокращение и расслабление мимических мышц обеспечивают выразительные движения лица человека — *мимику*. Кстати, когда человек улыбается, работает пятнадцать мышц, а когда сердится, — сорок две. Особенностью этих мышц является то, что они одним концом сухожилия крепятся к кости, а другим — к коже лица.

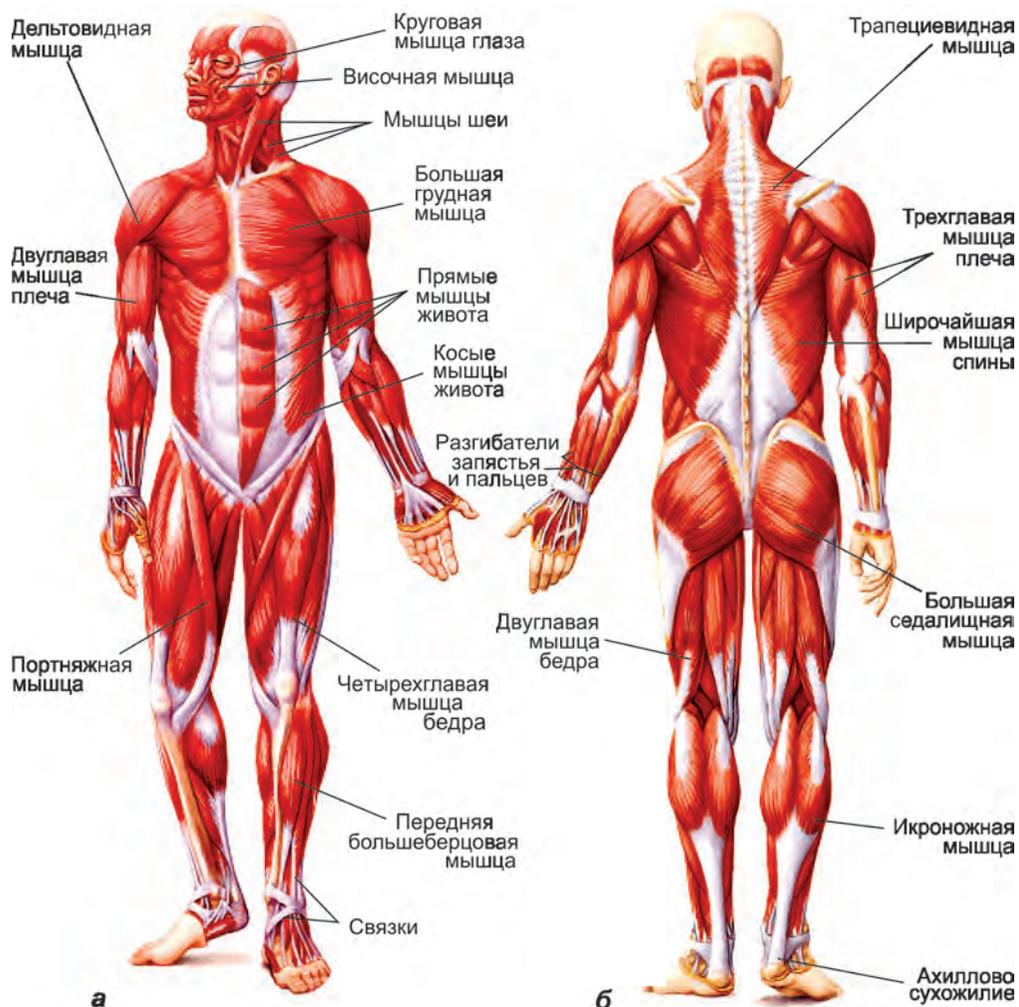
Мышцы шеи расположены в несколько слоев. Они поддерживают голову в вертикальном положении, участвуют в движениях головы и шеи.

Мышцы туловища делятся на мышцы груди, спины и живота. *Межреберные мышцы* (внешние и внутренние) и *диафрагма* обеспечивают дыхательные движения. *Вспомните состояние этих мышц во время вдоха и выдоха.* Большая и малая грудные мышцы осуществляют движения костей плечевого пояса и плеча. Глубокие мышцы спины удерживают тело в вертикальном положении, обеспечивают движения позвоночника назад и в стороны. Поверхностные мышцы спины — *трапециевидная* и *широкая* мышцы — участвуют в движениях верхних конечностей и грудной клетки. Мышцы живота образуют *брюшной пресс*, основной функцией которого является удержание внутренних органов в определенном положении. Кроме того, он принимает участие в дыхании, мочеиспускании и опорожнении кишечника. С сокращением различных групп мышц живота связаны наклоны туловища вперед (*прямые мышцы живота*), его повороты направо и налево (*косые мышцы живота*).

Мышцы верхних конечностей делятся на *мышцы плечевого пояса* и *мышцы свободной верхней конечности*. Самая сильная мышца плечевого по-



яса — дельтовидная — обеспечивает поднятие руки. Двуглавая (бицепс) и трехглавая (трицепс) мышцы плеча участвуют в сгибании и разгибании руки в локтевом суставе. Мышцы предплечья осуществляют сгибание и разгибание кисти. Мелкие мышцы кисти обеспечивают выполнение человеком сложных манипуляций.



Ил. 89. Мышцы человека: а — вид спереди; б — вид сзади

Мышцы нижних конечностей делятся на *мышцы тазового пояса* и *мышцы свободной нижней конечности*. Особенностью этих групп мышц является то, что они самые крепкие и на них приходится наибольшая нагрузка. *Вспомните почему*. Мышцы тазового пояса обуславливают сгибание и разгибание ноги в тазобедренном суставе, поддерживают тело в вертикальном положении и т. п. *Портняжная мышца бедра* обеспечивает повороты голени внутрь, а бедра — наружу. *Четырехглавая* и *двуглавая* мышцы бедра прини-

мают участие в сгибании и разгибании ноги в коленном суставе. Мышцы, приводящие в движение стопу и пальцы, находятся на голени. Самая крупная из них — *икроножная*.

Простейшие движения тела обеспечиваются одновременной работой не одной, а нескольких мышц. Мышцы сокращаются согласованно, образуя *функциональные рабочие группы*. Поэтому в группах мышц, выполняющих то или иное движение, выделяют мышцы основные (обеспечивающие собственно это движение) и вспомогательные. Так, главными дыхательными мышцами являются диафрагма, наружные и внутренние межреберные мышцы. Но в дыхательных движениях задействованы и вспомогательные дыхательные мышцы — некоторые мышцы груди, живота, спины и шеи. Мышцы, действующие совместно в одном направлении, называются *синергистами* (от греч. *synergos* [синергос] — действующий вместе); мышцы, которые, сокращаясь, вызывают противоположные движения, — *антагонистами* (от греч. *antagōnistēs* [антагонистес] — противник, соперник). Пример синергистов — жевательные мышцы, которые при одновременном сокращении с обеих сторон смыкают челюсти, помогая друг другу. Антагонисты — это двуглавая и трехглавая мышцы плеча. Первая сгибает руку в локтевом суставе, вторая — разгибает ее.



Виды мышц. Группы мышц: головы, шеи, туловища, конечностей и их поясов



1. Назовите основные группы скелетных мышц. **2.** В чем заключается особенность мимических мышц? **3.** Назовите мышцы: а) головы; б) тела; в) конечностей. **4.** Какие функции выполняют мышцы живота? **5.** Назовите мышцы, участвующие в дыхательных движениях.



6. Какие мышцы сгибают и разгибают руку в локтевом суставе? К какой группе мышц они относятся? **7.** Какие мышцы, особенно развитые у человека, позволяют удерживать тело в вертикальном положении? **8.** Одинаково ли влияют различные виды спорта на развитие различных групп мышц? *Напишите свое отношение к проблеме чрезмерного наращивания мышечной массы.*



9. Найдите на своем теле расположение крупнейших мышц человеческого организма. Какие из них, по вашему мнению, нуждаются в тренировке? Вывод обоснуйте.

§ 32. Работа мышц. Утомление мышц

Вспомните из курса физики, что такое работа. Что вам легче делать: стоять на школьной линейке или бегать по двору? Почему?

Работа мышц. Сокращаясь, мышцы выполняют *механическую работу*. Различается два вида мышечной работы — внутренняя (*статическая*) и внешняя (*динамическая*). Статическая работа связана с процессами, развивающимися в самой мышце, и проявляется в удержании частей тела в определенном положении (стоячем, сидячем и т. д.). Во время статической работы (удержание груза, положения тела) мышцы длительное время пребывают в тонусе, обеспечивающем их напряженность — состояние постоянного частичного сокращения мышцы, для которого характерны незначительные утомляемость и энергозатраты. Величина статической работы, выполняемой мышцей, зависит от ее нагрузки и времени, в течение которого действует это нагрузка.

Динамическая работа связана с перемещением любого груза, тела или частей тела в пространстве. Во время этой работы сокращение мышц чередуется с их расслаблением. Динамическая работа способствует оттоку крови от органов, усиливая деятельность внутренних органов, нервной системы и др. Величина динамической работы, выполняемой мышцей, зависит от ее силы, скорости сокращения и выносливости.

Сила, развиваемая мышцей, зависит от массы сократительных белков, количества мышечных волокон и частоты нервных импульсов, поступающих в мышцу. Чем больше в мышце содержится волокон, тем больше ее масса, она толще и сильнее. Если человек занимается физическим трудом, то усиленная функция мышцы приводит к увеличению ее массы и поперечного сечения. И, наоборот, если человек ведет малоподвижный образ жизни

СИЛА МЫШЦЫ — это величина максимального напряжения, которое она может развить при возбуждении.

СКОРОСТЬ СОКРАЩЕНИЯ МЫШЦЫ — время, за которое мышца может сократиться или расслабиться.

ВЫНОСЛИВОСТЬ МЫШЦЫ — способность мышцы в течение длительного времени поддерживать заданный ритм работы.

УТОМЛЕНИЕ МЫШЦЫ — это снижение трудоспособности мышцы.

и не тренирует мышцы, то они уменьшаются в объеме и массе. Сила мышц у разных людей различна и зависит от особенностей конституции, пола, профессии, возраста и т. п. Например, сила мышц у мужчин обычно больше, чем у женщин; в пожилом возрасте — меньше, чем в молодом.

При динамической работе длина мышц меняется. Чем длиннее мышца, тем на большее расстояние она может сократиться. Чем меньше время, требуемое для сокращения мышцы, тем больше ее скорость сокращения.

Работа мышц сопровождается затратами энергии. *Вспомните, где берется энергия для сокращения мышц.*

Утомление мышц. Все мышцы вследствие напряжения утомляются. Основными причинами утомления является недостаточное снабжение мышц кислородом; уменьшение запасов органических веществ, которые являются источником энергии сокращения; накопление продуктов обмена (молочной кислоты и т. д.).

Утомление мышц зависит от величины и продолжительности их напряжения, частоты сокращения отдельных волокон, состояния нервной системы. Чем больше нагрузка и продолжительность напряжения мышц, тем быстрее они утомляются. Если выполнять физические упражнения ритмично, то утомление наступает позже. *Убедитесь в этом, выполнив лабораторное исследование.*

Исследования физиологов свидетельствуют о том, что наибольшую работу мышцы могут выполнить при *средней нагрузке* и *среднем ритме*. Физическая усталость — нормальное физиологическое явление. После отдыха (расслабления) работоспособность мышц не только восстанавливается, но и часто превышает начальный уровень.



Выносливость мышц зависит от их приспособленности к определенному виду нагрузки (например, мышц спины и живота — к статической нагрузке, а рук и ног — к динамической). Так, мышцы ног при ходьбе устают меньше, чем во время стояния, а мышцы туловища быстрее устают во время работы, связанной с наклонами.

При *динамической нагрузке* мышцы то сокращаются, то расслабляются. Это позволяет им отдохнуть, и поэтому мышца может работать достаточно долго. Нервная система, осуществляя регуляцию работы мышц, приспособляет их деятельность к текущим потребностям организма, позволяет им работать с высоким коэффициентом полезного действия.

Хотя во время *статической нагрузки* мышцы не выполняют механическую работу над внешними телами, однако они находятся в постоянном напряжении: большинство волокон одновременно сокращается, поэтому мышца утомляется. Так, человек не может долго простоять с высоко поднятыми руками.

Лабораторное исследование

Тема. Развитие утомления при статической и динамической нагрузке. Влияние ритма и нагрузки на развитие усталости.

Цель: исследовать возникновение утомления при статической и динамической нагрузке и влияние ритма сокращений и величины нагрузки на развитие усталости; определить и обобщить факторы, влияющие на развитие усталости мышц.

Оборудование: 1-, 2- и 3-килограммовые гантели (или портфель с книгами, масса которого 1 кг, 2 кг и 3 кг), секундомер.

Ход исследования

Задача 1. Определение скорости наступления утомления при различных видах нагрузки (работу следует выполнять в парах).

1. Первый ученик становится у доски, берет в обе руки груз (3-килограммовые гантели или портфели) и разводит в стороны вытянутые руки с грузом до уровня груди. Второй ученик делает мелом на доске отметки уровней, до которых первый ученик поднял руки с грузом. После этого включает секундомер и фиксирует время до того момента, когда хотя бы одна рука первого ученика с грузом начнет опускаться вниз.

После этого ученики меняются ролями.

2. Первый ученик берет те же грузы, ритмично поднимая (до высоты отметок, сделанных ранее) и опуская их. Движения нужно выполнять до момента наступления утомления. Второй ученик фиксирует время наступления утомления.

После этого ученики меняются ролями.

3. Опишите последовательные изменения, происходящие в мышцах руки при развитии утомления.

4. Сделайте вывод: при каком виде нагрузки (статическом или динамическом) быстрее наступает утомление?

Задача 2. Исследование влияния ритма сокращений мышц на развитие утомления.

Работу следует выполнять в группах по вариантам: I вариант — масса груза 1 кг; II вариант — 2 кг; III вариант — 3 кг.

1. Первый ученик берет в обе руки груз (в соответствии с вариантом) и медленно поднимает его в течение 6 с до уровня отметки, зафиксированной во время выполнения задания 1. Затем в течение 6 с опускает руки. Повторяет подъема и опускания груза в таком ритме до наступления утомления. Второй ученик считает количество поднятий и фиксирует время, когда наступает утомление. Результаты записывает в соответствующие графы таблицы 1.

После этого ученики меняются ролями.

2. Действия, аналогичные описанным в п. 1, выполняйте в ритме 3 с, затем — 1 с. Результаты запишите в соответствующие графы таблицы 1. (Частоту ритма можно задавать метрономом.)

Таблица 1.

Ритм, с	6	3	1
Количество поднятий			
Время наступления утомления, с			

3. На основе данных исследования в каждой группе установите, при каком ритме утомление наступает позже.

4. Сделайте вывод, как влияет ритм на развитие утомления.

Задача 3. Исследование влияния нагрузки на развитие утомления.

Работу следует выполнять в группах по вариантам: I-й вариант — ритм 6 с; II вариант — 3 с; III вариант — 1 с.

1. Первый ученик берет в обе руки груз (сначала 1 кг, затем 2 кг и 3 кг) и поднимает и опускает его в одном ритме (в соответствии с вариантом).

2. Второй ученик считает количество поднятий и фиксирует время, когда наступает утомление. Результаты записывает в соответствующие графы таблицы 2.

После этого ученики меняются ролями.

Таблица 2.

Груз, кг	1	2	3
Количество поднятий			
Время наступления утомления, с			

3. На основе данных исследования в каждой группе установите, при какой нагрузке утомление наступает позже.

4. Сделайте вывод: как влияет величина нагрузки на развитие утомления?



Работа мышц: статическая и динамическая. Сила мышц. Скорость сокращения мышцы. Выносливость мышцы. Утомление мышц



Существуют вещества (допинги), резко увеличивающие на короткое время мышечную силу, ускоряющие проведение нервных импульсов. Известны также препараты, стимулирующие синтез мышечных белков под действием нагрузок. В спорте применение допингов запрещено не только потому, что спортсмен, его принявший, имеет преимущества перед другими, но и потому, что эти вещества вредны для здоровья. Расплатой за временное повышение работоспособности может быть полная нетрудоспособность. Как вы относитесь к использованию допингов в спорте? Почему?



1. Какую работу выполняет мышца при сокращении? 2. Что такое статическая работа мышцы? От чего она зависит? 3. Что такое динамическая работа мышцы? От чего она зависит? 4. Что такое утомление мышц? Каковы его причины? 5. При какой нагрузке и ритме работа будет наибольшей?



6. Чем отличается статическая работа от динамической? 7. Почему статическая работа утомляет больше, чем динамическая? 8. Какие вещества и процессы источником энергии во время работы мышц? Что происходит с органическими соединениями в работающей мышце? 9. Как ритм и нагрузки влияют на работоспособность мышц и их утомляемость? 10. Почему во время ручной стирки белья спина устает больше, чем руки? 11. Согласны ли вы с распространенным мнением, что лучшим способом восстановления работоспособности является полный покой (лежание на диване, сидение в кресле и т. д.)? *Дайте аргументированный ответ.*



12. Выполните проект на тему «Гиподинамия — враг современного человека» или «Двигательная активность — основа физического здоровья».

§ 33. Развитие опорно-двигательной системы человека с возрастом

Вспомните из курса «Основы здоровья», что такое осанка. Каковы меры профилактики нарушения осанки?

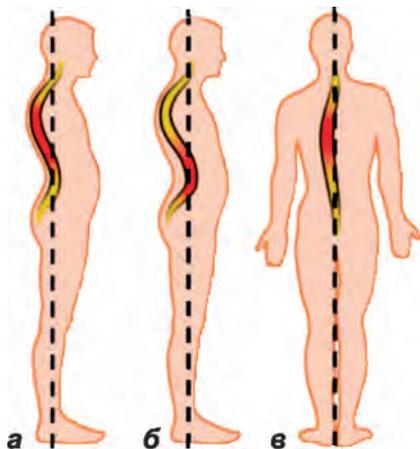
Рост и возрастные изменения состава костей. В течение жизни у человека происходят значительные изменения в опорно-двигательной системе. В детском и подростковом возрасте эти изменения связаны с ростом костей, их окостенением, формированием осанки. Рост костей начинается на ранних этапах развития ребенка в утробе матери и прекращается в 20–25 лет. В течение всего периода роста кость увеличивается как в длину, так и в ширину. В длину рост кости происходит за счет хрящевого образования — пластины роста. Она находится в головке длинной трубчатой кости (ил. 78). Пластина роста с возрастом постепенно истончается и исчезает — рост кости в длину прекращается. В толщину кость растет за счет надкостницы. *Вспомните, что это за компонент кости и где он находится.*

С возрастом изменяется химический состав костей. В костях детей больше органических веществ, чем неорганических. Поэтому скелет у них гибкий и эластичный. У пожилых людей содержание органических веществ уменьшается, в костной ткани нарушается обмен кальция, кости становятся хрупкими, полыми и менее плотными. В результате развивается **остеопороз** — повышенная ломкость костей. Кости при остеопорозе не только быстрее ломаются, но и хуже срастаются. Проблема остеопороза затрагивает и молодых людей, поскольку плотность костной ткани может уменьшаться вследствие курения, злоупотребления алкоголем, диетами для похудения, питания рафинированными продуктами, содержащими недостаточно кальция.

Нарушения осанки. В разные возрастные периоды кости в длину растут неодинаково. Интенсивный рост происходит в первые два года жизни человека, затем — в 7–9 лет и в период полового созревания (12–16 лет). Поскольку этот процесс приходится на школьные годы, то у большинства школьников приводит к нарушению осанки.

Как правило, нарушение осанки проявляется в **искривлении позвоночника**. Чаще всего в грудном отделе позвоночника возникает **кифоз** (ил. 90 а). Он проявляется в сутулости, а в тяжелых случаях — горбатости («круглая спина»). Для человека с кифозом характерны сведенные плечи, крыловидные лопатки, суженная грудная клетка. Такая осанка возникает у подростков при значительных физических нагрузках на спину в

ИСКРИВЛЕНИЕ ПОЗВОНОЧНИКА — отклонение от физиологической нормы позвоночника в передне-заднем (кифоз, лордоз) и боковом (сколиоз) направлениях.



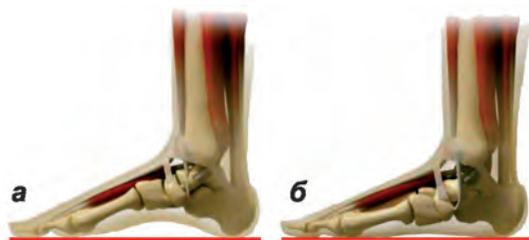
Ил. 90. Искривление позвоночника: а — грудной кифоз; б — поясничный лордоз; в — сколиоз



вертикальном положении. Кифоз вызывается деформацией грудных позвонков и разрушением межпозвоночных дисков. Это приводит к ограничению подвижности ребер, нарушениям функций легких и др.

Лордоз — избыточный изгиб позвоночника вперед («седловидная спина»). Чаще всего возникает в поясничном отделе (ил. 90 б). Признаками лордоза являются: плоская грудная клетка, наклоненные вперед плечи, выступающий живот. Лордоз может вызываться вывихами тазовых суставов, избыточной массой тела и др. Он приводит к неблагоприятным изменениям в работе различных органов организма, особенно мочевыделительной и репродуктивной систем у женщин. **Сколиоз** — дугообразное искривление позвоночника в сторону от оси позвоночного столба (ил. 90 в). *Вспомните причины возникновения сколиоза и меры его профилактики.*

К нарушениям опорно-двигательной системы относится и *плоскостопие* (ил. 91). Плоскостопие — это снижение свода стопы, при котором человек опирается на всю ее поверхность. Плоскостопие развивается из-за слабости



Ил. 91. Стопа: а — нормальная; б — плоскостопая

мышц стопы, избыточной массы тела, ношения обуви на высоких каблуках. В результате сдавливаются кровеносные сосуды, нарушается кровообращение стопы, постоянно раздражаются ее нервные окончания, а это вызывает болевые ощущения и изменение походки. *Вспомните меры профилактики плоскостопия.*

Рост и развитие мышц. Формирование скелетных мышц начинается на ранних этапах развития ребенка в утробе матери. К моменту его рождения все мышцы уже анатомически сформированы. У новорожденных отдельные группы мышц растут неравномерно: в первую очередь развиваются мышцы живота, а позже всего — жевательные. *Почему?* В период полового созревания, наряду с ростом трубчатых костей, интенсивно растут и сухожилия мышц. Мышцы в это время становятся длинными и тонкими, а девушки и юноши, соответственно, — длинноногими и длиннорукими. Интенсивный рост и развитие мышц происходят в 14–17-летнем возрасте. До 18 лет масса мышц соответствует норме взрослого человека. Поэтому занятия силовыми видами спорта лучше начинать не ранее чем с 14 лет.

Значение физических упражнений для правильного формирования скелета и мышц. Сила и работоспособность мышц зависят от их тренировки, то есть систематической, умеренной работы. Тренировка способствует увеличению объема мышечных волокон, росту силы и работоспособности мышцы, что важно для физического развития всего организма. Упражнения лежат в основе любых двигательных навыков и умений. Во время тренировки усиливается кровоснабжение мышц, улучшается нервная регуляция их деятельности, происходит рост мышечных волокон, то есть увеличивается масса мышцы.



Тренировка благоприятно воздействует не только на мышцы, но и на состояние скелета. Чем сильнее развиваются мышцы тела, тем крепче становятся и кости скелета. Кроме того, повышается устойчивость организма к заболеваниям и неблагоприятным факторам окружающей среды. Правильно дозированная физическая работа и упражнения положительно влияют на гармоничное развитие человека, способствуют повышению не только физической, но и умственной работоспособности.

Физические нагрузки полезны для всех, независимо от возраста, профессии, состояния здоровья. Если вы хотите достичь высокой работоспособности мышц, то во время физической работы следует соблюдать определенные правила. Физически работать или заниматься физическими упражнениями желательно на свежем воздухе либо в хорошо проветриваемом помещении. Это обеспечит поступление к мышцам необходимого количества кислорода. Следует избегать чрезмерных нагрузок. Для предотвращения переутомления при появлении ощущения значительной усталости нужно отдохнуть.

Нормальное развитие опорно-двигательной системы зависит от правильного питания и двигательной активности, способствует формированию сильного и выносливого человека. *Гиподинамия* приводит к ухудшению работоспособности, нарушению обмена веществ.

Оказание первой помощи в случае повреждения опорно-двигательной системы. У человека встречаются различные повреждения опорно-двигательной системы: *вывихи, ушибы, растяжения, переломы*.

Вследствие резких, чрезмерных движений в суставе, сильного удара в область сустава возможен **вывих** — смещение концов образующих его костей. При этом головка одной кости частично или полностью выходит из суставной впадины другой (ил. 92). Вывих может сопровождаться разрывами суставной сумки, растяжениями суставных связок и мышц.

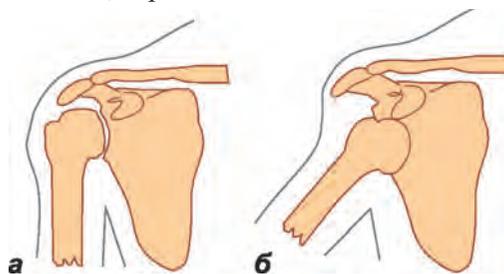
Признаками вывихов являются: изменение формы конечности в области сустава, потеря обычной подвижности в суставе, острая боль.

Общие принципы оказания первой помощи в случае вывихов:

а) к месту вывиха приложите грелку с холодной водой или льдом либо полотенце, смоченное холодной водой;

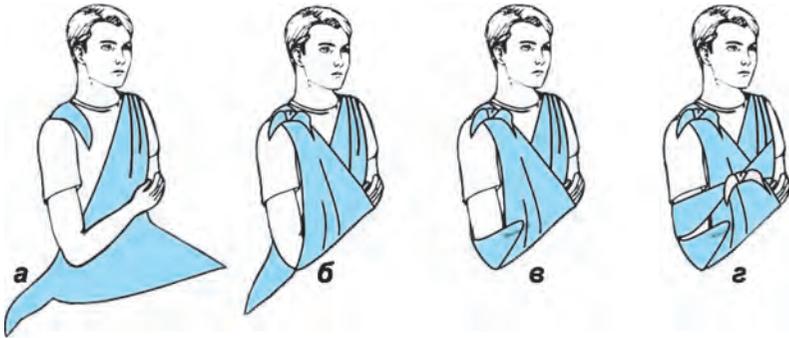
б) закрепите поврежденную конечность так, чтобы не изменить положение вывихнутого сустава, наложите косыночную повязку (ил. 93) или импровизированную шину (ил. 95);

в) доставьте пострадавшего в ближайшую больницу для вправления сустава.



Ил. 92. Плечевой сустав: а — в норме; б — вывих

Признаками **ушибов** и **растяжения связок** являются: резкая боль при нажатии на место травмы; синяки, отеки, нарушение или потеря подвижности в травмированном месте; возможны судороги и потеря дееспособности травмированной мышцы.

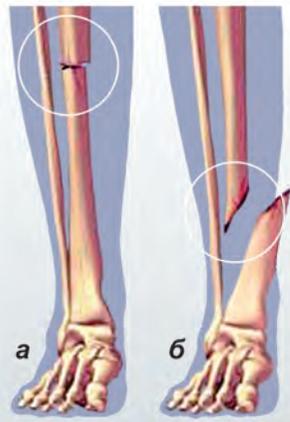


Ил. 93. Последовательность наложения косыночной повязки

Общие принципы оказания первой помощи в случае ушибов и растяжения связок:

- а) устройте поудобнее травмированную часть тела;
- б) приложите к поврежденному месту холодный компресс и оставьте на 30 мин;
- в) наложите на поврежденное место тугую повязку;
- г) при сильном ударе после принятия вышеуказанных мер пострадавшего необходимо доставить в больницу, чтобы не пропустить серьезного повреждения, например, перелома.

Часто вывихи сопровождаются **переломами** — повреждением кости с нарушением ее целостности. Переломы бывают закрытые и открытые. Если перелом закрытый, то травмируется только кость (ил. 94). Ощущается сильная боль, поврежденное место отекает. Иногда наблюдается изменение формы конечности в результате смещения сломанной кости. При открытых переломах острые концы костей разрывают мышцы, кровеносные сосуды, нервы, кожу — образуется рана (ил. 94 б).



Ил. 94. Переломы костей:
а — закрытый;
б — открытый

- Признаками переломов являются:
- резкая боль в области перелома;
 - отек, кровоподтеки, а при открытых переломах — кровотечение;
 - нарушение формы и длины конечности;
 - нарушение или потеря подвижности в месте перелома;
 - ощущение хруста при попытке движения;
 - признаки болевого шока (состояние обморока).

Общие принципы оказания первой помощи в случае переломов костей:

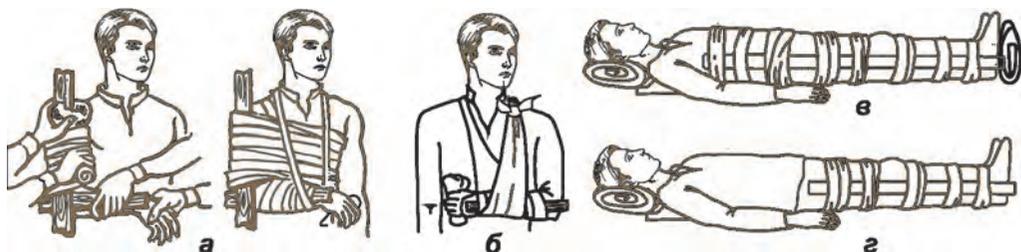
а) немедленно вызывайте службу неотложной помощи, которая при необходимости накладывает специализированные шины;

б) при отсутствии пульса или признаков дыхания окажите помощь по их восстановлению; в случае кровотечения — остановите его;

в) перемещайте пострадавшего только при угрозе опасности для него;

г) оказывая помощь, избегайте любых лишних движений в области перелома: неумелые действия могут привести к усугублению травмы;

д) в случае крайней необходимости устройте потерпевшего удобнее и обездвижьте поврежденную конечность (наложите фиксирующую повязку или импровизированную шину (ил. 93, 95)).



Ил. 95. Наложение шины при переломах костей верхней и нижней конечностей:
а — плеча; б — предплечья; в — бедра; г — голени

При открытых переломах сначала остановите кровотечение (ил. 66). После этого наложите тугую повязку в такой последовательности:

а) накройте рану стерильной марлевой салфеткой или куском чистой ткани;

б) если кость выступает над поверхностью кожи, положите вокруг нее кольцо из ваты поверх салфетки;

в) накройте салфетку прокладкой из ткани и туго зафиксируйте ее бинтом;

г) в случае крайней необходимости наложите шину (ил. 95).

Чтобы предотвратить повреждения опорно-двигательной системы, необходимо соблюдать правила безопасного поведения.



Возрастные особенности опорно-двигательной системы человека. Влияние тренировок на свойства мышц. Оказание первой помощи при повреждениях опорно-двигательной системы



1. Какие изменения происходят в опорно-двигательной системе с возрастом?
2. Как растут кости в длину и толщину?
3. Как изменяется химический состав кости с возрастом?
4. Назовите основные нарушения осанки.
5. Каковы причины возникновения сколиоза?
6. Какие изменения происходят в организме при кифозной осанке?
7. Каковы признаки вывиха и как оказывать первую помощь при этом повреждении?
8. Как состояние опорно-двигательной системы зависит от образа жизни?





9. Какие изменения происходят в мышцах с возрастом? 10. Почему вредно носить узкую обувь на высоких каблуках? 11. Приведите примеры влияния окружающей среды на развитие скелета. 12. Объясните, почему переломы чаще всего встречаются у людей пожилого возраста. Чем они опасны? 13. Докажите положительное влияние физических упражнений на организм. 14. Как вы понимаете мысль: «Рельеф кости меняется в зависимости от образа жизни человека»? 15. Почему плоскостопие отрицательно влияет на весь организм? 16. Почему важно сохранять правильную осанку и что для этого следует предпринимать? 17. Какие правила необходимо соблюдать для обеспечения высокой работоспособности мышц?

Обобщение

Основными функциями опорно-двигательной системы являются опора и движение. Кости образуют пассивную часть опорно-двигательной системы — скелет. Он строится из костной и хрящевой тканей. Основной структурной единицей кости является остеон, что обеспечивает ей способность выдерживать большие нагрузки. Неорганические вещества придают кости твердость и прочность. Органические вещества придают ей гибкость и эластичность. Строение и многообразие костей обусловлены их функциями.

Скелет человека образован костями головы, туловища и конечностей. Соединения костей бывают неподвижными, полуподвижными и подвижными. В связи с прямохождением тело человека приобретает вертикальное положение, позвоночник имеет S-образную форму, стопа и кисть также приобрели особую плоскую форму.

Скелетные мышцы образуют активную часть опорно-двигательной системы. Основой мышцы является пучок поперечнополосатых мышечных волокон. Строение мышечного волокна обусловлено его сократительной функцией. Мышцы характеризуются силой, скоростью и выносливостью. Различные мышцы объединяются в группы, не связанные общностью выполнения определенных движений. Сокращаясь, мышцы выполняют механическую работу. Наибольшую работу мышцы осуществляют при средней нагрузке и среднем ритме. Причиной утомления мышц является в первую очередь недостаточное поступление кислорода.

В течение жизни опорно-двигательная система подвергается изменениям. Ее интенсивный рост происходит в период полового созревания. В длину кости растут за счет хряща головки, а в толщину — за счет надкостницы. Химический состав костей с возрастом также изменяется. Нормальному развитию опорно-двигательной системы способствует правильное питание и двигательная активность. Систематические занятия физическими упражнениями способствуют росту и развитию мышц и укреплению костей.

У человека могут встречаться различные повреждения опорно-двигательной системы: вывихи, ушибы, растяжения, переломы. Грамотное оказание первой помощи при этих повреждениях сохранит не только здоровье, но и жизнь травмированного человека. Для профилактики повреждений опорно-двигательной системы необходимо соблюдать правила безопасного поведения.

Тема 7. СВЯЗЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ. НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Перед задачей полного выяснения работы человеческого мозга даже воображение останавливается в нерешительности.

Джон Экклс, австралийская нейрофизиолог, лауреат Нобелевской премии (1963)



§ 34. Значение и строение нервной системы. Нейрон. Рефлекс. Рефлекторная дуга

Вспомните основные свойства нервной ткани. Что такое рефлекс?

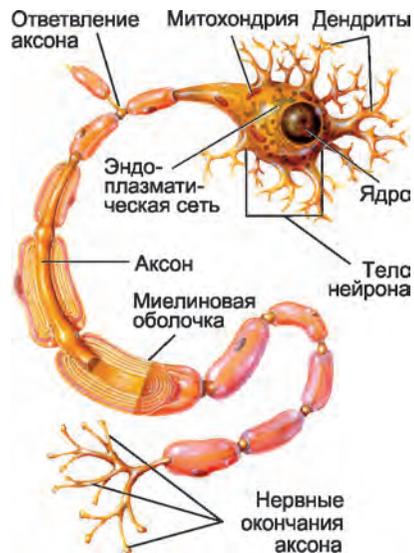
Значение нервной системы. Как вам известно, нервная система играет важную роль в жизнедеятельности организма, обеспечивая взаимосвязь всех его элементов и связь с окружающей средой. Она осуществляет регуляцию всех функций организма, обеспечивая взаимодействие различных клеток через нервные структуры. В нервной системе под влиянием раздражений легко возникают и распространяются нервные импульсы — волны возбуждения. Нервные импульсы передают возбуждение на другие клетки, вызывая их реакцию — ответ на раздражение и приспособление к изменчивым условиям среды.

Нейрон. Известно, что основной компонент нервной системы — нервная ткань, а ее структурной и функциональной единицей является специализированная нервная клетка — *нейрон* (ил. 96). Его основные функции — восприятие информации из организма и окружающей среды, ее анализ, хранение и передачу в виде нервных импульсов к рабочим органам.

Тело нейрона может быть различной формы (овальной, звездчатой, многоугольной) и различных размеров (5–150 мкм). В нем, помимо основных органелл (ил. 96), содержатся нейрофибриллы — особые нити и каналцы, позволяющие клетке приобретать соответствующую форму и передавать возбуждение. В центре тела нервной клетки находится ядро, однако она не способна к делению и размножению.

Дендриты (ил. 96) воспринимают раздражение и проводят импульсы к телу нейрона. Их длина достигает 0,01–0,50 мм. Дендриты сильно разветвлены вблизи тела нейрона, имеют боковые выросты (шипики), увеличивающие их поверхность и являющиеся местами контактов с другими нейронами.

Аксон, длина которого достигает более 1–1,5 м, на самом конце разветвляется. Он передает нервные импульсы от тела одного нейрона к другим нейронам или рабочим органам. Оболочка аксона часто содержит *миелин* — жи-

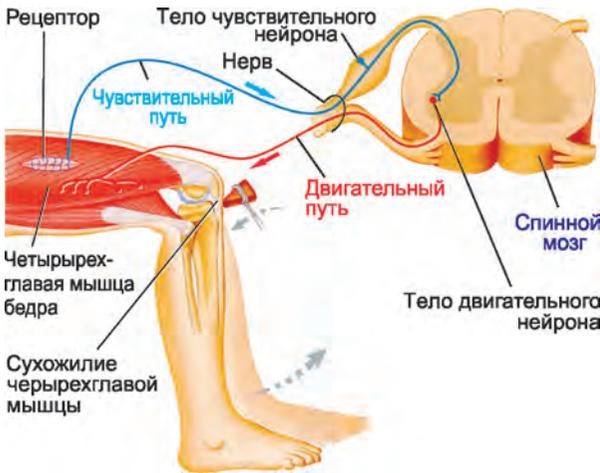


Ил. 96. Строение нейрона

роподобное вещество, изолирующее влияние нервных импульсов на соседние ткани и увеличивающее их скорость. Отростки нейронов, покрытые оболочкой, называются **нервными волокнами**.

В зависимости от функций различаются чувствительные, вставочные и двигательные нейроны. *Чувствительные нейроны* возбуждаются под действием внешних воздействий и передают импульс от периферии к спинному или головному мозгу. *Двигательные нейроны* передают сигнал из центральной нервной системы к органам-исполнителям. *Вставочные нейроны* осуществляют передачу импульсов между чувствительными и двигательными нейронами. Импульсы по дендритам и аксонам распространяются только в одном направлении и передаются от клетки к клетке через специальные образования — синапсы.

Рефлекс. Как вам известно, основной механизм деятельности нервной системы — рефлекс. Понятие «рефлекс» было введено в науку в XVII в. французским ученым Рене Декартом. Для организма человека характерно разнообразие рефлексов. Они обеспечивают взаимодействие органов при осуществлении всех физиологических процессов. Например, во время питания происходит сокращение мышц, обеспечивающих глотание и продвижение пищи в пищеварительном тракте, выделение железами пищеварительных соков и т. п.



Ил. 97. Схема коленного рефлекса

В зависимости от *биологического значения* различают следующие виды рефлексов: пищевые, защитные, ориентировочные, половые.

В зависимости от *характера реакции-ответа* рефлексываются бывают двигательные, секреторные, сосудистые, дыхательные, обменные и т. п. В зависимости от *происхождения* различают рефлексы, с которыми человек рождается (безусловные), и рефлексы, приобретенные в течение жизни (условные).

Рефлекторная дуга. Путь, по которому проходят нервные импульсы, называется **рефлекторной дугой**. Сама двухнейронная рефлекторная дуга состоит из двух нейронов — чувствительного и двигательного. Такова рефлекторная дуга коленного рефлекса, который обычно вызывает врач-невропатолог для исследования состояния нервной системы пациента (ил. 97).

При ударе молоточком по сухожилию четырехглавой мышцы бедра в чувствительных окончаниях дендрита возникают нервные импульсы, посту-

пающие по чувствительным нервным волокнам к серому веществу спинного мозга. Здесь нервный импульс передается на двигательный нейрон и по двигательным волокнам идет к мышцам ноги, вызывая ее разгибание.

В состав большинства рефлекторных дуг входят также *вставочные нейроны*, содержащиеся в спинном и головном мозге. Такие рефлекторные дуги (например, трехнейронная) называются сложными (ил. 98). Любая рефлекторная дуга состоит из пяти звеньев. Начинается она *рецепторами* (1) — чувствительными окончаниями нервных волокон или специализированных чувствительных органов, воспринимающими раздражение и превращающими его в нервные импульсы.



Ил. 98. Рефлекторная дуга (трехнейронная)

Чувствительным путем (2) импульсы поступают по чувствительным нейронам к спинному или головному мозгу. Здесь содержатся *нервные центры* (3) — совокупность структур, отвечающих за осуществление определенных рефлексов. В этой области центральной нервной системы обрабатывается информация в виде импульсов и формируется ответная реакция.

Далее *двигательным путем* (4) происходит передача импульсов по двигательному нейрону от центральной нервной системы к рабочему органу. *Рабочий орган* (мышца, железа и т. д.) выполняет «команду» нервного центра и осуществляет ответ на раздражение (5).

Рефлекторная деятельность нервной системы — это результат взаимодействия двух противоположных процессов — *возбуждения* и *торможения*. Нервный импульс, передающийся по аксону от одного нейрона к другому, может вызывать в нем либо возбуждение, либо торможение. Если нейрон возбуждается, то в нем возникает свой нервный импульс. *Возбуждение* характеризуется повышением специфической деятельности органов в ответ на внешние и внутренние раздражения. Иногда нервный импульс, достигнув соседнего нейрона, не только не возбуждает его, но и подавляет развитие в нем возбуждения. В этом случае возникает *торможение* — ослабление или прекращение рефлекторного ответа на раздражение вследствие уменьшения силы и скорости проведения нервных импульсов.



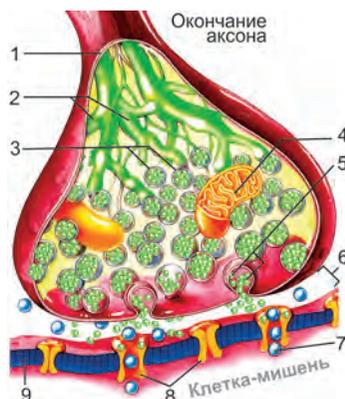


Строение нейрона: тело, аксон, дендриты. Рефлекс. Рефлекторная дуга: рецептор, чувствительный путь, нервный центр, двигательный путь, рабочий орган



Передача импульса в синапсах от нейрона к нейрону или рабочему органу происходит химическим путем и очень быстро. В цитоплазме аксона (в его окончании) есть пузырьки, заполненные особым веществом — медиатором. Когда импульс доходит до пузырьков, они лопаются и высвобождают молекулы медиатора, попадающие в тканевую жидкость синаптической щели. Поэтому они возбуждают мембрану клетки, с которой образуют контакт, увеличивая ее проницаемость для определенных ионов (Na^+ , K^+ , Ca^{2+}) и вызывая появление на ее поверхности определенного заряда (возбуждение). После выполнения функции передатчика импульсов медиаторы разрушаются специальными ферментами.

Количество нейронов (у новорожденного их более 10 млрд) в течение жизни не увеличивается, растет только количество синапсов. Больше всего их образуется до 7-летнего возраста. Движения, реакции, образы — все, что является физическим и духовным проявлением жизни, — это результат нарастания количества аксонов, образующих очень сложные синаптические связи. Поэтому мозг гения и мозг обычного человека различаются не массой, а именно количеством синапсов. Иногда из-за нежелания нагружать свой мозг талантливый человек не достигает успехов: имеющиеся межнейронные связи утрачиваются, а новые не создаются. Мозг, как и мышцы, требует «тренировки».



Синапс:

- 1 — мембрана аксона;
- 2 — нейрофибриллы;
- 3 — синаптические пузырьки;
- 4 — митохондрия;
- 5 — молекулы медиатора;
- 6 — синаптическая щель;
- 7 — ионы Na^+ ;
- 8 — каналы мембраны;
- 9 — мембрана клетки-мишени



1. В чем заключается значение нервной системы? 2. Охарактеризуйте особенности строения и функции элементов нейрона. 3. Укажите функции нейронов: а) чувствительного; б) вставочного; в) двигательного. 4. Объясните механизм возникновения и передачи импульсов при осуществлении коленного рефлекса. 5. Назовите основные звенья рефлекторной дуги.



6. Чем обусловлены функции нейрона? 7. Какое значение для осуществления рефлексов имеют нервные центры? 8. Как связаны между собой процессы возбуждения и торможения? 9. Сравните двух- и трехнейронную рефлекторные дуги по строению и функциям.

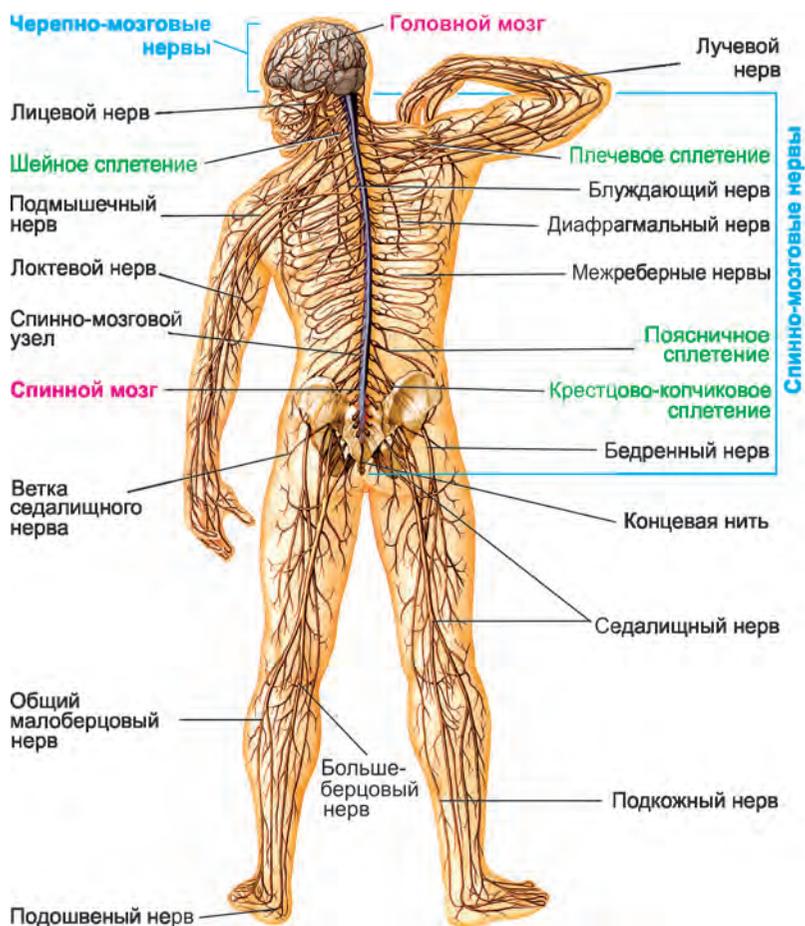
§ 35. Центральная и периферическая нервная система человека

Вспомните, на какие отделы подразделяют нервную систему животных. Чем это обусловлено?

Нервная система человека, как и всех позвоночных животных, — трубчатого типа. У зародыша она имеет вид трубки, из которой затем развивается спинной и головной мозг, от которых отходят нервы. Нервная система по строению условно делится на *центральную* — головной и спинной мозг — и *периферическую* — нервы, нервные узлы и сплетения, нервные окончания (ил. 99). По функциональным особенностям нервная система делится на две части: *соматическую* и *вегетативную*. Соматическая нервная система — часть центральной и периферической нервных систем, регулирующая деятельность скелетных мышц и органов чувств, обеспечивая движения и ощущения.

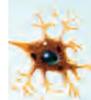
Вегетативная нервная система регулирует деятельность внутренних органов.

Центральная нервная система. **Спинальный мозг** — отдел центральной нервной системы, обеспечивающий простую рефлекторную деятельность (движение), регуляцию деятельности внутренних органов, выполнение команд головного мозга и передачу ему информации от органов чувств. **Головной мозг** — высший отдел центральной нервной системы, оказывающий влияние на деятельность спинного мозга, регулирующий физиологические процессы и координирующий деятельность систем организма, а также формирующий поведение человека. Спинальный и головной мозг состоит из серого и белого вещества. *Серое вещество* спинного и головного мозга образуется телами нейронов, *белое вещество* — отростками нейронов.



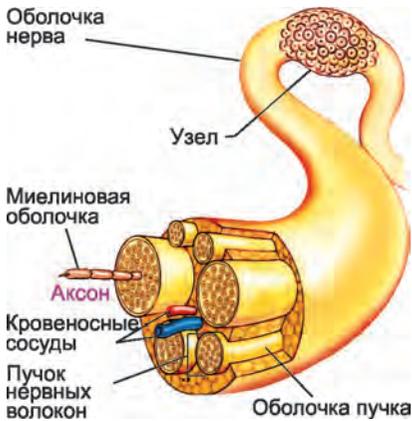
Ил. 99. Нервная система человека

Мозг окружен тремя защитными соединительнотканными оболочками (ил. 101 а). *Твердая* (внешняя) оболочка мозга покрывает внутренние поверх-



ности позвоночного канала и черепа и выполняет защитную функцию. *Мягкая* (внутренняя) *оболочка мозга* плотно покрывает поверхность мозга, проникает во все щели и содержит кровеносные сосуды. *Паутинная оболочка* — тонкая, прозрачная, размещается между твердой и мягкой, но не заходит в щели и борозды. В результате образуются подпаутинные пространства, заполненные мозговой жидкостью (около 200 мл), обеспечивающей питание мозга.

Периферическая нервная система. Нервы, отходящие от спинного и головного мозга, — это пучки нервных волокон, покрытые соединительнотканной оболочкой (ил. 100). Подобно другим органам, нервы имеют собственные питающие их кровеносные сосуды. Разветвляясь, нервы пронизывают все органы тела. Нервы, состоящие из дендритов — чувствительных нервных



Ил. 100. Строение нерва

волокон, называются *чувствительными*. Нервы, состоящие из аксонов — двигательных нервных волокон, называются *двигательными*. Они проводят импульсы только в одном направлении.

Но большинство нервов являются *смешанными*, то есть они содержат как аксоны, так и дендриты нервных клеток, поэтому и проводят нервные импульсы в обоих направлениях. Каждый нерв разветвляется на несколько ветвей.

Двигательные волокна нервов делятся на скелетные и вегетативные. *Скелетные нервные волокна* относятся к соматической части нервной системы. Они заканчиваются

в скелетных мышцах и регулируют их сокращение. *Вегетативные нервные волокна* заканчиваются преимущественно во внутренних органах и передают возбуждение, усиливающее или ослабляющее их деятельность.

От головного мозга отходит 12 пар черепно-мозговых нервов, а от спинного — 31 пара спинномозговых нервов, образующих *шейное, плечевое, поясничное, крестцово-копчиковое сплетения* (ил. 99).

Сплетения — соединения крупных нервов и их ветвей, иннервирующих определенную часть тела. **Узлы** — это скопления нервных клеток вне спинного и головного мозга. Они покрыты соединительнотканной капсулой и расположены на нервах и их стенках (например, узел заднего корешка спинного мозга) либо вблизи внутренних органов.

Нервные окончания — это конечные участки нервных волокон, контактирующие с нейронами или тканями органов. По функциональному значению нервные окончания делятся на три вида: *чувствительные*, *двигательные* и *межнейронные* (синаптические). *Чувствительные нервные окончания (рецепторы)* — конечные разветвления дендритов чувствительных нейронов, воспринимающие раздражения различной природы и преобразующие их в

нервные импульсы. *Двигательные нервные окончания* являются конечными разветвлениями двигательных нейронов в мышечной ткани или в железах. Через них нервные импульсы передаются на рабочие органы. *Межнейронные нервные окончания* образуются конечными разветвлениями аксона или дендритов, соединяющихся с помощью синапсов в рефлекторные дуги.



Центральная нервная система: головной мозг, спинной мозг. Серое вещество. Белое вещество. Периферическая нервная система: нервы, нервные узлы, сплетения, нервные окончания. Соматическая нервная система. Вегетативная нервная система



Мозговая жидкость — ликвор (общая для спинного и головного мозга) — образуется из плазмы крови в сосудистых сплетениях щелей мозга. Мозговая жидкость создает относительно постоянное внутричерепное давление, участвует в обмене веществ и выполняет защитную функцию. В норме мозговая жидкость прозрачная, содержит незначительное количество белка и единичные лимфоциты. На основе ее анализа осуществляют диагностику сложных заболеваний.



1. Охарактеризуйте строение центральной нервной системы. **2.** Что общего в строении спинного и головного мозга? **3.** В чем заключаются функции оболочек мозга? **4.** Что относится к периферической нервной системе? Охарактеризуйте строение и функции ее структур.



5. Чем обусловлено разнообразие нервных окончаний? Ответ обоснуйте. **6.** В XVII в. нервы считали пустыми трубками, по которым движутся газы, возбуждающие мышцы. На смену этим представлениям пришло учение о жизненных жидкостях, которые, вливаясь в мышцы, смешиваются с жидкостями, находящимися в них, и вызывают их сокращение. Какая из теорий, по вашему мнению, ближе к истине? Почему?

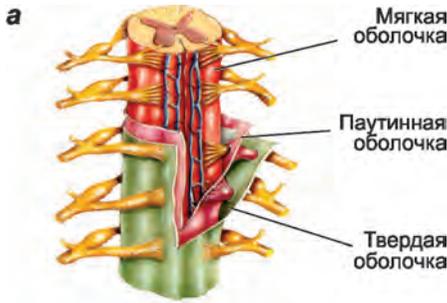
§ 36. Спинной мозг

Вспомните, почему нервную систему позвоночных называют трубчатой. Деятельность какой части нервной системы обеспечивает движение?

Строение спинного мозга. Спинной мозг человека — это длинный цилиндрический несколько сплюснутый тяж, длина которого около 40–45 см, диаметр — около 1 см, масса — около 30 г. Находится он в костном позвоночном канале. Спинной мозг покрыт тремя оболочками, защищающими и питающими его (ил. 101 а). Он имеет сегментарное строение, начинается у основания черепа от головного мозга и заканчивается в поясничном отделе позвоночника коническим сужением. От сужения вниз отходит концевая нить, сформированная из соединительной ткани и окруженная длинными волокнами нижних сегментов мозга, образующими «конский хвост».

В соответствии с количеством позвонков в спинном мозге имеется 31 сегмент (ил. 101 б). От каждого сегмента отходит пара спинномозговых нервов. Сегменты спинного мозга объединяются в следующие отделы: *шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый*. Верхнюю часть тела и верхние конечности иннервируют 8 пар шейных и 12 пар грудных нервов, а нижнюю часть тела и нижние конечности — 5 пар поясничных, 5 пар крестцовых и пара копчиковых спинномозговых нервов.



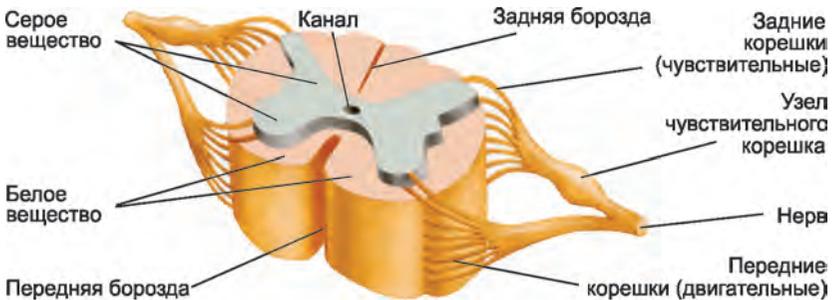


Ил. 101. Строение спинного мозга:
а — оболочки; б — отделы

Спинной мозг имеет *два утолщения* (шейное и поясничное), соответствующих местам выхода нервов к верхним и нижним конечностям. Глубокие продольные *борозды* делят его на правую и левую части. В центре находится *канал*, заполненный спинномозговой жидкостью. Вокруг канала находится серое вещество, образованное телами вставных (97 %) и двигательных (3 %) нейронов и их дендритами. В поперечном разрезе оно имеет форму крыльев летящей бабочки (ил. 102). Вокруг серого вещества расположено белое вещество.

Сзади в спинной мозг входят аксоны чувствительных нейронов, передающие возбуждение от рецепторов. Они образуют *задние корешки* спинного мозга. Эти корешки имеют утолщения — *узлы*, в которых находятся тела чувствительных нейронов.

Тела двигательных нейронов сосредоточены в передней части серого вещества. От них отходят аксоны, образующие *передние корешки* спинного мозга. По этим корешкам возбуждение передается к рабочему органу. Передний и задний корешки, соединяясь в межпозвоночных отверстиях, с каждой стороны образуют смешанный спинномозговой *нерв*, в котором содержатся чувствительные и двигательные волокна.



Ил. 102. Строение спинного мозга

Лабораторное исследование

Тема. Изучение строения спинного мозга человека (по муляжам, моделям, пластинчатым препаратам).

Цель: выяснить особенности строения спинного мозга; научиться различать его составляющие на моделях, муляжах, пластинчатых препаратах.

Оборудование и материалы: разборные модели и муляжи спинного мозга человека, пластинчатые препараты спинного мозга человека.

Ход исследования

1. Рассмотрите муляж или модель спинного мозга человека. Определите отделы спинного мозга и выясните особенности их расположения в позвоночном канале.

2. Найдите оболочки, которыми покрыт спинной мозг, борозды, спинномозговой канал и передние и задние корешки спинномозговых нервов. Что свидетельствует о сегментарном строении спинного мозга?

3. На пластинчатых препаратах рассмотрите расположение серого и белого веществ в спинном мозге. Выясните, каково соотношение серого и белого веществ в различных отделах спинного мозга. С чем это связано?

4. Сделайте вывод: какие особенности строения спинного мозга обуславливают его функции?

Функции спинного мозга. Благодаря спинному мозгу осуществляется нервная регуляция двигательной активности человека. Разнообразные движения человека — это двигательные рефлексы, присущие опорно-двигательной системе. Их обеспечивает **рефлекторная функция** спинного мозга, которая и заключается в осуществлении двигательных рефлексов.

Вам уже известно, что рефлекторная дуга любого рефлекса включает участок центральной нервной системы, в котором находятся *нервные центры* определенных рефлексов. В частности, в осуществлении двигательного рефлекса участвует двигательный центр. Двигательные центры регуляции деятельности большинства мышц тела находятся в спинном мозге. Через них проходит значительное количество рефлекторных дуг, благодаря которым регулируется работа скелетных мышц. В частности, двигательные центры левой или правой частей каждого сегмента иннервируют соответствующие мышцы и участки кожи, обеспечивая поддержание осанки, ходьбы, жестикуляцию и т. п. Примерами простых двигательных рефлексов, проходящих через спинной мозг, являются сгибание и разгибание конечностей, отдергивание руки, коленный рефлекс. *Вспомните строение рефлекторной дуги коленного рефлекса.*

Вставочные нейроны, входящие в сложные рефлекторные дуги, могут передавать возбуждение и на противоположную часть (правую или левую) спинного мозга. Этим они обеспечивают согласованную работу правой и левой конечностей в случае раздражения одной из них. Вставочные нейроны также соединяют между собой соседние сегменты спинного мозга, благодаря чему возбуждение может распространяться на эти сегменты. Поэтому к рефлекторному ответу причастна не только раздраженная конечность. В нем принимают участие и другие части тела.



В спинном мозге находятся также рефлекторные центры потоотделения, расширения зрачков, движения диафрагмы. В крестцовом отделе расположены центры мочеиспускания, дефекации и половой функции.

Проводящая функция спинного мозга заключается в обеспечении связи и согласовании работы всех отделов центральной нервной системы с помощью проводящих путей, образованных волокнами белого вещества. Они соединяют спинной мозг с головным, а также отдельные сегменты спинного мозга между собой. Различаются *восходящие* (чувствительные) и *нисходящие* (двигательные) *проводящие пути*. По восходящим проводящим путям возбуждение передается в головной мозг, а по нисходящим — от головного мозга к рабочим органам. Благодаря проводящей функции головной мозг контролирует осуществление более сложных рефлексов спинного мозга, таких как координированная ходьба и выполнение производственных операций.



Строение спинного мозга. Отделы спинного мозга. Спинномозговые нервы. Функции спинного мозга: рефлекторная, проводящая. Двигательные центры спинного мозга. Проводящие пути



Ходьбу человека обеспечивает сгибательно-разгибательный рефлекс. Он проявляется в том, что на ноге, которая сгибается и делает шаг вперед, происходит сокращение мышц-сгибателей и расслабление мышц-разгибателей, а на противоположной, являющейся опорной, — наоборот. Это объясняется тем, что во время возбуждения центра мышц-сгибателей одной конечности происходит одновременное торможение центра мышц-разгибателей той же конечности, и наоборот, — одновременное возбуждение центра мышц-разгибателей и торможение центра мышц-сгибателей противоположной конечности. Такие процессы обусловлены разветвлением нервного волокна чувствительного нейрона в спинном мозге и образованием его окончаниями как возбуждающих, так и тормозных синапсов со многими нейронами. *Подумайте, какое строение должна иметь рефлекторная дуга этого рефлекса.*

У эмбриона спинной мозг доходит до конца позвоночного канала. С развитием организма спинной мозг растет медленнее, чем позвоночник. Когда рост человека прекращается, спинной мозг заканчивается на уровне 1-го поясничного позвонка. Но спинномозговые нервы выходят через те же межпозвоночные отверстия, которые совпадали с границами сегментов спинного мозга у эмбриона. Поэтому нервные корешки, прежде чем выйти из позвоночного канала, идут вниз, пока не достигают соответствующего межпозвоночного отверстия. Ниже 1-го поясничного позвонка, где собственно спинной мозг уже отсутствует, нервы, идущие вниз, формируют пучок, называемый «конским хвостом» (ил. 101 б). С чем связано такое название?



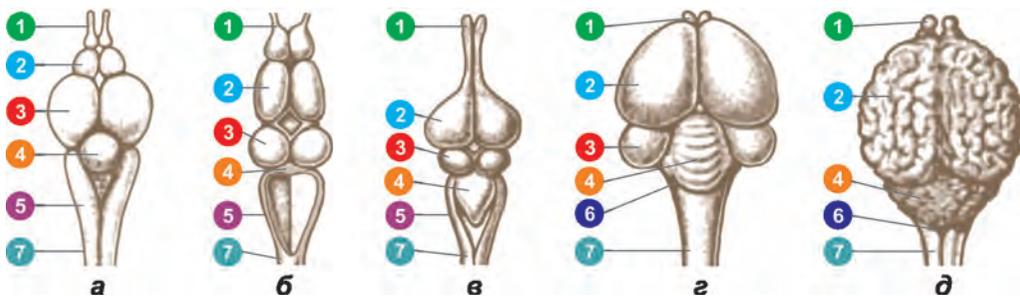
1. Охарактеризуйте особенности строения спинного мозга. **2.** Где находятся тела нейронов (чувствительных, вставочных и двигательных), участвующих в спинномозговых рефлексах? **3.** Что такое двигательные центры? **4.** Приведите примеры реализации рефлекторной функции спинного мозга. **5.** В чем заключается проводящая функция спинного мозга? Каково ее значение?



6. Почему, когда болит спина, движения становятся ограниченными? **7.** Паралич — болезнь, лишаящая определенный орган способности нормально действовать; при таком положении человек не может двигаться, разговаривать и т. п. Паралич может наступить из-за повреждения как спинного, так и головного мозга. *Объясните, какие изменения в регуляции двигательной активности происходят в случае повреждения спинного мозга.*

§ 37. Головной мозг. Строение и функции заднего и среднего мозга

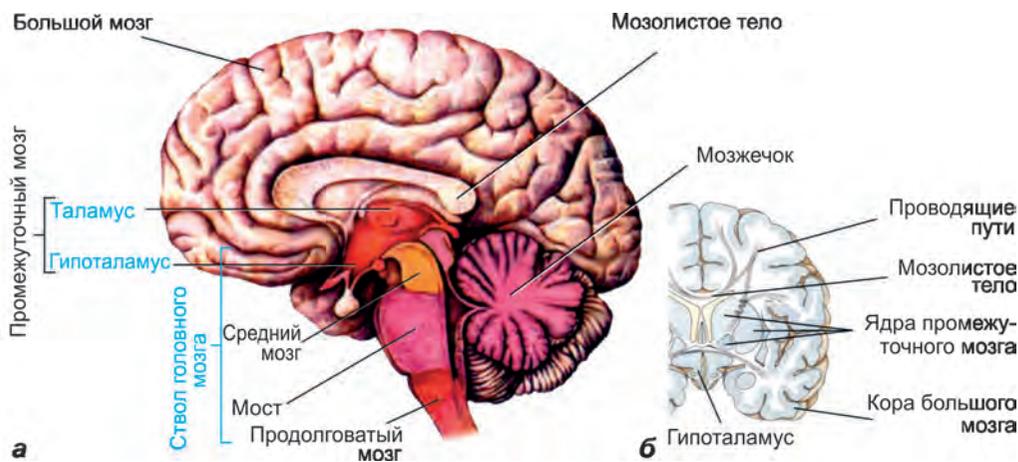
Как усложнялась строение головного мозга позвоночных (ил. 103)?



Ил. 103. Строение головного мозга:

а — рыб; б — земноводных; в — пресмыкающихся; г — птиц; д — млекопитающих;
1 — обонятельные доли; 2 — большие полушария; 3 — зрительные доли; 4 — мозжечок;
5 — продолговатый мозг; 6 — промежуточный мозг; 7 — спинной мозг

Общая характеристика головного мозга. Головной мозг — высший отдел центральной нервной системы человека, в котором происходят сложные процессы анализа и синтеза информации, поступающей от органов чувств (ил. 104 а). Он находится в полости черепа и занимает около 95 % объема. Через большие затылочные отверстия головной мозг соединяется со спинным. Масса головного мозга новорожденного 330–400 г, максимума она достигает в 20 лет. У взрослых масса головного мозга может значительно варьироваться (1100–2200 г), но уровень умственных способностей от массы мозга не зависит. *Подумайте почему.*



Ил. 104. Головной мозг: а — общий план строения;
б — серое и белое вещества

Вам уже известно, что головной мозг покрыт такими же оболочками, что и спинной. Они образуют единый покров центральной нервной системы. В

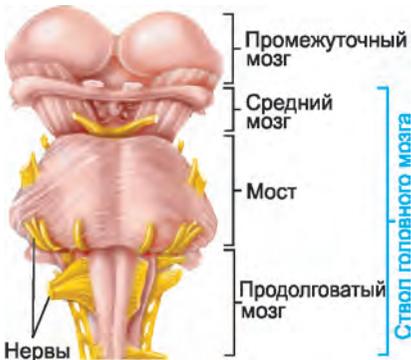
центральной канале головного мозга, продолжающем канал спинного мозга, содержится черепно-мозговая жидкость (по составу и функциям такая же, как и спинномозговая). Эта жидкость вместе с кровью обеспечивает обмен веществ нейронов. В головном мозге, как и в спинном, есть белое и серое вещества. *Вспомните, из чего они состоят.*

Серое вещество образует кору большого мозга и мозжечка; кроме того, в виде отдельных скоплений нейронов (ядер) оно содержится внутри белого вещества. Белое вещество образует проводящие пути, связывающие отделы головного мозга между собой и со спинным мозгом (ил. 104 б).

Головной мозг принято делить на три отдела (ил. 104 а): задний мозг (*продолговатый мозг, мост и мозжечок*), средний мозг, передний мозг (*промежуточный мозг и большой, или конечный, мозг*).

От головного мозга отходят 12 пар черепно-мозговых нервов, регулирующих деятельность мышц головы и шеи, многих внутренних органов и воспринимающих информацию от органов чувств. Среди них выделяются *чувствительные, двигательные и смешанные*. Самый длинный нерв — *блуждающий*, ветви которого находятся во многих участках тела.

Строение и функции ствола головного мозга. *Продолговатый мозг, мост и средний мозг* образуют ствол головного мозга (ил. 105). Всем частям ствола мозга присущи рефлекторная и проводящая функции, что обусловлено особенностями их строения.



Ил. 105. Ствол головного мозга и промежуточный мозг

Продолговатый мозг (длиной 2,5–3 см) является продолжением спинного мозга и имеет четко выраженное сегментарное строение. Его серое вещество расположено так же, как в спинном мозге, и также имеет отдельные ядра, разделенные белым веществом, образующим проводящие пути спинного и головного мозга. Ядра, находящиеся внутри белого вещества продолговатого мозга, являются центрами важных физиологических функций — дыхания, кровообращения, сердцебиения, пищеварения, а также безусловных рефлексов (*чихания, кашля, жевания, глотания* и т. д.).

Мост расположен выше продолговатого мозга и связывает его со средним. Это утолщенный валик с множеством поперечно расположенных волокон, образующих его белое вещество. Через мост проходят проводящие пути, несущие импульсы в восходящем и нисходящем направлениях. Серое вещество моста образует ядра в толще белого вещества. Мост регулирует рефлекторную деятельность органов вкуса и слуха, слюнных и слезных желез, глазодвигательных, жевательных и мимических мышц лица.

Средний мозг связывает мост и промежуточный мозг. Он состоит из ножек мозга и четверохолмия, в котором находятся первичные центры зрения и

слуха. Они обеспечивают возникновение ориентировочных рефлексов, проявляющихся в повороте головы и концентрации внимания в ответ на определенное раздражение. Эти рефлексы позволяют организму быстро реагировать на раздражение и действовать в соответствии с ситуацией. В ядрах ножек среднего мозга находятся центры, регулирующие тонус мышц и координирующие сложные движения. Средний мозг, действуя вместе с продолговатым мозгом и мостом, обеспечивает рефлексы позы и выпрямительные рефлексы, обуславливающие стояние и ходьбу.

Строение и функции мозжечка. Мозжечок расположен позади продолговатого мозга (ил. 104 а). Он состоит из двух полушарий, связанных между собой образованием, которое называется *червяком*.

Вам уже известно, что поверхность полушарий покрыта корой из серого вещества, в которой находится белое вещество. В толще мозжечка серое вещество образует ядра внутри белого вещества. Оно в разрезе имеет вид мелких листьев растения и напоминает дерево, из-за чего в древности мозжечок называли «древом жизни». С рецепторами и рабочими органами непосредственной связи мозжечок не имеет. Он связан проводящими путями (чувствительными и двигательными) со спинным, продолговатым и средним мозгом, а через мост — с корой большого мозга.

По проводящим путям в мозжечок поступает информация от мышц, сухожилий, суставов, вестибулярного аппарата органа слуха, двигательных центров коры головного мозга. Здесь она обрабатывается (часто под контролем большого мозга) и передается нисходящими путями к двигательным нейронам спинного мозга. Эта информация обуславливает важную роль мозжечка в координации движений, регуляции равновесия тела и поддержании тонуса мышц. Повреждение мозжечка приводит к нарушению координации, равновесия, плавности движений и речи и т. п.

Лабораторное исследование

Тема. Изучение строения головного мозга человека (по муляжам, моделям, пластинчатым препаратам).

Цель: выяснить особенности строения заднего и среднего отделов головного мозга; научиться различать их на моделях, муляжах, пластинчатых препаратах.

Оборудование и материалы: разборные модели и муляжи головного мозга человека, пластинчатые препараты мозга человека.

Ход исследования

1. Рассмотрите разборную модель головного мозга человека. Разделите ее на две части. На одной из частей модели определите основные отделы головного мозга.
2. Найдите продолговатый мозг, мост, мозжечок и средний мозг. Какие элементы образуют ствол головного мозга?
3. На пластинчатых препаратах рассмотрите расположение серого и белого вещества в определенных частях ствола мозга и мозжечка. Чем оно обусловлено?
4. Сделайте вывод: в чем заключается связь строения определенных частей головного мозга с выполняемыми ими функциями?





Отделы головного мозга: задний, средний и передний. Ствол головного мозга: продолговатый мозг, мост, средний мозг. Мозжечок



Масса головного мозга у мужчин составляет в среднем 1375 г, у женщин — 1275 г. На поведение и умственные способности этот показатель не влияет. Так, например, масса мозга выдающихся людей была разной: Ивана Тургенева — 2012 г, Дмитрия Менделеева — 1751 г, Альберта Эйнштейна — 1230 г, Иоганна Вольфганга Гете — 1210 г. Зависит ли талантливость человека от массы мозга? Почему?



1. Из каких отделов состоит головной мозг? **2.** Что образует ствол головного мозга? **3.** Охарактеризуйте строение и функции: а) продолговатого мозга; б) моста; в) среднего мозга; г) мозжечка. **4.** В чем заключаются рефлекторные и проводящие функции ствола головного мозга? Приведите примеры для каждого отдела.



5. По ил. 103, 104 сравните строение головного мозга позвоночных животных и человека. Какие отделы головного мозга лучше развиты у представителей разных классов? **6.** Какие особенности строения головного мозга человека свидетельствуют о более сложной организации человека как биологического существа? **7.** Какой отдел мозга задействован во время ориентировочного рефлекса, когда вы резко поворачиваете голову на стук книги, упавшей на пол?



8. Проследите координацию работы мышц, которая осуществляется под контролем мозжечка, при выполнении пальценосовой мозжечковой пробы. Для этого закройте глаза, протяните вперед руку с вытянутым указательным пальцем и его кончиком прикоснитесь к кончику носа. Подумайте и выскажите предположение, как мозжечок контролирует точность движения пальца. **9.** Отследите рефлексы среднего мозга, благодаря которым поддерживается равновесие тела. Станьте в неустойчивую позу так, чтобы одна стопа касалась носком пятки другой стопы. Стопы должны находиться на одной прямой. Руки сложите в «замок», локти сомкните. Выполните аналогичные действия с закрытыми глазами. Что вы делаете для поддержания равновесия? Как можно объяснить различие в выполнении упражнения с закрытыми и открытыми глазами?

§ 38. Головной мозг. Строение и функции переднего мозга

Что общего в строении мозжечка и большого мозга человека? Чем отличаются движения человека от движений животных?

Строение и функции промежуточного мозга. Особый отдел мозга, над которым расположен большой мозг, называется промежуточным мозгом. Он обладает более сложным строением, чем ствол головного мозга. Структурными частями промежуточного мозга являются *таламус* и *гипоталамус* (ил. 104 а).

Таламус (зрительные бугры) — это парный орган яйцевидной формы, сращенный с полушариями большого мозга боковой поверхностью. Он содержит многочисленные ядра серого вещества, занимающие основную массу промежуточного мозга и имеющие связи с ядрами других отделов и корой большого мозга. Основная функция таламуса — проведение чувствительных импульсов от рецепторов всех органов чувств (за исключением обонятельных) к коре большого мозга. В этой части промежуточного мозга сигналы анализируются и сортируются: одни из них тормозятся, другие — пропускаются, некоторые — усиливаются. В таламусе находятся центры болевой чувствительности.



Гипоталамус (подбугорье) расположен под таламусом. В толще белого вещества гипоталамуса содержится значительное количество ядер серого вещества, являющихся высшими центрами регуляции температуры тела, обмена веществ, деятельности сердца, сосудов, пищеварительных желез. Ядра гипоталамуса, получая информацию из рецепторов кровеносных и лимфатических сосудов, определяют характер и степень нарушения гомеостаза и с помощью нервных и гуморальных механизмов влияют на исправление ситуации. Гипоталамус участвует в формировании таких ощущений, как голод, жажда, страсть, и соответствующего их удовлетворению приспособительного поведения.

Гипоталамус ножкой связан с *гипофизом* — железой внутренней секреции. Гипоталамус регулирует деятельность гипофиза, а через него — и других желез внутренней секреции. Кроме того, определенные ядра гипоталамуса способны самостоятельно вырабатывать биологически активные вещества и осуществлять гуморальную регуляцию функций организма.

Строение большого мозга. Большой, или конечный, мозг (ил. 104 а) состоит из двух *больших полушарий* (правого и левого), соединенных мозолистым телом, которое образовано из нервных волокон. Через мозолистое тело широким трактом проводящих путей осуществляется связь между обоими полушариями (ил. 104 б).

Полушария покрыты *корой*, состоящей из серого вещества. От нее внутрь мозга отходят отростки нейронов (белое вещество), которые вместе с нервными волокнами, направленными к коре, образуют нисходящие и восходящие проводящие пути основания полушарий, соединяющие кору со всеми отделами нервной системы. Под корой большого мозга в белом веществе основания полушарий находятся скопления нервных клеток — *подкорковые ядра* (узлы) серого вещества. Они передают импульсы от коры к промежуточному мозгу. Подкорковые ядра участвуют в координации сложной двигательной активности (вспомогательных движений при ходьбе, мимических движений и т. п.), регуляции тонуса скелетных мышц и осуществлении ориентировочных, защитных, пищевых рефлексов, а также влияют на формирование поведения человека.

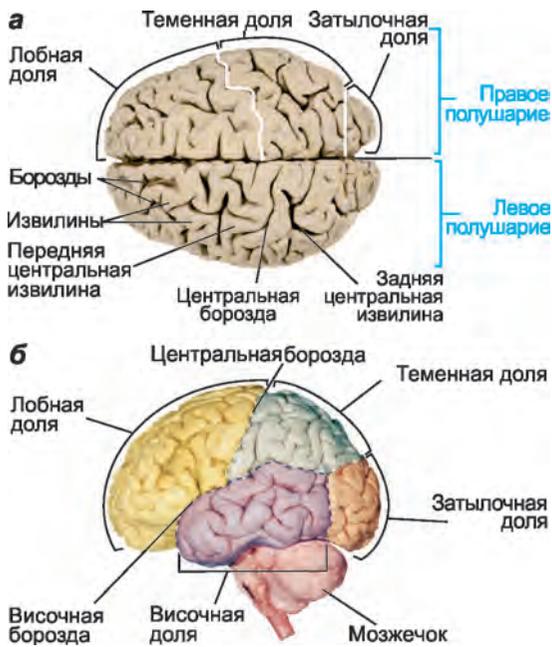
Микроскопическое строение коры головного мозга впервые описал в 1874 г. украинский ученый Владимир Бец.

Толщина коры большого мозга составляет 1,3–4,5 мм. Считается, что она состоит из более 27 млрд нейронов, расположенных в 6 слоев. Площадь поверхности коры 2 000–2 500 см². На ней расположены борозды и извилины. Глубокие борозды коры большого мозга (центральная, боковая и затылочно-теменная) делят каждое полушарие на четыре доли: лобную, теменную, височную и затылочную (ил. 106). Каждая доля имеет большое количество меньших борозд, между которыми расположены извилины.



Владимир Бец
(1834–1894)

Количество борозд и извилин у людей примерно одинаковое, но рельеф, ими образуемый, у каждого человека свой.



Ил. 106. Доли большого мозга: а — вид сверху; б — вид сбоку



Ил. 107. Зоны коры большого мозга

Спереди от центральной борозды в лобной доле расположена *двигательная (моторная) зона*, обеспечивающая движение мышц тела (ил. 107). Нервные импульсы этой зоны обуславливают сокращение определенных групп мышц и обеспечивают четкие двигательные реакции.

Ассоциативные зоны охватывают большую часть коры (ил. 107). В них анализируется, сохраняется и преобразуется информация, полученная от чувствительных зон.

Функции коры головного мозга. Кора отвечает за восприятие и анализ всей информации (зрительной, слуховой, вкусовой, обонятельной и осязательной), поступающей в мозг, руководит сложными движениями. Кора — центр всех высших функций организма (сознательного восприятия сигналов из внешней среды, абстрактного мышления, памяти, интеллекта).

В зависимости от функций кора делится на специфические **функциональные зоны**: *чувствительные* получают импульсы от рецепторов и анализируют их; *двигательные* посылают импульсы к рабочим органам (мышцам); *ассоциативные* сочетают деятельность двигательных и чувствительных зон и обеспечивают взаимодействие всех ощущений. В коре затылочной доли находится чувствительная *зрительная зона*, в височной — *слуховая зона*. Вблизи боковой борозды расположена *вкусовая*, а у основания полушарий — *обонятельная* зоны (ил. 107). Поражение этих чувствительных зон ведет к нарушению работы соответствующих органов чувств. Позади центральной борозды в теменной доле расположена *кожная и мышечно-суставная чувствительности*.

Ассоциативные зоны помогают координировать произвольные движения. С деятельностью этих зон связаны также и психические функции: память, речь, мышление, сознание и поведение. Участки, отвечающие за речь, находятся в коре височной, лобной и теменной долей. Их поражение вызывает расстройство речи.

Кора функционирует как единое целое. Она является материальной базой психической деятельности человека.

Лабораторное исследование

Тема. Изучение строения головного мозга человека (продолжение).

Цель: выяснить особенности строения переднего отдела головного мозга.

Оборудование и материалы: разборные модели и муляжи головного мозга человека, пластинчатые препараты мозга человека.

Ход исследования

1. Разделите модель головного мозга человека на две части. Найдите правое и левое большие полушария, мозолистое тело, их соединяющее, и промежуточный мозг.

2. Рассмотрите большие полушария головного мозга, борозды и извилины коры полушарий. Определите расположение больших борозд — центральной, боковой, затылочно-теменной.

3. Найдите доли большого мозга (лобную, теменную, височную, затылочную), на которые его разделяют глубокие борозды. Как влияет на площадь коры большого мозга наличие борозд и извилин?

4. Определите функциональные чувствительные зоны коры — зрительную, слуховую, обонятельную, кожной и мышечно-суставной чувствительности.

5. На пластинчатых препаратах рассмотрите расположение серого и белого веществ в определенных частях больших полушарий конечного мозга. Чем оно обусловлено?

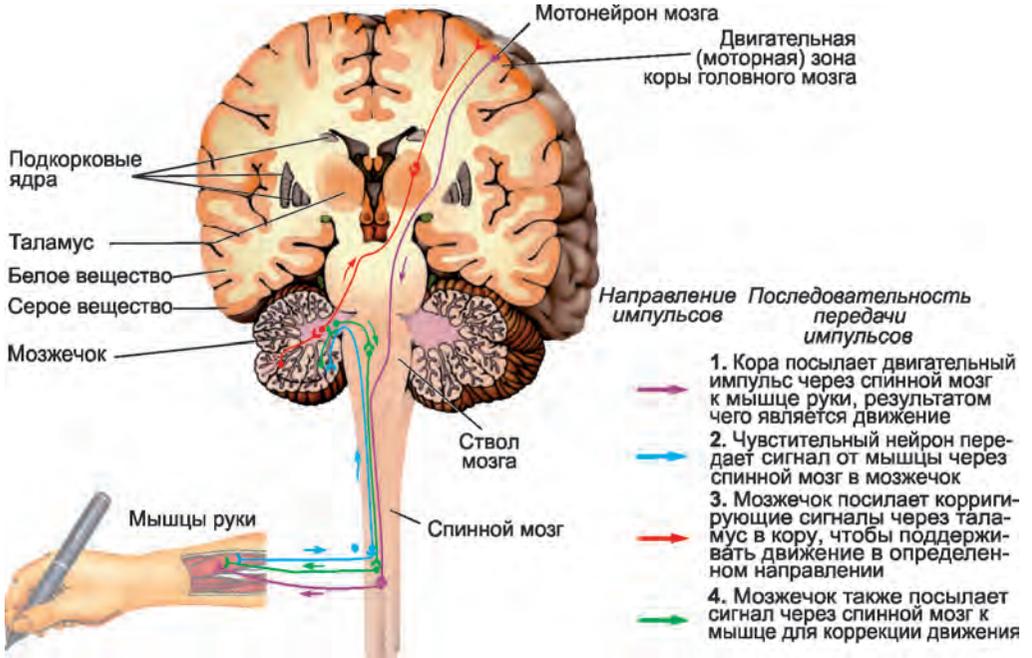
Сделайте вывод: в чем заключается связь строения больших полушарий головного мозга с выполняемыми ими функциями?

Роль коры головного мозга в регуляции произвольных движений человека. Все движения человека делятся на рефлекторные и произвольные. Вам уже известно, что рефлекторные двигательные реакции возникают в ответ на раздражение и происходят при участии спинного мозга и ствола головного мозга. Произвольные движения осуществляются сознательно, целенаправленно; они выполняются при участии различных отделов центральной нервной системы и обязательно коры большого мозга (ил. 108).

Двигательная зона коры может возбуждаться импульсами, поступающими к ней от органов чувствительными путями через спинной мозг, ствол мозга, мозжечок и таламус. Возбуждение в двигательной зоне может возникать и под влиянием сознательной мысли или намерения. Импульсы передаются двигательным нейронам (мотонейронам) этой зоны коры головного мозга, аксоны которых пучками идут вниз и сочетаются с двигательными нейронами ядер черепно-мозговых или спинномозговых нервов. Нервы посылают сигналы в группы мышц, сокращения которых вызывают или координируют сложные и точные произвольные движения. Длительные движения постоянно корректируются нервными импульсами из мозжечка.



Корковые центры мышц конечностей, туловища и шеи расположены в двигательной зоне в такой последовательности: в нижнем отделе находятся участки, отвечающие за движения головы, туловища, а в верхнем отделе — за нижние конечности.



Ил. 108. Направление и последовательность импульсов при произвольных движениях кисти

Размеры возбужденного участка двигательной зоны зависят не от массы мышц, а от сложности и точности движений. Особенно велика площадь участка, руководящего движениями кисти руки, языком, мимическими мышцами. Ранения или другие повреждения коры двигательной зоны приводят к параличу (потере способности двигаться) мышц тела.



Промежуточный мозг: таламус, гипоталамус. Большой (конечный) мозг. Полушария и доли большого мозга. Кора головного мозга и ее зоны: чувствительные, двигательные, ассоциативные. Произвольные движения



Нейроны всех шести слоев коры головного мозга, расположенных друг над другом, имеют тесную связь и функционируют как единое целое. Каждый слой коры состоит из нейронов определенного вида. Только внешний (на рисунке он верхний) образован короткими отростками нервных клеток. Главная часть информации поступает в кору к звездчатым и пирамидальным клеткам 3-го и 4-го слоев. Нейроны коры взаимодействуют так, что передача информации в горизонтальном направлении неэффективна. Это связано с большим количеством коротких аксонов. Изучая анатомические связи между нейронами и их взаимодействие, исследователи предположили, что кора в вертикальном направлении разделена на определенные столбцы (колони), являющиеся определенными функциональными единицами.





Вокруг верхней части ствола головного мозга расположена лимбическая система (от лат. *limbus* [лимбус] — кайма), образующая его край, или лимб. В нее входят структуры, являющиеся наиболее древними по происхождению частями коры головного мозга. Поэтому лимбическую систему называют еще первобытным, или эмоциональным, мозгом. Лимбическая система определяет подсознательное (инстинктивное) поведение, в частности получение пищи, защиту, ориентирование, размножение. Она участвует в регуляции психической активности, формировании мотивов, эмоций, памяти; определяет влияние настроения, а также внутренних изменений в организме на поведение человека. Восприятие запаха, света, формирование памяти тоже находятся под влиянием лимбической системы.



1. Из каких частей состоит промежуточный мозг? Каковы их функции? 2. Охарактеризуйте строение коры головного мозга человека. 3. Назовите основные части и функциональные зоны коры большого мозга. 4. Объясните роль борозд и извилин коры головного мозга. 5. Раскройте роль коры большого мозга в обеспечении произвольных движений.



6. Известно, что работают лишь около 4 % клеток головного мозга, остальные находятся в резерве. Каждый час погибает более тысячи нейронов. Как вы считаете, почему? Можно ли остановить этот процесс? 7. Объясните выражение Мишеля де Монтеня: «Мозг, хорошо устроенный, стоит больше, чем мозг, хорошо наполненный».



8. Докажите, что головной мозг регулирует работу центров спинного мозга. Во время опыта необходимо наклоняться вперед, не сгибая ног в коленях. Что наблюдаете? Воспроизведите и обоснуйте цепочку действий по поддержанию равновесия тела головным мозгом.

§ 39. Вегетативная нервная система

Знаете ли вы людей, которые могут управлять своим дыханием, кровообращением, обменом веществ?

Как вам уже известно, по функциональным особенностям нервную систему принято делить на две части — соматическую и вегетативную. *Вспомните, что такое соматическая нервная система.*

Строение и функции вегетативной нервной системы. Вегетативная нервная система — часть нервной системы человека, управляющая работой внутренних органов и влияющая на обмен веществ и рост (ил. 109). Она автономно регулирует функции организма, на которые почти нельзя произвольно влиять (усиливать или ослаблять), например, процессы пищеварения, дыхания, работу желез внешней и внутренней секреции и т. п.

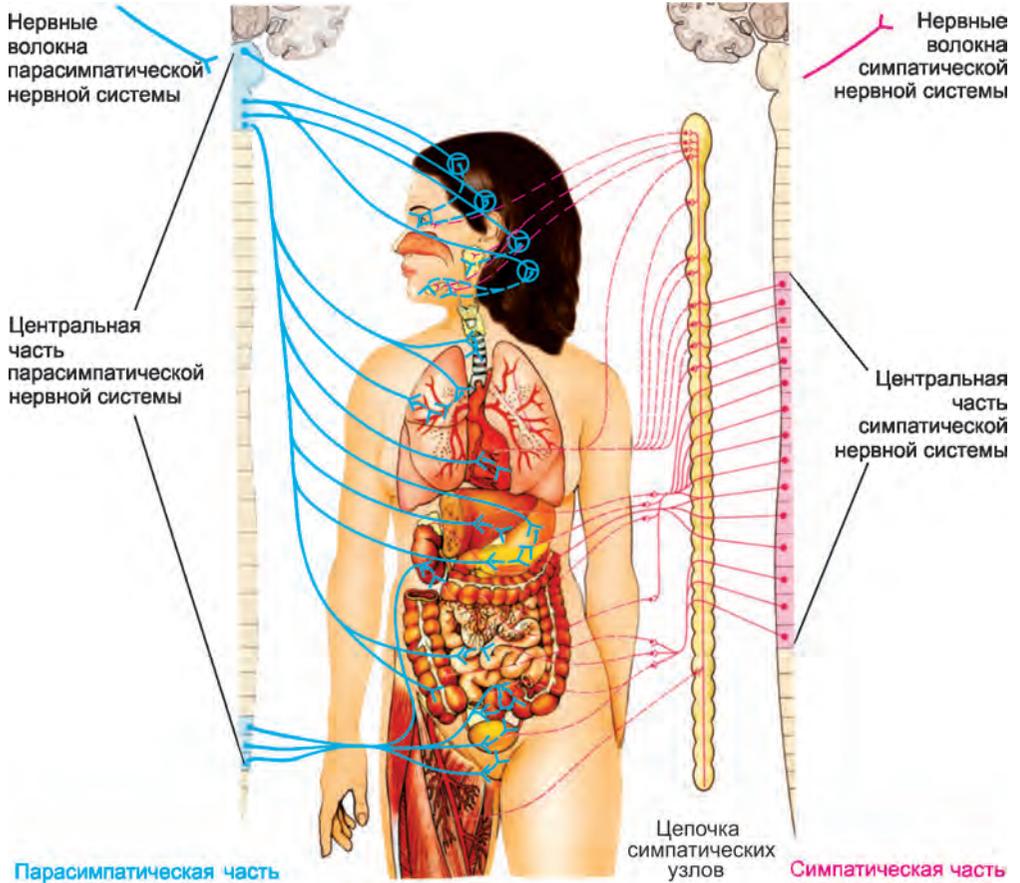
Вегетативная нервная система, как и соматическая, имеет центральные и периферические части. Центры (*ядра*) вегетативной нервной системы расположены в различных отделах центральной нервной системы: среднем и продолговатом отделах головного мозга, груднопоясничном и крестцовом сегментах спинного мозга. Периферическая часть включает нервы, узлы и сплетения, отходящие от этих центров.

Вегетативная нервная система воспринимает раздражения, передающиеся в ее центры по чувствительным нервам, общим для вегетативной и соматической нервной системы. Двигательные нервные волокна вегетативной нервной системы тонкие, диаметр их — 2–7 мкм; возбуждение к органам-исполнителям они несут со скоростью 10 м / с, что в 10 раз меньше скорости в соматических волокнах.



Эти волокна, в отличие от соматических, состоят не из одного, а из двух последовательно соединенных нейронов. Тело первого нейрона, как и двигательного, находится в сером веществе центральной нервной системы, а второго — в нервных узлах периферической нервной системы.

Вегетативная нервная система имеет два отдела: *симпатический* и *парасимпатический*, действующие противоположно: повышенная активность одного из них приводит к торможению другого (ил. 109).



Ил. 109. Вегетативная нервная система человека

Роль вегетативной нервной системы в работе внутренних органов человека. Симпатическая нервная система усиливает деятельность органа в условиях, требующих мобилизации физических сил. Она проявляет свое действие в чрезвычайных ситуациях при значительном физическом и эмоциональном напряжении. Результат этого действия — увеличение обеспеченности работающих органов кислородом и питательными веществами. Центральная часть симпатического отдела находится в сером веществе спинного мозга — шейного, всех грудных и нескольких верхних поясничных сегментов.

Периферическая часть симпатического отдела включает нервные волокна и симпатические узлы.

Нервные волокна выходят из нервных центров в составе передних корешков спинномозговых нервов, а в узлах образуют синапсы с нейронами, напрямую связанные с органами. Нервные узлы расположены с обеих сторон позвоночника. Часть из них образует две цепи, соединенные друг с другом, а часть — нервные сплетения (ил. 109).

Парасимпатическая нервная система обеспечивает восстановление ресурсов, израсходованных во время работы, и регулирует нормальную жизнедеятельность человеческого организма в состоянии покоя и во время сна. Центральная часть парасимпатического отдела находится в ядрах серого вещества продолговатого и среднего отделов ствола головного мозга и в 2–4 сегментах копчикового отдела спинного мозга. Периферическая часть парасимпатического отдела включает нервные волокна нескольких черепно-мозговых (в частности блуждающего) и спинномозговых (копчиковых сегментов) нервов. Их нервные узлы расположены в стенках внутренних органов или вблизи них.

Большинство внутренних органов обладает двойной иннервацией — в них содержатся нервные волокна как симпатического, так и парасимпатического отделов. Эти волокна осуществляют на органы взаимопротивоположное влияние, благодаря чему обеспечивается приспособляемость организма к изменчивым условиям существования (см. табл. 6). Так, во время работы или физической нагрузки возрастает частота дыхания и сердцебиения, расширяются кровеносные сосуды сердца и головного мозга, что способствует обеспечению их кислородом. Замедление при этом двигательной активности органов пищеварения обеспечивает лучшее усвоение уже расщепленных питательных веществ.

Уровень активности вегетативной нервной системы зависит от физического и психоэмоционального напряжения. Согласование деятельности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы обеспечивают центры подкорковых структур головного мозга. Регуляцию функций целостной вегетативной нервной системы осуществляет кора большого мозга.

Таблица 6

Влияние вегетативной нервной системы на деятельность организма

Органы или функции	Отдел вегетативной нервной системы	
	Симпатический	Парасимпатический
Сердце	Ускоряет и усиливает сокращение	Замедляет и ослабляет сокращение
Кровеносные сосуды брюшных органов	Сужает	Не оказывает влияния или расширяет (в определенных органах)
Кровеносные сосуды сердца и головного мозга	Расширяет	Сужает



Кровяное давление	Повышает	Снижает
Легкие, бронхи	Расширяет бронхи, легкие, увеличивает частоту дыхательных движений	Сужает бронхи, легкие, уменьшает частоту дыхательных движений
Железы: слюнные, пищеварительные, желудка и кишечника	Уменьшает выделение слюны и пищеварительного сока	Увеличивает выделение слюны и пищеварительного сока
Двигательная активность желудка и кишечника	Уменьшает	Увеличивает
Печень	Вызывает расщепление гликогена до глюкозы	Вызывает синтез гликогена из глюкозы
Желчный пузырь	Вызывает расслабление	Вызывает сокращение
Обмен веществ	Усиливает	Уменьшает
Зрачки глаз	Расширяет	Сужает
Кожа	Усиливает потоотделение, вызывает возникновение «гусиной кожи»	Не действует



Вегетативная нервная система: симпатическая, парасимпатическая. Регуляция работы внутренних органов



1. В чем заключается целесообразность распределения функций между соматической и вегетативной нервными системами? 2. Охарактеризуйте симпатическую и парасимпатическую части вегетативной нервной системы по следующим признакам: центральная часть, периферическая часть, контроль функций. 3. Как влияет симпатическая нервная система на сердце и желудок? 4. Как парасимпатическая нервная система изменяет кровяное давление?



5. Чем обусловлена взаимная противоположность симпатических и парасимпатических влияний на определенные органы? 6. Приведите примеры того, как уровень активности вегетативной нервной системы зависит от физического и психоэмоционального напряжения. 7. Объясните выражение Гиппократата: «Человеческое тело является врачом своих недугов». 8. Почему у метеозависимых людей в ответ на изменения погоды реагируют разные системы органов?



9. Докажите роль вегетативной нервной системы в регуляции работы внутренних органов в зависимости от физической нагрузки. Измерьте артериальное давление, ЧСС и частоту дыхания в состоянии покоя и после 20 приседаний. Как изменились величины после нагрузки и отдыха? Чем это обусловлено? Какой показатель быстрее возвращается к норме: кровяное давление, частота дыхания или сердцебиение? Объясните почему.

§ 40. Заболевания нервной системы и их профилактика

На какие системы органов оказывают влияние вредные привычки? Что вам известно о заболеваниях, которые можно предотвратить благодаря вакцинации?

Факторы, приводящие к нарушениям работы нервной системы. Приводить к нарушениям нервной системы могут различные внешние и внутренние факторы. *Внешние факторы* — это травмы (ушибы и ранения), поражение электрическим током, чрезмерное перегревание или переохлаждение организма, инфекции и яды, а также переутомление и вредные привычки. *Внутрен-*

ние факторы — это расстройства кровоснабжения участка нервной системы и связанные с ними кислородное и белковое «голодания», дефицит витаминов, воспалительные процессы и т. п.

Нарушения нервной системы обуславливают развитие различных заболеваний. Так, причинами недостаточного кровоснабжения головного мозга могут стать переутомление, резкая боль во время травмы, сильные волнения. Это состояние может привести к *потере сознания* — кратковременному обмороку. Причинами кислородного и белкового «голодания» являются малоподвижный образ жизни, нарушение режима труда и отдыха, недостаточное пребывание на свежем воздухе, отравления. Это состояние часто сопровождается головной болью.

Отрицательно влияют на нервную систему курение, употребление алкоголя, наркозависимость. *Никотин* вызывает кислородное голодание головного мозга, в результате чего он перевозбуждается и быстро истощается. Под влиянием никотина сужаются и становятся ломкими сосуды мозга, что вызывает кровоизлияния в мозг, параличи. *Алкоголь* приводит к истощению всех нервных клеток. Он нарушает процессы возбуждения и торможения в нервной системе, в результате чего снижаются различные виды чувствительности, замедляются рефлексy, нарушается координация. *Наркотики* на фоне наркотического опьянения сначала вызывают расстройство психических функций (забытьe и др.), затем — нарушение регуляции всех процессов жизнедеятельности и ухудшение общего физического состояния. Вредные привычки особенно опасны в подростковом возрасте, когда нервная система и весь организм интенсивно растут и развиваются, требуя много кислорода и питательных веществ.

Заболевания нервной системы. Внешние и внутренние факторы нарушений нервной системы могут привести к структурным и функциональным изменениям в спинном и головном мозге и периферических нервах и вызвать определенные заболевания. Так, вследствие поражения миелиновой оболочки нервного волокна развивается *рассеянный склероз*. Признаками этого заболевания могут быть онемение, слабость и спазмы в мышцах, боль при движении, нарушение координации и равновесия, проблемы с глотанием, зрением, речью. Довольно распространенным заболеванием нервной системы является *эпилепсия*, главным симптомом которой является эпилептический припадок, сопровождающийся потерей сознания и судорогами. Эпилептические припадки возникают в результате чрезмерной электрической активности группы нейронов головного мозга.

Представляет опасность для человека группа заболеваний нервной системы, связанных с любыми нарушениями в сосудах, которые обеспечивают питание мозга. Периодическими расстройствами кровоснабжения головного мозга характеризуется такое заболевание, как *мигрень*. Признаками болезни являются сильная головная боль, головокружение, тошнота. Заболеванием нервной системы, обусловленным кровоизлиянием в головном мозге, являет-



ся **инсульт**. Он вызывает разрушение нейронов определенного участка мозга. Пораженные клетки не способны регулировать работу соответствующих частей тела, что приводит к временной или стойкой утрате их функции. Кровоизлияние нарушает нормальную работу головного мозга, сжимая его ткани. У людей пожилого возраста инсульты обусловлены преимущественно атеросклерозом с образованием кровяного сгустка (тромба) или гипертонической болезнью. У молодых людей инсульты возникают в результате кровоизлияния, вызванного врожденными пороками артерий.

Особую группу заболеваний составляют *травматические поражения нервной системы*. К этой группе относят сотрясение мозга, защемление или разрыв отдельных нервов и нервных стволов. Паралич различных частей тела возникает вследствие повреждения двигательных участков головного мозга или нервных путей спинного мозга.

Отдельную группу заболеваний составляют *отравления нервной системы*. От отравления страдает весь организм. Однако разную степень угнетения рефлексов вызывают некоторые вещества, в основном влияющие на нервную систему. Это — алкоголь, наркотики, соли Плюмбума, Меркурия, высокие дозы определенных антибиотиков. Нервная система очень чувствительна к ядам некоторых растений (дурман, цикута, олеандр, белладонна), грибов (бледная поганка, мухомор), змей (эфа, кобра), пауков (каракурт, тарантул).

Большую группу заболеваний нервной системы составляют *инфекционные заболевания*, возникающие наиболее часто (см. табл. 7).

Таблица 7

Инфекционные заболевания нервной системы

Болезнь и ее возбудители	Пути заражения	Признаки болезни	Профилактические мероприятия
Менингит — воспаление мозговых оболочек. <i>Возбудители:</i> бактерии, вирусы, одноклеточные животные; чаще всего — бактерия менингококк	Воздушно-капельным путем от больного человека; этому способствует переохлаждение головы и всего тела	Головокружение; головная боль мелкая сыпь на теле (можно обнаружить в течение 1-3 ч) покраснение горла и миндалин; обморок, бред, судороги	Соблюдение правил личной гигиены, изоляция от больных менингитом, прививки от возбудителей менингита
Энцефалит — воспаление головного мозга. <i>Возбудитель:</i> вирус энцефалита	Укусы клещей, комаров; употребление сырого молока и молочных продуктов инфицированных коз; осложнения инфекционных болезней (корь, ветряная оспа)	Стойкие нарушения работы нервной системы, обусловленные разрушением нейронов мозга; разрастанием соединительной ткани с образованием в мозге пустот, рубцов и т. п.	Защита от укусов клещей и комаров, отказ от употребления сырого молока и молочных продуктов коз, тщательное лечение инфекционных заболеваний



<p>Полиомиелит — острое заболевание центральной и периферической нервной системы. <i>Возбудитель:</i> вирус полиомиелита</p>	<p>В основном передается от человека к человеку через фекалии и слюну, через зараженную воду или продукты питания</p>	<p>Первыми признаками являются: лихорадка, усталость, головная боль, рвота, повышение тонуса мышц шеи и боль в конечностях. За считанные часы развивается общий паралич</p>	<p>Своевременное прививание детей (особенно в возрасте от 3 месяцев до 5 лет), отказ от употребления воды и пищи при подозрении на их заражение</p>
<p>Бешенство — острое поражение центральной нервной системы. <i>Возбудитель:</i> вирус бешенства</p>	<p>Через укусы больных диких (волк, лисица) или домашних (кот, собака) животных; из-за попадания их слюны на свежие ранения, царапины кожи или слизистых оболочек</p>	<p>Резко повышенная чувствительность к малейшим раздражениям органов чувств (яркий свет, различные звуки), которые вызывают судороги мышц конечностей. Впоследствии больные становятся агрессивными, буйными, появляются галлюцинации, бред, чувство страха, позже — развивается паралич</p>	<p>Регулярная вакцинация домашних животных; регулирование численности диких плотоядных животных, в частности лис; профилактическая вакцинация лиц, деятельность которых связана с риском заражения</p>
<p>Столбняк — острое поражение спинного и продолговатого мозга. <i>Возбудитель:</i> бактерия (столбнячная палочка) и ее споры</p>	<p>Через поврежденную кожу. Носителями являются бактерии, человек, птицы и грызуны. С их фекалиями возбудитель попадает во внешнюю среду (почву, водоемы), где существует длительное время</p>	<p>Сильное напряжение скелетной мускулатуры: сначала судороги охватывают мышцы вблизи раны, потом — мимические, затем — все мышцы туловища, и большой выгибается дугой.</p>	<p>Своевременное прививание детей и экстренное прививание при ранении загрязненными предметами; соблюдение правил техники безопасности при работе в саду, на огороде</p>

Профилактика заболеваний нервной системы. Профилактика нарушений нервной системы, как и заболеваний других систем организма, заключается в устранении вызывающих их причин. Следует серьезно относиться к лечению легких простудных и инфекционных заболеваний, чтобы избежать осложнений. *Если часто беспокоит сильная головная боль и потеря сознания, следует немедленно обратиться к врачу!*

Чтобы исключить вероятность возникновения какого-либо нервного заболевания, следует регулярно соблюдать правила гигиены нервной системы и всего организма. Так, для предотвращения попадания возбудителей инфекционных заболеваний (например, столбняка, бешенства) очень важна чистота кожных покровов и отсутствие ран. Следует быть очень осторожными в контактах с животными. Главным признаком бешенства диких животных является изменение поведения, в первую очередь потеря чувства страха. Они

теряют осторожность и днем появляются в людных местах, нападая на людей и животных. Нельзя пренебрегать вакцинацией детей, являющейся главным и самым действенным средством предотвращения большинства инфекционных заболеваний нервной системы. Употребляя пищу и воду, следует быть особенно осторожными, чтобы избежать заражения. Чтобы предотвратить повреждение нервной системы в результате отравлений, не нужно собирать сомнительные грибы и растения, следует остерегаться укусов ядовитых животных.

Профилактика заболеваний нервной системы заключается в ведении здорового образа жизни: не курить, не употреблять алкоголь и наркотики, заниматься физической культурой, получать положительные эмоции. *Вспомните правила соблюдения режима труда и отдыха, о которых вы узнали из курса «Основы здоровья».* Поддержание работоспособности на высоком уровне и хорошего здоровья требует правильного распределения времени для работы и отдыха, чередования пассивного и активного отдыха на свежем воздухе.



Факторы, нарушающие работу нервной системы. Профилактика заболеваний нервной системы. Соблюдение режима труда и отдыха



Врожденные заболевания нервной системы — это группа заболеваний, обусловленных нарушением наследственной информации. Встречаются врожденные дефекты отделов головного мозга, аномалии объема головного мозга, который может быть патологически малым или, наоборот, большим. Причины таких заболеваний могут быть различными: родовые травмы; алкогольный синдром у детей, рожденных от больных алкоголизмом; инфекция, вызванная у плода вирусом иммунодефицита или вирусом Зика.

Растения — «друзья» нервной системы. Капуста брокколи предотвращает стрессы. Брюссельская капуста способствует правильному развитию нервной системы и уменьшению риска врожденных пороков у детей. Цветная капуста помогает выводить токсины из организма. Зеленый горошек улучшает умственную деятельность. Кукуруза защищает организм от расстройств работы нервной системы, связанных со старением. Картофель и вишня снижают риск тромбообразования и предотвращают инсульты. Слива устраняет бессонницу, улучшает настроение. Миндаль активизирует память. Яблоки снимают усталость мозга.



1. Приведите примеры внешних и внутренних факторов, нарушающих работу нервной системы. **2.** Как влияют на нервную систему вредные привычки? **3.** Какие заболевания нервной системы относятся к инфекционным? **4.** Охарактеризуйте главные средства профилактики заболеваний нервной системы. **5.** Как происходит заражение бешенством? **6.** Какие животные распространяют возбудителей столбняка?



7. Чем опасен полиомиелит? **8.** Сформулируйте советы для предотвращения инсультов. **9.** В каком уходе нуждаются люди, перенесшие инсульт?



10. Как вы понимаете совет Рене Декарта: «Заботьтесь о своем теле, если хотите, чтобы ваш ум работал правильно»? **11.** Составьте памятку-рекомендацию относительно поведения в местах скопления клещей, с целью предотвращения клещевого энцефалита. Объясните ее содержание.

Нервная система обеспечивает взаимосвязь всех органов организма между собой и его связь с окружающей средой. Структурной и функциональной единицей нервной системы является нейрон, а основным механизмом ее деятельности — рефлекс. Путь, по которому проходят нервные импульсы при восприятии и ответах на раздражение, называется рефлекторной дугой, включающей чувствительный и двигательный пути.

Нервная система по строению делится на центральную (головной и спинной мозг) и периферическую (нервы и нервные сплетения). По функциям нервная система делится на соматическую и вегетативную.

Скопления тел нейронов в головном и спинном мозге образуют серое вещество, а совокупность их отростков — белое вещество. Головной и спинной мозг выполняют рефлекторные и проводящие функции. Рефлекторная функция спинного мозга состоит в осуществлении двигательных рефлексов определенной частью тела и обусловлена его сегментарным строением. Проводящая функция спинного мозга обеспечивает согласование работы всех отделов центральной нервной системы.

В головном мозге выделяются следующие отделы: задний, средний и передний. Части заднего мозга (продолговатый мозг, мост) и средний мозг образуют ствол головного мозга, имеющий сегментарное строение. Именно в продолговатом мозге находятся центры регуляции жизненно важных физиологических функций организма (дыхание, сердцебиение, выделение пищеварительных соков и т. д.). В среднем мозге расположены первичные центры зрительной и слуховой чувствительности. Мозжечок участвует в координации движений и регулировании равновесия тела. Промежуточный мозг содержит высшие центры регуляции обмена веществ и осуществляет проведение чувствительных импульсов от рецепторов всех органов чувств к большому мозгу. Кора полушарий большого мозга контролирует функции всех нижележащих отделов нервной системы, управляет сложными произвольными движениями, осуществляет высокий уровень анализа всей чувствительной информации.

Соматическая нервная система регулирует деятельность скелетных мышц и органов чувств, а вегетативная, имеющая симпатический и парасимпатический отделы, — деятельность внутренних органов. Симпатическая нервная система усиливает деятельность органа в условиях, требующих мобилизации физических сил, а парасимпатическая — обеспечивает восстановление ресурсов, потраченных во время работы.

С целью профилактики нарушений и многих заболеваний нервной системы необходимо вести здоровый образ жизни, правильно распределять время для труда и отдыха, избегать вредных привычек.



Тема 8. СВЯЗЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ. СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ

Жизнь — это лишь связь между организмом и окружающей средой.

Клод Бернар, французский физиолог XIX в.

§ 41. Общая характеристика сенсорных систем. Строение анализаторов

Вспомните, какие органы чувств есть у животных. Каково их значение?

Роль сенсорных систем в обеспечении связи организма с окружающей средой. Как известно, для любого организма, а следовательно, и человеческого, характерна раздражительность. Это свойство обеспечивает ему различные

СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ (от лат. *sensus* [сенсус] — ощущение), или **АНАЛИЗАТОРЫ** — особые чувствительные системы, воспринимающие, анализирующие и перерабатывающие информацию об изменениях окружающей среды и внутреннем состоянии организма и обеспечивающие связь организма с окружающей средой.

РЕЦЕПТОРЫ (от лат. *receptor* [рецептор] — воспринимающий) — специальные нервные структуры, преобразующие различные виды энергии (световую, механическую, тепловую, химическую) в нервный импульс.

ОРГАНЫ ЧУВСТВ — периферические части анализаторов; содержат специализированные рецепторы, предназначенные для восприятия определенного вида раздражений.

новые чувства (зрение, слух, вкус, обоняние, осязание), благодаря которым человек воспринимает явления окружающего мира.

Для того чтобы сохранить целостность структуры и химическую устойчивость своей внутренней среды, организм человека с помощью нервной системы получает информацию о состоянии окружающей среды и определяет целесообразность своих приспособительных реакций к его изменениям. Эта информация

поступает в организм в виде особых сигналов, отражающих изменения физико-химического состояния внешней и внутренней среды. Таким универсальным сигналом является импульс.

Все сигналы, как уже отмечалось в предыдущей теме, так или иначе поступают в головной мозг, а чувствительная функция мозга заключается в определении сигнальной значимости всех стимулов (раздражений) на основе анализа их характеристик. Эта информация воспринимается особыми физиологическими структурами, получившими название **чувствительных, или сенсорных, систем**. Эти системы связывают периферические органы, воспринимающие раздражение и преобразующие их в сигналы, с головным мозгом. Здесь сигналы анализируются и обеспечивают формирование образов об окружающем мире и соответствующую поведенческую реакцию.

Информационная функция чувствительной системы заключается в анализе воздействий окружающей среды. Поэтому Иван Павлов назвал нервные образования, выполняющие указанную функцию, **анализаторами** (1909 г.). Он также обнаружил, что анализ информации, полученной извне, осуществляется в коре больших полушарий головного мозга.

Строение анализаторов (сенсорных систем). Согласно исследованиям Ивана Павлова, каждый анализатор состоит из трех частей: *периферической*

(представлена определенными видами рецепторов) *проводящей* (путь, по которому передается возбуждение, — периферические нервы и волокна белого вещества спинного и головного мозга); *центральной* (специальные чувствительные зоны коры больших полушарий головного мозга). *Вспомните, какие это зоны и где они расположены* (ил. 107).

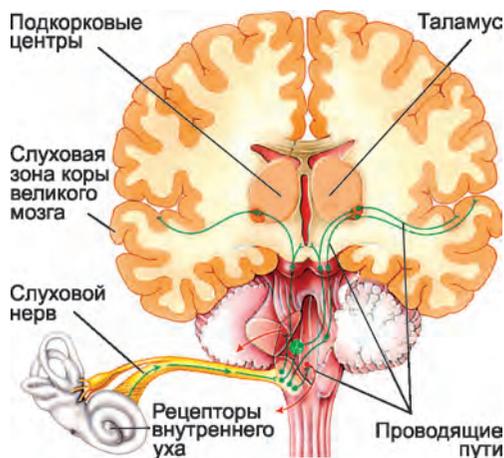
Например, к слуховой сенсорной системе относятся слуховые рецепторы внутреннего уха; слуховые нервы и проводящие пути ствола и подкорковой части головного мозга; слуховая зона коры, расположенная в височной доле большого мозга (ил. 110).

Каждая часть анализатора играет важную роль в обеспечении нормальной чувствительности организма, а следовательно, приобретении жизненного опыта. Поэтому повреждение любой части анализатора исключает восприятие определенных раздражений. Например, человек может потерять слух, если повредит слуховые рецепторы уха, слуховой нерв или слуховую зону коры большого мозга. Отсутствие слуха отрицательно скажется на качестве жизни такого человека.

Человек обладает пятью основными сенсорными системами: зрительной, слуховой, вкусовой, обонятельной и осязательной, с помощью которых он в основном воспринимает окружающую среду. Кроме того, человек ощущает температуру, изменение положения тела в пространстве, боль, жажду, голод и ряд смешанных чувств, которые сложно четко определить (в таком случае говорят: сердце не на месте, душа болит и т. д.).

Понятие об органах чувств. Как известно, сигналы об изменениях среды, обуславливающие возникновение возбуждения в нервных клетках, называются раздражителями. Нервные структуры, воспринимающие раздражение, называются **рецепторами**. Часть из них представлена простыми нервными окончаниями чувствительных нейронов, воспринимающими раздражение и по центральным отросткам передающими возбуждение на более высокий уровень сенсорной системы. Такое строение имеют рецепторы кожи и мышц, в частности двигательного и болевого анализаторов. Другие рецепторы — это специализированные видоизмененные эпителиальные клетки, воспринимающие раздражение и передающие возбуждение на чувствительные нейроны. Таковы зрительные, слуховые, вкусовые, вестибулярные рецепторы.

Рецепторы расположены во всех органах и тканях, но значительная часть их сосредоточена в **органах чувств**: зрения, слуха, обоняния, вкуса и осяза-



Ил. 110. Строение слуховой сенсорной системы

ния. В органах чувств рецепторы преобразуют сигналы окружающей среды в нервные импульсы. Каждый тип рецепторов преобразует лишь определенное раздражение, например, рецепторы глаза — свет, рецепторы уха — звук и т. д. В любой части человеческого тела есть несколько типов рецепторов, и поэтому в обычных условиях возникают комбинации ощущений.

Общие свойства сенсорных систем. Процесс восприятия и анализа информации из окружающей среды для каждой сенсорной системы имеет свою специфику, но у них есть и общие свойства, их объединяющие. Рассмотрим их.

Анализаторы характеризуются *высокой чувствительностью к адекватному им раздражителю* (на восприятии которого специализируются анализаторы: зрительный воспринимает свет, слуховой — звук и т. д.). Например, чтобы возникло возбуждение рецепторов глаза, достаточно поступления в него 1–2-х квантов света. Важным общим свойством всех сенсорных систем является *адаптация* — способность сенсорных систем приспосабливать уровень своей чувствительности к интенсивности раздражителя. В частности, при высокой интенсивности раздражителя чувствительность организма к нему снижается и наоборот. Вам хорошо известны приспособления зрения к темноте или слуха к шуму. Например, когда человек заходит в темную комнату, сначала он ничего не видит и только через некоторое время начинает различать контуры предметов.

Анализаторы под влиянием многократных упражнений способны повышать свои возможности, то есть «*тренироваться*». Неудивительно, что тренируется слух у музыкантов, осязание — у мануальных терапевтов, чувство вкуса и запахов — у дегустаторов. Учтите, вы тоже можете тренировать свои органы чувств, стоит только регулярно упражняться.

Деятельность анализаторов координирует мозг — при повреждении одного из анализаторов его функция может замещаться работой других анализаторов. Так, с помощью слуха или осязания тоже можно создать представление об общем виде предметов. Известно, что у незрячих людей чрезвычайно развиты слух и осязание, что позволяет им достигать значительных творческих успехов.



Сенсорная система. Части анализатора: периферическая, проводящая, центральная. Рецептор. Орган чувств



Работа рецепторов заключается в выработке биоэлектрического тока. Из курса физики вам известно, что ток — упорядоченное движение заряженных частиц, которыми в организме являются ионы. А на уроках химии вы узнали, как они образуются. В мембранах рецепторов под влиянием раздражения возникает напряжение. В результате этого возникает ионный ток, передающийся как нервный импульс.



1. Через какие системы осуществляется связь организма с окружающей средой? Какое значение имеет эта связь? **2.** Что является общим, а что — отличительным в строении всех анализаторов? **3.** Чем обусловлено разнообразие рецепторов? **4.** Что такое органы чувств? Назовите органы чувств человека. **5.** Что такое адаптация сенсорных систем и каково ее значение?



6. Прокомментируйте высказывание Клода Бернара, вынесенное как эпиграф к теме. **7.** Объясните выражение Дени Дидро: «Наши чувства — это клавиши, по которым бьет окружающая среда». **8.** Можно ли считать, что сложные рецепторы выполняют сложную работу? Почему? **9.** Немецкий композитор Людвиг

ван Бетховен после полной потери слуха написал еще такие гениальные произведения, как Симфония № 9 и «Торжественная месса». Он «слушал» свою игру на рояле с помощью тросточки, один конец которой держал в зубах, а другим касался рояля. Объясните, почему композитору удавалось «услышать» мелодию.



10. Проанализируйте, какие раздражители оказывали влияние на вас в течение дня. Почему именно они больше всего запомнились? **11.** Одинаково ли реагируют люди на одни и те же раздражители? Почему?

§ 42. Зрительная сенсорная система. Глаз

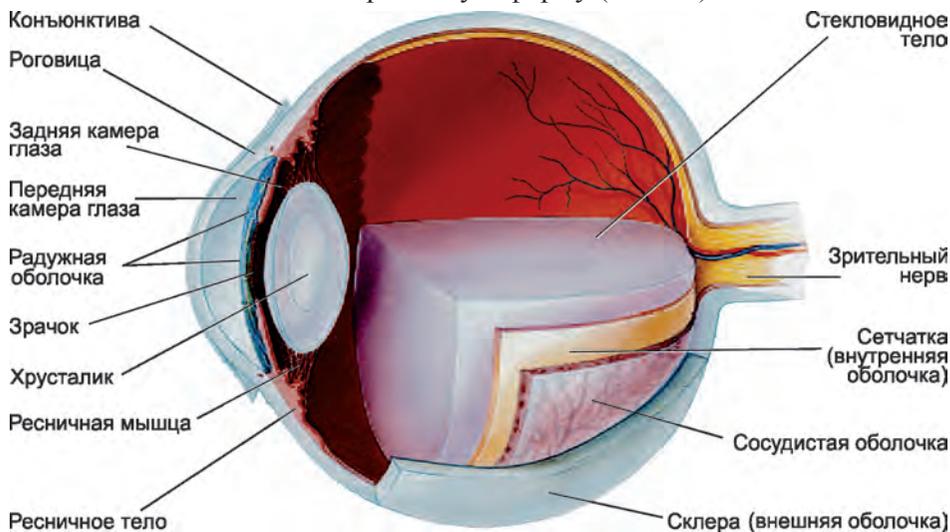
Можно ли утверждать, что глаз — это зрительная сенсорная система?

Значение зрительной сенсорной системы и ее строение. Зрение — это способность видеть форму, размеры и цвет окружающих предметов, их взаимное расположение, определять расстояние до них. С помощью зрения человек воспринимает и различает буквы, цифры, рисунки и т. д. В познании внешнего мира зрение играет первостепенную роль. Около 90 % всей информации об окружающем мире человек получает благодаря зрению.

Зрительное восприятие возможно благодаря функционированию **зрительного анализатора** (зрительной сенсорной системы). Он, как и каждый анализатор, состоит из трех частей: *периферической, проводящей и центральной*. Периферической частью зрительного анализатора является орган зрения — *глаз*. Проводящая его часть представлена зрительным нервом. Центральная часть зрительного анализатора — зрительная зона — расположена в коре затылочных долей головного мозга.

Строение глаза. Глаз — парный орган, расположенный в глазнице черепа. Он состоит из двух частей: *глазного яблока и вспомогательного аппарата*.

Глазное яблоко имеет шаровидную форму (ил. 111).



Ил. 111. Строение глазного яблока

В нем различают три оболочки: наружную белковую — *склеру*, среднюю — *сосудистую*, внутреннюю — *сетчатку*. Склера — прочная соединительнотканная оболочка, которая покрывает все глазное яблоко, придает ему



форму и защищает от механических и химических воздействий. Передняя прозрачная часть склеры называется роговицей. Она пропускает и преломляет лучи света.

Сосудистая оболочка пронизана сетью кровеносных сосудов, обеспечивающих питание тканей глаза. Спереди, напротив роговицы, сосудистая оболочка переходит в *радужную оболочку*, или *радужку*. Она может быть синей, серой или карей, в зависимости от количества и содержания в ней пигментных клеток. Именно эта оболочка определяет цвет глаз. В центре радужки находится круглое отверстие — зрачок, выполняющий роль диафрагмы. Он рефлекторно регулирует ширину пучка лучей, поступающих внутрь глаза: при ярком освещении зрачок сужается, а при слабом — расширяется. Мышца, сужающая зрачок, иннервируется парасимпатическими нервами, а мышца, расширяющая зрачок, — симпатическими нервами.

Сетчатка — тонкая, почти прозрачная, световоспринимающая оболочка глазного яблока. В ней находятся светочувствительные клетки — **фоторецепторы** (колбочки и палочки). *Колбочки* — рецепторы дневного зрения. Они воспринимают яркий свет и цвета. *Палочки* — рецепторы сумеречного зрения. Они возбуждаются, когда действует слабый свет. В сетчатке энергия световых лучей, попавших внутрь глазного яблока, преобразуется в нервный импульс. Здесь осуществляется первичная обработка зрительного сигнала.

Оптическая система глаза. Позади радужки находится прозрачный хрусталик, который имеет форму собирающей линзы. Хрусталик эластичен, он может менять свою форму в зависимости от степени сокращения ресничной мышцы, окружающей его. Пространство внутри глазного яблока позади хрусталика заполнено прозрачным студенистым веществом — *стекловидным телом*, которое помогает поддерживать шарообразную форму глаза в определенном объеме и пропускает световые лучи на сетчатку. Роговица, хрусталик и стекловидное тело образуют *оптическую систему глаза*. Световые лучи от предметов, попав в глаз, преломляются, проходят через все структурные элементы оптической системы и обеспечивают изображение этих предметов на сетчатке.



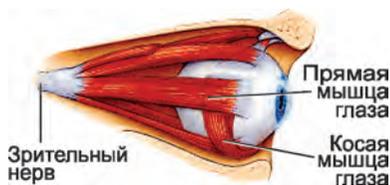
Ил. 112. Вспомогательный аппарат глаза (защитные структуры)

Вспомогательный аппарат глаза образуют брови, веки, ресницы, слезные железы и глазные мышцы (ил. 112, 113). *Брови* препятствуют стеканию пота со лба в глаза. *Веки* и *ресницы* защищают глаза от ветра, пыли и ярких лучей. Внутренняя часть век и склера покрыты тонкой защитной слизистой оболочкой — конъюнктивой.

Слезы, производимые слезной железой, благодаря морганию век увлажняют, дезинфицируют и очищают глаз. Слезная железа находится в верхнем внешнем углу над глазом. Избыток слезной жидкости собирается в слез-

ном мешочке, откуда через носослезный проток поступает в носовую полость (ил. 112), а из нее — наружу.

Движение глазного яблока обеспечивается сокращением *глазных мышц* (ил. 113). Они крепятся одним концом к стенке глазницы черепа, а вторым — к главному яблоку.



Ил. 113. Мышцы глаза



Зрительная сенсорная система. Глаз. Оболочки глаза: склера, сосудистая оболочка, сетчатка. Роговица. Радужка. Хрусталик. Вспомогательный аппарат глаза



Американский биохимик Уильям Фрей исследовал слезы. Он установил, что «эмоциональные» слезы содержат больше белка, чем слезы рефлекторные. Эмоциональные слезы могут возникать не только при определенных эмоциональных состояниях, но и при повреждении нервов, отвечающих за появление рефлекторных слез. Согласно представлениям Уильяма Фрея, слезы выводят из организма токсичные вещества, образующиеся во время стрессовых ситуаций. Слезы в определенной степени уравнивают хорошее самочувствие человека. Дети, которые из-за болезни лишены способности выделять слезы во время плача, имеют очень низкую сопротивляемость эмоциональным стрессам.



Ученые Великобритании, США, Японии создали искусственную сетчатку глаза и успешно ее имплантируют. Британские ученые выращивают в лабораторных условиях глазное яблоко. Японские медики использовали стволовую клетку, изъятую из роговицы глаза, чтобы вырастить новую роговицу и другие компоненты глаза. *Какое влияние на развитие медицины имеют эти научные достижения?*



1. Из чего состоит зрительная сенсорная система? **2.** Какие оболочки имеет глаз человека? **3.** Как связаны строение и функции оболочек глаза? **4.** Какое значение имеет зрачок? **5.** Охарактеризуйте строение и функции хрусталика. **6.** В чем заключаются функции вспомогательного аппарата глаза?



7. Почему склера глазного яблока имеет неоднородное строение? **8.** Может ли глаз обойтись без слезной железы? Почему? **9.** Объясните, чем подобны глаз и фотоаппарат.



10. Рассмотрите свои глаза. Какого цвета их радужная оболочка? Чем обусловлен ее цвет? Выясните из дополнительных источников информации, что влияет на разнообразие цвета глаз. Выскажите свое отношение к использованию в косметических целях цветных оптических линз.



11. Выскажите аргументированное мнение (с точки зрения физиологии) о моде на узкие брови или на замену их татуажом, что довольно популярно среди современных девушек.

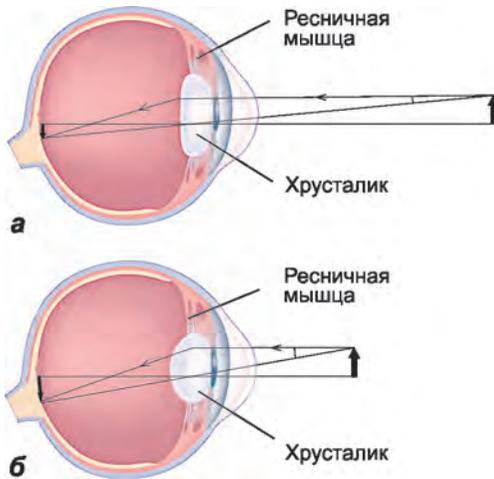
§ 43. Восприятие зрительной сенсорной системой света, цвета, пространства

Как у человека формируется полное представление об определенном объекте: например, груше? Как мы определяем ее размеры и форму?

Роль хрусталика в восприятии предметов окружающей среды. Пройдя сквозь оптическую систему глаза, лучи от предметов преломляются. У людей с нормальным зрением изогнутые лучи попадают точно на сетчатку и образуют на ней четкое изображение предметов. Оно является уменьшенным, действительным и обратным (ил. 114). Реальное изображение предметов фор-

мируется в зрительных центрах коры головного мозга на основе комплекса ощущений, возникающих в других анализаторах.

Точность изображения предметов на сетчатке достигается изменением кривизны хрусталика — *аккомодацией*. Лучи от предмета, расположенного далеко от глаза, идут почти параллельно (ил. 114 а) и попадают на сетчатку при минимальном преломлении. Лучи от близкого предмета падают на хрусталик расходящимся пучком (ил. 114 б). Для их сбора на сетчатке необходимо преломить их сильнее, увеличив кривизну хрусталика. Когда взгляд переводится с далеко расположенных предметов на близко расположенные, ресничная мышца сокращается и хрусталик становится более выпуклым. При удалении предмета от глаза напряжение ресничной мышцы уменьшается и кривизна хрусталика также уменьшается. Изображение формируется на сетчатке. Таким образом, одновременно видеть с одинаковой четкостью близко и далеко расположенные предметы невозможно. В каждый момент времени хрусталик глаза приспособливается либо к ближнему, либо к дальнему видению.



Ил. 114. Аккомодация глаза:
а — для удаленных предметов;
б — для близко расположенных предметов

Наименьшее расстояние, с которого изображение воспринимается глазом четко, называется *расстоянием наилучшего зрения*. Норма его составляет 25 см. С возрастом хрусталик теряет эластичность, и аккомодационная способность глаза уменьшается.

Лабораторное исследование

Тема. Определение аккомодации глаза.

Цель: исследовать приспособительные свойства глаза к восприятию предметов на различных расстояниях; выяснить значение аккомодации для целостного восприятия окружающей среды.

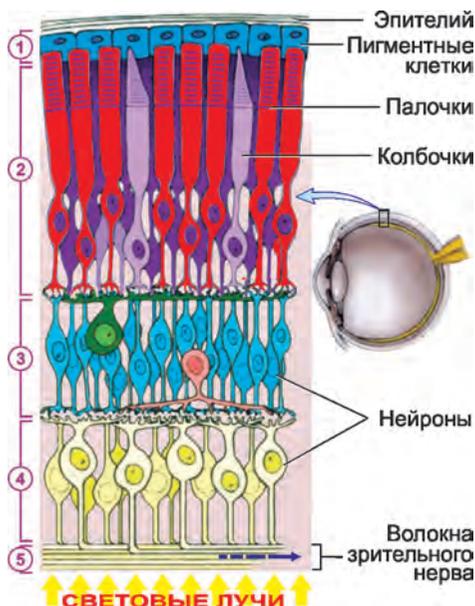
Материалы: лист бумаги с отверстием диаметром 4–5 см и буквами разных размеров вокруг него.

Ход исследования

1. Возьмите лист бумаги с отверстием и держите его на расстоянии 15–20 см от глаз.
2. Прочитайте надпись на доске через отверстие в бумаге одним глазом, прикрыв другой. Какими кажутся буквы вокруг отверстия на бумаге?
3. Переведите взгляд на буквы, написанные вокруг отверстия на листе бумаги. Какой вы видите надпись на доске? Почему?
4. Почему одновременно четко видеть предметы, расположенные далеко и близко, невозможно?
5. Сделайте вывод: каково значение аккомодации для целостного восприятия окружающей среды?

Роль сетчатки в восприятии света, цвета и пространства. Преломляясь в оптической системе глаза, световые лучи попадают на сетчатку, состоящую из четырех слоев клеток (ил. 115).

Внешний слой (1) образован эпителиальными клетками, содержащими черный пигмент. Он поглощает световые лучи, способствуя четкому изображению предметов. Далее находятся фоторецепторы — *колбочки* и *палочки* (2), в которых при раздражении возникает нервный импульс. Они соединяются с *нейронами* третьего (3) и четвертого (4) слоев, аксоны которого образуют *зрительный нерв* (5). По нему нервный импульс передается в *зрительную зону* коры большого мозга. Место выхода зрительного нерва из сетчатки называется *слепым пятном*, поскольку оно лишено фоторецепторов и не может воспринимать свет. *Убедиться в наличии слепого пятна на сетчатке глаза вы сможете, выполнив лабораторное исследование.*



Ил. 115. Строение сетчатки глаза

Лабораторное исследование

Тема. Обнаружение слепого пятна на сетчатке глаза.

Цель: убедиться в наличии слепого пятна на сетчатке глаза; выяснить и обосновать его биологическое значение.

Материалы: карточка для обнаружения слепого пятна на сетчатке глаза.

Ход исследования

1. Закройте левый глаз рукой или листком плотной бумаги и поместите карточку на расстоянии 15 см от глаз.
2. Смотрите правым глазом только на крестик, изображенный на карточке, и медленно то приближайте ее к себе, то удаляйте, пока не исчезнет один из 3-х кружочков.
3. Повторите опыт, закрыв правый глаз и фиксируя взгляд на большом кружочке. Изображение какой фигуры исчезает из поля зрения?
4. Почему при попадании лучей на слепое пятно сетчатки глаза изображение не воспринимается?
5. Сделайте вывод: в чем заключается биологическое значение слепого пятна глаза?

Сетчатка глаза человека содержит около 130 млн палочек и 7 млн колбочек. Расположены они неравномерно. В центре сетчатки находятся преимущественно колбочки. Это место называется *желтым пятном*. Для него характерно наилучшее видение. Колбочки возбуждаются, если свет яркий, к слабому освещению они малочувствительны. Колбочки воспринимают цвет и детали предметов. Палочки расположены по периферии сетчатки. Они очень чувствительны к свету и поэтому возбуждаются даже при плохом освещении

(сумеречном). Палочки не воспринимают цвет. При их возбуждении возникает черно-белое ощущение, при котором различается только форма и размер предмета. Таким образом, раздражение фоторецепторов световыми лучами вызывает преобразование энергии света в *нервный импульс*, который по цепи нейронов, а далее по *зрительному нерву* направляется в *затылочную долю* коры большого мозга. Здесь полученная информация «расшифровывается», и возникают соответствующие зрительные ощущения.

В сетчатке глаза человека содержится три типа колбочек. Колбочки первого типа реагируют преимущественно на *красный цвет*, второго — на *зеленый*, третьего — на *синий*. Эти цвета называются основными. Наиболее чувствителен глаз к красному цвету, меньше — к зеленому, а наименее — к синему. При возбуждении различных типов колбочек возникает ощущение определенных цветов. Первичное их различие происходит в сетчатке, а окончательный цвет формируется в зрительных центрах коры головного мозга. Если все три типа колбочек возбуждаются одновременно и с одинаковой силой, возникает ощущение белого цвета. Оптическое смещение основных цветов формирует все остальные цвета и их оттенки.

У здорового человека зрение *бинокулярное*, то есть осуществляется двумя глазами с единственным зрительным восприятием. При этом пространство, воспринимаемое одним глазом, частично перекрывается таким же пространством другого глаза благодаря разнице углов, под которыми рассматривается тот же предмет. Если изображения на сетчатке обоих глаз возникают в одинаковых местах, зрительный центр преобразует их в одно и воспринимает как удаленные на значительное расстояние предметы. Изображения от близких предметов, на которые наведен взгляд, удваиваются. Именно благодаря степени удвоения зрительный центр обеспечивает оценку расстояния до предметов и их расположение в пространстве.



Аккомодация. Слепое пятно. Желтое пятно. Фоторецепторы. Колбочки. Палочки. Восприятие света, цвета, пространства



В фоторецепторах содержатся светочувствительные вещества: в палочках — пигмент пурпурного цвета — *родопсин*; в колбочках — пигмент фиолетового цвета — *йодопсин*. Эти вещества находятся в фоторецепторах в неактивной форме. Под влиянием энергии света они активизируются, возбуждают фоторецепторы и вызывают возникновение нервных импульсов. Активная форма зрительных пигментов неустойчива и разлагается на белок *опсин* и *витамин А*. Восстановление пигментов происходит путем нового соединения этих веществ. Именно поэтому витамин А играет такую важную роль для зрения. Его недостаток вызывает значительное ухудшение сумеречного зрения, так называемую *куруниную слепоту*.

Механизм бинокулярного зрения — это рефлекторное слияние изображения, возникающее вследствие одновременного возбуждения фоторецепторов обоих глаз. Для фокусировки взгляда на предмете необходимо схождение осей зрения левого и правого глаза на нем. Это достигается путем вращения глазных яблок, осуществляемого при сокращении глазных мышц. Если свести оси зрения на близкий предмет, то дальний при этом будет раздваиваться.



1. Как образуется изображение предметов в глазу? 2. Что такое аккомодация и каково ее значение? 3. Где на сетчатке расположены колбочки, а где — палочки? Какие функции они выполняют? 4. Охарактеризуйте механизмы восприятия: а) света; б) пространства. 5. Что такое желтое пятно? 6. Чем образовано слепое пятно?



7. Почему человек моргает? 8. Почему участникам арктической экспедиции или альпинистам, поднимающимся высоко в горы, обязательно следует носить темные очки? 9. Каким видят мир новорожденные? Ответ обоснуйте.



10. Обратите внимание, как окрашены стены в классе, школьная мебель. Это преимущественно светлые (бежевые, салатные) оттенки. Почему отдают предпочтение именно таким цветам? 11. Если нажать на глазное яблоко, то может появиться ощущение света. Чем это объясняется?

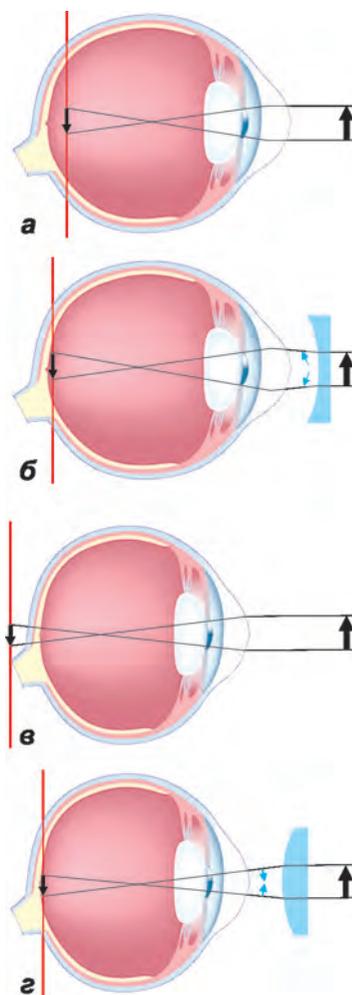
§ 44. Защита зрения

Вспомните из курса «Основы здоровья» правила гигиены органов зрения.

Самые распространенные нарушения зрения. Несоблюдение требований гигиены приводит к нарушениям зрения — *близорукости* и *дальнозоркости*. При близорукости и дальнозоркости лучи света не фокусируются на светочувствительном слое сетчатки. Когда хрусталик слишком преломляет лучи или глаз имеет удлиненную форму, человек плохо видит далекие предметы — он *близорукий*. **Близорукость** бывает врожденной и приобретенной. При врожденной близорукости глазное яблоко имеет удлиненную форму, и поэтому изображение предметов, расположенных далеко от глаза, возникает не на сетчатке, а перед ней. Причиной приобретенной близорукости является увеличение кривизны хрусталика как результат нарушения гигиены зрения. Очки с рассеивающей линзой уменьшают преломление лучей настолько, что четкое изображение предметов возникает точно на сетчатке (ил. 116 а, б).

При *дальнозоркости* люди хорошо видят далекие предметы и плохо — близкие. **Дальнозоркость** тоже бывает врожденной и приобретенной. У людей с врожденной дальнозоркостью глазное яблоко укороченное, поэтому изображения предметов, расположенных близко к глазам, возникают за сетчаткой.

Приобретенная дальнозоркость возникает вследствие уменьшения кривизны хрусталика, что чаще всего происходит с возрастом из-за утраты хрусталиком эластичности. Очки с соби-



Ил. 116. Схема преломления лучей и коррекции зрения: а, б — близорукость; в, г — дальнозоркость

рающими линзами увеличивают преломление лучей, и изображение близкого объекта попадает на сетчатку (ил. 116 в, г).

Кроме близорукости и дальнозоркости, встречаются еще и такие заболевания зрительного анализатора, как астигматизм и косоглазие. **Астигматизм** — это неравномерное преломление света различными участками оптической системы. Причины астигматизма — неравномерная кривизна роговицы, неправильная форма хрусталика и др. **Косоглазие** — это отклонение линии зрения одного глаза от общей точки фиксации с нарушением бинокулярности зрения. Причины косоглазия — нарушение иннервации (насыщенности нервами) мышц, двигающих глаз, снижение остроты зрения одного глаза и т. п. У детей чаще всего наблюдается косоглазие, когда косящий глаз движется вслед за здоровым (угол между их осями остается постоянным).

В отличие от нарушений зрения, рассмотренных выше, существуют и такие, которые устранить или вылечить довольно трудно или невозможно. Это нарушения, связанные с повреждением сетчатки. **Дальтонизм**, или *цветовая слепота*, — наследственная либо приобретенная особенность зрения, выражающаяся в неспособности различать один или несколько цветов. Чаще встречается наследственный дальтонизм. В этом случае поражаются оба глаза у людей, которым трудно различать красные и зеленые цвета, что приводит к нарушению цветовой картины мира. Дальтонизм лечению не поддается, поэтому дальтоникам нельзя работать на транспорте.

Профилактика нарушений зрения. К причинам, вызывающим самые распространенные нарушения зрения, относятся: недостаточное естественное освещение; недостаточное или слишком яркое освещение рабочего места; несоответствие размера мебели росту человека; несоответствие конструкций мебели гигиеническим требованиям; ослабление организма из-за болезни и т. п. Поэтому обеспечение нормальных световых условий той или иной деятельности человека — одна из задач гигиены зрения. Соблюдение гигиены зрения — важный фактор сохранения функций глаза и необходимое условие поддержания нормального состояния центральной нервной системы.

Для обеспечения достаточного освещения в помещении должны быть большие окна. Рабочий стол нужно ставить ближе к окну и так, чтобы свет как из окна, так и от настольной лампы падал слева (для левой свет должен падать справа). Очень яркое освещение раздражает сетчатку глаза и приводит к быстрому утомлению. Поэтому настольная лампа должна быть защищена абажуром.

Вредно читать в транспорте, в движении. Из-за толчков книга то удаляется от глаз, то приближается к ним или смещается в сторону. При этом кривизна хрусталика то увеличивается, то уменьшается, а глаза все время напрягаются, чтобы «поймать» текст. В результате ухудшается функционирование ресничной мышцы, и, как следствие, нарушается зрение. Вредно читать лежа. При длительном зрительном напряжении через каждый час нужно делать перерывы в работе продолжительностью не менее 10 мин. Пребывание на природе, где есть большое обзорное пространство, — прекрасный отдых для глаз.



Отрицательно влияет на глаза курение и употребление алкоголя. Никотин и алкоголь могут вызвать поражение зрительного нерва и привести к потере зрения. Источником инфекции могут быть грязные руки, полотенце, пыль и т. д. Эти факторы вызывают различные болезни глаз, например, воспаление слизистой оболочки (*конъюнктивит*). Из-за инфекционных заболеваний нарушается питание тканей глаза, ухудшается состояние склеры. При этих заболеваниях возникают воспаления роговицы, проявлениями которых являются светобоязнь, слезоточивость, боль, снижение остроты зрения, покраснение и отек слизистых оболочек.

Травмы — самая распространенная причина *помутнения роговицы* и *слепоты*. Глаза нужно беречь от травм, попадания в них инородных предметов, пыли; их нельзя тереть руками, а вытирать следует только чистым полотенцем, платком или салфеткой.



Близорукость. Дальнозоркость. Астигматизм. Косоглазие. Дальтонизм. Защита зрения



Впервые дефект зрения, при котором человек не различает зеленый и красный цвета, обнаружил химик Джон Дальтон. Его именем и была названа эта патология. В конце XVIII в. данное открытие не стало сенсацией, а было воспринято как неудобство «собирать красную клубнику в зеленой траве». С течением времени стало понятно, что врожденная цветовая слепота свойственна в основном мужчинам.



1. Чем обусловлены нарушения зрения человека? **2.** Назовите основные гигиенические требования к сохранению зрения. **3.** Чем дальнозоркие глаза отличаются от близоруких? Какие методы коррекции зрения вам известны? **4.** Почему свет от настольной лампы для правой руки должен падать слева? **5.** Как будет видеть человек с нормальным зрением, если наденет очки для близоруких или дальнозорких? Почему?



6. Один из воинов во время боевых действий в течение 9 лет скрывался в подземелье крепости. У него была пища и вода, но свечей и спичек ему хватило лишь на 4 года. За остальные годы пребывания в полной темноте он отвык от света и ослеп. Объясните почему.



7. «Зебра» не для всех водителей является действенным сигналом для уменьшения скорости, тогда как неровности дороги непременно заставляют притормозить. Предложите оптический способ, который заставил бы водителей снижать скорость рефлекторно. **8.** Художник в пожилом возрасте пытался внести коррективы в свои ранее написанные картины. Очевидно, это было связано с нарушением у него зрения. Объясните, о каком нарушении идет речь и какими могли быть его причины.

§ 45. Слуховая сенсорная система. Ухо. Защита слуха

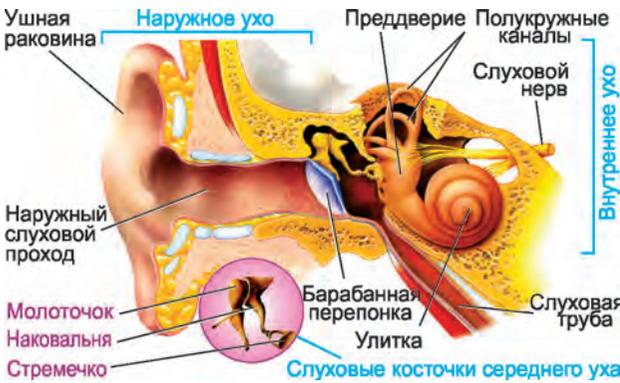
Вспомните из курса «Основы здоровья» правила гигиены органов слуха; из курса «Естествознание» — как распространяется звук.

Строение и значение слуховой сенсорной системы. Слуховая сенсорная система состоит из следующих частей: периферической (орган слуха), проводящей (слуховой нерв) и центральной (слуховая зона в височной доле коры головного мозга) (ил. 117).

Слух — чувство, обеспечивающее восприятие звуковых колебаний. Благодаря слуху человек познает множество звуков, окружающих нас, их богатство

и разнообразие. Без него невозможно общение между людьми. Слух вместе со зрением предупреждает об опасности. Он является не только источником информации об окружающей среде. Слушая что-либо, человек может получить и эмоциональные впечатления, определяющиеся не только информационным содержанием звуков. Поэтому, например, музыка не знает языковых барьеров.

Строение органа слуха. Ухо — орган слуха и равновесия, периферическая часть слухового анализатора. Это парный орган, состоящий из трех отделов: *наружного, среднего и внутреннего* (ил. 117).



Наружное ухо включает *ушную раковину*, образованную эластичным хрящом, и *наружный слуховой проход* — несколько изогнутый канал, заканчивающийся *барабанной перепонкой* (тонкой соединительнотканной пластинкой).

Ил. 117. Строение уха

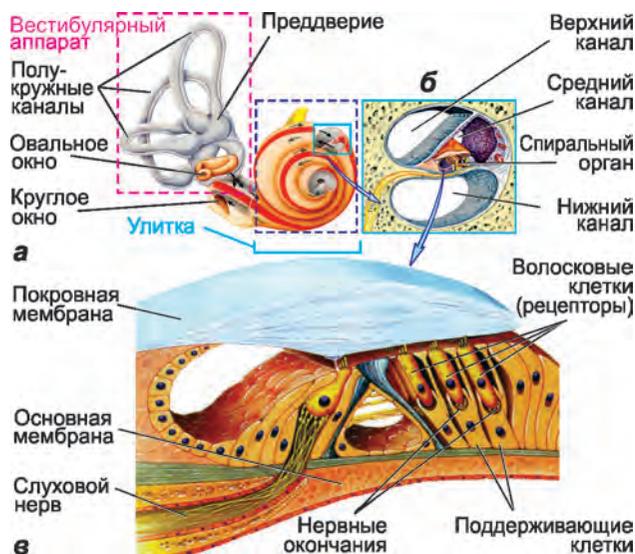
Барабанная перепонка отделяет наружное ухо от среднего. Звуковые колебания воздуха улавливаются ушной раковиной, попадают в наружный слуховой проход и вызывают колебания барабанной перепонки.

Среднее ухо (ил. 117) состоит из *полости*, заполненной воздухом, и трех маленьких, последовательно связанных между собой *слуховых косточек* — *молоточка, наковальни и стремечка*.

Полость находится между барабанной перепонкой и перегородками внутреннего уха в глубине височной кости. Она совмещается с носоглоткой узким каналом — *слуховой (евстахиевой) трубой*. Поступление воздуха по этой трубе (при глотании или открывании рта) выравнивает давление с обеих сторон барабанной перепонки. Слуховые косточки передают и усиливают звуковые колебания барабанной перепонки на внутреннее ухо. В стенке между полостью среднего уха и полостью внутреннего уха имеется два небольших отверстия — *овальное окно*, закрытое основанием стремечка, и *круглое окно*, закрытое тонкой соединительнотканной перепонкой. Звуковые колебания, передающиеся из стремечка в жидкость, которая заполняет внутреннее ухо, возвращаются в полость среднего уха на мембрану округлого окна.

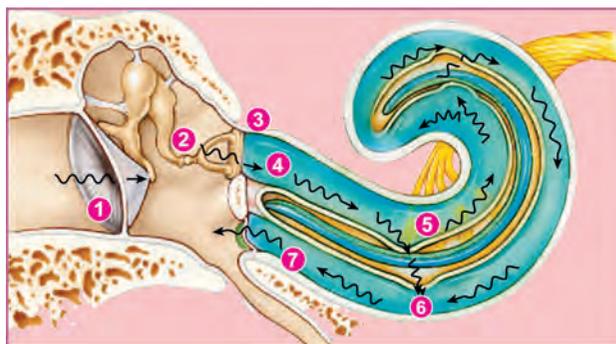
Внутреннее ухо (ил. 117) представлено *лабиринтом* (системой каналов), расположенным в глубине височной кости черепа. В лабиринте находятся сразу два органа: орган слуха — *улитка* и орган равновесия — *вестибулярный аппарат* (ил. 118 а).

Улитка — спирально закрученный на 2,5 оборота костный канал. Канал улитки разделен на три части двумя перепонками: тонкой *покровной мембраной* и более толстой и упругой *основной мембраной*. Верхний и нижний каналы на вершуске улитки соединяются отверстием и заполнены жидкостью — *перилимфой*. Средний канал отделен от верхнего и нижнего и заполнен *эндолимфой* (ил. 118 б). Внутри этого канала на основной мембране находятся **слуховые рецепторы** — *волосковые клетки*, образующие звуковоспринимающий аппарат (спиральный орган) (ил. 118 в).



Ил. 118. Внутреннее ухо: а — костный лабиринт; б — строение улитки; в — строение спирального органа

Восприятие звука. Звуковые волны (ил. 119), попадая в наружный слуховой проход, усиливаются в 2–2,5 раза и вызывают колебания барабанной перепонки (1). Эти колебания передаются на слуховые косточки среднего уха (2). Колебания косточек заставляют вибрировать перегородку внутреннего уха — мембрану овального окна (3). Такая вибрация вызывает соответствующие колебания перилимфы верхнего канала (4) и нижнего канала (7), а соответственно — колебания основной мембраны спирального органа (5). Во время ее колебания во-



Ил. 119. Схема распространения звуковой волны в органе слуха

лосковые клетки касаются покровной мембраны (б) и сгибаются. В результате в рецепторных волосковых клетках возникает возбуждение, которое преобразуется в нервные импульсы, передающиеся по слуховому нерву в головной мозг. Различение импульсов происходит в височной доле коры головного мозга.

Лабораторное исследование

Тема. Измерение порога слуховой чувствительности.

Цель: определить порог индивидуальной слуховой чувствительности; обосновать способность слуховой сенсорной системы к адаптации и ее значение для человека.

Оборудование: механические часы, сантиметровая лента или линейка.

Ход исследования

Работу следует выполнять в группах из трех учеников.

Задача 1. Определение абсолютного порога слуха.

1. Первый ученик садится на стул и закрывает глаза. Второй ученик медленно приближает механические часы к уху первого ученика до тех пор, пока тот не услышит звучание часового механизма.

2. Третий ученик измеряет расстояние, на котором первый ученик услышал звук (от уха первого ученика до часов).

3. Повторите опыт трижды для левого и правого ушей. Запишите полученные данные и найдите среднее значение.

4. Ученики меняются ролями и определяют величину индивидуального порога слуховой чувствительности.

Задача 2. Демонстрация слуховой адаптации.

1. Первый ученик опять садится на стул и закрывает глаза. Второй ученик подносит часы к уху первого ученика. После 4–5 с другой ученик начинает медленно удалять его от уха первого ученика, пока тот перестанет слышать звучание часового механизма.

2. Третий ученик измеряет расстояние от уха первого ученика до точки, когда тот перестал слышать звучание часового механизма.

3. Повторите опыт трижды для левого и правого ушей. Запишите полученные данные и найдите среднее значение расстояния.

4. Ученики меняются ролями.

Почему измеренное расстояние при удалении часов от уха больше, чем в случае его приближения к уху?

Сделайте вывод: о чем свидетельствует повышение порога слуховой чувствительности?

Нарушения слуха и их профилактика. Чтобы сохранить слух, следует защищать орган слуха от воздействия вредных *физических, химических факторов и инфекций*.

Одной из причин ухудшения слуха является *накопление ушной серы*. Выделение серы железами — важное защитное приспособление органа слуха, поскольку обеспечивает задержание пыли и микробов, проникающих извне. Избыток серы удаляется во время мытья ушей. Сера может накапливаться в слуховом проходе, образуя серные пробки, что приводит к ухудшению слуха. Поэтому стоит соблюдать личную гигиену слуха. Если в ушах скопилась сера, нужно обратиться к врачу, который прочистит слуховой проход. Нельзя ни в коем случае извлекать серу из ушей спичкой, карандашом и т. д., так как это может привести к повреждению или даже разрыву барабанной перепонки, и тогда слух человека ослабляется, он может оглохнуть.

Инфекционные поражения наружного, среднего или внутреннего уха вызывают воспалительный процесс в ухе — **отит**. Особенную опасность пред-

ставляет гнойный отит, вызываемый попаданием различных бактерий или грибковой инфекции в кожу либо подкожный слой. Осложнения такого заболевания могут привести к ухудшению или потере слуха. Наиболее распространены отиты среднего уха, часто возникающие при инфекционных заболеваниях (грипп, ангина, корь и т. д.), когда микроорганизмы из носоглотки вместе со слизью из носа через слуховую трубку попадают в среднее ухо и вызывают его воспаление. Болезни среднего уха часто возникают у детей с хроническим насморком. При этом заболевании не следует сильно сморкаться: можно только вытирать салфеткой слизь, выделяемую из ноздрей. Если беспокоит боль в ухе, следует немедленно обратиться к врачу.

Человек воспринимает звуки с частотой колебаний от 16 Гц до 20 кГц. С возрастом восприятие высоких частот снижается. Если человека долго подвергать воздействию сильных звуков, у него может ухудшиться слух. Поэтому работники на шумных производствах, в аэропортах используют наушники. Сильная звуковая волна, образующаяся, например, во время взрывов, резко увеличивает давление на барабанную перепонку и может привести к ее разрушению. Значительный вред наносят шумы, действующие на ухо изо дня в день. Такие раздражения переутомляют слуховой рецептор. Барабанная перепонка теряет свою эластичность, и слух снижается. Шум нарушает нормальную жизнедеятельность человека: у него возникает бессонница, наступает усталость. Борьба с производственными шумами — одна из задач гигиены труда. На промышленных предприятиях применяют звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы, рабочие носят наушники. Принимают специальные меры и по снижению уличного шума в крупных городах.



Слуховая сенсорная система. Слух. Наружное ухо. Среднее ухо. Внутреннее ухо. Улитка. Слуховые рецепторы. Отит. Защита слуха



Почему организм человека устроен так, что ночью глаза закрываются (прикрываются веками), а уши остаются открытыми? Глаза выполняют свою функцию только в условиях освещенности, хотя бы слабой, а для слуховой системы темнота не имеет значения, даже наоборот — когда темно и холодно, звук воспринимается лучше. «Выключение» на ночь органа слуха сделало бы человека беззащитным.



1. Каково строение органа слуха человека? **2.** Какова роль наружного слухового прохода в восприятии звуковых колебаний? **3.** Каким образом распространяется звуковая волна в среднем ухе? **4.** Как звуковые волны преобразуются в нервный импульс? **5.** Охарактеризуйте основные причины снижения слуха. **6.** Какие гигиенические требования нужно соблюдать, чтобы сохранить слух?



7. Обоснуйте взаимосвязь между строением и функциями уха. **8.** Почему ангина и грипп могут вызвать воспаление среднего уха? **9.** Почему музыку используют для стимуляции трудовой деятельности? **10.** Почему артиллеристы во время выстрела пушки громко кричат?



11. Известно, что звуки в различных средах (твердой, жидкой и газообразной) распространяются по-разному. Почему когда человек разгрызает твердые сухари, то ему самому эти звуки кажутся гораздо более громкими, чем окружающим? **12.** Выскажите свое отношение к моде на постоянное слушание музыки через наушники.

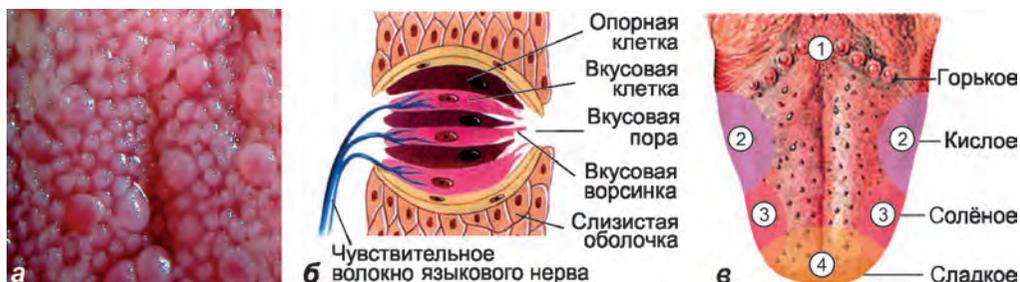


§ 46. Сенсорные системы вкуса и обоняния

Вспомните, у каких млекопитающих лучше всего развит нюх. С чем это связано?

Значение и строение вкусовой сенсорной системы. Вкус — это восприятие вкусовых свойств веществ, поступающих в ротовую полость. Вкус помогает человеку определять качество пищи, способствует выделению пищеварительных соков и протеканию процесса пищеварения в целом. Восприятие вкуса является результатом деятельности **вкусовой сенсорной системы**.

Рецепторы вкуса — это специализированные *вкусовые клетки*, расположенные во вкусовых луковицах сосочков — выростов слизистой оболочки языка (ил. 120 а), а также на стенках глотки и мягкого неба.



Ил. 120. Вкусовая сенсорная система: а — слизистая оболочка языка, б — строение вкусовой луковицы мышцы; в — расположение вкусовых рецепторов

Основу вкусовой луковицы составляют *опорные клетки*. Они формируют вкусовую пору, в которой находятся *вкусовые ворсинки* рецепторных клеток (ил. 120 б). В ротовой полости вкусовые клетки расположены неравномерно. Эти рецепторы специализированы на восприятии различных вкусовых раздражений. Например, корень языка наиболее чувствителен к горькому (1), его боковые края — к кислому (2) и соленому (3), а кончик языка — к сладкому (4) (ил. 120 в).

Механизм восприятия вкуса. Пищевые вещества взаимодействуют только с определенным видом вкусовых рецепторов. Молекулы веществ присоединяются к молекулам определенных участков вкусового рецептора и вызывают его возбуждение. Возбуждение от рецепторов передается по волокнам *языкового нерва* в продолговатый мозг, через мост, гипоталамус — к *височной доле* головного мозга, где формируется восприятие в виде различных вкусовых ощущений.

Ощущение вкуса играет важную роль в регуляции поступления химических веществ в организм, формировании аппетита, регуляции пищеварения. Человек, организму которого не хватает ионов Натрия, преимущественно поступающих из поваренной соли (NaCl), будет считать пищу несоленой даже тогда, когда концентрация соли в ней настолько значительна, что никто ее не ест.



Для человека вкус имеет определенную эмоциональную окраску, ведь вкусная еда, в отличие от невкусной, вызывает приятные ощущения. Если человек голоден, то вся еда воспринимается им как вкусная. И наоборот — на сытого человека даже изысканные блюда не произведут должного впечатления. Рассмотрим причины этого явления. У голодного человека из желудка в *центр голода* в гипоталамусе поступают возбуждающие импульсы. От него через пищевой центр, расположенный в продолговатом мозге, импульсы поступают к вкусовым рецепторам. Поэтому они во время приема пищи быстро возбуждаются. Импульсы из *центра насыщения*, также находящегося в гипоталамусе, резко снижают активность вкусовых рецепторов.

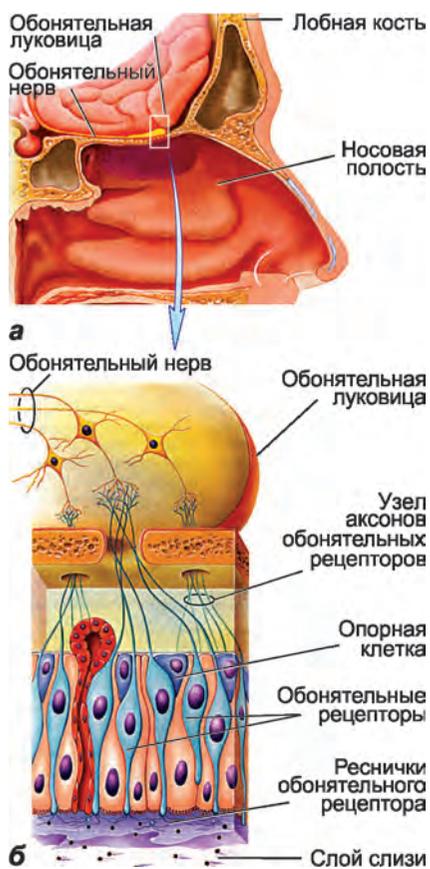
В восприятии вкусов участвуют обоняние, зрение и осязание, поскольку сенсорные системы работают в тесном взаимодействии. *Вспомните, как меняется запах пищи, когда у вас насморк.* Это обусловлено тем, что центры вкуса и обоняния расположены в соседних участках коры головного мозга. Их нейроны взаимосвязаны и могут возбуждаться одновременно. С вкусовым центром связаны центры других видов чувствительности. Поэтому красиво оформленные стол и блюда способствуют возбуждению аппетита. А для восприятия, например, вкуса мороженого необходима оценка его не только по химическим, но и по механическим и тепловым признакам.

Обонятельная сенсорная система специализируется на восприятии химических раздражителей и формировании специфического ощущения запаха. Значение *обоняния* — процесса восприятия запаха — очень важно. Хотя люди обычно не замечают запахов (из-за того, что привыкают к ним), но по запаху человек отличает недоброкачественную пищу и отказывается от нее, улавливает появление в воздухе вредных для его здоровья примесей, чем защищает свой организм от отравления. Запах дает возможность испытать разнообразные положительные эмоции — мы наслаждаемся ароматами цветов, свежего воздуха и т. п.

Обонятельная сенсорная система, как и все остальные, состоит из трех частей. Органом обоняния является нос. Рецепторы обоняния расположены в верхней части носовой полости, покрытой слизистым эпителием, в котором содержится от 1 до 10 млн особых клеток — **обонятельных рецепторов**, охватывающих у взрослого человека площадь около $7,5 \text{ см}^2$. Они имеют кувшинообразную форму, а их реснички проникают в слой слизи. Именно реснички различают молекулы пахучих веществ.

Механизм восприятия запахов подобен механизму восприятия раздражений вкусовыми рецепторами. Пахучие вещества контактируют с ресничками обонятельных рецепторов, раздражая их. На мембране этих рецепторов находятся особые белковые молекулы, способные взаимодействовать с определенными молекулами пахучих веществ.

Если форма молекулы пахучего вещества подходит к структуре белка, как ключ к замку, то между ними происходит химическое взаимодействие. Мем-



Ил. 121. Обонятельная сенсорная система: а — носовая полость; б — обонятельный эпителий

брана рецепторной клетки возбуждается, возникают нервные импульсы. Отсюда они поступают по *обонятельному нерву* в *кору головного мозга* (ил. 121), где и возникают соответствующие обонятельные ощущения. Это кратчайшая связь головного мозга с окружающей средой.

Запахи классифицируются по многим признакам. По психологическому восприятию они делятся на приятные, неприятные и нейтральные. Ощущение определенного запаха зависит от концентрации пахучего вещества. Например, концентрированное эфирное масло многих растений имеет тяжелый неопределенный запах. Но если его сильно развести, то чувствуется приятный аромат.

Обонятельная, как и вкусовая, сенсорная система быстро адаптируется к действию раздражений. Например, войдя в помещение, где есть какой-то запах, через некоторое время мы перестаем его чувствовать. Однако эта способность зависит от многих факторов (погодных условий, загрязнения окружающей среды, состояния здоровья, настроения и т. д.).

Но обоняние, как и вкус, можно тренировать, увеличивая способность различать

и характеризовать запахи в десятки раз.



Вкусовая сенсорная система. Обонятельная сенсорная система. Вкусовые рецепторы. Обонятельные рецепторы. Восприятие вкуса и запаха



До сих пор не установлены единицы измерения вкуса и четкость их классификации. Одним из первых предложил классификацию вкусов известный русский ученый Михаил Ломоносов. Он писал: «Главные из более отчетливых вкусовых ощущений такие: 1) вкус кислый, как в уксусе; 2) едкий, как в винном спирте; 3) сладкий, как в меде; 4) горький, как в смоле; 5) соленый, как в соли, 6) острый, как в дикой редьке; 7) кисловатый, как в незрелых плодах». Большинство же ученых признает 4 элементарных вкусовых ощущения: *сладкое, соленое, кислое и горькое*. По теории Ханса Хеннинга (начало XX в.), любой вкус можно получить, если смешать в нужной пропорции три из четырех возможных первичных вкусов.

Вкусовой порог (минимальная концентрация вещества, вызывающего ощущение вкуса) неодинаков для различных химических веществ. Так, сахар ощущается при концентрации 0,01 моль/л воды, поваренная соль — 0,05 моль/л, лимонная кислота — 0,009 моль/л. То есть люди более чувствительны к кислому и менее чувствительны к сладкому.



1. Какое значение имеют вкус и обоняние для организма человека? 2. Каково строение вкусового анализатора? 3. Как у человека формируется чувство вкуса и от чего оно зависит? 4. Как человек ощущает запахи? 5. Каково строение обонятельной сенсорной системы?



6. У голодного человека вкусовая чувствительность очень высока, вследствие чего обычные продукты воспринимаются по-другому. Какое биологическое значение имеет это явление? В чем его причины?



7. Как можно тренировать сенсорные системы? 8. Выскажите свое отношение к привычке некоторых людей чрезмерно пользоваться духами.



§ 47. Сенсорные системы равновесия, движения, осязания, температуры, боли

Какие сенсорные системы являются основными? Попробуйте продолжить перечень сенсорных систем. Каково значение боли для адаптационной функции организма?

Восприятие равновесия тела. Прямохождение, регуляция движений, вращение тела возможны лишь при условии поддержания равновесия. Его постоянно контролирует специальный орган равновесия — вестибулярный аппарат. Благодаря ему человек может нормально ходить, бегать, выполнять сложные физические упражнения, работать и ориентироваться в пространстве.

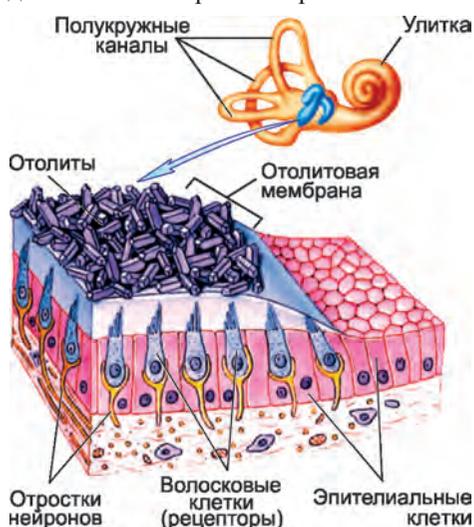
Вестибулярный аппарат (ил. 118 а, б) находится во внутреннем ухе и состоит из двух частей — *преддверия* и трех *полукружных каналов*, расположенных в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Эти плоскости соответствуют трем измерениям пространства.

Стенки преддверия и полукружных каналов образованы эпителием, в котором находятся **рецепторы осязания равновесия** — *волосковые клетки* цилиндрической и шаровидной формы (ил. 122).

Волоски вестибулярных рецепторов погружены в студенистую мембрану, поверхность которой покрыта мелкими известковыми кристалликами — *отолитами*, поэтому ее называют *отолитовой мембраной*.

Полости полукружных каналов, как и каналы улитки, заполнены студенистой жидкостью — *эндолимфой*. При любом движении перемещение эндолимфы приводит к изменению давления кри-

ВЕСТИБУЛЯРНЫЙ АППАРАТ — орган чувств, воспринимающий изменения положения тела и предназначенный для координации (согласования) движений и сохранения равновесия.



Ил. 122. Микроскопическое строение стенки вестибулярного аппарата

сталликов на волоски и возбуждения рецепторов, сигнализирующих в мозг об изменении положения тела.

Возбуждение рецепторных клеток возникает вследствие сгибания или растяжения волосков. Так, в вертикальном положении тела отолитовая мембрана давит на волосковые клетки и волоски сгибаются. В горизонтальном положении отолитовая мембрана провисает и растягивает волоски.

Рецепторы преддверия воспринимают изменение положения головы относительно Земли. Волосковые клетки полукружных каналов реагируют на изменение скорости движения и вращательные движения. Сгибание и растяжение волосков приводит к возникновению нервных импульсов, передающихся по преддверной ветви *слухового нерва* в *нервные центры* ствола головного мозга, мозжечка и коры больших полушарий. Считается, что корковые центры контроля равновесия и положения тела в пространстве расположены в теменной и височной долях мозга. Именно благодаря корковым центрам анализатора равновесия возможен осознанный контроль равновесия и положения тела, обеспечение прямохождения.

В состоянии невесомости отолиты перестают давить на волоски, и вестибулярный аппарат не раздражается, что часто приводит к нарушению нормального протекания физиологических функций у космонавтов. Ухудшение состояния организма происходит и при резком увеличении силы тяжести. Это приводит к перегрузке вестибулярного аппарата, а возбуждение передается в нервные центры, влияющие на деятельность внутренних органов. Предотвратить это можно с помощью специальных упражнений, снижающих чувствительность вестибулярного аппарата. Люди с врожденной повышенной чувствительностью или поврежденным вестибулярным аппаратом плохо переносят поездки в транспорте, полеты в самолетах и плавание на кораблях. У них возникает так называемая морская болезнь: появляется тошнота, головокружение, бледность, потеря сознания, мышечная слабость. Если обнаруживаются такие признаки, следует обратиться к врачу.

Сенсорная система движения. Трудовая, спортивная деятельность, управление автомобилем, игра на музыкальных инструментах и др. требуют высокой координации движений. Ее обеспечивает *сенсорная система движения*. Работа этой системы связана с возникновением импульсов в специальных сенсорах, находящихся в мышцах и сухожилиях. Эти рецепторы имеют вид веретена и возбуждаются при сокращении или расслаблении мышц, посылая сигналы об их состоянии в мозг.

Нервные импульсы от рецепторов мышц и сухожилий поступают к спинному мозгу, мозжечку, а через гипоталамус — к *двигательной зоне* коры головного мозга.

Эти импульсы, действуя по принципу обратной связи, имеют большое значение для поддержания тонуса нейронов спинного мозга и повышения чувствительности двигательных центров.

В противоположном направлении передаются соответствующие команды по изменению напряжения мышц и согласованию их рефлекторных движе-

ний. Так, при сильном сокращении мышц-сгибателей и расслаблении мышц-разгибателей двигательная сенсорная система способствует снижению возбудимости сгибателей и повышению ее для разгибателей.

Сенсорные системы осязания, температуры и боли. Рецепторы этих сенсорных систем находятся в коже (ил. 123) и слизистых оболочках рта, носа, языка и внутренних органов. **Кожа** является сложным анализатором, воспринимающим давление, прикосновение, вибрацию, тепло, холод и боль. Эти ощущения на коже можно определить точно; места таких же ощущений во внутренних органах определить трудно.

Осязание — это восприятие формы, величины, плотности, характера поверхности различных предметов. **Осязательные рецепторы**, воспринимающие различные типы механических раздражений, — это нервные окончания, окруженные особой капсулой (ил. 123)

Они расположены по всему телу, но больше всего их на пальцах рук, на кончике языка и губах. Всего в коже человека содержится около 500 тыс. рецепторов осязания.

Распознавание ощущений осязательными рецепторами осуществляется на основании частоты действия раздражений. Длительное воздействие раздражителя вызывает *ощущение давления*, кратковременное — *ощущение прикосновения*, высокая частота смены силы раздражителя — *ощущение вибрации*. Импульсы от осязательных рецепторов передаются в *зону кожной чувствительности* коры большого мозга, где формируется соответствующее действию раздражителя ощущение.

Восприятие температуры осуществляют два вида чувствительных к температуре рецепторов — **холодовые** и **тепловые** (ил. 123). Первые расположены ближе к поверхности кожи. Всего на коже их насчитывается около 250 тыс. Они мгновенно реагируют на раздражение. Глубже расположены тепловые рецепторы. Их меньше — около 30 тыс. Они реагируют на тепловое раздражение медленнее. По строению терморепторы похожи на осязательные. Импульсы, поступающие от них в *центр терморегуляции* в гипоталамусе, способствуют адаптации организма к изменяющимся температурным условиям окружающей среды. К действию определенной температуры организм тоже может привыкнуть. Поэтому закаливание, снижая чувствительность холодовых рецепторов кожи, повышает приспособительные возможности организма.



Ил. 123. Рецепторы кожи



Боль — это исключительно важный сигнал об опасности, угрожающей человеку как из окружающей, так и из внутренней среды (ил. 123). Боль возникает вследствие раздражения **болевых рецепторов**. Их еще называют *свободными нервными окончаниями*, потому что они лишены оболочек.

Рецепторы со свободными нервными окончаниями (простые нервные волокна без миелиновой оболочки) составляют 75 % всех рецепторов кожи — их около 1 млн.

Кожные анализаторы осязания, температуры и боли вместе с другими сенсорными системами обеспечивают целостное восприятие окружающей среды и помогают человеку приспособливаться к ней.



Сенсорные системы равновесия, движения, осязания, температуры, боли. Вестибулярный аппарат. Холодовые и тепловые рецепторы



Осязание — очень важное чувство для людей, которые по определенным причинам лишены зрения. Незрячие кончиками пальцев могут «читать» буквы, слова, фразы, напечатанные рельефно-точечным шрифтом (по системе Луиса Брайля).



1. Охарактеризуйте строение сенсорной системы равновесия. 2. Рецепторы каких сенсорных систем находятся в коже? 3. При определенных заболеваниях у человека нарушается проведение возбуждения из спинного мозга в головной. В обратном направлении возбуждение протекает нормально. Будет ли ощущаться при этом укол руки? Почему? 4. Почему на некоторых участках кожи мы не чувствуем даже укуса комара, а на других участках чувствуем, как садится насекомое?



5. В чем заключается главная функция болевых рецепторов? 6. Почему мерзнут глаза? 7. В среднем на каждый квадратный сантиметр кожи (ее площадь — 1,6–2 м²) приходится 100–200 болевых, 12–15 холодовых, 1–2 тепловых и 25–30 осязательных рецепторов. Как вы считаете, почему в коже больше болевых рецепторов?



8. Что о человеке можно узнать при рукопожатии? 9. Для того чтобы исследовать расположение осязательных рецепторов на кистях рук, проведите опыт. Завяжите глаза своему товарищу, дайте ему предмет и попросите, чтобы он прокатал его между ладонями. Узнает ли он, что это за предмет? Затем этот же предмет предложите ему потрогать пальцами. Что произойдет на этот раз? Объясните результаты опыта.

Исследовательский практикум

Тема. Исследование температурной адаптации рецепторов кожи.

Цель: выявить явление адаптации (приспособления) тепловых рецепторов кожи к действию высокой и низкой температур; обосновать ее значение для человека.

Оборудование и материалы: стаканы с водой разной температуры (10 °С, 20 °С, 40 °С).

Ход исследования

1. Опустите кончики пальцев в холодную воду (10 °С). Держите руку до тех пор, пока ощущение холода значительно ослабнет. Определите время адаптации к холоду.

2. Опустите кончики пальцев в горячую воду (40 °С). Держите руку также до тех пор, пока ощущение тепла значительно ослабнет. Определите время адаптации к действию высокой температуры.

3. Сравните полученные величины. К действию какой температуры (высокой или низкой) быстрее происходит адаптация рецепторов кожи?

4. Охладите руки до комнатной температуры, опустив их в воду 20 °С. Окуните одну кисть в горячую воду (40 °С), а другую — в холодную (10 °С).

5. Через несколько минут погрузите обе кисти в воду с температурой 20 °С. Почему возникло ощущение различной температуры в разных руках?

6. Сделайте вывод: каково значение температурной адаптации рецепторов кожи?

Обобщение

Сенсорные системы, или анализаторы, воспринимают, анализируют и перерабатывают информацию об изменениях окружающей среды и внутреннего состояния организма и обеспечивают связь организма с окружающей средой. Каждый анализатор состоит из трех частей: периферической (рецепторы); проводящей (путь, по которому передается возбуждение, — нервы); центральной (чувствительные зоны коры больших полушарий головного мозга).

У человека имеется пять основных сенсорных систем, каждая из которых воспринимает определенный вид раздражителя: зрительная, слуховая, вкусовая, обонятельная и осязательная. Рецепторы больше сосредоточены в органах чувств. В них разные виды раздражений преобразуются в нервные импульсы.

Особенности строения органов чувств обусловлены спецификой восприятия и преобразования определенного раздражителя. Глаз имеет оптическую, световоспринимающую части и вспомогательный аппарат. Способность глаза приспособляться к четкому видению предметов, находящихся на разном расстоянии, — аккомодация — обеспечивается изменением кривизны хрусталика. Нарушение аккомодации приводит к близорукости или дальнозоркости.

Ухо — это орган слуха и равновесия. Слуховые рецепторы — волосковые клетки — находятся в улитке внутреннего уха и воспринимают звуковые колебания. Волосковые клетки вестибулярного аппарата реагируют на изменение положения тела или его частей. Рецепторы вкуса — вкусовые клетки — расположены в слизистой оболочке языка, а обонятельные рецепторные клетки — в эпителии носовой полости. Реснички этих клеток различают молекулы веществ. Сложным анализатором является кожа, поскольку содержит рецепторы осязания, температуры и боли.

Для сохранения функций всех сенсорных систем важно соблюдать гигиену органов чувств.



Тема 9. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Люди не рождаются, а становятся теми, кем они являются.

Клод Гельвеций, французский философ XVIII в.

§ 48. Понятие о высшей нервной деятельности и ее основных типах

Вспомните, чем обусловлено поведение животных. Приведите интересные примеры сложного поведения животных. Подумайте, от чего зависит индивидуальный стиль поведения человека.

Значение нервной системы для формирования поведения человека.

Условия среды, в которой живет и действует человек, определяют его поведение. Поведение рассматривают как своеобразную активность человека, направленную на удовлетворение потребностей организма, то, как человек приспосабливается к своему окружению.

ПОВЕДЕНИЕ — приспособительная деятельность, охватывающая совокупность действий и поступков человека в ответ на воздействие внутренних и внешних факторов.

ПСИХИКА (от греч. *psyche* [психе] — душа) — свойство мозга отражать внешний мир в виде ощущений, представлений, мыслей, волевых действий и т. п.

ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (ВНД) — деятельность высших отделов центральной нервной системы, обеспечивающая различные формы приспособления к условиям окружающей среды.

Высокий уровень анализа информации в чувствительных зонах коры полушарий головного мозга проявляется в *психике*, характеризующей особенности восприятия мира человеком, его внутренний мир.

В основе поведения лежит определенная система реакций на раздражители внешней и внутренней среды — **рефлексов**. Они обеспечивают взаимодействие организма с окружающей средой.

Учение о высшей нервной деятельности. Еще в XIX в. в работе «Рефлексы головного мозга» Иван Сеченов выдвинул гипотезу о рефлекторном характере деятельности головного мозга. Он обнаружил связь между сложными проявлениями поведения человека (психическими явлениями — сознанием, мышлением) и рефлекторной деятельностью мозга.

В начале XX в. идеи Ивана Сеченова развил Иван Павлов. Он предложил метод исследования рефлекторной деятельности человека и животных — *метод условных рефлексов*.



*Иван Павлов
(1849–1936)*



*Иван Сеченов
(1829–1905)*

Иван Павлов создал учение о высшей нервной деятельности, которое обосновывает поведение человека и животных. Всю нервную деятельность организма основатель этого учения разделил на *низшую* и *высшую*.

Под **низшей нервной деятельностью** Иван Павлов понимал рефлекторную регуляцию физиологических функций организма и

его двигательной активности. **Высшую нервную деятельность** ученый рассматривал как рефлекторную деятельность мозга человека и животных, регулирующую взаимоотношения целостного организма с внешним миром.

По своей сути высшая нервная деятельность — совокупность условных и сложных безусловных рефлексов, вырабатываемых в коре и подкорковых структурах головного мозга. Она обеспечивает ход поведенческих реакций организма благодаря совершенным приспособлениям организма к условиям существования. В основе этих приспособлений лежит способность коры головного мозга быстро создавать новые рефлексы и подавлять старые в ответ на изменения в среде. Понятие «высшая нервная деятельность» Иван Павлов считал тождественным понятию «психическая деятельность».

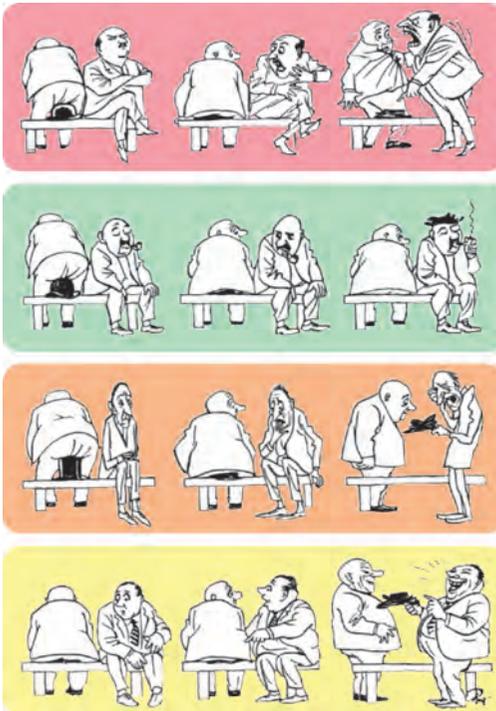
Нервные процессы, лежащие в основе высшей нервной деятельности. Высшая нервная деятельность обеспечивается двумя основными нервными процессами — **возбуждением и торможением**. *Вспомните, в чем заключается сущность этих нервных процессов.* Эти процессы возникают в коре головного мозга при воздействии различных раздражителей. И возбуждение, и торможение, возникающие в определенной зоне коры, распространяются на другие ее участки. Через некоторое время это распространение изменяется концентрацией нервного процесса. Например, когда человек осваивает новые танцевальные движения, сначала наблюдается сокращение многих мышц, которые не участвуют в выполнении движения. Это — следствие распространения возбуждения в коре больших полушарий. После многократных повторений движение становится четким. Это можно объяснить концентрацией возбуждения в нервных центрах, ответственных за согласованное сокращение необходимых мышц.

Концентрация возбуждения в одном участке коры вызывает угнетение деятельности других участков (торможение). Со временем в воспаленном участке развивается торможение, а вокруг этого участка — возбуждение. Например, если человек заинтересован рассказом собеседника, в коре больших полушарий развивается временный участок сильного возбуждения. Посторонние раздражители вследствие торможения, развившегося вокруг возбуждения, не воспринимаются. И, наоборот, если рассказ неинтересен, в центрах восприятия информации возникает торможение. А в участках коры, окружающих эти центры, возникает возбуждение. Человек легко отвлекается от содержания посторонними раздражителями.

Основные типы высшей нервной деятельности. Совокупность свойств нервных процессов (возбуждения и торможения), обусловленных наследственно и приобретенных в процессе индивидуальной жизни, определяют **тип высшей нервной деятельности** (тип ВНД). Он формируется в результате взаимодействия организма человека с окружающей средой и определяет различия в поведении и отношении людей к одним и тем же воздействиям окружающей среды (ил. 124).

Научное обоснование типов высшей нервной деятельности осуществил Иван Павлов. Он выявил три основных показателя процессов возбуждения и





Ил. 124. Реакция разных людей на одну и ту же ситуацию (по рисунку Х. Бидструпа)



Ил. 125. Типы высшей нервной деятельности

тем, что возбуждение клеток коры головного мозга сильнее, чем торможение. Формирование возбуждающих рефлексов происходит быстро, а тормозных — медленно. **Сильный уравновешенный тип ВНД** характеризуется оптимальным соотношением силы процессов возбуждения и торможения. Он может быть подвижным и инертным (неподвижным), в зависимости от скорости изменения нервных процессов. На основании изучения взаимосвязей возбуждения и торможения и сочетания их показателей Иван Павлов выделил четыре основных типа высшей нервной деятельности (ил. 125).

торможения в головном мозге: силу, уравновешенность и подвижность. **Сила нервных процессов** — способность клеток коры мозга сохранять адекватные реакции на раздражители. **Уравновешенность** выражается в соотношении процессов возбуждения и торможения. **Подвижность** нервных процессов — это скорость перехода процесса возбуждения в торможение и наоборот.

Так, в зависимости от силы процессов возбуждения и торможения, можно выделить два типа высшей нервной деятельности — **сильный** и **слабый** (ил. 125).

Слабый тип ВНД не способен развивать сильные возбуждающие и тормозящие процессы. Нервные клетки быстро утомляются и легко тормозятся. Поэтому в организме со слабым типом особенно легко возникает торможение, охватывающее большие участки коры больших полушарий. Формирование возбуждающих рефлексов происходит медленно, и они зыбки, а тормозные рефлексы — устойчивы.

Сильный тип высшей нервной деятельности способен развивать сильные возбуждающие и тормозящие процессы. Он может быть уравновешенным и неуравновешенным. **Сильный неуравновешенный тип ВНД** характеризуется

Индивидуальная особенность человека, проявляющаяся в его возбудимости, эмоциональной впечатлительности, уравновешенности и скорости протекания психической деятельности, называется **темпераментом**. То есть темперамент является внешним проявлением высшей нервной деятельности, а его тип определяется типом ВНД (см. табл. 8).

Таблица 8

Соответствие типа ВНД типу темперамента

Тип ВНД	Характеристика ВНД	Тип темперамента
Сильный, уравновешенный, подвижный	Значительная подвижность нервных процессов	Сангвиник
Сильный, уравновешенный, инертный	Малая подвижность нервных процессов	Флегматик
Сильный, неуравновешенный	Преобладание процессов возбуждения над процессами торможения	Холерик
Слабый	Слабо развиты как возбуждение, так и торможение	Меланхолик

Сангвиник (от лат. *sanguis* [сангвис] — кровь) — сильный, уравновешенный, подвижный тип ВНД. Такие люди жизнерадостны и трудолюбивы, дисциплинированы, энергичны, любознательны, эмоционально уравновешенны, с большим самообладанием.

Флегматик (от гр. *phlegma* [флегма] — слизь) — сильный, уравновешенный, инертный тип ВНД. У людей этого типа возбуждение сменяется торможением медленно, переход от одного вида деятельности к другому затруднен. Они умеренно энергичны, эмоционально сдержанны, спокойны, настойчивы, постоянны в привычках и склонностях.

Холерик (от лат. *cholericus* [холерикус] — больной желчной болезнью) — сильный, неуравновешенный тип ВНД. У людей этого типа возбуждение доминирует над торможением. Они энергичны, смелы, склонны к решительным действиям, очень эмоциональны, несдержанны, иногда опрометчивы в поступках.

Меланхолик (от греч. *melas chole* [мелас холе] — черная желчь) — это слабый тип ВНД. Люди данного типа пассивны, очень уязвимы, замкнуты, склонны к подавленности. Часто они выражают свои эмоции в различных видах искусства.

На иллюстрации 126 изображены всемирно известные личности — представители четырех типов темперамента. *Что вы знаете об этих людях?*

Основные типы высшей нервной деятельности в «чистом» виде встречаются довольно редко. У большинства людей наблюдаются признаки всех типов с преобладанием одного из них. Тип высшей нервной деятельности является врожденным и наследуется от родителей. Но в процессе индивидуального развития человека под влиянием условий окружающей среды он может меняться.

Таким образом, высшая нервная деятельность не является неизменной, она может меняться под влиянием воспитания. Поэтому поступки людей в



жизненных ситуациях определяются, главным образом, способностью сдерживать себя и реагировать в соответствии с нормами, установленными обществом. Исходя из этого, поведение воспитанного человека почти никогда не соответствует запрограммированному типу высшей нервной деятельности.



Ил. 126. Представители различных типов темперамента



Высшая нервная деятельность. Возбуждение. Торможение. Показатели нервных процессов: сила, уравновешенность подвижность. Типы высшей нервной деятельности



Во время космического полета или длительных экспедиций возникают ситуации, требующие особой психологической обстановки, особых отношений. В их основе лежит психологическая совместимость. Доказано, что наиболее совместимы люди с противоположными типами темперамента: холерик — флегматик, сангвиник — меланхолик. Почему?



1. Что характеризует поведение человека? **2.** Что такое высшая нервная деятельность человека? **3.** Кто автор учения о высшей нервной деятельности? **4.** Какие нервные процессы лежат в основе высшей нервной деятельности? **5.** Какие основные свойства присущи нервным процессам? **6.** Какие основные типы высшей нервной деятельности различают? Охарактеризуйте их.



7. Объясните взаимодействие процессов возбуждения и торможения в коре полушарий головного мозга. **8.** Как вы считаете, можно ли изменить тип высшей нервной деятельности? Почему? **9.** Рассмотрите ил. 124 и определите типы высшей нервной деятельности владельцев шляп.



10. Понаблюдайте за поведением членов своей семьи. Выскажите предположение, какой тип высшей нервной деятельности характерен для каждого из них. Есть ли в семье люди с подобным типом ВНД?



11. Можно ли оправдать поведение, проявляющееся в несдержанности, агрессивности, дерзости, типом высшей нервной деятельности? **12.** Пользуясь дополнительными источниками информации, подготовьте сообщение о вкладе отечественных ученых (Д. С. Воронцова, П. Г. Костюка, О. А. Крыштала и др.) в изучение высшей нервной деятельности.

Исследовательский практикум

Тема. Определение личного типа высшей нервной деятельности.

Цель: определить свой тип высшей нервной деятельности и выяснить его связь с индивидуальными особенностями поведения.

Материалы: анкета для определения типа темперамента (приложение 4).

Ход исследования

1. Ответьте на вопросы анкеты, позволяющей определить ваш тип темперамента — внешнее проявление ВНД. Поставьте знак «+» около черт (свойств), присущих вам, и знак «-» — около неприсущих. Старайтесь быть объективными.

2. Рассчитайте количество знаков «+» для группы вопросов, отметьте их определенным символом: 1–20 (ТХ), 21–40 (ТС), 41–60 (ТФ), 61–80 (ТМ).

3. Для вычисления доли (К) каждого из типов темперамента воспользуйтесь формулами:

$$K_{\text{холерика}} = \frac{T_x}{T}; \quad K_{\text{сангвиника}} = \frac{T_c}{T}; \quad K_{\text{флегматика}} = \frac{T_f}{T}; \quad K_{\text{меланхолика}} = \frac{T_m}{T},$$

где $T = T_x + T_c + T_f + T_m$.

Если доля любого из типов темперамента составляет 40 % и более, то данный тип темперамента у вас является доминантным, если 30–39 % — ярко выраженным, 20–29 % — средне выраженным, до 20 % — слабо выраженным.

4. Какой тип темперамента преобладает у вас?

5. Пользуясь табл. 8, установите соответствие вашего темперамента типу ВНД.

6. Сделайте вывод о типе высшей нервной деятельности, установив связь с индивидуальными особенностями поведения.

§ 49. Безусловные рефлексы. Инстинкты

Вспомните, что такое инстинкт. Приведите примеры инстинктивного поведения животных. Какие рефлексы человек имеет от рождения?

Особенности и разнообразие безусловных рефлексов. Врожденное поведение наследственно запрограммировано в нервной системе. Его основой являются безусловные рефлексы. Они

проявляются в результате действия адекватного раздражителя. Адекватным называется раздражитель, к действию которого орган приспособлен. Например, свет является адекватным раздражителем для сетчатки глаза, пища — для рецепторов ротовой полости. Дети наследуют безусловные рефлексы родителей.

БЕЗУСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ — врожденные, относительно постоянные реакции организма на воздействие внешней или внутренней среды.

ИНСТИНКТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ — форма поведения человека, обусловленная сложными безусловно-рефлекторными реакциями — инстинктами.

Поскольку безусловные рефлексы являются *врожденными*, они имеют готовые анатомически сформированные рефлекторные дуги еще до момента рождения ребенка. В их функционировании основную роль играют подкорковые ядра, ствол мозга, спинной мозг. Вместе с тем безусловные рефлексы находятся под контролем коры головного мозга.



Безусловные рефлексы являются *видовыми реакциями*, характерными для всех людей. Они сохраняются в течение всей жизни человека. Безусловные рефлексы определяют конкретную, четко очерченную программу поведения, обеспечивающую приспособление организма к стабильным условиям жизни.

К безусловным рефлексам человека относятся рефлексы, связанные с регуляцией процессов жизнедеятельности (дыхание, сердцебиение, мочеиспускание, рвота, дефекация, терморегуляция и т. д.). Среди них выделяют **пищевые рефлексы** — выделение слюны, желчи, желудочного, поджелудочного и кишечного соков, глотание, волнообразные сокращения стенок пищеварительного тракта. Безусловными являются **защитные рефлексы** — кашель, чихание, мигание, отдергивание руки при прикосновении к горячему предмету. Они обеспечивают защиту организма от воздействия опасных факторов. **Ориентировочные рефлексы** проявляются поворотами головы и тела в сторону раздражителя. Они возникают каждый раз во время действия незнакомых или жизненно важных раздражителей. У половозрелых людей проявляются **половые рефлексы**, связанные с размножением и заботой о детях. *Исследуем безусловный рефлекс на примере изменения диаметра зрачка глаза.*

Лабораторное исследование

Тема. Определение реакции зрачков на свет.

Цель: исследовать безусловный рефлекс изменения диаметра зрачков под влиянием световых раздражений.

Оборудование: фонарик или настольная лампа.

Ход исследования

Работу следует выполнять в парах.

1. Первый ученик поворачивается лицом к источнику света. Второй ученик включает фонарик или настольную лампу; определяет приблизительный диаметр зрачков первого ученика.



2. Первый ученик закрывает ладонью глаза на 10–15 с. Затем он быстро отводит руку от глаз, а второй снова фиксирует диаметр зрачков. Как изменился диаметр зрачков? Почему?

3. Изменился ли диаметр зрачков через 2 мин после закрытия глаз? О чем это говорит?

4. Сделайте вывод о приспособительном значении безусловного рефлекса изменения диаметра зрачков под влиянием световых раздражений.



Ил. 127. Врожденные рефлексы: а — сосательный; б — хватательный

Ребенок рождается с определенным набором безусловно-рефлекторных реакций. В реакции-ответе на раздражение участвует практически весь организм, что связано с распространением возбуждения в центральной нервной системе. У новорожденных детей наблюдаются следующие рефлексы: дыхательный, сосательный, сгибательный, мигательный, хватательный, рефлексы на болевые и температурные раздражители, на изменение положения тела и т. д. (ил. 127). Сила хватательных рефлексов у детей настолько значительна, что они способны висеть, ухватившись за палец взрослого человека.



Новорожденные различают сладкое, горькое, кислое и соленое. Они реагируют на них сосательными движениями или сморщиванием лица, искривлением рта, выпячиванием губ и языка.

Многие безусловные рефлексы не проявляются сразу после рождения, а возникают через определенное время. К таким рефлексам относится ориентировочный. В первые дни жизни ребенка он проявляется в общем вздрагивании, задержке дыхания, временном подавлении двигательной активности. Затем у младенца отчетливо проявляется ориентировочный рефлекс на свет и звук: ребенок направляет глаза на раздражитель, поворачивает голову.

Инстинкты и их значение для поведения человека. Инстинкты — это совокупность сложных врожденных безусловно-рефлекторных действий.

Инстинкты осуществляются под влиянием основных биологических потребностей (защитных, пищевых, половых и др.) и направлены на их удовлетворение. Инстинктивная деятельность человека базируется на врожденных связях подкорковых центров с корой полушарий головного мозга. Различают четыре вида простейших инстинктов: *материнский, добывания пищи, половой, защитный.*

Инстинкты формируют **инстинктивное поведение человека**. Это деятельность, обусловленная врожденными реакциями на действие раздражителя. Она является рядом последовательных действий — поведенческих актов, одинаковых для всех людей. Инстинкты возникают в ответ на определенные изменения в окружающей среде. Под влиянием внешних (например, изменение температуры окружающей среды) или внутренних (например, выделение аппетита сока) раздражителей в нервных центрах накапливается специфическая энергия действия. Она обуславливает поисковое поведение, направленное на удовлетворение определенной потребности (согревание, утоление голода, жажда и т. д.). Выражается такое поведение в отдельных движениях, жестах, внешних проявлениях физиологических процессов.

Инстинкты могут проявляться в соответствующий период индивидуального развития, не требуя специального обучения или тренировки. Они реализуются очень быстро и почти всегда безошибочно. Благодаря инстинктам организм может сохранять целостность в течение всей жизни. Однако они не могут обеспечить полное приспособление организма к изменчивым условиям окружающей среды.

Инстинкты в процессе индивидуального развития человека могут меняться, что приводит к изменению поведения. Например, материнский инстинкт побуждает мать заботиться о своем ребенке. Однако бывают отдельные случаи, когда матери отказываются от своих детей. Это может быть результатом воздействия алкоголя, наркотиков и т. п., подавляющих деятельность коры головного мозга.



Безусловные рефлексы. Инстинкты. Проявления инстинктивного поведения



Основатель научного направления психоанализа Зигмунд Фрейд считал, что в основе поведения человека лежит его стремление удовлетворить врожденные инстинкты, а именно: *инстинкт жизни*, побуждающий к самосохранению и воспроизведению себе подобных, и *инстинкт смерти* — стремление к разрушению, уничтожению. *Согласны ли вы с мнением ученого?*



1. Назовите признаки безусловных рефлексов. 2. Что такое инстинкт? 3. В чем заключается биологическая роль безусловных рефлексов? 4. Приведите примеры безусловных рефлексов. 5. Приведите примеры инстинктивного поведения человека.



6. Сохранятся ли безусловные рефлексы у человека при повреждении коры большого мозга? Почему? 7. Можно ли только за счет безусловных рефлексов приспособиться к изменчивым условиям окружающей среды? 8. Согласны ли вы с мнением, что воспитанный человек управляет своими инстинктами? Почему? 9. Можно ли утверждать, что черты человека (эгоизм, агрессивность, жестокость) являются проявлениями инстинктивного поведения? Ответ обоснуйте.



10. Приведите примеры, когда вопреки инстинкту самосохранения человек совершает героические поступки. Почему он это делает? 11. Выскажите свое отношение к случаям, когда мать, родив ребенка, отказывается от него. Почему подавляющее большинство людей отрицательно относится к такому поведению?

§ 50. Условные рефлексы

Приведите примеры приобретенного поведения животных. Каково значение рефлексов, появляющихся у человека в результате личного опыта?

Условные рефлексы и условия их образования. Поведение человека как биосоциального существа является результатом его индивидуального жизненного опыта, формирующегося на основе **условных рефлексов**. В их осуществлении основная роль принадлежит коре большого мозга.

Каждый человек приобретает условные рефлексы индивидуально. Они носят временный характер, поскольку формируются в определенных условиях и изменяются в течение жизни человека.

УСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ — индивидуально приобретенные в течение жизни или специального обучения рефлекторные реакции, вырабатывающиеся на базе безусловных рефлексов.

ПРИБОРЕТЕННОЕ ПОВЕДЕНИЕ — форма поведения, являющаяся результатом индивидуального жизненного опыта человека.

Например, если человек никогда не пробовал блюд из мидий, то вид этой пищи не будет вызывать у него рефлекс слюноотделения. Если он ее попробует и пища ему понравится, то у человека выработается рефлекс слюноотделения на вид и запах такого блюда. Если человек привык обедать в одно и то же время, то у него сформирован рефлекс на время приема пищи.

Образование условных рефлексов исследовал Иван Павлов. Исследуя рефлексы головного мозга, он заметил, что рефлекторная деятельность зависит от влияния различных по значению раздражителей. Одни из них имеют непосредственное влияние на определенные физиологические процессы организма. Действие других раздражителей зависит от условий, сопровождающих эти раздражения. Например, для процесса питания пища — раздражитель, имеющий биологическое значение и вызывающий слюноотделение, а свет — безразличный раздражитель.

В опыте с собакой эти раздражители ученый совмещал во времени так, чтобы действие света на несколько секунд опережало употребление пищи. После ряда повторений слюна начинала выделяться при вспышке лампочки и отсутствии пищи. Свет, безразличный раздражитель относительно слюноотделения, Иван Павлов назвал условным, поскольку он является условием, при

котором проходило употребление пищи. Раздражитель, имеющий биологическое значение (пищу), ученый назвал безусловным. Физиологическая реакция слюноотделения, происходящая в результате действия условного раздражителя, — пример условного рефлекса.

На основании опыта с собакой Иван Павлов выделил **четыре условия образования условных рефлексов**.

Первое условие: одновременное действие двух раздражителей — условного, то есть безразличного для данного вида деятельности (он в дальнейшем становится условным сигналом), и безусловного раздражителя, вызывающего определенный безусловный рефлекс.

Второе условие: условный раздражитель должен опережать действие безусловного и быть физиологически слабее, чем безусловный.

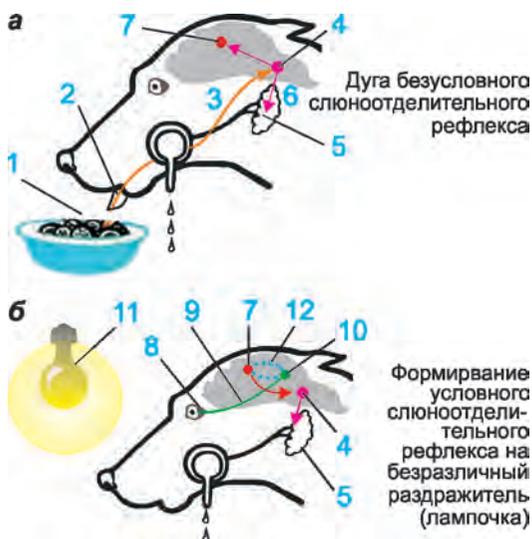
Третье условие: неоднократное подкрепление условного раздражителя безусловным.

Четвертое условие: отсутствие действия посторонних раздражителей.

Механизм образования условных рефлексов. Иван Павлов выяснил, что при одновременном действии на два различных анализатора в различных чувствительных зонах полушарий головного мозга возникает возбуждение. Со временем между этими участками возбуждения (центрами двух рефлексов) образуется связь. Чтобы понять это, рассмотрим путь безусловного рефлекса слюноотделения (ил. 128 а).

По рисунку опишите рефлекторную дугу этого рефлекса. Одновременно с возбуждением центра слюноотделения в продолговатом мозге импульс проводящими путями попадает в пищевой центр коры большого мозга. Когда загорается лампочка, импульсы от рецепторов глаза собаки по зрительным нервам поступают к *зрительному центру* (ил. 128 б).

Если раздражение светом подкрепляется кормлением, возникает возбуждение в обоих корковых центрах (зрительном и пищевом).



Ил. 128. Образование условного слюноотделительного рефлекса:

- 1 — безусловный раздражитель (пища);
- 2 — рецепторы ротовой полости;
- 3 — чувствительный путь;
- 4 — слюноотделительный центр продолговатого мозга;
- 5 — слюнные железы;
- 6 — двигательный путь;
- 7 — пищевой центр коры больших полушарий;
- 8 — рецепторы глаза;
- 9 — зрительный нерв;
- 10 — зрительный центр коры больших полушарий;
- 11 — лампочка;
- 12 — временная связь



При многократном сочетании во времени условного светового раздражителя с безусловным раздражителем (пищей) образуется **временная нервная связь** между центрами безусловного рефлекса и условного раздражителя (ил. 128 б). В образовании данной связи участвует большое количество нейронов. Поэтому при включении лампочки еще до кормления возбуждение из зрительного центра проводится по временному нервному пути в пищевой центр. Оттуда оно попадает в центр слюноотделения (в продолговатом мозге), а из него — в слюнные железы. Так происходит условный рефлекс слюноотделения. Такой механизм характерен для многих условных рефлексов, из которых формируется поведение человека.

Значение условных рефлексов для поведения человека. Условные рефлексы являются приспособительными реакциями организма, которые определяются условиями жизни человека и позволяют заранее адаптироваться к новым условиям. Они имеют предупредительное (сигнальное) значение, поскольку организм начинает целенаправленно реагировать до того, как начнет действовать жизненно важный раздражитель. Поэтому условные рефлексы обеспечивают человеку возможность заранее оценивать опасность или полезность раздражителя, осуществлять целенаправленные действия и сознательно избегать ошибок.

Сформированные в процессе индивидуального опыта реакции на воздействие среды называются **приобретенным поведением**. Индивидуальный опыт приобретается различными путями, в основе которых лежит общая способность живых организмов к обучению. В процессе обучения человек усваивает знания, накопленные человечеством, приобретает умения и навыки социально обусловленного поведения. Приобретенное поведение — основа жизни человека как биосоциального существа. Оно определяется нормами, правилами, принципами сосуществования в той или иной социальной среде.

Приобретенное поведение связано с образованием и торможением условных рефлексов. Образование условных рефлексов у человека начинается с первых дней жизни. Если мать кормит ребенка в одно и то же время, образуется условный рефлекс на время кормления. Через 1–2 недели у новорожденного проявляется рефлекс на его положение для кормления. С развитием ребенка количество условных рефлексов увеличивается. Образуются условные рефлексы на зрительные раздражители: ребенок тянется к груди матери, к бутылочке, из которой сосет молоко, к ложечке, из которой его кормят. С возрастом стрелка на часах сигнализирует ребенку о том, что пора идти в школу, звонок в школе — о начале или окончании урока.

В основе исчезновения условных рефлексов лежит торможение. *Вспомните, что такое торможение.* Различают два вида **торможения условных рефлексов** — *безусловное* и *условное*. Безусловное торможение заключается в том, что условный рефлекс тормозится, если на организм начинает воздействовать сильный посторонний раздражитель. Благодаря этому процессу поведение человека может меняться в зависимости от событий. Он концентрирует внимание на событии, важном для него в данный момент. У человека

безусловное торможение появляется с первых дней жизни. Например, ребенок перестает сосать, если внезапно раздастся резкий звук или у него что-то заболит. Условное торможение возникает, если условный раздражитель многократно не подкрепляется безусловным. Ответная реакция постепенно ослабевает, а затем исчезает вообще. Например, условным торможением можно объяснить временную утрату навыка игры на музыкальном инструменте, если долгое время не играть на нем.

В течение жизни могут образовываться новые условные рефлексы, а старые, не имеющие подкрепления, — угасать. Это обуславливает целесообразные изменения поведения в новых условиях.



Условные рефлексы. Условия и механизм образования условных рефлексов. Проявления приобретенного поведения



При условных рефлексах, как и при безусловных, действует *обратная связь*. Сигнал о том, что состоялась условно-рефлекторная реакция, поступает в кору головного мозга. Он позволяет центральной нервной системе оценить поведенческие акты и подготовиться к новому рефлексу. Без такой оценки невозможно точное приспособление поведения к изменчивым условиям среды.



1. Что такое условный рефлекс? **2.** Назовите условия образования условных рефлексов. **3.** Что лежит в основе механизма образования условных рефлексов? **4.** Каково значение условных рефлексов в жизни человека? **5.** Приведите примеры условных рефлексов, формирующихся в процессе индивидуального развития человека. **6.** Каково значение торможения условных рефлексов для формирования приобретенного поведения человека?



7. Каковы основные различия между безусловными и условными рефлексами? **8.** Почему Иван Павлов назвал связи, возникающие в коре большого мозга при образовании условных рефлексов, временными? **9.** Объясните ситуацию. Играв возле куста шиповника, мальчик сильно поцарапался. Впоследствии он начал осторожно обходить кусты. Почему?



10. Что вы чувствуете, когда видите вкусную пищу, воспринимаете ее запах или слышите позвякивание посуды? Вдруг зазвонил телефон. Что с вами происходит? Почему? **11.** Представьте, что вы надели новый костюм, в котором карманы расположены в других местах, нежели на старой одежде. Опишите свое поведение в течение нескольких дней относительно поиска карманов. Объясните его.



12. Объясните поведение школьников. Ученики писали диктант. Услышав резкий звук sireны пожарной машины, они прекратили выполнять работу. Какие процессы лежат в основе такого поведения? **13.** Почему, когда читаешь интересную книгу, не замечаешь многих событий вокруг?

§ 51. Особенности высшей нервной деятельности человека. Язык

Вспомните, как общаются между собой животные. Какие сигналы они при этом используют? Каково значение языка для жизни человека?

Особенности высшей нервной деятельности человека. Человек, как и животное, приспособляясь к условиям окружающей среды, воспринимает и реагирует на различные сигналы — световые, звуковые, химические и др. Для человека и для животных характерна **первая сигнальная система**. Она проявляется как в безусловных, так и в условных рефлексах, формирующихся на любые раздражители окружающей среды, кроме слова. С помощью первой сигнальной системы человек и животные воспринимают органами чувств сиг-



налы из окружающей среды, фиксируют их в мозге, непосредственно отражая объективную реальность в форме ощущений.

У человека есть еще **вторая сигнальная система**. Ее определяет способность реагировать на систему раздражителей сигналов в виде символов и

ПЕРВАЯ СИГНАЛЬНАЯ СИСТЕМА — это деятельность коры головного мозга, вызванная непосредственным воздействием на сенсорные системы факторов внешней и внутренней среды.

ВТОРАЯ СИГНАЛЬНАЯ СИСТЕМА — деятельность коры головного мозга, которая проявляется в условных рефлексах, формирующихся на своеобразный раздражитель — слово.

ЯЗЫК — система знаков, средство передачи информации и общения между людьми.

РЕЧЬ — общение людей с помощью языка.

условного рефлекса связано с определенным сочетанием звуков, а не смысловым значением слов. Если заменить одно слово другим, близким по смысловому значению («голос» — «погавкай»), собака не будет реагировать. Человек же реагирует на смысловое значение слова, то есть понимает сходство слов (например, «хорошо», «о'кей», «добро» и т. п.).

Вторая сигнальная система целостно отражает объективный мир только тогда, когда постоянно сохраняется ее согласованное взаимодействие с первой сигнальной системой. В течение первых месяцев жизни у ребенка уже проявляются условные рефлексы на слово, но воспринимает он его только как звуковой раздражитель. Для развития второй сигнальной системы необходимо сочетание конкретного образа с его словесным обозначением. В конце первого года жизни слово приобретает для ребенка смысловое значение. Еще до того как ребенок начинает говорить, он уже понимает сущность слов.

Высшая нервная деятельность людей обеспечивается взаимодействием обеих сигнальных систем, тесно связанных между собой. Вторая сигнальная система функционирует благодаря информации, поступающей от первой, трансформируя ее в специфические понятия. Слово выражает *понятие*, в котором отражаются существенные свойства определенных объектов и явлений. Например, ребенок протягивает руку к чашке с горячим чаем и отдергивает ее. Мама ему при этом говорит: «Горячо». В следующий раз, как только мама скажет слово «горячо», ребенок отдернет руку.

Значение второй сигнальной системы. Вторая сигнальная система обеспечивает человеку способность постигать большое количество сигналов, поступающих в головной мозг. Это обуславливает всестороннюю ориентацию человека в окружающем мире. Благодаря второй сигнальной системе в головном мозге человека окружающая действительность отражается путем обобщения понятий с помощью слов.

Например, слово «звери» обобщает различных животных: медведя, лису, белку, волка и др. Человек обобщает словами не только предметы, их свойства,

но и свои ощущения и переживания. С помощью слов он передает информацию, выражает свои эмоции, регулирует поведение. Вторая сигнальная система является социально обусловленной. Вне общества, без общения с другими людьми она не развивается. *Вспомните поведение детей-маугли.*

Развитие и совершенствование второй сигнальной системы происходит непрерывно в процессе обучения человека. Для ее нормального функционирования необходимо взаимодействие различных зон коры головного мозга.

Язык и речь. Люди общаются между собой с помощью языка, который понимается как особая система символов передачи информации. Благодаря языку люди приобретают знания, передают их потомкам, обмениваются мнениями, организуют совместную деятельность. Структурной единицей языка является слово.

Люди произносят слова вслух и воспринимают их на слух, передают информацию с помощью письма, жестов. Слово имеет три формы выражения — слово услышанное, слово увиденное, слово изображенное. Соответственно различают и три **формы выражения языка** (ил. 129): *слуховая, зрительная, двигательная* (письменная и язык жестов). Реализация каждой формы обеспечивается функционированием соответствующего анализатора. *Подумайте, какого именно.*



Ил. 129. Формы выражения языка: а — слуховая; б — зрительная; в, г — двигательная

Язык связан с речью. Физиологической основой речи является условно-рефлекторная деятельность коры большого мозга на раздражитель — слово. Важную роль в речи играют центры коры головного мозга. В левом полушарии большого мозга расположены три центра речи. *Слуховой центр речи* обеспечивает возможность слышать и понимать язык (ил. 135). *Зрительный центр речи* обеспечивает чтение и понимание письма. *Двигательный центр речи* обеспечивает возможность писать и жестикулировать. Благодаря внутренним связям коры центры речи образуют единую систему, осуществляющую восприятие и анализ речевых сигналов и ответную реакцию на словесные раздражения.

В становлении речи выделяются следующие этапы: произнесение отдельных звуков и слогов (2–6 месяцев); проявление первых признаков условного рефлекса на слово, его содержание (6–8 месяцев); возникновение двигательной речи — произношение осмысленных слов (10–12 месяцев). В 1 год дети понимают около 10–12 слов. Активное освоение слова начинается в 1 год и 2 месяца, а в 1,5 года словарный запас ребенка насчитывает уже 50–70,



в 3 года — 1 200–1 500 слов. На третьем году жизни ребенок овладевает грамматической структурой языка. В 6–7 лет формируется способность к *внутренней речи* (воспроизведению информации человеком мысленно).



Первая сигнальная система. Вторая сигнальная система. Язык. Центры языка



Исследования показывают: если ребенка с раннего детства (до 7–8 лет) одновременно обучать разговаривать, а потом читать и писать на двух языках, то мозг «вносит» оба языка в один и тот же участок коры левого полушария. Некоторые слова для большей надежности располагаются в левом и правом полушариях, где также собираются данные об интонации и произношении. Иностранный язык ребенок усваивает как родной, запоминает его на всю жизнь и говорит без акцента. У детей, изучающих язык после 8 лет, информация сосредотачивается только в левом полушарии мозга и сохраняется менее длительный период, чем усвоенная в раннем детстве. *Обсудите целесообразность изучения иностранных языков с раннего детства.*



1. Что такое первая и вторая сигнальные системы? 2. В чем заключается различие высшей нервной деятельности человека и животных? 3. Какая взаимосвязь существует между первой и второй сигнальными системами? 4. Почему слово считают «сигналом сигналов»? 5. Что такое язык и речь? Какие формы выражения языка различают? 6. Что является физиологической основой речи? 7. Где расположены центры речи и каково их значение?



8. Почему поведение человека значительно сложнее, чем поведение животных? 9. Почему язык называют общественным явлением? 10. Некоторые дрессированные попугаи могут произносить отдельные слова и даже предложения. Значит ли это, что у них есть вторая сигнальная система?



11. На основании учета взаимодействия и уравновешенности первой и второй сигнальных систем выделяют следующие типы высшей нервной деятельности: художественный, мыслительный и средний. Чем они характеризуются? Каким людям, по вашему мнению, присущи эти типы ВНД?

§ 52. Обучение и память

Вспомните из курса «Основы здоровья», какие различают виды обучения. От чего они зависят? Какова роль памяти в жизни человека? Отличается ли память у людей разных возрастов и профессий?

Значение и сущность обучения. Человек для того, чтобы полноценно жить в изменчивых условиях окружающей среды, должен учиться.

В процессе **обучения** человек познает окружающий мир (знания, умения и навыки) и приобретает новые формы поведения (привычки). **Знание** — это обобщенный опыт человечества, выраженный в фактах, понятиях, теориях и т. д.

Умение — это сознательное применение знаний для выполнения сложных действий в различных условиях. **Навык** — автоматизированное действие, то есть доведенное до совершенства в результате многократного повторения (без существенного участия сознания в его осуществлении). **Привычки** — это типичные действия или особенности поведения, ставшие потребностью человека. *Приведите примеры положительных и отрицательных (вредных) привычек.*

Обучение осуществляется на основании выработки условных рефлексов различной степени сложности. Различают обучение *целенаправленное* — произвольное обучение, когда человек ставит перед собой цель чему-то научиться, и *нецеленаправленное* — произвольное обучение как побочный продукт

других видов деятельности. Например, выполнение домашних заданий является целенаправленным обучением. А просмотр информации в социальных сетях — это произвольное приобретение знаний.

Виды обучения. Во время учебы человек может приобретать опыт различными способами. Они определяют *вид обучения*. Одним из видов обучения является **привыкание** — процесс, в результате которого организм учится игнорировать какой-либо постоянный раздражитель. Во время привыкания угасают имеющиеся реакции. Например, ребенок сначала пугается, когда видит, как деревья качаются от ветра. Впоследствии он привыкает к этому явлению и не обращает на него внимания. Человек способен усваивать чужой опыт, невольно воспроизводить движения и действия, поведение, манеры других людей путем **подражания**. Например, дети дошкольного возраста в игре копируют взрослых.

Обучение может осуществляться путем «проб и ошибок», то есть **упражнением** (*тренировкой*). Так, многие учатся играть на гитаре, ездить на велосипеде, кататься на роликах и скейтборде и т. п. В результате многократного повторения действия доводятся до автоматизма, формируются навыки.

В процессе обучения человек способен для решения новой задачи использовать предыдущий опыт. Проходит время, когда он начинает понимать сущность проблемной ситуации и видит из нее выход. Момент, когда человек находит решение задачи, над которой размышлял в течение длительного времени, называется озарением (инсайтом). Рассказывают, что греческий ученый Архимед, воскликнув «Эврика!», выскочил из ванны, когда его осенило: он открыл закон выталкивающей силы жидкости.

Память и ее процессы. Важную роль в обучении играет **память**. Она помогает человеку усваивать знания, способы деятельности, передавать их следующему поколению, сохранять индивидуальный опыт. Без памяти невозможны умственная деятельность, воображение, ориентирование в окружающей среде.

В основе памяти лежит образование временных нервных связей между новым возбуждением и нервными процессами, имевшими место ранее. Оказывается, эти процессы не исчезают бесследно, а хранятся в мозге в виде следов. Следы памяти — это отражение того, с чем человек сталкивался в жизни.

Человеческая память способна хранить два вида информации: видовую (врожденную) и индивидуальную (приобретенную). Видовая информация накоплена видом *Homo sapiens* в процессе исторического развития, а индивидуальная — в процессе жизни человека. С учетом этого различают память видовую и индивидуальную. *Видовая память* проявляется безусловными рефлексам, инстинктами и передается по наследству. *Индивидуальная память* реализуется условными рефлексам и составляет основу приспособительного приобретенного поведения.



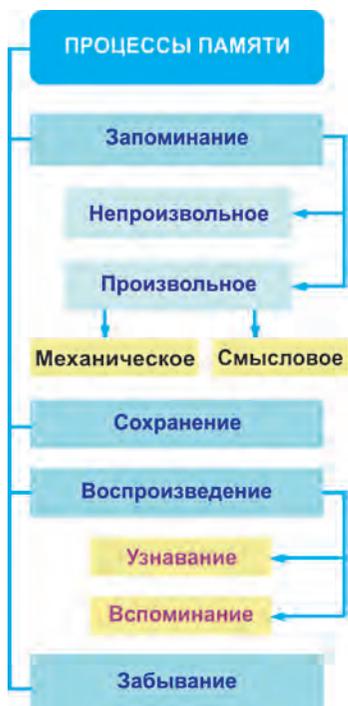
Память характеризуется четырьмя главными **процессами** (ил. 130).

Запоминание — это закрепление в памяти определенной информации. Различается произвольное и произвольное запоминание. *Непроизвольное запоминание* осуществляется тогда, когда человек не ставит специальной цели запомнить. Самопроизвольно запоминается то, что интересует, является необычным, вызывает эмоции. *Произвольное запоминание* является целенаправленным и требует волевых усилий. В зависимости от степени понимания материала оно бывает *механическим* и *смысловым*.

Механическое запоминание осуществляется без понимания сущности материала, а смысловое — тогда, когда человек понимает материал, его смысловые связи и логику построения. При смысловом запоминании человек эффективнее применяет знания для решения различных задач.

Хранение информации, остающейся в мозге после запоминания, фиксирует и может изменять ее. При осмысленном запоминании в памяти сохраняются лишь основные мысли, а все второстепенное исчезает. При механическом запоминании остаются лишь отдельные разрозненные фрагменты.

Показателем прочности запоминания и одновременно следствием хранения информации является **воспроизведение**. Физиологической основой воспроизведения является оживление в коре головного мозга человека ранее образованных временных нервных связей. Простейшая форма воспроизведения — *узнавание*, возникающее при повторном восприятии предметов. Сложной формой воспроизведения является *вспоминание*, поскольку оно происходит без повторного восприятия предмета. Вспоминание может быть произвольным, если человек желает вспомнить что-то конкретное, и произвольным — незапланированным.



Ил. 130. Процессы памяти

Если информация не используется, то она постепенно забывается. В основе **забывания** лежит торможение временных нервных связей в коре головного мозга. Неспособность что-нибудь вспомнить не означает, что информация об этом полностью утрачена. Утрачивается конкретная форма выражения информации. Наиболее существенное остается в опыте человека и используется в различных формах его деятельности. Забывание предохраняет мозг от перегрузки.

Виды памяти. По характеру запоминания различают образную, двигательную, эмоциональную и словесно-логическую память.



Образная память связана с запоминанием, хранением и воспроизведением чувственных образов предметов и явлений, их свойств. В зависимости от анализатора, участвующего в запоминании, она бывает *зрительной, слуховой, вкусовой, обонятельной, осязательной*. **Двигательная (моторная) память** характеризуется запоминанием, хранением и воспроизведением человеком движений, являющихся необходимым условием успешного выполнения многих видов деятельности. **Эмоциональная память** обусловлена запоминанием, хранением и воспроизведением человеком эмоциональных переживаний, касающихся ярких, особых событий в его жизни. **Словесно-логическая память** — это запоминание, хранение и воспроизведение различных мнений, понятий, суждений, в которых отражаются предметы и явления, их общие свойства, существенные признаки.

По продолжительности хранения информации выделяют сенсорную, кратковременную и долговременную память (ил. 131).

Для **сенсорной памяти** характерно непродолжительное (до 2 с) хранение информации, которая фиксируется в рецепторах. Она используется для осуществления человеком определенных действий и операций. Поэтому ее еще называют *оперативной памятью*.

Кратковременная память — это быстрое запоминание (после однократного и непродолжительного восприятия) и хранение информации на короткий срок (от нескольких секунд до получаса). Установлено, что мозг человека одновременно может переработать и запомнить только определенный объем информации. Этот объем составляет 7 ± 2 информационных сигналов (слов, предметов, символов и т. п.). В основе кратковременной памяти лежит циркуляция нервных импульсов по замкнутым цепям нейронов.

Для длительного хранения информации необходимо ее неоднократное повторение. Тогда эта информация сможет перейти в долговременную память. **Долговременная память** обеспечивает длительное хранение информации (знаний, образов, переживаний), которая закрепляется после многократного повторения и воспроизведения. События, происходящие в детстве под влиянием сильных эмоций, запоминаются на всю жизнь. Доказано, что в течение первых пяти лет жизни человек фиксирует в долговременной памяти столько же информации, сколько за всю оставшуюся жизнь. В основе долговременной памяти лежат сложные структурно-химические изменения в телах нейронов или их соединениях.



Ил. 131. Виды памяти

Память человека имеет индивидуальные особенности. Кому-то достаточно услышать то, о чем говорили на уроке, чтобы запомнить материал, а кому-то обязательно нужно несколько раз его прочитать. Некоторые легко заучивают стихи, но не могут запомнить, как доказать теорему, составить химическое уравнение и т. п.

Развитие памяти осуществляется путем постоянной тренировки. Эффективность запоминания зависит от сосредоточенности, четкости восприятия материала. Положительные эмоции, интерес, стремление достичь лучшего результата способствуют лучшему запоминанию. В процессе обучения переход нужной информации в долговременную память облегчается благодаря повторению материала. Эффективность запоминания повышается, если смысл понятен, есть логические связи между различными частями материала, если этот материал используется при выполнении различных задач. Память ухудшается под влиянием алкоголя, токсичных веществ, наркотиков и т. п.

Лабораторное исследование

Тема. Исследование различных видов памяти.

Цель: исследовать индивидуальные особенности и определить преобладающий вид памяти.

Оборудование и материалы: набор карточек со словами, листы чистой бумаги, секундомер.

Ход исследования

1. Прослушайте и запомните 10 слов, выразительно прочитанных учителем с интервалом 3 с. После 10-секундной паузы запишите в произвольной последовательности слова, которые вы запомнили на слух.

2. После 5-минутного перерыва внимательно прочитайте и запомните другие 10 слов, написанных на отдельных карточках. Их демонстрирует учитель с интервалом 3 с. После 10-секундной паузы запишите в произвольной последовательности слова, которые вы запомнили благодаря зрительной памяти.

3. После 5-минутного перерыва слушайте остальные 10 слов, которые диктует учитель с интервалом 3 с, и сразу записывайте их ручкой на листе бумаги. После 10-секундной паузы запишите на другом листе в произвольной последовательности слова, которые вы запомнили благодаря двигательной памяти.

4. Подсчитайте количество правильно воспроизведенных слов в каждом случае. Результаты запишите и сравните их.

5. Сделайте вывод: какой вид памяти преобладает у вас?



Обучение. Виды обучения. Память. Виды памяти



Известны примеры людей с уникальной памятью. Так, Гай Юлий Цезарь и Александр Македонский знали в лицо и по имени всех своих солдат — около 30 тыс. человек. Моцарт в детстве мог, прослушав один раз произведение для хора и оркестра, точно записать его партитуру. Определите вид памяти, который преобладал у этих знаменитостей.



1. Что такое обучение? Каково его значение? **2.** Чем обусловлены различные виды обучения? Назовите их. **3.** Что является основой памяти? Какие процессы ее обеспечивают? **4.** Приведите примеры различных видов памяти, связанной с хранением информации. **5.** Охарактеризуйте сенсорную память. **6.** Чем отличается кратковременная память от длительной? **7.** Назовите виды памяти по характеру запоминания. Каково их значение?



8. Почему трудно преодолеть вредные привычки и неправильно сформированные навыки? 9. В чем заключается полезность шпаргалок, если ими невозможно воспользоваться? 10. Прокомментируйте высказывание Ивана Сеченова: «Человек, лишенный памяти, постоянно находился бы в положении новорожденного, был бы существом, не способным ничему научиться, ничем овладеть».



11. Как меняется ваша работоспособность в течение шести уроков? Почему? По каким учебным предметам вы легче воспринимаете и запоминаете материал? Какой вид деятельности у вас быстро вызывает усталость и какие меры для ее предотвращения вы используете? 12. Среди индивидуальных характеристик памяти выделяют *объем, прочность, скорость, точность* и *готовность*. На основании самонаблюдений охарактеризуйте особенности своей памяти. Как вы считаете, насколько особенности памяти определяют успехи деятельности человека?



13. Часто бывает, что, просмотрев перед уроком текст параграфа учебника, вы уверены, что все усвоили. Но когда вас вызывают к доске, вы не можете воспроизвести учебный материал. Почему?

§ 53. Мышление и сознание

С чем связаны различия в поведении человека и животных? Почему вид, к которому принадлежит человек, называется Homo sapiens? Вспомните, какие функциональные зоны различают в коре больших полушарий.

Сущность мышления. Существенным признаком человека как разумного существа является мышление, возникающее в процессе взаимодействия человека с окружающим миром. Источником мышления, его основой является чувственное познание — изучение окружающей среды с помощью сенсорных систем. В процессе мышления человек познает такие явления, которые нельзя непосредственно воспринять органами чувств, обнаруживает существенные признаки, свойства предметов и явлений, взаимосвязи между ними. Мышление активизируется тогда, когда у человека возникают вопросы («Что это?», «Почему так?», «Как это устроено?» и т. п.), на которые нельзя получить ответ путем восприятия тех или иных объектов. Размышляя, человек оперирует имеющимися у него знаниями, открывает неизвестное в известном и таким образом постигает новое.

МЫШЛЕНИЕ — процесс отражения связей и отношений между предметами и явлениями действительности, обеспечивающий усвоение новых знаний.

В процессе мышления человек познает мир обобщенно и опосредованно (через слово). Любая мысль возникает и приобретает свое развитие в слове, а удачно подобранное слово совершенствует, уточняет мысль. Особую роль в процессе мышления играет внутренняя речь. Она способствует возникновению мысли и подготавливает ее к высказыванию.

Физиологические основы и операции мышления. В основе мышления лежит высшая нервная деятельность всей коры головного мозга, первая и вторая сигнальные системы. Первая сигнальная система обеспечивает предметное конкретное мышление. Вторая сигнальная система обеспечивает *абстрактное мышление*, которое значительно расширяет приспособительные возможности человека. На основании имеющейся информации, способностей, навыков и привычек человек ассоциирует, то есть устанавливает связи между предметами.



Ассоциации помогают ему проникнуть в глубину природных явлений, найти подобные качества предметов, благодаря чему раскрывается их суть, особенности. Например, кислое ассоциируется с лимоном, сладкое — с конфетой.

Мышление, опираясь на знания, осуществляется через *анализ, синтез, сравнение, обобщение, абстрагирование, классификацию*, то есть через мыслительные (умственные) операции (ил. 132). Анализ является первым этапом изучения любого предмета или явления. Синтез обеспечивает целостное видение объекта. Неразрывное единство анализа и синтеза ре-



Ил. 132. Операции мышления



Ил. 133. Формы и виды мышления

ализуется в сравнении, что является основанием для обобщения. Выделение существенных признаков дает возможность для классификации. Абстрагирование раскрывает взаимосвязи между объектами и явлениями и т. п.

Формы и виды мышления.

Выполнение мыслительных операций базируется на формах мышления (ил. 133). *Понятие* отражает существенные свойства предметов. *Суждение* отражает связи между предметами и явлениями, утверждение или отрицание чего-то. *Умозаключение* — форма мышления, когда из одного или нескольких суждений выводится новое суждение.

Различается мышление нескольких видов (ил. 133). *Наглядно-действенное мышление* основывается на непосредственном восприятии предметов. *Наглядно-образное мышление* опирается на представление объекта, предмета. Особенностью *словесно-логического мышления* является то, что оно осуществляется с опорой на понятия и суждения.

Роль коры больших полушарий в мышлении. Вам известно, что в коре полушарий головного мозга выделяют чувствительные, двигательные и ассоциативные зоны.



В мышлении человека важную роль играют **ассоциативные зоны**. Они осуществляют связь между различными участками коры, объединяя все импульсы, поступающие к ним, в целостные акты обучения (чтение, речь, письмо), логического мышления, памяти, и обеспечивают целесообразное поведение (ил. 134). С ассоциативными зонами коры связано формирование второй сигнальной системы.

Несмотря на то что оба полушария головного мозга имеют почти одинаковое анатомическое и микроскопическое строение, роль каждого из полушарий в их совместной деятельности неодинакова. В выполнении одних функций организма преобладает правое, других — левое полушарие. Это явление назвали **функциональной специализацией коры головного мозга**.

По функциональным особенностям полушарий люди делятся на *праворуких* и *леворуких*. Нервные пути, пролегающие от органов к головному мозгу, перекрещиваются. Поэтому левую часть тела контролирует правое полушарие, а правую часть тела — левое полушарие. У большинства людей левое полушарие является доминантным. Речевую функцию обычно контролирует левое полушарие. Это наблюдается у всех праворуких и у 70 % леворуких. Доминирующее левое полушарие обеспечивает праворуким понимание и формирование устной и письменной речи, словесно-логическое мышление, чтение. В нем есть центр счета и памяти (ил. 135).

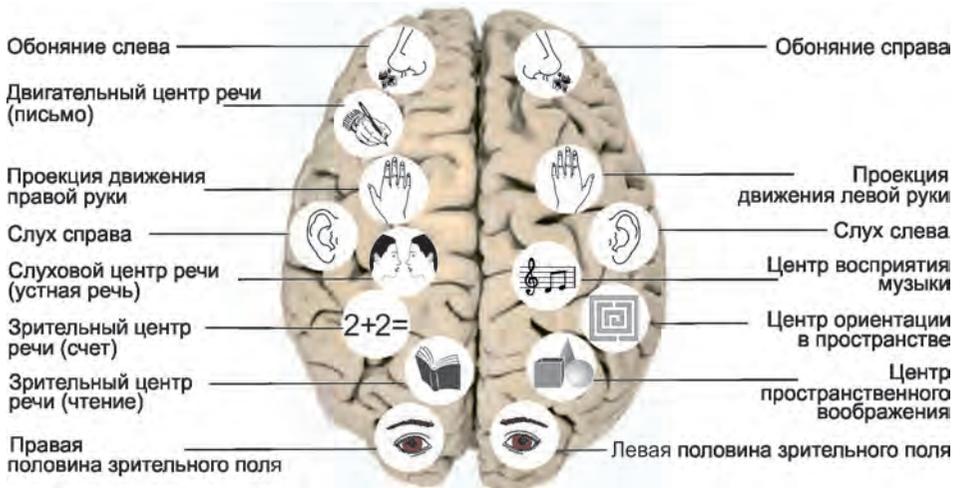


Ил. 134. Ассоциативные зоны коры полушарий головного мозга

Правое полушарие у правшей и у 70 % левшей отвечает за восприятие, переработку, анализ и синтез сигналов первой сигнальной системы. Чувственно-образное восприятие мира, эмоции, чувства, воображение, настроение преимущественно формируются в правом полушарии. Оно содержит центры ориентирования в пространстве и времени. Правому полушарию свойственно чувственно-образное, конкретное мышление. Музыкальные и художественные способности тоже преимущественно определяются функцией правого полушария.

Несмотря на определенное разделение функций и сложные взаимосвязи, оба полушария функционируют согласованно. Левое полушарие позволяет выделить из долговременной памяти сведения. Правое полушарие быстро воспринимает и воспроизводит оперативную информацию. Благодаря левому полушарию человек решает логические задачи, размышляет, планирует свои действия. Благодаря правому — воспринимает целостные образы и музыку, узнает лица и голоса, шум дождя, мечтает. Левое полушарие обуславливает жизнерадостность и оптимизм, а правое — тревогу и печаль.

Человек целостно воспринимает окружающий мир благодаря взаимодействию двух полушарий. Например, если раздается звонок, «слышат» его оба полушария. Однако левое полушарие «не знает», будильник это, телефон или просто звонок в дверь. Правое полушарие «сообщает»: звонит телефон, и человек соответственно отвечает на звонок. Левое полушарие «понимает» слова, но «не может определить», знакомый или незнакомый голос звучит, мужчина



Ил. 135. Схема размещения центров регуляции функций организма в коре головного мозга

это или женщина. Правое полушарие, не вникая в суть разговора, «подсказывает», что говорить и с какой интонацией произносить фразы.

СОЗНАНИЕ — процесс отражения действительности мозгом человека, охватывающий все формы ВНД и обуславливающий ее целенаправленную деятельность.

Сознание и его физиологические основы. Сознание — особая функция мозга, свойственная только человеку. Оно отвечает за психическое

отражение внешнего мира (восприятие, запоминание, мышление, воображение), за общение с другими людьми, обеспечивает целенаправленное поведение человека и определяет его внутреннее состояние. Сознание обеспечивает связь человека с реальным миром, обществом и самим собой. Оно возникает только в обществе под влиянием трудовой деятельности и общения с другими людьми.

В структуре сознания выделяются четыре основные характеристики:

1. Способность отражать окружающий мир с помощью познавательных процессов. Основными среди них являются ощущение, восприятие, мышление, представление. Нарушение любого из этих процессов приводит к расстройству сознания.

2. Способность к самопознанию. Человек способен познать свое «Я», а также разделять мир на «Я» и «не-Я». Осознанное отношение человека к своим потребностям и способностям, влечениям и мотивам поведения, пережи-

ваниям и мыслям называется самосознанием личности. Оно формируется под влиянием жизненного опыта человека и проявляется в способности выделять себя из окружающей среды.

3. Формирование человеком целей деятельности. Человек способен предвидеть будущее, ставить перед собой цель. При этом он оценивает различные мотивы, принимает решения, контролирует и корректирует выполненные действия. Своей деятельностью человек влияет на окружающий мир.

4. Наличие эмоционально-оценочных отношений ко всему, что происходит вокруг него, к другим людям и к самому себе. Отношение проявляется в чувствах и эмоциях.

Физиологической основой сознания считается определенный уровень активности головного мозга. Сознание — это результат целостной деятельности мозга, тесного взаимодействия коры и подкорковых центров. Это особое состояние мозга, при котором возможна реализация высших психических функций (памяти, мышления, воображения и др.). Формирование сознания в первую очередь зависит от факторов внешней среды. Этот процесс связан с языком, поэтому сознание не появляется сразу после рождения, а развивается по мере того, как приобретает жизненный опыт. Человек осознает только те процессы, которые были переработаны мозгом с помощью слов.

Осознанное и неосознанное. Для процесса осознания внешнего воздействия важна продолжительность активности нейронов коры большого мозга. Отличие между осознанными и неосознанными реакциями состоит также в уровне активности мозга, которая определяется количеством возбужденных мозговых структур. Если работает незначительное количество нейронов коры и подкорковых структур, то такие реакции осуществляются как подсознательные. А если реакции происходят при активности значительной части мозга, то они осознаются.

У человека регуляция внутренних функций осуществляется на неосознанном уровне. Не осознаются также некоторые врожденные мотивы деятельности и поведения, влечения, а также патологические явления (бред, галлюцинации). Основу поведения, осуществляемого на уровне подсознания, составляет жизненный опыт, прочные навыки, обеспечивающие возникновение почти мгновенных реакций, автоматических форм поведения. Когда же необходимо нестандартное решение, тогда включаются сознательные механизмы поведенческих реакций.

Человеку свойственно самосознание, благодаря которому он способен понимать не только окружающий мир, но и самого себя, свое отношение к объектам окружающей среды. Оно проявляется в различных формах деятельности, направленных на себя: самонаблюдение, самоанализ, самоконтроль, самооценка, самочувствие и т. п. Благодаря им человек способен к самовоспитанию. С помощью самовоспитания — сознательной деятельности, направленной на выработку и совершенствование положительных и преодоление отрицательных привычек поведения, — человек может воспитывать в себе положительные и устранять отрицательные черты.





Сознание. Самовоспитание



Ученые пытаются выяснить механизмы, обеспечивающие непрерывное осознание окружающего мира. Согласно одной гипотезе, этот процесс основывается на постоянном сопоставлении сигналов, поступающих через органы чувств, с информацией, получаемой из памяти. Мозг выполняет такую работу примерно каждые 0,1 с, то есть человек автоматически вспоминает, каким был окружающий мир мгновение назад, и сопоставляет с данным моментом. Выявленные изменения складываются в последовательную цепь, что обеспечивает непрерывность сознания.



1. Что такое мышление? Что является его физиологической основой? **2.** Назовите операции мышления. **3.** Какие различают формы и виды мышления? **4.** Что называется функциональной специализацией коры головного мозга? **5.** Какое полушарие головного мозга отвечает за логическое мышление? **6.** Каковы физиологические основы сознания? **7.** В чем проявляется сознание человека?



8. В чем состоит различие словесно-логического и наглядно-образного мышления? **9.** Проанализируйте, какое полушарие большого мозга «определяет» расстояние до предметов и «различает» среди значительного количества звуков шум автомашин, а какое «учитывает» правила дорожного движения, расшифровывает дорожные знаки. **10.** Долгое время левшей заставляли в школе писать правой рукой. Однако впоследствии было установлено, что переучивание таких детей вредно для здоровья. Почему? **11.** Присуще ли сознание новорожденным детям? Почему? **12.** Некоторые человекообразные обезьяны с помощью языка жестов могут сообщить о своем эмоциональном состоянии и узнают свое изображение в зеркале. Является ли это свидетельством имеющегося у них сознания? Почему?



13. Среди индивидуальных характеристик мышления выделяют следующие: *глубина, широта, гибкость, осознанность, самостоятельность, критичность.* На основании самонаблюдений охарактеризуйте особенности своего мышления. **14.** Дайте ответ на вопрос «Кто я?» двадцатью словами. Это могут быть существительные и прилагательные, которые, по вашему мнению, вас характеризуют. Попросите родственников ответить на этот вопрос за вас. Сравните полученные результаты и сделайте вывод относительно объективности вашей самооценки. Составьте проект для самовоспитания личностных качеств.



15. Сознание человека может быть не только ясным и четким, но и измененным. Измененные состояния сознания — это способ адаптироваться к изменениям внешней или внутренней среды, например, во время засыпания, при значительной усталости, в экстремальных ситуациях. Измененные состояния сознания достигаются и искусственно во время гипноза, медитации, а также под действием психотропных средств — алкоголя, наркотиков и т. п. Можно ли оправдать поведение человека, совершившего преступление в состоянии опьянения? Почему?

§ 54. Биоритмы

Из каких фаз состоят циклы: а) сердечный; б) дыхательный? Какие сезонные явления явлений ритму жизни животных?

Понятие о внешних и внутренних биоритмах. Вам уже известно, что одним из фундаментальных законов природы является цикличность процессов, происходящих в ней. Функционирование всего живого на Земле — от клетки до биосферы — подчинено определенным биологическим ритмам (биоритмам). Для любого организма биоритмы можно разделить на *внешние* и *внутренние*. **Внешние биоритмы** — это адаптивные биологические ритмы, возникшие как приспособление организма к регулярным изменениям в окру-

жающей среде. Природные ритмы имеют геофизическую природу, будучи связанными с циклическими изменениями в окружающей среде (вращение Земли вокруг собственной оси и вокруг Солнца, а также Луны вокруг Земли). К ним относятся смены дня и ночи, времен года, солнечная активность, электромагнитное поле Земли. Многие внешние биоритмы, то есть изменения в жизнедеятельности организмов, совпадают по периоду с природными ритмами. *Подумайте, какие именно.*

БИОРИТМЫ — это циклические изменения процессов в живой системе.

Внутренние биоритмы — это в первую очередь физиологические ритмы организма, ритмичные протекания большинства физиологических процессов. Человеку присущи следующие внутренние биоритмы: ритмично бьется сердце, вдох сменяется выдохом, сон чередуется с состоянием бодрствования. Ритмично синтезируются вещества в клетке, функционируют ее органеллы. Определенному ритму подчиняется деление клетки, сокращение и расслабление мышц, работа желез внутренней секреции, возбудимость нервной системы.

Разнообразие биоритмов человека. Биологические ритмы имеют различную частоту. Для человека характерны биоритмы высокой, средней и низкой частоты.

Биоритмы высокой частоты — это *ритмы с периодом, не превышающим получаса*. От таких биоритмов зависит деятельность сердца, период биения которого составляет 0,8 с; легких — частота дыхания составляет 16–20 циклов в 1 мин; головного мозга, где импульсы возникают за секунды; биохимических реакций, перистальтики кишечника и т. п.

Биоритмы средней частоты — это *суточные ритмы*. У человека выделяют более 100 физиологических функций, подчиненных суточной периодичности: сон и бодрствование, изменение фаз сна, возникновение через определенный период чувства голода, изменение температуры тела, артериального давления, объема и химического состава мочи, потоотделения, выделения гормонов, мышечной и умственной работоспособности и т. п. Например, показатели температуры тела и артериального давления утром ниже, а во второй половине дня — выше. Максимум и минимум активности различных биологических процессов в течение суток не совпадают во времени. Например, в утренние часы усиливается перистальтика кишечника и моторная функция желудка, происходит опорожнение кишечника. Вечером наиболее выражена выделительная функция почек.

В течение суток для человека характерно колебание уровня процессов жизнедеятельности: повышенная активность и работоспособность (8–12 ч), пониженная активность — середина дня (13–16 ч), второй максимум активности — 16–20 ч, минимальная активность — ночь и начало утра (22–8 ч). Нарушения привычных ритмов приводят к развитию утомления. Однако не всем людям присущи указанные выше колебания работоспособности. Для каждого человека характерны индивидуальные особенности суточного ритма. У одних



людей («жаворонков») высокая работоспособность наблюдается в течение первой половины дня, у других («сов») — в течение второй половины дня, поздно вечером, ночью.

Биоритмы низкой частоты — *недельные, месячные, сезонные, годовые* ритмы. К биологическим процессам этой периодичности относятся эндокринные изменения, половые циклы.

Недельную периодичность имеют интеллектуальные, эмоциональные и физические проявления. В течение недели работоспособность человека неравномерна. В первые дни недели она увеличивается, достигает наивысшего уровня в среду, а затем постепенно уменьшается, заметно падая в воскресенье. *Месячные биоритмы* связаны с колебанием гормональной и половой активности человека в течение месяца (например, менструальный цикл у женщин). *Сезонные биоритмы* человека совпадают по продолжительности с временами года. Так, зимой человеку хочется поспать подольше, чем летом, наблюдается увеличение массы тела. Летом интенсивнее происходит обмен веществ, организм более устойчив к стрессам. *Годовые биоритмы* человека проявляются в процессах роста. Дети растут быстрее в первом полугодии календарного года. Как для внешних, так и для внутренних ритмов наступление очередной фазы зависит в первую очередь от времени. Это важный фактор, на который реагируют живые организмы, приспособившись к циклическим изменениям в природе. Способность чувствовать время называется «биологическими часами».

Все биоритмы организма взаимосвязаны и свидетельствуют об общей периодичности поведения человека.

Регуляция и изменения биоритмов. Считается, что на уровне целостного организма нашими «биологическими часами» руководит гипоталамус. Именно в этой структуре головного мозга происходит соотнесение физиологических процессов в организме с колебаниями освещенности, влажности, атмосферного давления, температуры воздуха, состояния магнитного поля Земли, солнечной активности. Вот почему при понижении атмосферного давления в дождливую погоду хочется поспать. А в солнечный майский день невозможно усидеть дома. Во время магнитных бурь у многих людей болит голова.

Иногда суточная цикличность жизнедеятельности меняется. У человека перестройка биоритмов наступает не сразу, а охватывает несколько циклов и сопровождается нарушениями в физиологическом состоянии организма. Например, у людей, осуществляющих перелеты на значительные расстояния в широтном направлении, наблюдается расхождение их физиологического ритма с местным временем. Организм сначала продолжает функционировать привычно, а потом начинает перестраиваться. При этом ощущается повышенная утомляемость, недомогание, желание спать днем и работать ночью. Период адаптации может длиться от нескольких дней до двух недель.

Правила умственной деятельности. Пренебрежение естественной способностью организма к циклическим изменениям биологических процессов может вызвать утомление. Снижение работоспособности организма может



быть результатом длительного, напряженного или однотипного умственного труда. Проявлением утомления является в первую очередь нарушение равновесия процессов возбуждения и торможения в коре головного мозга, что сказывается на поведении человека. Торможение начинает преобладать над возбуждением. Возбужденным участкам центральной нервной системы нужен отдых. Восстановлению утраченной работоспособности способствуют такие меры: переход от одного вида работы к другому (например, чтение текста книги и записи в тетрадь), своевременный отдых (умственная работа должна продолжаться не более 2 ч подряд) и его правильная организация (отдых должен обязательно предусматривать физическую активность, игры, прогулки на свежем воздухе). Соблюдение режима дня предотвращает преждевременное утомление во время умственного и физического труда.



Биоритмы. Значение биоритмов. Правила умственной деятельности



Медики в древнем Китае заметили, что лекарства по-разному влияют на организм человека в течение суток. Они выделили «часы жизненной силы» и «часы заболеваний». Сегодня эти данные используются, когда назначают лекарства больным.



1. Что такое биоритмы? **2.** Какие виды биоритмов различают? **3.** Чем обусловлены внешние биоритмы? **4.** Приведите примеры внутренних биоритмов. **5.** Какие суточные биоритмы вам известны? **6.** Приведите примеры месячных и годовых биоритмов человека. **7.** Как осуществляется регуляция биоритмов человека?



8. В чем заключается отличие внешних биоритмов от внутренних? **9.** Ученые дискутируют относительно ежегодного перехода с зимнего времени на летнее и наоборот. Одни специалисты считают, что организм к переводу часов приспосабливается быстро и осуществляется экономия электроэнергии. Другие возражают: экономия энергии незначительна, а биоритмы человека нарушаются. Выскажите свое отношение к этой проблеме.



10. Согласны ли вы с мнением, что высокой работоспособности и хорошего самочувствия можно достичь только при условии, что ритм жизни (режим) человека совпадает с присущим его организму ритмом физиологических функций? Ответ обоснуйте.

§ 55. Сон

Какое значение имеет сон в жизни человека? Можно ли считать сон состоянием покоя?

Сон как функциональное состояние организма. Жизнь человека протекает в двух основных функциональных состояниях: бодрствовании и сна. Чередование этих двух состояний является необходимым условием жизнедеятельности человеческого организма, проявлением общего закона природы — ритмичности. Смена бодрствования и сна повторяет суточный природный ритм Земли — смену дня и ночи, к которому на протяжении многих тысячелетий приспосабливались все организмы.

СОН — это физиологическое состояние, характеризующееся отключением сознания, снижением способности нервной системы отвечать на внешние раздражители, снижением активности большинства функций организма и относительной неподвижностью.

Около трети жизни человек спит. Древнегреческие мыслители сравнивали сон с божественным даром, который восстанавливает силы, а разум делает ясным. Иван Павлов считал, что сон — это защитное торможение, возникающее в коре больших полушарий и других структурах. Ученый различал *активный сон*, развивающийся под влиянием тормозящих раздражителей — шума дождя, колыбельной и т. д., и *пассивный сон*, возникающий из-за прекращения или ограничения поступления к коре больших полушарий чувствительных импульсов от рецепторов.

Современное объяснение физиологической природы сна основывается на результатах научных исследований, выявивших в головном мозге *центры сна, бодрствования и торможения движений во время сна*. Основными структурами, отвечающими за состояние бодрствования, являются определенные участки коры большого мозга и промежуточного мозга (гипоталамус). Объединение этих образований в единую систему осуществляют особые клетки ствола



Ил. 136. Факторы сна

головного мозга. Они обуславливают изменение активности нейронов различных мозговых структур. Те нервные клетки, которые были активны днем, становятся менее активными, а те, что были пассивны в течение дня, увеличивают свою активность. Чередование сна и бодрствования (и наоборот) обусловлено изменением факторов и количества сигналов, поступающих от ствола к высшим отделам головного мозга (ил. 136).

Таким образом, сон — это деятельное состояние, обусловленное

переходом активности коры больших полушарий головного мозга на новый режим работы.

Виды сна. Естественный ночной сон состоит из закономерно чередующихся 4–5 циклов продолжительностью 60–90 мин каждый. В каждом цикле различают *фазу медленного сна* и *фазу быстрого сна*.

Основным признаком сна является типичная *биоэлектрическая активность мозга*. Ее можно обнаружить с помощью метода электроэнцефалографии. В состоянии бодрствования и в фазе быстрого сна электрическая активность мозга характеризуется высокочастотными волнами, а в фазе медленного сна — низкочастотными (ил. 137).

На медленный сон приходится около 80 % времени сна, при котором происходит постепенный переход от *дремы* к *глубокому сну*. После засыпания медленный сон характеризуется прекращением двигательной деятельности, расслаблением мышц, снижением температуры тела, кровяного давления, ин-

тенсивности обмена веществ, замедлением частоты дыхательных движений и работы сердца, поверхностным и редким дыханием, изменением электрической активности мозга. Во время глубокого сна выключается сознание, снижаются все виды чувствительности. Человека в стадии глубокого сна очень трудно разбудить.

Через 1–1,5 ч медленный сон сменяется **быстрым сном**, при котором активизируется деятельность всех внутренних органов. В частности, дыхание становится частым, глубоким, усиливается работа сердца, повышается обмен веществ, появляются быстрые движения глаз, отдельные произвольные движения туловища и конечностей. У взрослых людей быстрый сон составляет около 20 % общего времени сна.

Во время быстрого сна мозг работает интенсивно, анализируя, осмысливая, упорядочивая и закрепляя информацию, полученную во время бодрствования. Происходит переработка существующих представлений и фиксация их в долговременной памяти мозга. Люди, разбуженные в этой фазе, в 75–90 % случаев помнят сновидения.

Сновидения ученые объясняют тем, что во время сна активность некоторых участков коры головного мозга не затормаживается, они остаются возбужденными и вызывают определенные чувства. Важную роль в формировании сновидений играют зрительные бугры промежуточного мозга, через которые проходит вся чувственная информация к коре большого мозга. Во время сна передача сигналов к коре затруднена, информация искажается, а сновидения, возникающие в результате этого, имеют необычный характер.

Иногда во время сна воспаленные участки продолжают деятельность, связанную с длительной работой человека над какой-то проблемой. Тогда могут возникать так называемые «творческие сновидения», которые порой подсказывают правильное решение проблемы. Например, Дмитрию Менделееву приснилась периодическая таблица химических элементов, Нильсу Бору — модель атома, Альберту Эйнштейну — некоторые элементы его теории относительности. Известны также факты, что во сне Людвиг ван Бетховен услышал свои первые мелодии, а Рафаэль увидел образ своей знаменитой Сикстинской Мадонны.

Биологическое значение сна. Деятельность центральной нервной системы в течение дня достаточно напряженная. Сон защищает организм от переутомления, положительно влияет на общее самочувствие, умственную деятельность, внимание и т. п. Это связано с восстановительными процессами, протекающими в мозге. Если человек длительное время недосыпает или



Ил. 137. Запись электрической активности мозга во время сна и бодрствования



двое-трое суток вообще не спит, у него нарушаются внимание и память, при-
тупляются эмоции, снижается работоспособность. Во время сна нервная си-
стема поддерживает только жизненно важные функции организма, поэтому
сон предотвращает переутомление и истощение нервных клеток.

Чтобы сон был полноценным, необходимо соблюдать правила гигиены.
Прежде всего, сон должен длиться достаточно, в зависимости от возраста че-
ловека. Так, младенцы должны спать 18–20 часов в сутки, дети дошкольного
и младшего школьного возраста — 10–12 ч, подростки — 9–10 ч, взрослые —
не менее 7–8 ч.

Ложиться спать желательно в одно и то же время, а ужинать — не позже
чем за 2 часа до сна. Пища при этом должна быть легкоусвояемой. Не рекомен-
дуется пить крепкий чай и кофе, возбуждающие нервную систему. Перед сном
полезны прогулки на свежем воздухе. Нежелательно спать на слишком мягком
матрасе. На ночь полезно открывать окно. Сон наступает быстрее, если на
организм не действуют посторонние раздражители: яркий свет, шум, всевоз-
можные запахи, слишком высокая или низкая температура.

Здоровый сон — это залог правильного физического и психического раз-
вития. Иногда при умственном переутомлении, нарушении режима, во время
болезней может возникнуть *бессонница* (нарушение ночного сна — затруднен-
ное засыпание, частые пробуждения ночью или полное исчезновение сна). Это
состояние крайне опасно для психики человека, поэтому при его возникнове-
нии следует обратиться к врачу-психиатру.



Сон. Виды сна. Медленный сон. Быстрый сон. Сновидения. Биологическое значение сна



Неприятности, болезни, а также плохие бытовые условия сна являются причи-
нами того, что человеку снятся кошмары. Излучения различных приборов «вме-
шиваются» в импульсы мозга и искажают сновидения. После травм, переутом-
ления могут возникнуть *патологические сны* — летаргический (длительный)
сон, нарколепсия (кратковременный сон в течение 1–2 мин), снохождение, сноговорение.

Гипноз — состояние сна, вызываемое внушением. Есть три стадии гипноза: *сонливость*,
легкий сон, *снохождение (лунатизм)*. Почти все люди поддаются гипнозу. Но в настоящее
гипнотическое состояние, когда полностью подчиняются приказам гипнотизера и потом
не помнят, что происходило, способно погрузиться лишь 20–25 % людей. Психические
функции во время гипноза можно изменять. Внушение может вызвать галлюцинации, из-
менение качества ощущений, черт личности. Но под гипнозом собственная личность че-
ловека никогда полностью не уступает место «новой» личности.



1. Что такое сон? **2.** Назовите виды сна. **3.** Охарактеризуйте сон как функ-
циональное состояние организма. **4.** В чем заключается различие быстрого и
медленного сна? **5.** Что такое сновидение? Когда оно возникает? **6.** Объясните
биологическое значение сна.



7. Как вы считаете, сон — это отдых или работа мозга? Ответ обоснуйте.
8. Докажите, что сон необходим организму. **9.** Рассмотрите ил. 136 и определите
факторы, которые: а) способствуют сну; б) не позволяют заснуть. **10.** Как влия-
ет сон на эмоциональное состояние утром и работоспособность в течение дня?
11. Проследите в течение недели, соблюдаете ли вы правила гигиены сна.

Высшая нервная деятельность (ВНД) — это деятельность коры и подкорковых структур головного мозга, основа психических процессов. Она представляет собой совокупность условных и сложных безусловных рефлексов. ВНД обеспечивает поведенческие реакции организма благодаря совершенным приспособлениям к условиям существования. В их основе лежит способность коры головного мозга к быстрой смене нервных процессов — возбуждения и торможения. Основными показателями нервных процессов является сила, уравновешенность и подвижность. На их основе выделяется четыре основных типа высшей нервной деятельности.

Врожденные, относительно постоянные реакции организма на воздействие внешней или внутренней среды — это безусловные рефлексы. Их совокупность, направленная на удовлетворение основных биологических потребностей, образует инстинкты. Они формируют инстинктивное поведение. Условные рефлексы — это индивидуально приобретенные рефлекторные реакции, которые вырабатываются на базе безусловных рефлексов. Они носят временный характер и имеют сигнальное значение. Физиологической основой условных рефлексов является образование временной нервной связи между центрами безусловного рефлекса и условного раздражителя. Условные рефлексы формируют приобретенное поведение человека.

У человека, кроме первой, есть и вторая сигнальная система — способность реагировать на слово. Высшую нервную деятельность человека обеспечивает взаимодействие двух сигнальных систем.

Индивидуальный опыт человека усваивается в основном благодаря обучению, виды которого обусловлены способом приобретения опыта. Память — это способность фиксировать, хранить, обрабатывать и воспроизводить информацию. Ее виды зависят от характера запоминания и длительности хранения информации. Мышление — это процесс отражения связей и отношений между предметами и явлениями действительности, который осуществляется через мыслительные операции. Сознание — это особая функция мозга, которая охватывает все формы ВНД и обуславливает ее целенаправленную деятельность.

Циклические изменения биологических процессов называются биоритмами. Сон — это физиологическое состояние, характеризующееся отключением сознания, снижением способности нервной системы отвечать на внешние раздражители, понижением активности большинства функций организма. Он защищает организм от переутомления. Для предотвращения преждевременного утомления во время умственного труда необходимо соблюдать режим дня.



Тема 10. РЕГУЛЯЦИЯ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА

Вся человеческая жизнь нуждается в ритме и в гармонии.

Платон, древнегреческий философ

§ 56. Гомеостаз и регуляция функций организма. Нервная регуляция. Гуморальная регуляция

Вспомните, какие показатели физиологического состояния организма являются относительно постоянными. Какие системы органов осуществляют поддержание постоянства физиологических показателей организма человека?

Гомеостаз и его значение. Главным условием существования любого существа является сохранение постоянства строения и функций организма при любых обстоятельствах.

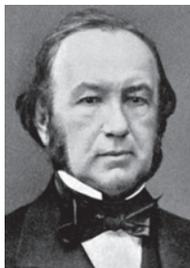
Как известно, организм человека вынужден постоянно приспосабливаться к изменчивым условиям окружающей среды. При этом внутренняя среда организма (кровь, лимфа, тканевая жидкость) остается относительно постоянной и ее показатели колеблются в очень узких пределах. К таким показателям относятся температура тела, артериальное давление, объем крови, содержание в ней глюкозы, воды, солей, газов, ионов, ее кислотно-щелочной баланс и осмотическое давление. Именно это и обеспечивает относительную устойчи-

ГОМЕОСТАЗ (от греч. *homeo* [гѳмео] — подобный, одинаковый; *stasis* [стазис] — стояние) — это динамическое относительное постоянство состава, физико-химических свойств внутренней среды организма и всех физиологических процессов в ней.

вость жизнедеятельности организма человека в различных условиях окружающей среды.

Представление о значении постоянства внутренней среды (при очевидной изменчивости внешней) сформулировал в конце XIX в. французский физиолог Клод Бернар. В начале XX в. американский физиолог Уолтер Кэннон ввел понятие *гомеостаза*.

Гомеостаз — главное условие существования клеток и их нормального функционирования. Приспособительное значение гомеостаза заключается в создании оптимальных условий для выполнения функций всеми клетками организма. Благодаря гомеостазу сохраняется стабильность и согласованная работа клеток, тканей, органов и систем органов организма как единого целого.



*Клод Бернар
(1813–1878)*



*Уолтер Кэннон
(1871–1945)*

Так, жидкая среда организма имеет постоянную концентрацию солей и кислотно-щелочную реакцию (рН), и только при их норме возможно оптимальное протекание обмена веществ.

В частности, кровь обладает слабощелочной реакцией: рН артериальной крови составляет 7,4, а венозной — 7,35. Длительное смещение рН крови человека даже на 0,1–0,2 может оказаться смертельным, так как существенно нарушаются отдельные структурные элементы клеток и их функции. Поэтому деятельность всех механизмов, регулирующих физиологические процессы,

сводится, прежде всего, к поддержанию гомеостаза. *Вспомните, как регулируется водно-солевой обмен.*

Регуляция функций организма. В основе гомеостаза лежат динамические процессы, поскольку постоянство внутренней среды постоянно нарушается и так же постоянно обновляется. Поэтому гомеостаз можно рассматривать как совокупность скоординированных реакций, направленных на обеспечение, поддержание или восстановление постоянства внутренней среды организма.

Гомеостаз поддерживается непрерывной работой органов кровообращения, пищеварения, дыхания, выделения и эндокринных желез. Основное значение кровообращения для поддержания гомеостаза заключается в транспорте питательных веществ, поступивших в организм в процессе пищеварения, и газов, участвующих в дыхании. Основное назначение системы органов дыхания — это поддержание постоянного уровня кислорода и углекислого газа в артериальной крови при обычных затратах энергии на дыхательные движения. Почка является основным органом, предназначенным для сохранения постоянства физико-химических условий в организме, включая регуляцию водно-солевого баланса, поддержание кислотно-щелочного равновесия и выведение из организма продуктов обмена белков и жиров.

Важная роль в поддержании гомеостаза принадлежит нервной системе, регулирующей деятельность всех органов и систем организма. Благодаря этому в организме постоянно происходят процессы регуляции физиологических функций, создающие необходимые для существования организма условия.

Как вам уже известно, согласованная работа клеток, тканей, органов и систем в организме регулируется двумя способами: нервным и гуморальным.

Нервная регуляция функций осуществляется с помощью нервной системы, которая имеет центральную и периферическую части. Как известно, головной и спинной мозг связан нервами со всеми органами, объединяя их в единое целое и обеспечивая связь с окружающей средой. Он регулирует работу органов с помощью электрических сигналов — *нервных импульсов*, передающихся по нервным путям в рабочие органы. Механизмом нервной регуляции является рефлекс. *Вспомните, что такое рефлекс и рефлекторная дуга.*

Нервная регуляция в целом — это сложное взаимодействие *безусловных* и *условных* рефлексов. Для поддержания гомеостаза очень важны безусловные рефлексы при участии вегетативной нервной системы, благодаря которым она возбуждает или тормозит функции организма в ответ на изменения внешней и внутренней среды. Вегетативная нервная система поддерживает постоянство внутренней среды организма путем изменения активности симпатической и парасимпатической частей. Гомеостаз регулируется непосредственно промежуточным мозгом, поскольку деятельность вегетативной нервной системы контролирует гипоталамус, а его контролирует кора головного мозга.

Нервная система, тонко и точно воспринимая изменения условий окружающей среды и внутреннего состояния организма, своей деятельностью обеспечивает соответствие работы органов для потребностей организма. Пе-



редача информации в главные центры нервной системы со всех участков организма происходит очень быстро (за доли секунды). Тотчас наступает кратковременный, четко локализованный ответ.

Гуморальная регуляция функций осуществляется жидкостями внутренней среды. *Вспомните, какие жидкости образуют внутреннюю среду организма.* Ее механизм заключается в химическом взаимодействии между клетками организма с помощью *веществ*, образующихся в процессе обмена. Продукты обмена (углекислый газ, витамины, продукты распада белков и т. д.) разносятся кровью по всему организму и влияют на самые разнообразные процессы в клетках, тканях, органах и организме в целом.

Некоторые вещества обладают высокой биологической активностью: даже в очень малых концентрациях они способны вызвать значительные изменения функций отдельных органов и организма в целом. Биологически активные вещества вырабатываются многими клетками организма. Часть этих веществ очень быстро разрушается, поэтому, выделяясь в тканевую жидкость, может воздействовать на соседние клетки. Действие других биологически активных веществ — *гормонов*, вырабатываемых специальными органами — *железами внутренней секреции*, более длительное. Биологически активные вещества регулируют функции организма подобно нервной системе: усиливают (возбуждают) или подавляют (тормозят) их.

В целом гуморальная регуляция характеризуется тем, что не имеет определенного «адресата» (биологически активное вещество воздействует на все клетки, но чувствительны к ней лишь те, у которых есть соответствующий рецептор), действует медленно, влияет на организм длительное время.

Роль саморегуляции в поддержании гомеостаза. Постоянство внутренней среды и устойчивость всех функций организма достигается путем саморегуляции. Саморегуляция заключается в том, что любое отклонение от нормального состава внутренней среды организма включает нервные и гуморальные процессы, возвращающие его к исходному уровню.

Саморегуляция функций происходит не только на уровне организма, но и на клеточном уровне. Например, если в клетке вырабатывается избыточное количество белка, то скорость его синтеза уменьшается.

Нервная и гуморальная регуляции тесно взаимосвязаны. В частности, гормоны влияют на состояние нервной системы. Образование и выделение гормонов контролирует нервная система. Так, в гипоталамусе эти взаимодействия осуществляются через влияние гормонов на активность нейронов, обеспечивающих интеграцию вегетативной нервной системы и эндокринных желез.

Нервная регуляция более совершенна. Нервные структуры чрезвычайно быстро воспринимают мельчайшие изменения физико-химических параметров внешней и внутренней среды и реагируют на них.

Нервный и гуморальный механизмы регуляции действуют взаимосогласованно и образуют единую **нейрогуморальную регуляцию**, создающую условия для взаимодействия всех систем организма, связывающую их в единое целое и обеспечивающую взаимодействие организма со средой.



Гомеостаз. Нервная регуляция. Гуморальная регуляция. Саморегуляция. Нейрогуморальная регуляция



1. Что такое гомеостаз? В чем заключается его значение? 2. Какие показатели характеризуют гомеостаз внутренней среды организма? 3. В чем заключается сущность нервной регуляции физиологических функций организма? 4. Охарактеризуйте гуморальную регуляцию и ее преимущества по сравнению с нервной. 5. Объясните роль саморегуляции в поддержании гомеостаза.



6. Докажите, что гомеостаз — главное условие нормального функционирования клеток организма. 7. Один и тот же ли смысл вкладывается в понятия «гуморальная регуляция» и «гормональная регуляция»? Почему? 8. Какие регуляторные системы вам известны? Выскажите свое мнение относительно потребности человека в различных механизмах регуляции функций. 9. Прокомментируйте высказывание древнегреческого философа Платона, вынесенное как эпиграф к теме.



10. Почему раздраженному человеку не сидится на месте — у него возникает желание двигаться, есть, говорить и т. д.? О чем это свидетельствует? 11. Докажите, что нейрогуморальная регуляция — основа целостности организма.

§ 57. Гормоны. Эндокринная система

Вспомните, какую роль выполняют в гуморальной регуляции железы внутренней секреции.

Гормоны. Главным фактором гуморальной регуляции являются гормоны, вырабатываемые железами внутренней секреции. Термин «гормон» предложили в 1905 г. английские физиологи Уильям Бейлис и Эрнест Старлинг, применив его к регулятору секреции поджелудочной железы — секретину.

Гормоны регулируют процессы обмена веществ, роста и развития, размножения, иммунитета. Попадая в кровь, лимфу и тканевую жидкость, они корректируют деятельность органов в соответствии с состоянием внутренней и внешней среды. В норме гормоны обеспечивают восстановление гомеостаза, а при нарушениях функции желез, которые их вырабатывают, обуславливают возникновение нарушений работы органов.

Гормоны — это органические соединения, преимущественно белки (например, инсулин), а также — жироподобные вещества (например, стероиды). Химическая структура большинства из них исследована, что позволило синтезировать их искусственно и использовать для предотвращения и лечения различных заболеваний.

Роль гормонов в поддержании гомеостаза и адаптации организма. Каждый гормон регулирует определенную функцию организма способен реагировать на нарушения гомеостаза. Все гормоны оказывают влияние на ор-

ГОРМОНЫ (от греч. *hormao* [гормао] — двигаю, возбуждаю) — биологически активные вещества, которые в очень малых концентрациях способны в значительной степени влиять на органы и ткани, а также организм в целом.



Уильям Бейлис (1860–1924)



И Эрнест Старлинг (1866–1927)

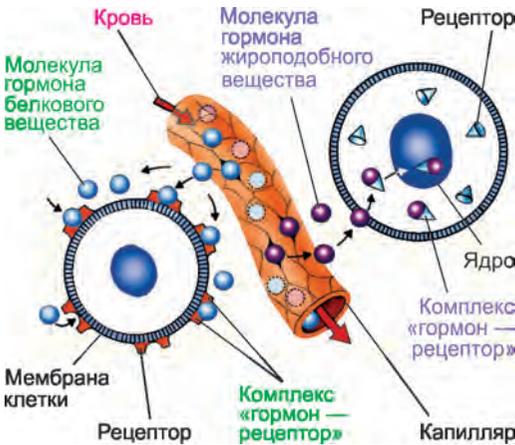


ганизм во взаимодействии: одни усиливают, а другие ослабляют те или иные функции органов и организма в целом. В частности, один гормон контролирует верхнюю границу определенного физиологического показателя (например, содержание веществ во внутренней среде, давление крови, диаметр сосудов и т. д.), а другой — нижнюю.

Гормонам свойственна *избирательность действия*: они через кровь оказывают влияние лишь на чувствительные к ним клетки организма. Это обусловлено тем, что в мембране или в цитоплазме клетки содержатся особые клеточные рецепторы, «распознающие» определенные гормоны. Эти рецепторы исполняют роль своеобразных «замков», а гормоны — соответствующих «ключей», образуя комплекс «гормон-рецептор» (ил. 138), являющийся основой взаимодействия гормонов с клеткой. Механизм действия гормонов заключается в изменении проницаемости клеточной мембраны и воздействии на активность внутриклеточных ферментативных процессов.

В частности, гормоны белковой природы взаимодействуют с рецептором на поверхности мембраны и оказывают влияние на транспорт веществ; гормоны жироподобной природы проникают сквозь мембрану, оказывая влияние на цитоплазму и ядро, а через них — на обмен веществ в клетке (ил. 138).

Механизм регуляции работы эндокринной системы. Совокупность желез внутренней секреции образуют **эндокринную** (от греч. *endo* [эндо] — внутри; *стуро* [крино] — выделяю) **систему**. Они обеспечивают эндокринную регуляцию, осуществляемую через жидкости внутренней среды.



Ил. 138. Механизм действия гормонов

Количество гормонов, выделяемых железами внутренней секреции, регулируется **механизмом обратной связи**. Он согласовывает деятельность желез внутренней секреции в зависимости от потребностей организма: то *способствуя выработке гормонов* (положительная обратная связь), то *тормозя ее* (отрицательная обратная связь). Так, если железа вырабатывает гормона больше, чем этого требует

организм, то она «выключается». И наоборот: если железа вырабатывает гормона меньше, чем этого требует организм, она «включается». Механизм обратной связи помогает поддерживать гомеостаз организма, одновременно влияя на выработку различных гормонов. Например, в крови человека увеличилось содержание глюкозы — это приводит к увеличению выделения гормона инсулина, способствующего транспорту глюкозы в клетки и ее расщеплению там. В то же время уменьшается выделение глюкагона (ил. 139). И наоборот, когда уменьшается уровень глюкозы в крови, снижается выработка инсулина и повышается выработка глюка-

гона — гормона, вызывающего высвобождение глюкозы из клеток и увеличение ее количества в крови.

Действие гормонов определяется стадией развития организма, его физио-



Ил. 139. Механизм регуляции выделения гормонов

логическим состоянием, возрастом. Например, в подростковом возрасте возрастает количество половых гормонов, а в пожилом — уменьшается. В организме слаженная работа желез внутренней секреции иногда нарушается: железы продуцируют *избыточное количество гормонов (гиперфункция)* или *недостаточное (гипофункция)*. Как недостаточное, так и избыточное образование гормонов железами внутренней секреции приводит к нарушениям жизнедеятельности организма и возникновению тяжелых заболеваний.

Роль нервной системы в регуляции функций эндокринных желез.

Функции эндокринной системы регулируются нервной системой. Она направляет нервные импульсы к железам внутренней секреции, которые в ответ на раздражение выделяют гормоны, разносящиеся кровью в различные органы, ткани и клетки организма и регулируют их деятельность.

Регулирующее влияние центральной нервной системы на деятельность желез осуществляется через структуру головного мозга — **гипоталамус**. Он через нервы и кровеносные сосуды связан с главной железой внутренней секреции — **гипофизом**, являющимся структурным элементом промежуточного мозга. Гипоталамус — важный структурный элемент промежуточного мозга, связующее звено между нервной и эндокринной системами, поскольку он способен вырабатывать и нервные импульсы, и гормоны. Гипоталамус содержит особые нейросекреторные клетки, вырабатывающие *нейрогормоны*. Некоторые из этих нейрогормонов через гипофиз попадают в кровь и участвуют в регуляции деятельности внутренних органов. Значительная часть нейрогормонов только стимулирует выделение гипофизом собственных гормонов, регулирующих работу других желез внутренней секреции. Таким образом, гипофиз выполняет свои функции под влиянием гипоталамуса. Активность клеток гипоталамуса, согласно механизму обратной связи, стимулируют гормоны, выделяемые гипофизом.

ГИПОФУНКЦИЯ (от греч. *hupo* [гипо-] — префикс, означающий снижение; лат. *functio* [функции] — исполнение, совершение) — недостаточная деятельность железы, приводящая к уменьшению выделения ею гормонов.

ГИПЕРФУНКЦИЯ (от греч. *hiper* [гипер] — префикс, означающий повышение; лат. *functio* [функции] — исполнение, совершение) — усиление деятельности железы, приводящее к чрезмерному увеличению выделения ею гормонов.



Гипоталамус связан с другими частями центральной нервной системы. Благодаря этому к нему поступают нервные импульсы информации от всего организма. В соответствии с полученной информацией нейросекреторные клетки гипоталамуса производят те или иные гормоны, регулирующие деятельность многих органов и тем самым поддерживают гомеостаз.

Далее мы рассмотрим лишь основные гормоны основных желез внутренней секреции, химическая природа и функциональные особенности которых лучше исследованы и значение которых для организма чрезвычайно важно.



Гормоны. Эндокринная система. Нарушение деятельности эндокринных желез: гиперфункция, гипофункция



Известно, что ткани многих органов могут выделять гормоны. Это так называемые простагландины (от греч. *prostates* [простатес] — стоящий впереди; лат. *glans* [гланс] — желудь) — особый вид гормонов, обеспечивающих местные эффекты на уровне органов и тканей, их производящих. Например, секретин производится 12-перстной кишкой и усиливает секрецию поджелудочного сока.

Подумайте, в чем заключается биологическое значение простагландинов.



1. Что такое гормоны? В чем заключается их значение? **2.** Как гормоны регулируют гомеостаз внутренней среды организма? **3.** Что такое эндокринная система? **4.** Объясните механизм обратной связи в регуляции работы эндокринной системы. **5.** Какая часть головного мозга является регулятором деятельности желез внутренней секреции?



6. Обоснуйте роль нервной системы в регуляции функций эндокринных желез. **7.** Почему гипоталамус можно назвать железой внутренней секреции? Каково значение производимых им веществ? **8.** Приведите примеры действия механизма обратной связи в явлениях природы или бытовых приборах.



9. Известны ли вам гормональные медицинские препараты? Почему принимать их следует очень осторожно и только по назначению врача?

§ 58. Железы внутренней секреции. Гипофиз. Щитовидная железа

Вспомните, какие железы в организме человека являются самыми крупными и каково их значение.

Разнообразие желез организма. По способу секреции железы организма делятся на железы внешней, внутренней и смешанной секреции (ил. 140).

Железы внешней секреции — сравнительно крупные органы, имеющие собственные протоки, через которые они выделяют свои секреты (слизь, пот, ферменты) в полости тела, органов или во внешнюю среду. Это — печень, слюнные, слезные, слизистые, потовые, молочные и другие железы.

Железы внутренней секреции — это небольшие органы (ил. 141), выделяющие гормоны непосредственно в жидкости внутренней среды. Эти железы



Ил. 140. Классификация желез организма и особенности их действия

имеют плотную сеть капилляров и нервов. Их общая масса составляет около 100 г. Все железы внутренней секреции расположены в различных участках тела, но функционально взаимосвязаны и составляют единую эндокринную систему. В этой системе ведущая роль принадлежит гипофизу.

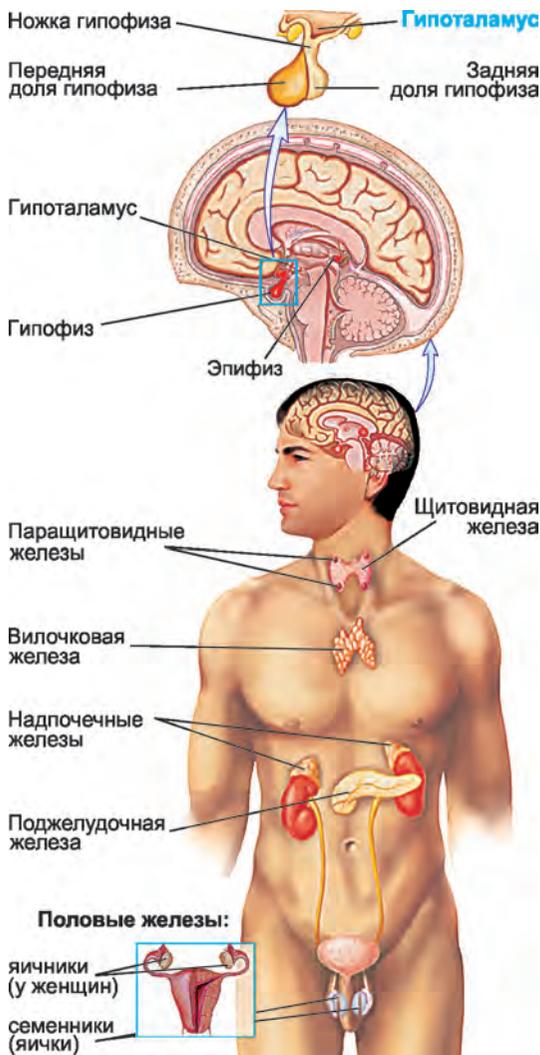
К **железам смешанной секреции** относятся поджелудочная и половые железы, выполняющие одновременно внешне- и внутрисекреторную функции.

Гипофиз — небольшая (0,35–0,65 г), но очень важная многофункциональная железа внутренней секреции, расположенная в полости черепа у основания мозга под гипоталамусом и связанная с головным мозгом гипофизной ножкой (ил. 141).

Передняя доля гипофиза вырабатывает ростовые и регуляторные гормоны. **Гормон роста (соматотропин)** определяет рост организма в юношеском возрасте. Наверное, вы слышали о людях-карликах и людях-гигантах? Гипофункция гормона роста у детей приводит к задержке роста (*карликовости*), при этом пропорции тела и умственное развитие остаются нормальными. Гиперфункция соматотропина гипофиза в юношеском возрасте вызывает *гигантизм* (ил. 142), а у взрослых — болезнь *акромегалию* (нарушение пропорций тела).

Другие гормоны передней доли гипофиза (так называемые **тропные гормоны**) регулируют и координируют работу желез внутренней секреции (щитовидной, надпочечных и половых). Поэтому гипофиз называют дирижером эндокринной системы.

Задняя доля гипофиза выделяет гормоны, вырабатываемые в гипоталамусе промежуточного мозга. **Антидиуретический гормон (вазопрессин)** усиливает процессы реабсорбции воды в канальцах нефронов почек, уменьшая выделение мочи. При гипофункции развивается так называемый *несахарный диабет*.



Ил. 141. Железы внутренней секреции



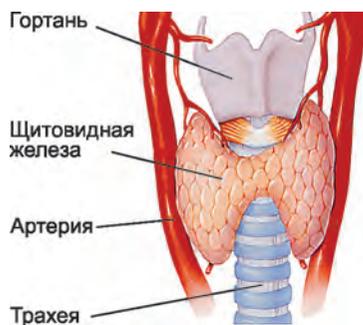


Ил. 142. Гигантизм

хряща. Состоит из двух частей, соединенных тонким перешейком (ил. 143).

Клетки железы активно впитывают йод из плазмы крови и накапливают его. Щитовидная железа продуцирует йодсодержащие гормоны, в частности **тироксин**. Он способствует процессам окисления в клетках, регулирует обмен веществ, рост и развитие. Кроме того, гормоны щитовидной железы оказывают влияние на функции центральной нервной системы и поведение человека.

Недостаток гормонов щитовидной железы в детском возрасте приводит к задержке роста, психического и полового развития (*кретинизм*) — дети растут только до 140 см, нарушаются пропорции тела, замедляется обмен веществ, повышается содержание углеводов в крови, задерживается развитие речи. Введение гормонов извне улучшает развитие, но полностью не нормализует его. У взрослых при гипофункции щитовидной железы снижается обмен веществ, развивается ожирение, апатия, снижается температура тела, кожа становится более толстой и сухой.



Ил. 143. Щитовидная железа

При гиперфункции щитовидной железы развивается *базедова болезнь*, характеризующаяся интенсивным обменом веществ, увеличением частоты сердечных сокращений, повышенной температурой, возбудимостью нервной системы, уменьшением массы тела, выпученностью глаз. Щитовидная железа увеличивается и выступает на шее в виде зоба (ил. 144).

Для образования гормонов щитовидной железы необходим йод (около

Это заболевание характеризуется резким увеличением суточного количества мочи (более 5 л), но, в отличие от сахарного диабета, не содержащей сахара.

Другой гормон задней доли гипофиза — **окситоцин** — вызывает сокращение гладких мышц половых органов (особенно матки), тем самым влияя на выполнение половых функций.

Профилактика нарушений работы гипофиза состоит в предотвращении травм головы, воспалительных заболеваний головного мозга, нарушения обмена веществ, кровоснабжения гипофиза и гипоталамуса, что может привести к функциональным и морфологическим изменениям в их тканях.

Щитовидная железа. Это одна из крупнейших (около 40 г) желез внутренней секреции. Она расположена спереди по обе стороны от гортани и верхней части трахеи, ниже щитовидного

0,3 мг в сутки), поступающий в организм в основном с овощами и водой. Количество йода в воздухе, воде, почве и растениях в местностях, удаленных от моря, и в горных районах незначительно. Поэтому у жителей этих районов может развиваться **йододефицит**, вызывающий такое заболевание, как *эндемический зоб*. Вследствие снижения активности гормонов происходит повышение активности железы и значительное ее разрастание.

Йододефицит можно легко и эффективно предотвратить. Чтобы уменьшить нехватку йода в питании, применяют методы индивидуальной, групповой и массовой йодной профилактики. Индивидуальная йодная профилактика заключается в употреблении продуктов с повышенным уровнем йода, а также приеме лекарственных препаратов, обеспечивающих поступление физиологического количества йода в организм. Массовая йодная профилактика считается наиболее эффективным и экономически выгодным методом и достигается путем добавления солей йода в наиболее востребованные продукты питания (поваренная соль, вода, хлеб). Йодированную соль использует более 70 % населения всего мира.



Ил. 144. Базедова болезнь: увеличенная щитовидная железа (зоб)

ЙОДОДЕФИЦИТ — снижение содержания йода в организме, необходимого для нормального функционирования щитовидной железы.



Железы внутренней секреции. Гипофиз. Щитовидная железа. Эндемический зоб. Йододефицит и его профилактика



Эндорфин — гормон гипофиза, способный утолять боль. Повышенное содержание этого гормона обуславливает приподнятое настроение и вызывает состояние эйфории — ощущение радости и удовлетворения без объективных причин. Любое переживание, связанное с любовью, творчеством, славой, властью, повышает уровень эндорфинов в мозге.



Биохимики разработали метод синтеза генно-инженерного гормона роста человека. Он выделяется кишечной палочкой, в которую введен соответствующий ген. Новый препарат прошел клинические исследования и рекомендован для лечения детей с дефицитом гормона роста. Подумайте, какое значение имеет этот метод для медицины.



1. Что такое железы внутренней секреции? Назовите их. **2.** Чем отличаются железы внутренней и внешней секреции? **3.** В чем заключаются особенности желез смешанной секреции человека? **4.** Почему гипофиз называют главной железой внутренней секреции? **5.** Какой элемент необходим для нормального функционирования щитовидной железы?



6. Какие функции желез внутренней секреции обусловлены особенностями их строения? **7.** В одной из известных сказок рассказывается о разгневанной мачехе, которая на глазах у падчерицы мгновенно превратилась в ведьму: нос у нее обострился, глаза вылезли из орбит, шея и лицо вздулись, а все тело затряслось. Возможно ли такое в реальной жизни? Почему?



8. Почему после аварии на Чернобыльской АЭС первой на повышение радиационного фона «среагировала» щитовидная железа? Почему больше всего пострадали дети? Как вы считаете, были ли приняты надлежащие меры по смягчению воздействия излучения и какова их эффективность?





9. Случались ли в вашей жизни ситуации, вызывавшие состояние эйфории? Опишите свои ощущения в этом состоянии. Можно ли, по вашему мнению, управлять этими ощущениями?

§ 59. Железы внутренней секреции (продолжение)

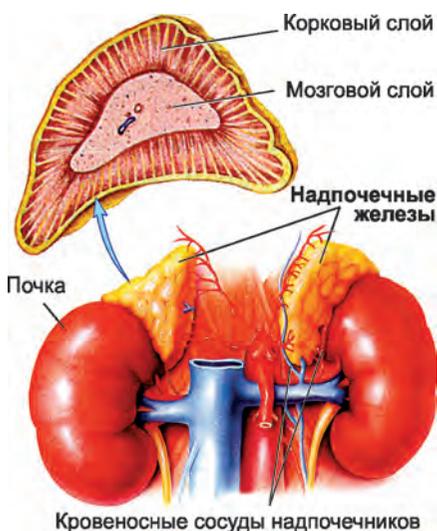
Почему железы внутренней секреции называют «маленькими органами большого значения»? Что вам известно об адреналине?

Надпочечные железы, или **надпочечники**, — небольшие парные органы (около 15 г), расположенные в брюшной полости на верхних полюсах почек, что и обусловило их название (ил. 145). Они состоят из двух слоев: наружного — *коркового* и внутреннего — *мозгового*.

В корковом слое надпочечников синтезируются гормоны — **кортикостероиды**, в частности *кортизон*. Они регулируют водно-солевой обмен, обмен органических веществ и выделение половых гормонов. Кортикостероиды отвечают за устойчивость организма к инфекционным болезням, приспособление к стрессовым ситуациям. Кроме этих гормонов, в коре надпочечников секретируется незначительное количество *половых гормонов*. Недостаточное количество гормонов коры надпочечников вызывает *бронзовую (аддисонову) болезнь*, при которой происходят снижение артериального давления, нарушение функций сердечно-сосудистой системы и дыхания, водно-солевого обмена. Кожа приобретает бронзовый цвет, человек худеет, слабеет, теряет работоспособность, у него случаются обмороки и судороги. Гиперфункция коры надпочечных желез приводит к раннему половому созреванию с резким прекращением роста.

Мозговой слой надпочечников тесно взаимодействует с нервами. Нервные импульсы вызывают выделение гормонов — **адреналина** и **норадреналина**, усиливающих работу нервной системы. Эти гормоны мобилизуют ресурсы организма, перераспределяют функции органов, направленные на повышение мышечной работоспособности и выживание организма в условиях стресса. Норадреналин сужает все кровеносные сосуды. Действие адреналина разнообразнее: он сужает сосуды кожи и кишечника, расширяет сосуды мозга и мышц, усиливает расщепление гликогена, активизирует сердечную деятельность, уменьшает болевую чувствительность.

Для профилактики заболеваний надпочечников важно укреплять психоэмоциональное здоровье, закалять организм, избегать простудных заболеваний.



Ил. 145. Надпочечные железы



Роль эндокринной системы в развитии стрессорных реакций. Выброс надпочечниками адреналина вызывает учащение сердцебиения, повышение пульса, расширение зрачков, ослабление секреции и моторики пищеварительного тракта. Сужение кровеносных сосудов сопровождается повышением давления крови. Усиление расщепления гликогена приводит к увеличению количества глюкозы в крови. Такие изменения в организме происходят при эмоциональных напряжениях человека, переохлаждении, физическом труде, поэтому адреналин называют *стрессорным гормоном*.

Понятие **стресса** (от англ. *stress* [стресс] — напряжение) ввел канадский ученый Ганс Селье, обозначив так однотипные ответы, возникающие в организме при воздействии на него различных раздражителей (стрессорных факторов). Совокупность вышеописанных реакций является проявлением общего адаптационного процесса: организм сначала приспосабливается к действию раздражителя в целом, а затем на фоне общей стрессорной реакции возникают специфические, присущие только конкретному раздражителю изменения. Стресс подготавливает организм к функционированию в непривычных условиях.



Ганс Селье
(1907–1982)

При сильных и длительных раздражениях не только происходят указанные реакции, но и снижается активность лимфатической системы, возникает психическое истощение организма, иногда приводящее к его гибели. Чтобы противостоять стрессу и его разрушительным последствиям, следует соблюдать режим дня, достаточно отдыхать, спать, заниматься физкультурой, закаляться, часто бывать на свежем воздухе и т. п.

Паращитовидные железы — небольшие парные железистые образования, расположенные на задней поверхности боковых частей щитовидной железы. Иногда они располагаются в толще ткани щитовидной железы. Их общая масса не превышает 0,36 г. Гормон паращитовидных желез — **паратгормон** — регулирует обмен и количество Кальция и Фосфора в организме. Действие паратгормона подобно действию витамина D. При недостаточной функции паращитовидных желез из-за снижения уровня Кальция в крови развиваются судороги.

Тимус, или **вилочковая железа**, расположенная за грудиной, относится к иммунной системе организма. Он достигает наибольшего развития в начале полового созревания (11–14 лет), после чего его ткань заменяется жировой. Человек с нормально функционирующей вилочковой железой имеет надежный иммунитет. Основная функция этой железы — выработка гормонов и определенных лимфоцитов, отвечающих за иммунитет. Тимус, взаимодействуя с надпочечниковой, щитовидной и половыми железами, влияет на рост организма, половое созревание, обмен Кальция.

Эпифиз, или **шишковидное тело**, — небольшая железа, расположенная в головном мозге. В эпифизе вырабатывается гормон **мелатонин**, контролирующий биоритмы тела (сон и бодрствование) и тормозящий преждевременное развитие и активность половых желез. Секретия мелатонина обладает суточным ритмом, при котором максимальный уровень его образования наблюдается ночью, а при свете этот процесс тормозится.



Надпочечники. Адреналин. Норадреналин. Стресс. Паращитовидные железы. Тимус. Эпифиз



Современная молодежь любит экстремальные виды спорта: сноубординг, скейт-бординг, фристайл, джампинг и т. п. Они привлекают возможностью получить особые ощущения, сопровождающиеся накоплением адреналина в крови. Почему, по вашему мнению, такие занятия опасны? Почему одни люди увлекаются экстремальными видами спорта, а другие (их большинство) — нет?



Гормон эпифиза мелатонин обладает противораковыми свойствами. В Европе проведены эксперименты, показавшие его эффективность. Украинские медики применяют этот гормон вместе с химио- и лучевой терапией. Действие препаратов под влиянием мелатонина усиливается ночью. Обоснуйте предположения о роли эпифиза как «биологических часов».



1. Какая железа внутренней секреции регулирует обмен Кальция в организме? **2.** В чем проявляются нарушения этого обмена? **3.** Какие гормоны выделяет мозговой слой надпочечников? Какое влияние на организм они оказывают? **4.** Как смягчить действие стрессорных факторов? **5.** В чем заключается значение эпифиза?



6. Охарактеризуйте положительное и отрицательное значение стресса. **7.** Почему гормон надпочечников адреналин называют стрессорным гормоном? **8.** Что вам известно о «допинг-контроле»? Каким образом он связан с гормонами? Почему спортсменов, не прошедших его, не допускают к соревнованиям?



9. Проанализируйте свои ощущения в различных стрессовых ситуациях. Приведите примеры таких ситуаций и опишите их влияние. Научились ли вы противостоять отрицательному влиянию стресса? Каким образом? **10.** На подготовку к экзамену мало времени, и у вас возникает ощущение дискомфорта, портится настроение. Укажите состояние, в котором вы находитесь. Проанализируйте изменения в организме, связанные с его преодолением.

§ 60. Эндокринная функция желез смешанной секреции

Вспомните, какие ферменты выделяет поджелудочная железа. Чем они отличаются от гормонов?

Поджелудочная железа — это железа смешанной секреции (ил. 141, 146 а). Вам уже известно, что ее функция внешней секреции заключается в выделении поджелудочного сока с пищеварительными ферментами через выводящие протоки в двенадцатиперстную кишку.

Клетки поджелудочной железы, принимающие участие во внутренней секреции, расположены в виде островков (ил. 146 б). Они производят и выделяют в кровь гормоны **инсулин** и **глюкагон**, регулирующие углеводный обмен организма. Глюкагон активизирует процесс преобразования гликогена печени в глюкозу и увеличивает ее содержание в крови. Инсулин повышает

проницаемость клеточных мембран для глюкозы, способствует ее переходу в ткани различных органов, в первую очередь в мышцы и печень. Он уменьшает содержание глюкозы в крови, стимулируя ее преобразование в гликоген или использование в качестве источника энергии.

Поддержание уровня глюкозы в крови на постоянном уровне в пределах 3,5–6 ммоль/л жизненно необходимо. При снижении ее концентрации до 2,5 ммоль/л (гипогликемия) начинается расстройство деятельности центральной нервной системы, наступает гипогликемическая кома (потеря сознания) и смерть.

Сахарный диабет. При повышении концентрации глюкозы в крови более 10 ммоль/л (*гипергликемия*) она не удерживается в плазме и выводится с мочой, поскольку при недостатке инсулина проницаемость клеточных мембран уменьшается. Клетки органов получают недостаточное количество глюкозы, нарушается обмен веществ.

При значительном увеличении содержания глюкозы в крови возникает гипергликемическая кома. Так развивается **сахарный диабет**. Для лечения этого заболевания применяют препараты инсулина или вещества, нормализующие обмен углеводов. Препараты инсулина характеризуются коротким периодом действия и вводятся ежедневно.

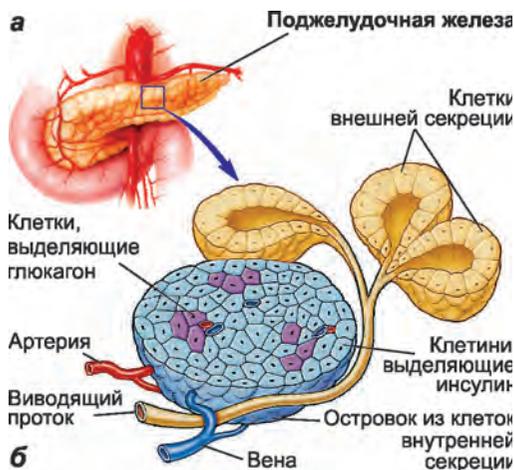
Признаки заболевания сахарным диабетом:

- неутолимое чувство жажды и постоянного голода;
- увеличение выделения мочи;
- снижение массы тела;
- обезвоживание;
- запах ацетона в выдыхаемом воздухе;
- вялость и сонливость.

Факторы, повышающие вероятность заболевания сахарным диабетом:

- нерациональное питание и гиподинамия, приводящие к избыточной массе тела;
- наследственная предрасположенность;
- стрессы.

Для профилактики сахарного диабета необходимо рационально питаться, не допускать избыточной массы тела. *Вспомните принципы рационального*



Ил. 146. Поджелудочная железа:

а — общий вид;
б — секторные клетки

САХАРНЫЙ ДИАБЕТ (от греч. *dia* [диа] — через, сквозь; *baio* [баино] — прохожу) — хроническое заболевание, при котором из-за недостатка инсулина нарушается обмен веществ и возникает стойкое увеличение глюкозы в крови.

питания. Следует вести здоровый образ жизни, предполагающий постоянную физическую активность, адекватные физические нагрузки, прогулки и т. п. Физическая нагрузка увеличивает усвоение глюкозы тканями, уменьшает потребность в инсулине, улучшает кровообращение, способствует похудению, повышает чувствительность к инсулину. Очень важно регулярно проходить медицинский осмотр с целью выявления даже незначительного нарушения уровня глюкозы в крови.

Если выявлено заболевание сахарным диабетом, профилактика должна быть направлена на обеспечение больному достаточного качества жизни, устранение основных клинических проявлений заболевания, предотвращение острых и хронических осложнений сахарного диабета, нормализацию массы тела.

Половые железы, или **гонады** (женские — **яичники**, мужские — **семенники**, или **яички**), являются железами смешанной секреции. Это парные органы, в которых протекает развитие и созревание половых клеток (внешнесекреторная функция), а также выработка половых гормонов (внутрисекреторная функция).

Эстрогены образуются в яичниках, андрогены — в яичках. В группе мужских гормонов (**андрогенов**) наиболее активным является **тестостерон**. Среди женских гормонов (**эстрогенов**) наиболее важен **прогестерон**. Оба типа гормонов содержится в крови любого человека, но у женщин больше содержится женских гормонов, у мужчин — мужских. Половые гормоны участвуют в развитии половых органов и формировании вторичных половых признаков, обеспечивающих формирование полового поведения и размножения, оплодотворение, развитие зародыша, нормальное течение беременности. Кроме того, они оказывают влияние на работу нервной системы и психики.

Профилактика заболеваний половых желез неотделима от мер профилактики заболеваний половых органов и направлена на сохранение репродуктивного здоровья.



Железы смешанной секреции. Поджелудочная железа. Инсулин. Глюкагон. Сахарный диабет. Половые железы. Андрогены. Эстрогены



Ученые разрабатывают различные методы лечения диабета. Благодаря применению методов биотехнологии удалось получить кишечную палочку, способную синтезировать инсулин.



1. Какая железа смешанной секреции регулирует обмен углеводов в организме? **2.** Что такое сахарный диабет? **3.** Какие факторы способствуют возникновению сахарного диабета? Предложите меры по его профилактики. **4.** Почему при сложной форме сахарного диабета инсулин нужно вводить ежедневно? **5.** В чем заключается эндокринная функция половых желез?



6. Анализ крови выявил у пациента повышенное содержание глюкозы. Проанализируйте возможные причины этого явления с точки зрения функционирования эндокринной системы. **7.** Действию гормонов каких желез подобно действию гормонов половых желез? Какое значение имеет такое «дублирование» функций в период полового созревания?



8. Часто при лечении заболевания гормональными препаратами (например, кортикостероидами) наблюдается резкое увеличение массы тела. Какова причина этого? Как нужно относиться к увлечению некоторых людей использованием гормональных препаратов в медицинских целях даже при незначительных нарушениях? Почему?

§ 61. Иммунная система. Неспецифический и специфический иммунитет. Иммунизация

Вспомните, какие органы относятся к иммунной системе. Что такое лейкоциты и каковы их свойства?

Значение иммунной системы. Саморегуляция организма обеспечивает еще и иммунной системой, осуществляющей защиту организма от всего чужеродного. Так, при делении клеток, постоянно происходящем в организме, под действием различных факторов одна из миллиона новообразованных клеток претерпевает изменения и становится чужеродной («враждебной») для организма. Поскольку таких клеток образуется значительное количество, это должно было бы привести к нарушению нормальной жизнедеятельности организма и даже его гибели (например, когда образуются раковые опухоли). Но обычно этого не происходит. Почему же?

ИММУНИТЕТ — (от лат. *immunitas* — освобождение, избавление от чего-либо) — совокупность защитных механизмов, помогающих организму бороться с антигенами.



Фрэнк Бернет
(1899–1985)



Питер Медавар
(1915–1987)

Ответ на этот вопрос дали лауреаты Нобелевской премии (1960) австралийский ученый Фрэнк Бернет и английский ученый Питер Медавар. Они доказали, что именно иммунная система отличает чужеродную клетку от клеток собственного организма (даже по минимальному признаку — только одному гену) и уничтожает ее.

Тела и вещества, являющиеся для организма чужеродными, называются **антигенами** (от греч. *anti-* [анти] — префикс, означающий противоположность; *genos* [генос] — род, происхождение). Антигенами могут быть микроорганизмы (бактерии, вирусы), одноклеточные (амеба дизентерийная, лямблии), гельминты (паразитические черви). Веществами-антигенами являются продукты жизнедеятельности паразитов, собственных клеток человека (например, белки опухолевых и вирусинфицированных клеток). Антигены бывают *внешними* (попадающими в организм извне) и *внутренними* (продукты жизнедеятельности собственных клеток человека).

При поступлении любого антигена в организм тотчас возникает иммунный ответ. Это — сложная *защитная реакция организма*, в результате которой антиген распознается и обезвреживается *антителами*.

Антитела — это особые белки (иммуноглобулины), производимые лимфоцитами крови в ответ на вторжение в организм *антигенов*. После уничтожения антигена антитела остаются в крови и при повторном попадании этого антигена в организм вступают с ним в борьбу.



Таким образом, иммунная система обеспечивает нормальное функционирование организма в целом. Кроме того, вместе с нервной системой она регулирует деятельность эндокринной системы. Иммунная система очень чувствительна, а соответственно и очень уязвима. Ее можно нарушить недостаточной двигательной активностью, вредными привычками, нерациональным питанием, загрязнением окружающей среды, стрессами, психосоциальными конфликтами и т. п.

Органы, участвующие в обеспечении иммунитета. Иммунная система представлена *центральными* и *периферическими органами* (ил. 16). К центральным органам относятся *вилочковая железа* и *красный костный мозг*, а к периферическим — *лимфатические узлы*, *миндалины*, *селезенка* и *аппендикс*. *Вспомните, к каким еще системам каждый из этих органов относится и какую функцию выполняет.* Кроме того, вилочковая железа, красный костный мозг, миндалины, аппендикс и селезенка относятся к *лимфоидным органам*. Вместе с лимфатическими узлами они входят в состав лимфатической системы, обеспечивая взаимосвязь двух систем — иммунной и лимфатической.

Основными клетками иммунной системы являются *лимфоциты*. *Вспомните, что это за клетки.* Среди лимфоцитов различают *T-лимфоциты* и *B-лимфоциты*. Как и все лейкоциты, они имеют ядро и множество лизосом. В отличие от других лейкоцитов, в плазматической мембране T- и B-лимфоцитов содержатся белковые молекулы — рецепторы, с помощью которых они распознают антигены. Они образуются в центральных органах иммунной системы: T-лимфоциты — в тимусе (вилочковой железе), а B-лимфоциты — в красном костном мозге.

Кроме лимфоцитов, иммунитет обеспечивают *фагоциты*. *Вспомните, что это за клетки. Каким свойством они обладают?* В обезвреживании микроорганизмов участвуют некоторые белки (*интерферон*, *лизоцим*), способные выделять лейкоциты.

T- и B-лимфоциты, фагоциты, интерферон, лизоцим обеспечивают различные *иммунные реакции организма*, которые можно объединить в два вида — *неспецифический* и *специфический иммунитет*.

Неспецифический иммунитет. Под неспецифическим (врожденным) иммунитетом понимают систему защитных факторов организма, к которым относятся: кожа, секреты слизистых оболочек, являющиеся первыми барьерами на пути инфекции; способность лейкоцитов к фагоцитозу и образованию интерферона, лизоцима и других веществ. *Вспомните проявление неспецифического ответа организма на ранение кожи занозой и возникновение местного воспаления.*

Кроме фагоцитов, неспецифическими механизмами защиты обладают интерферон и лизоцим. Интерферон образуется лимфоцитами под влиянием определенного вируса и нейтрализует его. Кроме того, интерферон стимулирует неинфицированные клетки к выработке противовирусных белков. Он

активен не только против вируса, вызвавшего его образование, но и против других вирусов. Лизоцим действует подобно интерферону: разрушает бактериальные клетки и стимулирует выработку антител.

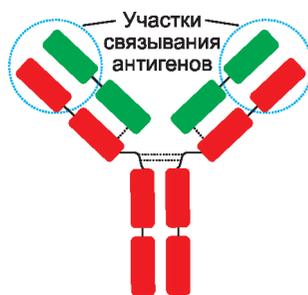
Если инфекция устойчива, то неспецифический ответ организма может оказаться недостаточным для ее преодоления. В этом случае активизируется специфический механизм защиты организма.

Специфический иммунитет. В специфическом (приобретенном) иммунитете принимают участие *T*- и *B*-лимфоциты. Образовавшись в центральных органах иммунной системы, они с током крови поступают в ее периферические органы, где взаимодействуют с антигенами и уничтожают их. Различают несколько разновидностей Т-лимфоцитов, в частности Т-киллеры (от англ. *(to) kill* [(ту) кил] — убивать) и Т-хелперы (от англ. *(to) help* [(ту) хелп] — помогать), каждый из которых обуславливает определенный иммунный ответ. Т-лимфоциты, впервые столкнувшись с микроорганизмами, не только уничтожают их, но и «запоминают» и передают информацию о них следующим поколениям Т-лимфоцитов.

Антитела, производящие В-лимфоциты, похожи на букву «Y» и состоят из 4-х белковых молекул (2 больших и 2 маленьких). Их нижняя часть одинакова у всех антител, а раздвоение вверху служит для связывания антигенов (ил. 147). Каждое антитело связывается специфическим антигеном, подобно тому, как некий ключ открывает только определенный замок. Каждый конец может связать по антигену, следовательно, одно антитело может взаимодействовать с двумя антигенами.

Формирование специфического иммунитета связано с влиянием антигена на организм. Различается две его формы. *Активно приобретенный иммунитет* — иммунный ответ организма на введение антигена в результате его прямого контакта с организмом. *Пассивно приобретенный иммунитет* возникает, когда антитела переносятся из организма, в котором они образовались, в другой организм, с этим антигеном еще не контактировавший. Активно и пассивно приобретенные иммунитеты формируются в организме двумя путями: *естественным* и *искусственным* (см. табл. 9).

Иммунизация. Искусственный иммунитет — как активный, так и пассивный — возникает вследствие специального введения в организм заданного антигена. Введение антигенов с целью обеспечить биологическую устойчивость человека к определенным инфекционным заболеваниям называется **иммунизацией**. Для этого используются *вакцины*, *анатоксины* или *иммунные сыворотки*.



Ил. 147. Схема строения антитела

ВАКЦИНА (от лат. *vaccinus* [вакцинус] — коровий) — медицинский препарат, производящийся из ослабленных или мертвых микроорганизмов или их антигенов, полученных химическим путем.

АНАТОКСИН — медицинский препарат, производящийся из обезвреженного бактериального токсина, сохраняющего свои антигенные свойства.



Вакцины и анатоксины защищают организм в течение длительного времени, готовые же антитела иммунной сыворотки защищают его временно. Их защитное действие проявляется мгновенно, но так же быстро ослабевает. Иммуноглобулины вводимой сыворотки воспринимаются как чужеродные белки и поэтому разрушаются. В случае повторного инфицирования их нужно вводить снова.

Таблица 9

Формы специфического иммунитета

Активно приобретенный иммунитет		Пассивно приобретенный иммунитет	
Природный	Искусственный	Природный	Искусственный
Наступает вследствие инфицирования организма. Переболев определенными инфекционными заболеваниями (ветряная оспа, корь, коклюш и т. д.), человек обычно повторно ими не заболевает, поскольку в его организме уже есть антитела против соответствующих возбудителей (антигенов)	Обеспечивается путем введения вакцины или анатоксина. Вакцина или анатоксин сами по себе не вызывают заболевания, однако обуславливают иммунную реакцию организма, приводящую к выработке антител. Вакцинацию (прививки) проводят против гриппа, дифтерии, коклюша, полиомиелита, кори, краснухи, туберкулеза и др.	Наступает при переносе антител от матери к плоду через плаценту во время эмбрионального развития или в организм новорожденного ребенка с материнским молоком	Введение готовых антител (иммунных сывороток или иммуноглобулинов). Их получают из сыворотки крови людей, ранее переболевших инфекционными заболеваниями. Иммунные сыворотки также изготавливают из крови некоторых животных (лошадей, свиней, коров), которых специально заражают возбудителями той или иной инфекционной болезни



Иммунная система. Антигены. Антитела. Органы иммунной системы: центральные, периферические. Неспецифический иммунитет. Специфический иммунитет. Формы приобретенного иммунитета. Иммунизация



По данным Европейского регионального бюро ВОЗ, плановая иммунизация против таких инфекционных заболеваний, как полиомиелит, столбняк, дифтерия, коклюш, корь и эпидемический паротит («свинка»), ежегодно спасает жизнь и здоровье миллионам детей в мире.

Фагоциты и Т-лимфоциты обеспечивают *клеточный иммунитет*, а антитела — *гуморальный*. Клеточный иммунитет — это клеточный иммунный ответ на действие антигена. Гуморальный иммунитет — иммунный ответ на действие антигена, осуществляемое в жидкостях внутренней среды. Разделить клеточный и гуморальный иммунитеты как самостоятельные невозможно, поскольку в процессах клеточного иммунитета, хоть и косвенную, но важную роль играют антитела, а в процессах гуморального иммунитета (в частности для активации образования антител) — Т-лимфоциты.



Илья Мечников (1845–1916), лауреат Нобелевской премии 1908 г. за открытие клеточного иммунитета



Пауль Эрлих (1845–1915), лауреат Нобелевской премии 1908 г. за открытие гуморального иммунитета



1. В чем заключается значение иммунной системы? 2. Что такое иммунитет? 3. Что такое антигены и антитела? 4. Назовите органы, участвующие в обеспечении иммунитета. 5. Какие клетки иммунной системы являются основными? В чем заключаются особенности их строения? 6. Какой иммунитет называют неспецифическим? Почему? 7. В чем проявляется специфический иммунитет? 8. Охарактеризуйте иммунные реакции организма. 9. Какие формы приобретенного иммунитета различаются? 10. Что такое иммунизация?



11. Более ста лет назад такие органы, как миндалины, аппендикс, вилочковая железа, считали «ненужными и вредными» для организма. Согласны ли вы с таким мнением? Ответ аргументируйте. 12. Чем объяснить разнообразие лейкоцитов? 13. Сравните активные и пассивные формы приобретенного иммунитета.



14. Довольно часто в средствах массовой информации дискутируют — делать прививки или нет — ведь, по статистике, после вакцинации часто случаются осложнения. Мнения специалистов расходятся. Одни утверждают, что лучшей защиты от инфекций, чем вакцинация, нет. Другие утверждают, что прививка не защищает от болезней, а лишь наносит серьезный удар иммунитету. Какое мнение разделяете вы? Почему?

§ 62. Нарушения работы иммунной системы: СПИД, аллергия

Вспомните из курса «Основы здоровья»; а) что означает термин ВИЧ/СПИД? Каковы пути заражения ВИЧ и методы профилактики ВИЧ-инфекции? В чем заключается безопасное поведение в отношении ВИЧ/СПИДа?

Виды нарушений работы иммунной системы. Любое воздействие на организм не проходит бесследно: оно сказывается на нашем иммунном статусе и, соответственно, на функциях организма в целом.

Существует несколько видов нарушения работы иммунной системы. **Иммунодефицит** — это пониженная активность иммунной системы. **Гиперреактивность** иммунной системы проявляется в ее чрезмерной активности. **Аутоиммунные реакции** проявляются в потере иммунологической толерантности к антигенам собственных тканей.

ИММУННЫЙ СТАТУС (от лат. *status* [статус] — положение) — количественные показатели работы иммунной системы и ее функциональной активности.

В случае иммунодефицита или, как говорят, «понижения иммунитета», повышается чувствительность организма к различным инфекциям (бактериальным, вирусным, грибковым) или воздействию различных факторов (стрессы, облучения, антибиотики, кортикостероиды, травмы и т. д.). Следствием этого является возникновение острых и хронических заболеваний, часто тяжелых, иногда смертельных (онкологические заболевания и СПИД).

СПИД (синдром приобретенного иммунодефицита) — заболевание, связанное с нарушениями иммунной системы человека в целом. Возбудитель СПИДа — вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) — поражает иммунную систему человека, в результате чего резко снижается сопротивляемость организма любому заболеванию.

Из организма человека ВИЧ был выделен в 1983 г. Особенностью этого вируса является высокая избирательность: он размножается только в особой группе лимфоцитов (Т-хелперы), участие которых необходимо для осуществления иммунных реакций. Попадая в эти клетки и размножаясь, вирус СПИДа нарушает их функции, а затем разрушает их. Человек становится практически

незащищенным от различных заболеваний, вызываемых болезнетворными микроорганизмами, которые при нормальном иммунитете для него безвредны. Кроме того, следствием ослабления иммунитета является увеличение вероятности развития злокачественных новообразований (ил. 148).



Ил. 148. Проявления заболевания СПИДом:

1 — истощение; 2, 3 — грибковые заболевания; 4 — рак кожи;
5 — герпетическая метка; 6 — увеличенный шейный лимфатический узел

У некоторых людей при попадании ВИЧ-инфекции в организм заболевание не развивается, но они являются носителями ВИЧ-инфекции. У носителей вируса никаких симптомов СПИДа нет; они не подозревают, что инфицированы, и могут заражать окружающих. Проявление СПИДа зависит от типа течения заболевания. Таких типов три: ослабление устойчивости к различным микроорганизмам, увеличение количества злокачественных новообразований; смешанная форма. СПИД — это единственное эпидемическое заболевание человека с длительным периодом от момента заражения до появления первых клинических проявлений (около 15 лет и даже более).

Сложность борьбы со СПИДом состоит в том, что заболевание длительное время никак не проявляется и выявить его возможно, только проведя лабораторный анализ крови по специальной методике. Этот анализ позволяет выделить антитела, вырабатываемые в ответ на проникновение вируса СПИДа, а если есть антитела, то есть и вирус-антиген, их вызвавший.

Излечению это заболевание не подлежит, его невозможно предотвратить вакцинацией либо введением лечебных сывороток, хотя многие научные лаборатории мира работают над решением этой проблемы. Единственным путем борьбы со СПИДом остается его *профилактика*: строгий иммунологический контроль над переливаемой кровью, применение одноразовых шприцов, избегание случайных половых связей, использование презервативов.

Аллергия — сверхчувствительность иммунной системы организма, проявляющаяся в повторном действии *аллергена* на организм. При предыдущем его действии организм становится к этому аллергену чувствительным, то есть в нем образуются антитела. При повторном его действии аллергены взаимодействуют с соответствующими антителами, в результате чего в кровь выделяются определенные вещества, которые и обуславливают аллергическую ре-

акцию (мгновенную или замедленную). Проявления аллергии разнообразны: постоянный кашель, насморк, хрипы при вдохе, затрудненное дыхание, частое чихание, сыпь на коже, отеки слизистых оболочек (носа, дыхательных путей) и др. Это зависит от вида аллергенов, вызывающих аллергию (ил. 149).

Существуют различные виды аллергий, в зависимости от того, какой орган наиболее чувствителен: *аллергический конъюнктивит* (аллергическое поражение глаз), *аллергический ринит* (аллергическое поражение слизистой носа), *крапивница* (аллергическое поражение кожи) и др.

Аллергические заболевания являются едва ли не самыми распространенными заболеваниями в мире (25-40 % всего населения планеты). Сотни тысяч людей умирают от бронхиальной астмы, анафилактического шока, миллионы становятся инвалидами.

Подобно аллергии проявляются **аутоиммунные заболевания**, при которых действия иммунных механизмов направлены против собственного организма — на разрушение собственных тканей.

Такая реакция организма — аллергия на самого себя — является причиной многих заболеваний, к которым относятся некоторые разновидности анемии, красная волчанка, рассеянный склероз, псориаз и др.

АЛЛЕРГЕНЫ — (от греч. *allos* [аллос] — иной; *genesis* [генезис] — происхождение) — вещества, вызывающие аллергию (от *allosmaergon* [эргон] — действие).



Ил.149. Разновидности аллергенов



Иммунодефицит: СПИД. Гиперреактивность иммунной системы. Аллергия. Аллергены. Аутоиммунные болезни



В некоторых европейских странах каждый человек при рождении проходит обследование на иммунный статус, имеет паспорт иммуностатуса и генетическую карту, позволяющие обоснованно ответить на вопрос: можно и нужно ли вообще ребенку вводить ту или иную вакцину. Возможно, в будущем и в Украине также будут проводить такие обследования, но для этого требуется значительное финансирование и должным образом подготовленные специалисты — генетики, иммунологи, которые смогут по результатам обследований оценить иммунное состояние ребенка. А как считаете вы — нужно ли в нашей стране вводить такие обследования? Почему?



1. В чем проявляются нарушения работы иммунной системы? Приведите примеры.
2. Что такое иммунодефицит? Какие болезни с ним связаны?
3. Охарактеризуйте возбудитель СПИДа — вирус иммунодефицита человека (ВИЧ).
4. Что такое аллергия и каковы ее проявления?
5. Какие факторы могут вызывать аллергию?
6. Что такое аллергены? Приведите примеры.
7. Какие болезни называют аутоиммунными? Почему они получили такое название?



8. Можно ли применить приведенные образные выражения при обсуждении аллергических заболеваний: «Аллергия на самого себя», «Лицом к лицу — лица не увидеть»? Почему? 9. О существовании ВИЧ/СПИДа известно более четверти века. Почему за такой период ученым не удалось найти эффективных методов лечения этого заболевания?



10. Предложите программы профилактики ВИЧ/СПИДа. Определите степень ответственности каждого гражданина нашего государства в решении проблемы распространения СПИДа.

Обобщение

Относительное постоянство состава, свойств и физиологических процессов внутренней среды организма называется гомеостазом. Он является главным условием функционирования клеток всего организма. Нервная регуляция гомеостаза осуществляется в основном вегетативной системой. Гуморальная (жидкостная) регуляция осуществляется с помощью веществ, образующихся в процессе обмена. Биологически активные вещества — гормоны — выделяются железами внутренней секреции, ведущая роль среди которых принадлежит гипофизу, координирующему работу других желез внутренней и внешней секреции.

Функции эндокринной системы регулирует нервная система. Нарушение работы желез внутренней секреции, связанное с выработкой избыточного количества гормонов, — это гиперфункция, недостаточного — гипофункция. Это приводит к нарушениям жизнедеятельности всего организма и возникновению тяжелых заболеваний.

Иммунная система обеспечивает саморегуляцию организма. Благодаря ей осуществляется защита организма от всего чужеродного — иммунитет. В зависимости от иммунной реакции организма различаются два вида иммунитета — неспецифический (врожденный) и специфический (приобретенный). Неспецифический иммунитет обусловлен в основном способностью лейкоцитов к фагоцитозу. В специфическом иммунитете принимают участие Т- и В-лимфоциты. Формирование приобретенного иммунитета связано с влиянием антигена на организм. Различаются две формы — активно приобретенный и пассивно приобретенный. Они формируются в организме двумя путями: естественным и искусственным. Для искусственной иммунизации используются вакцины, анатоксины либо иммунные сыворотки.

Нарушения работы иммунной системы (иммунодефицит, аллергия, аутоиммунные реакции) проявляются в понижении или повышении иммунологической активности. СПИД — инфекционное заболевание, связанное с нарушениями иммунной системы человека в целом. Единственным путем борьбы со СПИДом является его профилактика.

Тема 11. РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

У каждого нормального человека есть дарованная природой потребность в продолжении рода. Однако, в отличие от животных, у человека проявление этой потребности, направленное на ее удовлетворение, теряет свой исключительно биологический характер и приобретает большое социальное содержание и значение.

Жан Жак Руссо, французский философ и писатель XVIII века

§ 63. Строение и функции репродуктивной системы. Половые клетки. Оплодотворение

Вспомните основные формы размножения организмов. Каковы особенности полового размножения животных? Каково строение половых клеток млекопитающих?

Значение размножения. Самовоспроизводство — универсальное свойство живого, обеспечивающее способность организма к размножению. Оно является необходимым условием существования любого вида.

Именно благодаря этому свойству человек из поколения в поколение воспроизводит потомство, поэтому жизнь вида *Homo sapiens* не прекращается. Человек обеспечивает продолжение рода, взаимную опеку между предками и потомками.

Половое размножение человека, свойственное и другим организмам, происходит с помощью женских и мужских половых клеток (гамет).

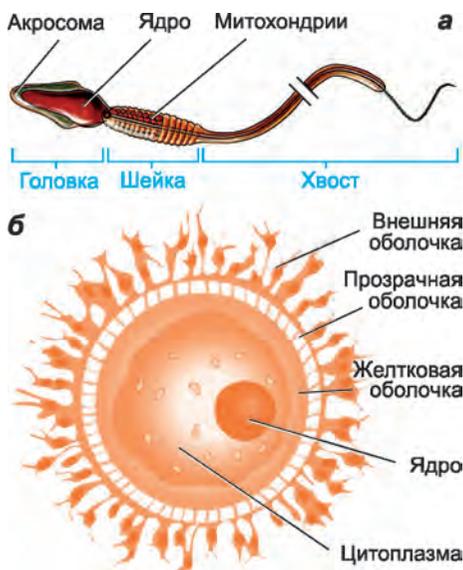
Половые клетки (гаметы). Яйцеклетка — женская гамета, а сперматозоид — мужская (ил. 150 а). Они различаются по форме и размеру. Яйцеклетка — шаровидная, крупная по размеру (120–150 мкм), а сперматозоид — очень маленькая, с длинным хвостом (до 70 мкм) клетка. В отличие от яйцеклетки, сперматозоид подвижен.

Снаружи яйцеклетка покрыта тремя оболочками: *внешней, прозрачной и внутренней желтковой*, выполняющими защитную функцию и обеспечивающими необходимый тип обмена веществ.

Внутри клетки содержится ядро и цитоплазма, а также все типичные клеточные органеллы (ил. 150 б). Однако по строению яйцеклетки отличаются от других клеток, поскольку приспособлены для реализации развития целого организма. Яйцеклетки гораздо крупнее, чем другие клетки тела, они содержат

ГАМЕТОГЕНЕЗ — процесс развития половых клеток.

ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ — форма размножения организмов, при которой новая особь развивается из зиготы, возникающей в результате слияния мужской и женской половых клеток (гамет).



Ил. 150. Строение половых клеток:
а — сперматозоида;
б — яйцеклетки

значительный запас питательных веществ в виде желточных включений, равномерно распределенных по клетке. Этот запас питательных веществ является основой для развития зародыша, формирующегося из оплодотворенной яйцеклетки.

Сперматозоид состоит из головки, шейки и хвоста (ил 150 а). Головка имеет ядро, окруженное тонким слоем цитоплазмы, и особую структуру — *акросому*. Она производит фермент, способствующий проникновению сперматозоида в яйцеклетку. В шейке содержится множество митохондрий, энергия которых обеспечивает движение хвоста, а следовательно, и движение самого сперматозоида к яйцеклетке.

Исследование сперматозоидов под электронным микроскопом показало, что цитоплазма головки находится не в коллоидном, а в жидкокристаллическом состоянии. Этим достигается устойчивость сперматозоидов к неблагоприятным условиям среды.

Репродуктивная система человека. Вам уже известно, что осуществление функции размножения обеспечивает репродуктивная, или половая, система. Человек относится к разнополым организмам, то есть по половым признакам различают мужской и женский пол. Соответственно различают *мужскую* и *женскую репродуктивные системы*, каждая из которых образована половыми

РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА (от лат. re [ре] — префикс, означающий повторное или обратное действие; prodisco [продуко] — производжу, создаю) — совокупность органов, обеспечивающих половое размножение.

ФОЛЛИКУЛ — пузырек, в котором происходит образование яйцеклетки.

органами, к которым относятся **половые железы**, где формируются гаметы, **половые пути**, по которым гаметы движутся, и **внешние половые органы**, обеспечивающие половой акт.

Вспомните, к каким железам по способу секреции относятся половые железы.

Строение женской репродуктивной системы. Женской половой железой является яичник (ил. 151). Это — парный орган миндалевидной формы, расположенный в полости малого таза. Правый яичник всегда крупнее, чем левый. Яичники расположены по обе стороны от матки и эластичной связкой прикреплены к ней.

Яичники выполняют две важнейших функции: в них образуются яйцеклетки, а также продуцируются половые гормоны. *Вспомните, как называются эти гормоны и какова их роль.*

Яйцеклетки формируются в корковом (внешнем) слое яичника, занимающем две трети его объема. Под электронным микроскопом можно увидеть тысячи незрелых яйцеклеток, каждую в круглом мешочке, или **фолликуле**. Также хорошо заметны фолликулы, содержащие яйцеклетки на разных стадиях развития. В течение жизни женщины созревает всего около 400–500 яйцеклеток.

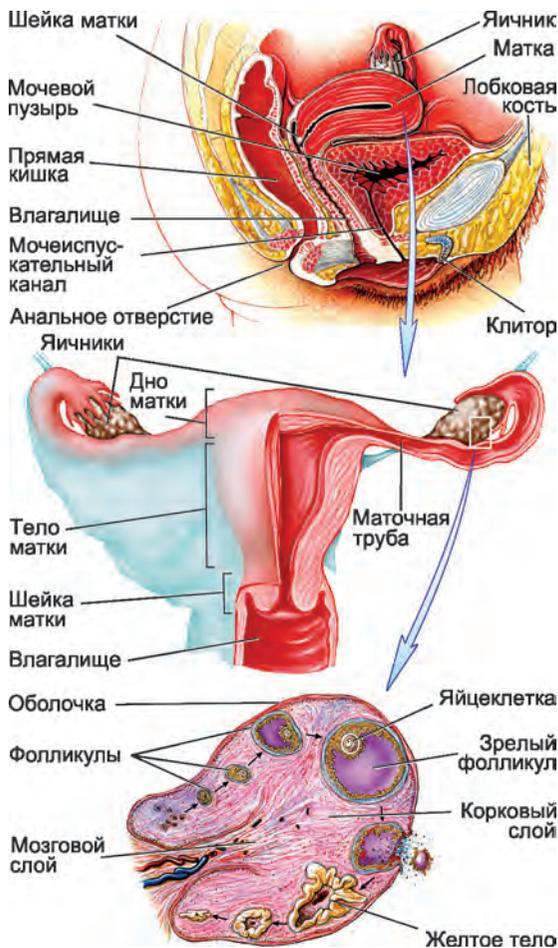
Маточная труба — парный орган. Одним концом каждая труба соединена с маткой. Второй конец имеет расширение (воронку) и открывается в брюшную полость вблизи яичника. Хотя они находятся очень близко друг к другу, прямой связи между яичником и отверстием маточной трубы нет. Край воронки окружены пальцевидной бахромой. Внутренняя поверхность маточ-

ной трубы выстлана мерцательным эпителием. Благодаря движению ресничек сформированная в яичнике яйцеклетка попадает в маточную трубу, где и происходит ее оплодотворение сперматозоидом. Оплодотворенная яйцеклетка перемещается из маточной трубы в матку.

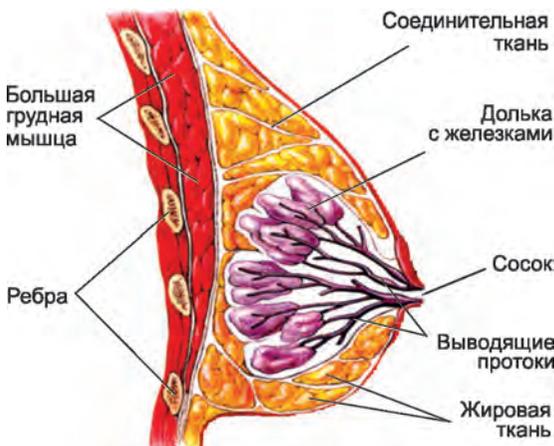
Матка — непарный полый мышечный орган грушевидной формы, прикрепленный связками к стенкам брюшной полости. Ее основная функция связана с развитием зародыша и вынашиванием плода во время беременности. Стенки матки образованы тремя оболочками: наружной соединительнотканной, средней мышечной и внутренней слизистой, богатой кровеносными сосудами. Матка состоит из верхней выпуклой части — *дна*, средней — *тела* и суженной нижней части — *шейки*. Шейка — канал, соединяющий матку с **влагалищем**. Это мышечная трубка длиной 10 см, верхним концом связанная с шейкой матки, а нижним — с *наружными половыми органами*.

Влагалище образовано мышечной и слизистой оболочками. Железы слизистой оболочки выделяют бактерицидное смазочное вещество. Через влагалище сперматозоиды попадают в женский организм.

К репродуктивным женским органам относятся также молочные железы (ил. 152). *Вспомните, к каким железам по способу секреции они относятся и какую функцию выполняют.*

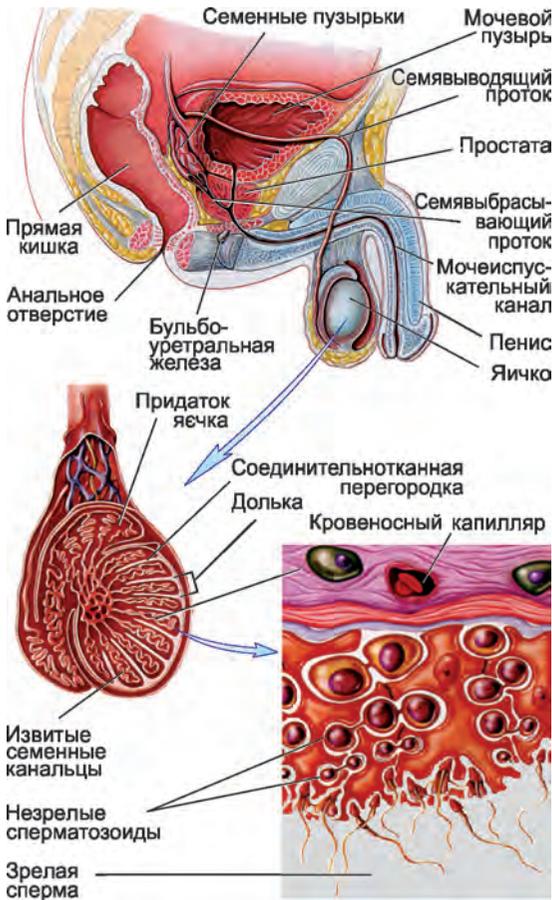


Ил. 151. Строение женских половых органов



Ил. 152. Молочная железа

Строение мужской репродуктивной системы (ил. 153). Основной мужской половой железой является **яичко**. Это — парная половая железа овальной формы, находящаяся вне брюшной полости в *мошонке* — кожно-мышечном органе. Снаружи яичко покрыто плотной белковой оболочкой, а внутри разделено соединительнотканными перегородками на дольки (200–300 в каждом



яичке). В каждой дольке яичка содержится 1–4 извилистых семенных канальцев длиной 30–80 см, в стенках которых происходит образование сперматозоидов.

Полный цикл развития сперматозоида длится около 75 суток. Сперматозоиды развиваются в очень больших количествах (1 мл спермы содержит около 100 млн сперматозоидов).

Пространство между петлями канальцев заполнено рыхлой соединительной тканью, содержащей значительное количество кровеносных и лимфатических сосудов, нервных окончаний, а также клетки, производящие мужские половые гормоны. *Вспомните, какие гормоны продуцируются в яичках и какова их роль.*

По семенным канальцам сперматозоиды продвигаются к придаткам, расположенным вдоль заднего края яичек. Секрет придатков обеспечивает питание и подвижность мужских гамет. В придатках сперматозоиды сохраняются, смешиваются с их секретом. От каждого яичка отходит *семявыносящий проток*. По бокам от семявыносящих протоков находятся *семенные пузырьки* — парные придаточные половые железы, в которых образуется жидкий секрет, обеспечивающий сперматозоиды питательными веществами и обуславливающий их подвижность. Семявыносящие протоки, соединяясь с протоками семенных пузырьков, образуют единый *семявыбрасывающий проток*, открывающийся в мочеиспускательный канал (*мочеточник*). Здесь мочевой и половой пути объединяются.

Ил. 153. Строение мужских половых органов

СПЕРМА — это жидкость, содержащая сперматозоиды и продукты секреции придаточных половых желез.

По бокам от семявыносящих протоков находятся *семенные пузырьки* — парные придаточные половые железы, в которых образуется жидкий секрет, обеспечивающий сперматозоиды питательными веществами и обуславливающий их подвижность. Семявыносящие протоки, соединяясь с протоками семенных пузырьков, образуют единый *семявыбрасывающий проток*, открывающийся в мочеиспускательный канал (*мочеточник*). Здесь мочевой и половой пути объединяются.

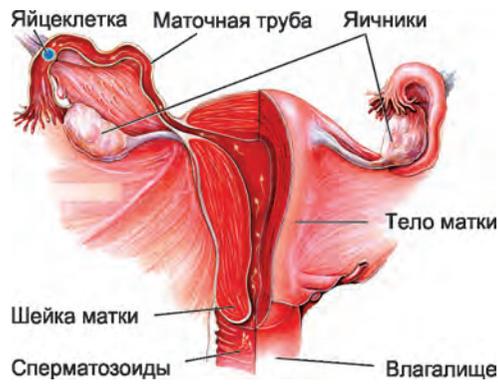


Верхнюю часть мочеиспускательного канала под мочевым пузырем охватывает еще одна придаточная половая железа — *предстательная железа (простата)*, жидкий секрет которой обеспечивает движение сперматозоидов, а также процесс семяизвержения. Кроме того, мышцы железы сжимают уретру, предотвращая смешивание мочи и спермы.

Позади мочеиспускательного канала находится *бульбоуретральная железа* — парная придаточная половая железа. Ее выводные протоки открываются в полость мочеиспускательного канала. Слизеобразный секрет, выделяемый этой железой, смешивается со спермой в семявыбрасывающем протоке, нейтрализует кислую реакцию мочи, готовя мочеиспускательный канал к выбросу через него спермы. Вывод спермы наружу обеспечивает половой член (*пенис*) — непарный внешний половой орган.

Как мужские, так и женские наружные половые органы устроены таким образом, чтобы во время полового акта сперматозоиды из организма человека перенесли в организм женщины, максимально способствуя внутреннему оплодотворению. *Вспомните, для каких животных характерно внутреннее оплодотворение.*

Оплодотворение происходит в верхней части маточной трубы женщины (ил. 154). Сперматозоиды попадают во влагалище во время полового акта, движутся через шейку матки в ее полость, а далее — в маточные трубы. С каждым половым актом выделяется 2–3 мл спермы. Почти 300 млн сперматозоидов достигает шейки матки, из них около 300 оказывается в маточных трубах. Когда эти сперматозоиды в одной из маточных труб встречаются с яйцеклеткой, они окружают ее и выделяют ферменты, расщепляющие оболочки яйцеклетки. Один сперматозоид проникает головкой в яйцеклетку, отбрасывает хвост и оплодотворяет ее. После этого оболочка яйцеклетки становится непроницаемой для других сперматозоидов. Ядра обеих половых клеток (сперматозоида и яйцеклетки) сливаются в одно, и образуется зигота. Сперматозоиды сохраняют способность к оплодотворению в течение 2 суток, а яйцеклетка — в течение 12–14 часов.



Ил. 154. Движение сперматозоидов к яйцеклетке

ОПЛОДОТВОРЕНИЕ — это процесс слияния мужской и женской половых клеток, в результате которого образуется зигота.

ЗИГОТА (от греч. *zygotos* [зиготос] — соединенный вместе) — оплодотворенная яйцеклетка, одноклеточный зародыш, из которого развивается новый организм.



Мужские и женские половые железы. Яичко. Яичник. Половые клетки: сперматозоид, яйцеклетка. Оплодотворение



1. Почему размножение считается одной из важнейших функций организма? 2. Какая форма размножения свойственна человеку? 3. Охарактеризуйте строение: а) яйцеклетки; б) сперматозоида. 4. Какие органы образуют репродуктивную систему: а) женскую; б) мужскую? 5. На ил. 151, 153 найдите наружные женские и мужские половые органы. Какие функции они выполняют? 6. Назовите мужские половые железы. Какие функции они выполняют? 7. Как называется женская половая железа и какие функции она выполняет? 8. Что такое гаметогенез? 9. Какие гормоны оказывают влияние на формирование половых клеток? Как они образуются? 10. Что такое оплодотворение? Как происходит этот процесс у человека?



11. В чем заключается взаимосвязь между строением и функциями половых желез человека? 12. Подумайте, почему женские половые железы расположены внутри организма человека, а мужские — снаружи. 13. Объясните роль эндокринной системы в регуляции развития половых клеток.



14. Известно, что развитие половых клеток может нарушаться под влиянием определенных внешних факторов, вызывающих невозможность оплодотворения, выкидыши, рождение больных детей. Какие факторы внешней среды могут вызвать такие проблемы? 15. Обоснуйте, почему дети похожи на своих родителей, но не являются их точными копиями.

§ 64. Менструальный цикл. Беременность

Вспомните, какова продолжительность беременности у различных представителей млекопитающих и от чего она зависит.

Овуляция. Ежемесячно у половозрелой женщины обычно созревает один фолликул. Увеличиваясь, он выпячивается над поверхностью яичника. Оболочка фолликула становится тонкой, пузырек разрывается, и яйцеклетка падает в брюшную полость. Этот процесс разрушения фолликула и выхода из него яйцеклетки называется **овуляцией**. В норме в среднем овуляция происходит один раз в 28 ± 7 дней. Остатки созревшего фолликула формируют желтое тело, продуцирующее гормон **прогестерон**. Прогестерон задерживает созревание следующего фолликула и вызывает изменения в матке. Ее слизистая оболочка набухает, наполняясь кровью. Создаются условия для развития зародыша и вынашивания плода. Если яйцеклетка не оплодотворяется, то через несколько дней она погибает, а желтое тело исчезает.

МЕНСТРУАЦИЯ — ежемесячный процесс отторжения внутренней слизистой оболочки матки, сопровождающийся кровянистыми выделениями в течение 3–5 дней.

МЕНСТРУАЛЬНЫЙ ЦИКЛ — это физиологический процесс, во время которого происходят последовательные циклические изменения в организме женщины, контролируемые половыми гормонами.

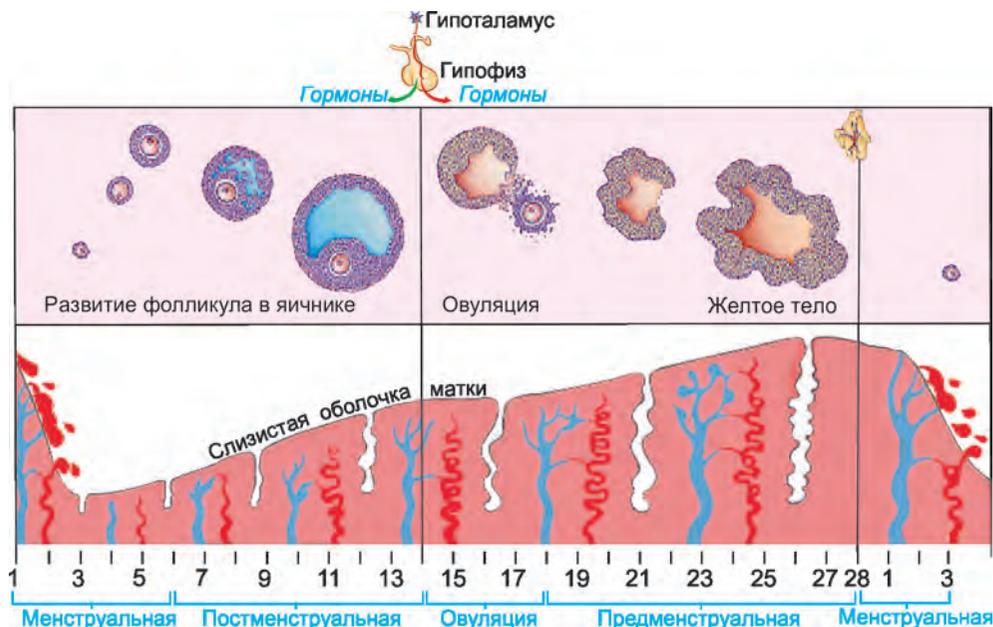
и вызывает изменения в матке. Ее слизистая оболочка набухает, наполняясь кровью. Создаются условия для развития зародыша и вынашивания плода. Если яйцеклетка не оплодотворяется, то через несколько дней она погибает, а желтое тело исчезает.

Слизистая оболочка матки, набухшая и разросшаяся, начинает расслаиваться и отделяется от ее стенок. Матка сокращается. Кровеносные сосуды лопаются, и кровь вместе с частицами слизистой выделяется наружу. Этот физиологический процесс называется **менструацией**.

У девочек первые менструации появляются в возрасте 12–14 лет и свидетельствуют о начале полового созревания. Прекращение менструаций происходит у женщин в возрасте 47–50 лет. *Вспомните, с чем это связано.*

Менструальный цикл. Процесс созревания яйцеклеток происходит циклически. Он связан с изменениями в репродуктивной системе женщины. Внешне это проявляется регулярными менструациями.

Продолжительность **менструального цикла** в норме составляет 28 ± 7 суток. Началом менструального цикла условно считается первый день менструации. Каждый менструальный цикл — это подготовка организма женщины к беременности. В цикле выделяют 4 фазы (ил. 155): менструальную, постменструальную, овуляционную и предменструальную.



Ил. 155. Фазы менструального цикла

Менструальная фаза наступает при отсутствии оплодотворения. В постменструальную фазу (обычно 6–13-й день) происходит восстановление слизистой оболочки матки. Гипофиз под влиянием гипоталамуса выделяет гормон, стимулирующий развитие нового фолликула. Этот фолликул начинает выделять гормон эстроген, влияющий на развитие яйцеклетки и разрастание стенки матки. Происходит подготовка к беременности. Выработка гормона эстрогена обуславливает выделение гипофизом гормона, стимулирующего овуляцию. Далее происходит овуляция. Яйцеклетка выходит из яичника и поступает в маточную трубу, где завершается ее созревание. Овуляция длится примерно 3–5 суток. Именно в этот период может произойти оплодотворение. Предменструальная фаза связана с образованием на месте разрушенного фолликула желтого тела. Если оплодотворение не происходит, желтое тело прекращает функционировать, цикл повторяется снова. Если же оплодотворение происходит, то наступает беременность.

Беременность (ил. 156). Вам уже известно, что беременность начинается с оплодотворения яйцеклетки и заканчивается рождением ребенка. Длится беременность в среднем 280 суток, то есть 40 недель (или 9 месяцев). Условно она делится на триместры (каждый по три месяца). В течение этого времени в организме женщины происходят физиологические изменения, направленные на удержание оплодотворенной яйцеклетки в матке, создание условий для нормального развития плода и подготовку к родам. Все изменения в женском организме обусловлены деятельностью желез внутренней секреции.



Ил. 156. Беременность

БЕРЕМЕННОСТЬ — это совокупность физиологических процессов, связанных с образованием зародыша и развитием плода в организме женщины.

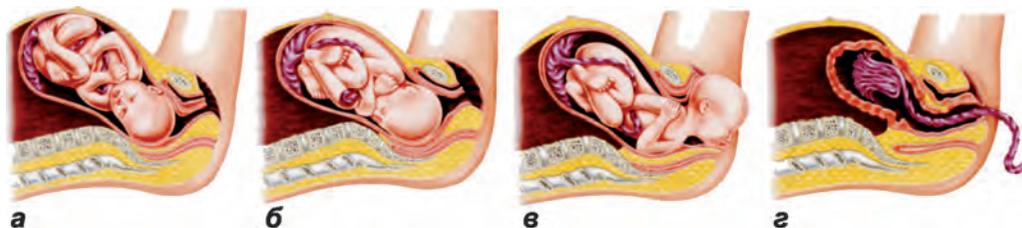
РОДЫ — это физиологический процесс, во время которого рождается ребенок; завершающий этап беременности.

Начало беременности характеризуется тем, что гипофиз резко уменьшает выработку гормонов, регулирующих работу половых желез. Это приводит к торможению созревания яйцеклеток в яичниках, прекращению овуляции, а следовательно — и менструаций. С другой стороны, гипофиз начинает вырабатывать гормон *пролактин*, необходимый для образования молока. Кроме того, пролактин стимулирует рост и развитие молочных желез, увеличение числа долек и протоков в них.

Особую роль в этот период беременности играет *прогестерон*, выделяемый желтым телом. Он обуславливает имплантацию (врастание зародыша в оболочку матки) и удержание плодного яйца в матке, препятствует созреванию новых яйцеклеток в яичниках. С 3–4-го месяца беременности желтое тело, как железа внутренней секреции, перестает вырабатывать прогестерон и его функцию полностью берет на себя плацента. *Вспомните, что такое плацента и какую роль она выполняет у млекопитающих.* Прогестерон способствует нормальному протеканию всей беременности.

В конце беременности в организме женщины происходят изменения, свидетельствующие о приближении *родов*. Головка ребенка опускается в полость таза (ил. 157 а, б). Сигналом к началу родовой деятельности является увеличение в крови концентрации гормона *окситоцина*, вырабатываемого ги-

пофизом. Окситоцин вызывает сильные и регулярные сокращения мышц матки — *схватки*. При этом шейка матки раскрывается, плодные оболочки разрываются, выделяются околоплодные воды (ил. 157 в). Это может продолжаться в среднем от 6 до 18 часов. После этого сокращения матки усиливаются и плод начинает продвигаться по родовым путям во влагалище. Будущая мать помогает такому движению *потугами* — сильными сокращениями мышц брюшного пресса. Примерно через час рождается ребенок.



Ил. 157. Рождение ребенка

Отторжение плаценты во время родов (ил. 157 г) стимулирует гипофиз матери к секреции им гормона пролактина, инициирующего образование и выделение молока молочными железами. С грудным молоком ребенок получает все вещества, необходимые для развития, а также антитела, защищающие его организм от болезней. *Вспомните, что такое антитела. Какой иммунитет они обеспечивают?*



Овуляция. Менструальный цикл. Беременность. Роль желез внутренней секреции в регулировании беременности. Роды



В течение беременности женщина обычно вынашивает одного ребенка. Но бывают случаи рождения одновременно больше детей — близнецов. Они могут быть однойяйцевыми и разнояйцевыми. Однояйцевые близнецы развиваются из одной зиготы, разделившейся на две (иногда больше) клетки, каждая из которых развилась в отдельный организм. В организме матери они связаны пуповиной с единственной плацентой. Эти близнецы очень похожи между собой: одного пола, группы крови, с одинаковым цветом глаз и т. п. Разнояйцевые близнецы — результат оплодотворения сразу нескольких яйцеклеток. Пуповины этих близнецов крепятся каждая к своей плаценте. Эти близнецы могут быть разного пола, похожими между собой, как обычные брат и сестра.



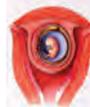
1. Что такое овуляция? **2.** Что такое желтое тело и какова его функция? **3.** Что такое менструация и о чем она свидетельствует? **4.** Что такое менструальный цикл? **5.** Какие процессы происходят во время менструального цикла? Чем они обусловлены? **6.** Что такое беременность? **7.** Чем обусловлены физиологические изменения в организме беременной женщины? **8.** Какие процессы происходят во время родов?



9. Почему происходит овуляция? **10.** Объясните роль эндокринной системы в регуляции: а) овуляции; б) беременности. **11.** Издавна в народе сложились обряды и обычаи, направленные на появление и развитие здоровых потомков. Что вам известно о таких народных традициях?



12. Как вы понимаете утверждение: «Защита от нежелательной беременности — это забота обоих партнеров»?



§ 65. Эмбриональный период развития человека. Плацента, ее функции

Вспомните, какие временные этапы характерны для всех биологических систем. Где развивается зародыш у млекопитающих?

Индивидуальное развитие человека. С размножением тесно связан процесс индивидуального развития человека, предполагающий взаимосвязанные количественные и качественные преобразования организма.

В индивидуальном развитии (онтогенезе) различают *эмбриональный* и *постэмбриональный* периоды. **Эмбриональное развитие** длится от образования зиготы до рождения ребенка,

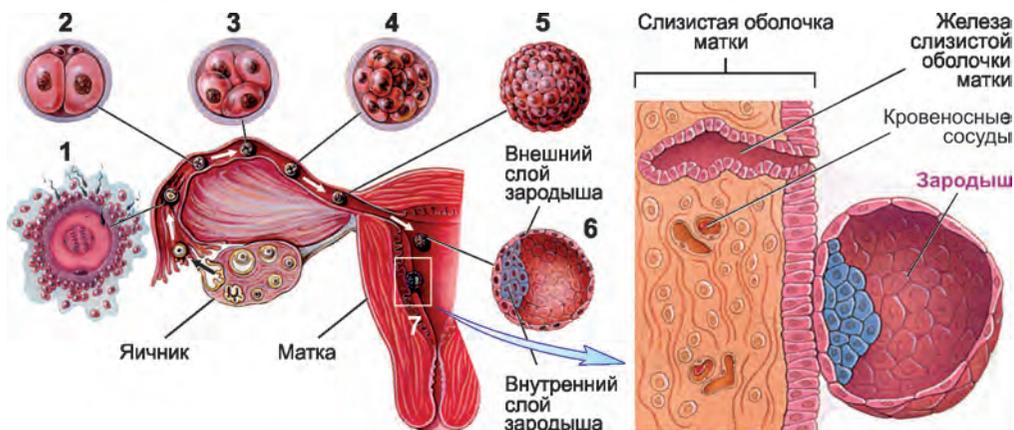
ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА, или **ОНТОГЕНЕЗ** — развитие организма, длящееся от образования зиготы до естественной смерти.

постэмбриональное развитие начинается после рождения человека и завершается его смертью. Для

каждого периода характерен ряд последовательных анатомических, физиологических и биохимических изменений.

Эмбриональный период развития человека происходит в организме женщины. Вам уже известно, что состояние женщины в этот период называют беременностью. В норме эмбриональное развитие человека длится в среднем 280 суток. В первые восемь недель эмбрионального развития нерожденного ребенка называют зародышем, с 9-й недели — плодом.

Развитие зародыша. Оплодотворенная яйцеклетка (*зигота*), продвигаясь по маточной трубе, делится, преобразуясь в многоклеточный зародыш. На четвертые сутки, когда зародыш попадает в полость матки, деление клеток становится более интенсивным. Зародыш приобретает форму пузырька с полостью внутри. В пузырьке выделяется внешний и внутренний слои (ил. 158).



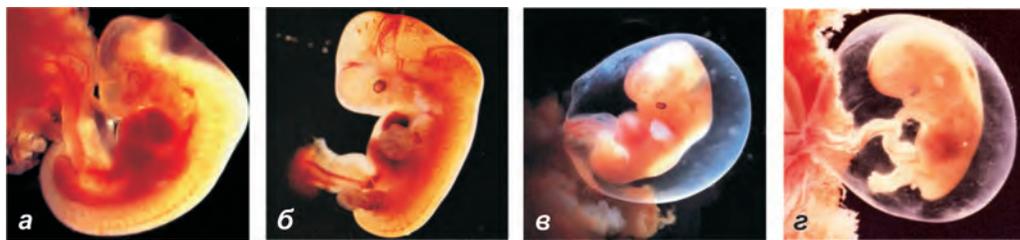
Ил. 158. Развитие зародыша: 1 — оплодотворение; 2-5 — разделение зиготы; 6 — образование у зародыша внутреннего и внешнего слоев; 7 — вращение зародыша в слизистую оболочку матки

Клетки наружного слоя зародыша выделяют ферменты, растворяющие слизистую оболочку матки. На 7–8-е сутки после оплодотворения происходит



процесс врастания зародыша в слизистую оболочку матки (ил. 158). После проникновения в стенку матки зародыш быстро растет и развивается. У него постепенно образуются три зародышевых листка (эктодерма, мезодерма и энтодерма), дающие начало тканям и органам.

У четырехнедельного зародыша длиной 4–5 мм уже сформирована нервная трубка, дающая начало спинному и головному мозгу; хорда, из которой развивается позвоночник; кишки; сердце. В 8 недель у зародыша длиной 2,5 см, массой 12 г сформированы зачатки всех будущих органов; он начинает двигаться, хотя мать еще не чувствует этих движений (ил. 159).



Ил. 159. Зародыш человека:
а — 4 недели; б — 6 недель; в — 7 недель; г — 8 недель

Плацента и ее функции. Во время развития зародыша образуются оболочки, покрывающие его со всех сторон. Внешняя оболочка содержит множество ворсинок. Ворсинки той части внешней зародышевой оболочки, обращенной к стенке матки, сильно разрастаются и разветвляются, погружаясь в слизистую оболочку матки, густо пронизанную кровеносными сосудами. Этот участок оболочки участвует в образовании плаценты (ил. 160). Как вам уже известно, плацента, или детское место, — это орган, связывающий плод с организмом матери во время эмбрионального развития.

Через плаценту плод получает от материнского организма питательные вещества и кислород, выводит конечные продукты обмена веществ. Кроме того, плацента защищает плод от проникновения токсичных веществ и большинства болезнетворных микроорганизмов. Через нее от матери к плоду попадают антитела.

Плод соединяется с плацентой при помощи **пуповины** — соединительно-тканного канатика, в котором проходят сосуды: пуповинная вена и две пуповинные артерии, заканчивающиеся системой капилляров.

Кровь матери и плода не смешивается; обмен веществами происходит через систему капилляров в плаценте. Пупо-



Ил. 160. Строение плаценты

винные артерии отводят венозную кровь от плаценты в организм матери, а пуповинная вена приносит к плоду через плаценту артериальную кровь с питательными веществами.

Развитие плода. Развивающийся плод находится в матке в особых плодных оболочках, которые образуют мешок, заполненный *околоплодными водами*. Они выполняют функцию механической защиты плода. Околоплодные воды заполняют пространство между плодом и внутренней плодной оболочкой. Они позволяют плоду свободно двигаться в мешке, обеспечивают защиту от внешних повреждений и инфекций, способствуют его развитию и нормальному течению родов (табл. 10).

Таблица 10

Развитие плода

12 неделя	16 неделя	28 неделя	40 неделя
Плод становится похож на человека, но голова его очень большая. Все основные внутренние органы сформированы, завершается формирование ушных раковин, век. Зачатки половых желез дифференцируются на мужские и женские. Длина — 9 см, масса — 18 г	Сформированы половые органы; тело покрыто тонким пушком. Начинается окостенение черепа. Формируется мышечная система. Плод приобретает способность к энергичным движениям. Длина — 16 см, масса — 140 г	У плода пробуждаются чувства, он уже способен слышать, появляется вкус, плод может сосать пальцы. Длина — 35 см, масса — 1,3–1,4 кг	Зрелый плод, готовый к жизни вне организма матери. Длина — 50 см, масса — 3–4 кг
			

В эмбриональном развитии человека выделяются *критические периоды* — периоды повышенной чувствительности зародыша и плода к действию факторов среды. Это периоды оплодотворения, вставания зародыша в слизистую оболочку матери, формирования нервной трубки, хорды и плаценты, роды. Плод очень чувствителен к недостаточному снабжению его кислородом и питательными веществами, к охлаждению, перегреванию, действию различных химических веществ и инфицированию. В частности, попадание в кровь плода лекарственных веществ, алкоголя, никотина, наркотиков и других токсичных веществ, некоторых вирусов, бактерий, одноклеточных паразитических организмов, которые могут находиться в теле матери, может привести к замедлению развития, появлению различных аномалий, гибели плода.



Онтогенез. Эмбриональный период развития. Зародыш. Плод. Плацента. Пуповина



В 1971 г. ВОЗ выделила понятие TORCH-синдрома. Эта аббревиатура касается внутриутробных инфекций, из которых наиболее часто встречаются: Т — токсоплазмоз, О — сифилис, гепатиты, стрептококки и другие вирусные и бактериальные инфекции, R — краснуха, С — цитомегаловирус, Н — герпес). *Выскажите свое отношение к проблеме здорового образа жизни как необходимого условия рождения здорового ребенка.*



1. Что такое индивидуальное развитие человека? **2.** Какие периоды онтогенеза различаются? **3.** Что такое эмбриональный период развития человека? **4.** Как происходит образование и развитие зародыша? **5.** Что такое плацента и какую функцию она выполняет? **6.** Как происходит развитие плода? **7.** Каково значение околоплодных вод для развития плода? **8.** Какова функция пуповины? **9.** Смешивается ли кровь плода и кровь матери? Почему?



10. Чем зародыш отличается от плода? **11.** На ранних стадиях развития зародыш человека подобен зародышам всех позвоночных животных. Это обнаружил еще в 1828 г. ученый-эмбриолог Карл Бэр. Какое значение имело это открытие для развития биологической науки?



12. На основе дополнительных источников информации подготовьте сообщение о TORCH-инфекциях и их влиянии на эмбриональное развитие человека.

§ 66. Постэмбриональное развитие человека

Вспомните из курса «Основы здоровья» признаки, характерные для полового созревания.

Возрастные периоды. От рождения до смерти в организме человека происходят процессы роста, развития, обновления клеток, интенсивность которых в разные периоды жизни человека неодинакова. Каждый период жизни характеризуется *возрастными особенностями организма*, являющимися совокупностью анатомических, физиологических, психических и других параметров. Различается **календарный** и **биологический возраст человека**.

ВОЗРАСТ — временные характеристики развития индивида от рождения до смерти, а также в отдельные периоды его жизни.

Продолжительность жизни индивида от дня рождения до какого-то определенного момента называют **календарным** (паспортным) **возрастом**. **Биологический возраст** — это состояние, отражающее взаимосвязь всех возрастных особенностей организма и характеризующее степень его старения. Разница между биологическим и календарным возрастом незначительна в молодом возрасте и может быть довольно существенной на этапе старения (до 20 лет). Однако бывают случаи, когда даже среди молодых людей их биологический возраст значительно больше календарного. *Подумайте, чем это обусловлено.*

В соответствии с возрастными особенностями жизнь человека условно делится на *возрастные периоды* (табл. 10). Четких границ между периодами не существует.

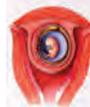


Возрастные периоды человека

Название периода	Возрастные границы
Младенческий	от рождения до 1 года
Раннего детства	от 1 до 3 лет
Дошкольный	от 3 до 6 лет
Младшего школьного возраста	от 6 до 10 лет
Подростковый	от 10 до 15 лет
Юношеский	от 15 до 19 лет
Молодости	от 19 до 25 лет
Зрелости	от 25 до 60 лет
Пожилого возраста	от 60 до 75 лет
Старости	от 75 до 90 лет
Долгожителей	90 лет и более

Развитие ребенка в младенческом периоде. Вам известно, что ребенок рождается с жизненно важными безусловными рефлексам. Они постепенно усложняются и формируют основные инстинкты человека, связанные с биологическими потребностями этого возрастного периода. В первые месяцы большую часть суток новорожденный спит, но можно четко проследить наличие и усложнение инстинктов. *Вспомните эти инстинкты.* Происходят также изменения в опорно-двигательной системе. К трем месяцам ребенок начинает самостоятельно держать голову, в 5 месяцев может самостоятельно сидеть, в 9 — ползает, в 12 — уже ходит. Постепенно зарастают роднички. В 4–6 месяцев начинают прорезываться зубы и нормализуется пищеварение. У ребенка развивается способность воспринимать слова и реагировать на них. В год он уже понимает около 12 слов. Поэтому для психического развития ребенка этого периода важно общение с ним взрослых.

Особенности развития ребенка в разные периоды детства. В период раннего детства у детей происходят заметные изменения в строении опорно-двигательной системы, что проявляется в формировании ходьбы и четких движений рук. Завершается прорезывание зубов, что позволяет питаться разнообразной пищей. Развитие центральной нервной системы, обусловленное ускоренным образованием временных связей, способствует становлению общения ребенка. Оно сначала базируется на действиях с определенными предметами (игрушками), а позже является подражанием поведению взрослых. Овладение действиями с предметами способствует умственному развитию ребенка. Интенсивно происходит развитие речи. Как вы уже знаете, на третьем году жизни ребенок знает более 1 000 слов и овладевает грамматической структурой языка, стремится к активной самостоятельной деятельности.



В *дошкольный период* у детей заметно меняются пропорции тела. Их позвоночник еще гибок, поскольку процессы окостенения еще не завершились. Интенсивно развиваются кисти рук, мышцы, обеспечивающие хождение и прямохождение. В 6 лет появляются первые постоянные зубы. Девочки и мальчики внешне еще мало отличаются друг от друга. Дети очень подвижны, любознательны, у них возникает желание учиться, развивается фантазия. Важное значение в этот период имеют ролевые игры и общение.

В *период младшего школьного возраста* замедляется рост. Увеличивается сила мышц ног, рук. Усиленно формируются мелкие мышцы кистей рук, изгибы позвоночника, который еще очень гибок. Молочные зубы меняются на постоянные. Младший школьный возраст — период активного психического развития ребенка. Важнейшим событием этого периода является изменение его социальной позиции: дошкольник становится школьником, а преобладающей деятельностью ребенка становится обучение. Дети приобретают навыки грамоты, чтения, учатся логически мыслить.

Особенности подросткового периода. *Подростковый возраст* — это период полового созревания, во время которого происходит интенсивное развитие половых желез, перестройка структуры и функций организма. У девочек половое созревание начинается с 10 и продолжается до 15–16 лет, а у мальчиков — с 11–12 до 19 лет.

Результатом полового созревания является развитие первичных и появление вторичных половых признаков. *Первичные половые признаки* связаны с развитием половых органов в соответствии с полом. *Вторичные половые признаки* — признаки, связанные со строением и функциями органов, не относящихся к репродуктивной системе. Например, это характерная форма тела, тембр голоса, характер распространения волос на теле, особенности распределения жира и формирования мышечной массы тела. Развитие первичных и вторичных половых признаков обусловлено влиянием гормонов половых желез на органы и ткани организма.

Признаки полового созревания у девочек. В этот период у девочек растут яичники, формируются вторичные половые признаки: лицо округляется, таз становится шире, а плечи — уже, на бедрах и ягодицах откладывается жировая ткань, начинают увеличиваться молочные железы. Появляются *менструации*. Вырастают волосы под мышками и на лобке.

Признаки полового созревания у мальчиков. В этот период у мальчиков увеличиваются половые органы (яички, половой член), формируются вторичные половые признаки. У них увеличивается гортань, происходит мутация голоса (тембр голоса становится низким), появляются волосы на лобке, под мышками и на лице. Усиливается секреция кожных желез, особенно на лице и спине, что иногда приводит к образованию угрей. Интенсивно растут скелет и мышцы. Увеличиваются и укрепляются мышцы рук и ног. Плечи становятся шире, а таз остается узким. Появляются *поллюции* — непроизвольные извержения спермы во время сна.

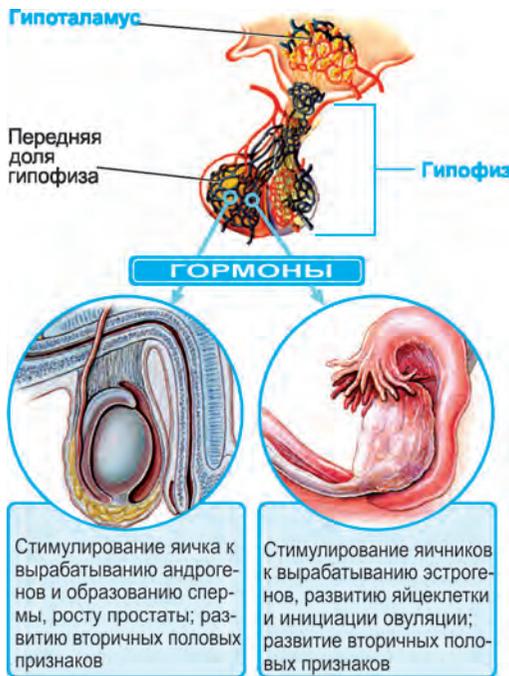
ПОЛОВЫЕ ПРИЗНАКИ — признаки, по которым различаются мужской и женский пол.

С появлением менструаций у девочек и поллюций у мальчиков в этом возрасте формируется биологическая способность организма к продолжению рода.

В подростковом возрасте закладываются многие черты характера, вырабатывается умение контролировать собственное поведение. Однако этот возраст характеризуется психоэмоциональной и социальной незрелостью. У подростков обостряется потребность в дружбе, ориентация на мнение коллектива, компании. Появляется интерес к противоположному полу, стремление понравиться друг другу.

Влияние эндокринной системы на формирование половых признаков в период полового созревания. Во время полового созревания организм готовится к размножению. Вырабатываются гормоны, стимулирующие физический рост и развитие половых органов, изменения в поведении. Изменения

в организме человека во время полового созревания обусловлены влиянием гипоталамуса на переднюю долю гипофиза (ил. 161).



Ил. 161. Влияние гипофиза на половые железы

Гипофиз, в частности, выделяет гормоны, воздействующие на половые железы. У девочек они стимулируют яичники к развитию яйцеклеток и выработке женских гормонов (например, прогестерона), способствующих развитию вторичных половых признаков, овуляции, подготовке организма к беременности. У мальчиков гормоны гипофиза стимулируют яички к повышенной секреции мужского полового гормона (тестостерона) и образованию спермы.

Юношеский возрастной период характеризуется замедлением роста и завершением развития всех функциональных систем организма. Девушки и юноши достигают половой, психологической и социальной

зрелости. Они пытаются лучше узнать себя, проявить свои возможности для будущей профессиональной деятельности. Ведущее значение приобретает учебно-профессиональная деятельность.

Молодость — период, в котором стабилизируется функционирование организма. Развитие мышечной системы достигает оптимального уровня, совершенствуется работа сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной, половой систем. Наряду с расширением мировоззрения, освоением профессии молодые люди проявляют готовность к созданию семьи, рождению и воспитанию детей.

В **зрелом возрасте** человек реализует себя в личностной, семейной и профессиональной сферах. Успешность человека этого возраста зависит от его

умения заботиться о своем здоровье. В течение этого периода у мужчин и женщин постепенно происходят изменения, определяющие процесс старения. В частности, женщина утрачивает репродуктивную функцию. *Почему?*

У людей **пожилого возраста** происходят процессы, характеризующиеся существенными структурными, функциональными и биохимическими изменениями в организме, которые ограничивают его приспособительные возможности. В процессе старения функциональная активность всех систем органов понижается. Однако многие *пожилые* люди сохраняют хорошую физическую форму, в *старческом возрасте* — высокую профессиональную работоспособность, а *долгожители* обладают ясным умом. Проблемы старения человека изучает наука *геронтология*.

Старение — заключительный этап онтогенеза, заканчивающийся физиологической (естественной) смертью. Она характеризуется полным прекращением всех обменных процессов в организме. Во время биологической смерти возникают необратимые изменения в тканях и органах; организм утрачивает свои системные функции.

Как и все живые организмы, человек имеет определенный природой срок жизни. Ученые считают, что организм человека рассчитан на более длительный возраст (120–150 лет), нежели тот, до которого большинство людей доживает сейчас. *Почему?*



Возрастные периоды человека. Биологический возраст. Подростковый период. Половое созревание. Первичные половые признаки. Вторичные половые признаки



При определенных нарушениях в организме увеличивается выработка гормонов, характерных для противоположного пола. Возникает ситуация, когда у человека имеются мужские половые органы, а по внешнему виду и ощущениям он ассоциирует себя с женщиной, и наоборот. Такие люди называются *трансгендерами*. Во второй половине XX в. врачи научились делать операции по смене пола. Первые такую операцию провели в 1953 г. в Копенгагене. *Выскажите свое отношение к проблеме смены пола.*



1. Какие периоды называются возрастными? **2.** Какие выделяются периоды постэмбрионального развития человека? **3.** Охарактеризуйте особенности развития ребенка в младенческом периоде. **4.** Какие половые признаки называют первичными, а какие — вторичными? **5.** Охарактеризуйте особенности подросткового возраста. **6.** Какие признаки полового созревания характерны для девочек? **7.** Назовите признаки полового созревания у мужчин. **8.** Когда наступает настоящая половая зрелость и до каких пор она длится? Чем она характеризуется? **9.** Какое влияние оказывает эндокринная система на половое созревание человека?



10. Сравните развитие ребенка в период раннего детства и в дошкольный период. **11.** Чем отличается подростковый период от периода младшего школьного возраста? **12.** Почему внешне люди разного возраста часто кажутся одновозрастными, а сверстники — разновозрастными?



13. Подростки часто конфликтуют с родителями и учителями. Чем это обусловлено? Как избежать конфликтов? **14.** Известно немало случаев ранней половой жизни, и часто случается, что детей рожают несовершеннолетние. Как вы считаете, почему, согласно Семейному кодексу Украины, брачный возраст для женщин и мужчин наступает с 18 лет?



§ 67. Репродуктивное здоровье. Заболевания, передающиеся половым путем

Вспомните из курса «Основы здоровья», какие факторы оказывают отрицательное влияние на развитие репродуктивной системы подростка.

Репродуктивное здоровье — одна из важных составляющих общего здоровья человека. По определению ВОЗ, *репродуктивное здоровье* — это состояние полного физического, мыслительного и социального благополучия, что означает возможность удовлетворительной и безопасной сексуальной жизни, способность к зачатию и рождению детей и право на планирование семьи.

Заболевания, передающиеся половым путем. Репродуктивное здоровье человека во многом зависит от состояния функционирования половых органов. Заболевания половых органов возникают по разным причинам. Одной из них является несоблюдение правил личной гигиены. В результате этого микроорганизмы (стафилококки, стрептококки, гонококки и др.) попадают в половые органы и вызывают воспалительные процессы. У женщин могут возникать воспаления яичников, маточных труб, влагалища, эрозии шейки матки, у мужчин — воспаления предстательной железы (простатит), яичек. Хронические воспаления могут привести к бесплодию, отрицательно влиять на течение беременности и родов.

Второй и главной причиной возникновения заболеваний половых органов являются случайные половые связи, которые часто приводят к возникновению заболеваний, передающихся половым путем (ЗППП), и представляют опасность для репродуктивного здоровья. Их еще называют венерическими* болезнями.

Инфекции, передающиеся половым путем (ИППП), — это инфекции (бактериальные, вирусные, паразитарные), распространяющиеся от человека к человеку, в первую очередь в результате сексуальных контактов. Существует более 30 различных бактерий, вирусов и паразитов, передающихся половым путем. Распространенными вирусными инфекциями являются СПИД, генитальный герпес; бактериальными инфекциями — сифилис, гонорея, хламидиоз; инфекциями, вызываемыми одноклеточными животными, — трихомоноз и др. Некоторые инфекции, в частности ВИЧ и сифилис, могут передаваться от матери к ребенку во время беременности и родов, а также через кровь и пересаженные ткани.

Источником *ВИЧ-инфекции* является ВИЧ-инфицированный человек как с клиническими проявлениями, так и без клинических проявлений инфекции. В организме такого человека ВИЧ проявляется во всех без исключения биологических жидкостях (кровь, моча, пот, сперма, слюна, слезная жидкость, грудное молоко и т. д.).

Установлено *четыре* основных пути инфицирования ВИЧ, а именно: *половой* — при половых контактах; *инъекционный* — через кровь и другие биологические жидкости (при переливании инфицированной крови или ее компонентов); *бесполое заражение* (через поврежденные кожу и слизистые

* Венерический — от лат. *Venus (Veneris)* [венус, венерис] — Венера; в древнеримской мифологии богиня весны, любви и женской красоты (у греков — Афродита).

оболочки людей, контактирующих с кровью или другими секретами инфицированных людей); *внутриутробное заражение* (от матери к ребенку или при кормлении грудью либо грудным молоком ВИЧ-инфицированной матери). Половой контакт является одним из основных источников заражения СПИ-Дом. Научкой не подтверждена возможность заражения ВИЧ-инфекцией через бытовые предметы, рукопожатие, воздух.

Распространенной вирусной инфекцией, передающейся половым путем, является *генитальный герпес*. Вызывает это заболевание вирус простого герпеса. На половых органах появляются пузырьки, которые превращаются в глубокие болезненные язвы. Одновременно могут возникать головные боли, лихорадка, боль в паху, ягодицах, ногах.

Возбудителем *сифилиса* является бактерия — бледная спирохета, которая может попасть в организм как половым, так и бытовым путем через незначительные царапины кожи, при совместном использовании различных предметов личной гигиены, одежды и т. п., при поцелуях. Первым симптомом заболевания является плотная язва с блестящей мясисто-красной поверхностью, образующаяся на половых органах, во рту или в анальном отверстии. Она безболезненна и впоследствии (через 3–4 недели) исчезает. На коже появляется сыпь, увеличиваются лимфатические узлы, наблюдается частая головная боль и боль в костях, повышается температура тела, снижается работоспособность. Все эти изменения возникают вследствие размножения бледной спирохеты, распространения ее по всему организму и его отравления продуктами жизнедеятельности этого микроорганизма. На поздних стадиях заболевания поражаются головной мозг, сердце и кости, происходит разрушение всего организма, что приводит к тяжелым страданиям и смерти.

Бактерия гонококк вызывает *гонорею* или триппер. Проявлениями этой болезни являются воспаление слизистых оболочек половых органов, гнойные выделения из полового члена у мужчин, из влагалища у женщин, боль при мочеиспускании. У мужчин преимущественно поражается мочеиспускательный канал, а у женщин — еще и шейка матки, маточные трубы, яичники, что приводит к разрушению половых желез и бесплодию.

Хламидиоз — распространенное ЗППП, вызванное хламидиями. Воспалительный процесс развивается после попадания хламидий на чувствительный к ним цилиндрический эпителий, которым выстлана часть половых органов и органов пищеварения. У больных хламидиозом и их половых партнеров часто наблюдаются сопутствующие воспалительные процессы другой локализации, возникающие при попадании возбудителя из мочеполовых органов на слизистые оболочки других органов: глаз, органов слуха, дыхательных путей, прямой кишки, суставов, сердца и сосудов.

Трихомоноз вызывается одним из видов одноклеточных животных жгутиковых — трихомонадой, паразитирующей в мочеполовых путях женщин и мужчин. Симптомами этой болезни является воспаление слизистых оболочек половых органов, гнойные выделения и боль. Во время половых отношений партнеры могут передать трихомонады друг другу. Заражение может проис-



ходить также через предметы личной гигиены и т. п. Последствиями заболевания являются изменения в половых железах, приводящие к бесплодию.

Некоторые инфекции, передаваемые половым путем, часто протекают бессимптомно. Так, например, около 70 % женщин и значительная часть мужчин с гонококковой и (или) хламидийной инфекцией могут вообще не испытывать никаких симптомов. Человек может быть носителем заболевания, даже не подозревая об этом и инфицируя других. Особенно этому способствуют неразборчивость и легкомыслие в половых отношениях. Инфекции половых органов могут приводить к развитию серьезных осложнений. Поэтому важным средством профилактики ИППП является ранняя диагностика и своевременное лечение заболевания.

Венерические болезни особенно распространены среди молодежи и обусловлены как социальными (безработица, алкоголизм, наркомания, проституция и т. д.), так и биологическими (снижение сопротивляемости организма в неблагоприятных экологических условиях) факторами.

Профилактика ИППП. Наиболее эффективным средством профилактики инфицирования или передачи инфекций половым путем является воздержание от случайных половых связей или ведение половой жизни только с одним неинфицированным партнером в рамках длительных отношений. Высокоэффективными относительно снижения передачи ВИЧ и других ИППП, включая гонорею, хламидиоз и трихомоноз, являются презервативы при их постоянном и правильном использовании.

Борьба с ИППП остается приоритетом ВОЗ с 2006 г. Всемирной организацией здравоохранения принята глобальная стратегия профилактики ИППП и борьбы с ними, предусматривающая проведение всеми странами мира таких мероприятий:

- пропаганда безопасного сексуального поведения;
- обеспечение всеобщего доступа к качественным презервативам по доступным ценам;
- содействие обращению людей, страдающих ИППП на ранних стадиях заболевания, и их партнеров в службы здравоохранения;
- включение лечения ИППП в основные медико-санитарные услуги;
- использование правильно подобранных и эффективных лекарственных средств;
- профилактика и лечение врожденных ИППП (сифилис, СПИД);
- обеспечение консультирования и добровольного тестирования на ВИЧ-инфекцию;
- привлечение всех соответствующих сторон, включая отдельные физические лица и сообщества, к профилактике и лечению ИППП.

Противозачаточные средства. Половой акт — единственный физиологический процесс, в котором участвуют два организма. Это слияние мужского и женского организмов воедино. В отличие от животных, половой акт человека предполагает не только физическую, но и духовную близость.

Зачатие ребенка не является целью большинства половых актов человека. Вопросы планирования семьи, рождения детей часто зависят от различных факторов (бытовые и материальные условия, стремление сделать карьеру, состояние здоровья и т. д.). Для защиты от нежелательной беременности используют различные средства контрацепции. Наиболее распространенные среди них — механические и химические.

Механические противозачаточные средства, в частности презервативы, препятствуют проникновению сперматозоидов в полость матки. Они являются

самыми простыми, доступными и наиболее эффективными в предотвращении нежелательной беременности и передачи ИППП. К *внутриматочным противозачаточным средствам* относятся спирали, вставляющиеся в полость матки. Они не оказывают влияния на гормональные процессы и не препятствуют оплодотворению, но мешают проникновению зиготы в слизистую оболочку матки.

Химические противозачаточные средства могут быть местного и общего действия. Средства местного действия — это таблетки, спермицидные свечи, пасты, которые вводятся во влагалище. Создавая в половых путях женщины слабокислую среду, они вызывают обездвиживание или гибель сперматозоидов. Средства общего действия — гормональные препараты. Они являются синтетическими гормонами, аналогичными участвующим в регулировании менструального цикла. Гормональные препараты в виде таблеток, инъекций, пластырей, гормональных колец подавляют овуляцию, без которой не наступает беременность, вызывают внутриматочные изменения, не позволяющие оплодотворенной яйцеклетке прикрепиться к стенке матки.

Однако следует иметь в виду, что ни одно из противозачаточных средств не способно обеспечить полную гарантию защиты от нежелательной беременности, а длительное применение гормональных контрацептивных препаратов может вызвать необратимые вредные изменения репродуктивной и других функций женского организма.

Тот, кто заботится о своем репродуктивном здоровье и репродуктивном здоровье партнера, рождении здоровых детей, хочет, чтобы интимным половым отношениям ничего не мешало, непременно обратится за консультацией к врачу.

Аборты. Фактором риска для репродуктивного здоровья женщины является аборт — искусственное прерывание беременности. Вследствие аборта могут происходить механические повреждения целостности матки, ее слизистой оболочки, нарушения менструального цикла, бесплодие. Аборт увеличивает риск развития рака молочных желез и матки, имеет психоэмоциональные последствия для женщины.

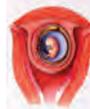


Репродуктивное здоровье. Болезни, передающиеся половым путем, и их профилактика. Противозачаточные средства. Аборт



Каждая пятая-шестая семья (по статистическим данным) не может иметь детей. Это связано с бесплодием — неспособностью половозрелого организма воспроизвести потомство. Бесплодие вызывается нарушениями в половой системе женщины или мужчины (непроходимостью маточных труб, изменениями в матке, неспособностью яичников производить яйцеклетки, уменьшением количества сперматозоидов, их подвижности, непроходимостью семявыносящих путей, нарушением семяизвержения). Причинами бесплодия могут быть ИППП, воспалительные процессы в половых органах, аборты, употребление алкоголя, наркотиков и других химических веществ, радиоактивное излучение.

Чтобы помочь бесплодным парам, при нерезультативности иных методов лечения, применяется искусственное оплодотворение. Используют различные способы искусственного



оплодотворения. В частности, оно может осуществляться с помощью донорской спермы или яйцеклетки. Например, получают сперму от мужа-донора и вводят ее во влагалище или матку женщины во время овуляции. Искусственное оплодотворение возможно также с донорской яйцеклеткой. Ее имплантируют в матку и после этого вводят сперму мужа. Искусственное оплодотворение может осуществляться и вне организма женщины — в пробирке. У женщины берут яйцеклетки и помещают их в пробирку. Туда же помещают взятую у мужчины сперму. Оплодотворенные яйцеклетки выдерживают в определенных условиях, а затем зародыши (эмбрионы) помещают в матку. Луиза Браун — первый ребенок «из пробирки», родившийся в 1978 году. В Украине первый ребенок «из пробирки» родился в 1991 г. Выскажите свое отношение к проблеме искусственного оплодотворения.



1. Что такое репродуктивное здоровье? **2.** Каковы причины возникновения воспалительных заболеваний половых органов? **3.** Назовите болезни, передающиеся половым путем. **4.** Как предотвратить болезни, передающиеся половым путем? **5.** Какие существуют противозачаточные средства и как они действуют? **6.** Какие риски для репродуктивного здоровья женщины несет аборт?



7. Венерические заболевания называли чумой XX в. Какое заболевание, по вашему мнению, является чумой XXI века? **8.** Как вы считаете, аборт — это преступление (в моральном, юридическом и других аспектах)? Ответ аргументируйте.



9. На основе дополнительных источников информации подготовьте сообщение о: а) влиянии искусственного прерывания беременности на репродуктивное здоровье женщины; б) современных противозачаточных методах.

Обобщение

Размножение обеспечивает человеку потомство и является необходимым условием существования вида. Его обеспечивает репродуктивная, или половая, система. Мужская и женская репродуктивные системы образованы половыми органами, к которым относятся: половые железы, где формируются гаметы, половые пути, по которым гаметы движутся, и внешние половые органы, обеспечивающие половой акт. Строение и функции половых органов обусловлены их функциями. Образование половых клеток имеет свои особенности у женщин и мужчин и сопровождается значительными изменениями физиологического состояния организма.

В результате оплодотворения образуется зигота и наступает беременность, заканчивающаяся рождением ребенка. Индивидуальное развитие человека предполагает количественные и качественные преобразования организма. Эмбриональное развитие длится от образования зиготы до рождения ребенка, постэмбриональное развитие — от рождения человека до его смерти. Для каждого периода характерен ряд последовательных анатомических, физиологических и биохимических изменений.

Жизнь человека в соответствии с возрастными особенностями условно делится на возрастные периоды. Календарный и биологический возраст человека не всегда совпадает. Репродуктивное здоровье человека во многом зависит от состояния функционирования половых органов. Наиболее эффективным средством профилактики инфицирования или передачи инфекций половым путем является воздержание от случайных половых связей или ведения половой жизни только с неинфицированным партнером, с которым связывает взаимная близость.

ОБОБЩЕНИЕ

§ 68. Целостность организма человека. Взаимодействие регуляторных систем организма

Что характеризует организм как биологическую систему? Какие регуляторные системы организма вам известны? Каковы механизмы их действия?

Функции, поддерживающие целостность организма. Организм человека — это одна из сложнейших биологических систем, которая существует на основе взаимодействия с внешней средой, обмениваясь с ним веществом, энергией и информацией. Эта система состоит из систем различных уровней структурной организации: клеток, тканей, органов, систем органов. Каждый из уровней имеет свою структуру и выполняет определенную функцию. Все компоненты взаимосвязаны и взаимодействуют между собой, образуя целостный организм.

Организм человека является открытой системой. В процессе питания человек получает из окружающей среды органические и неорганические вещества и использует их для своей жизнедеятельности. Непереваренные остатки и конечные продукты обмена веществ выделяются в окружающую среду. Обмен веществ и энергии с окружающей средой является необходимым условием существования организма человека.

Мир, в котором живет человек, оказывает постоянное влияние на его организм. Приспособление организма к условиям окружающей среды возможно благодаря постоянному поступлению в мозг человека информации об изменениях внешней и внутренней среды. Эта информация воспринимается, передается в кору головного мозга, анализируется сенсорными системами.

Обмен веществ, энергии и информации проявляется в процессах питания, дыхания, выделения и ответных реакциях на воздействие факторов внешней среды. *Охарактеризуйте взаимосвязь этих процессов.* Кроме обмена веществ, энергии и информации, человеку присущи общие свойства живых систем. *Назовите эти свойства. Почему их называют общими?*

Согласованность деятельности регуляторных систем в поддержании гомеостаза. Как известно, важным свойством организма является саморегуляция — способность поддерживать относительное постоянство химического состава и протекания физиологических процессов — *гомеостаз*. Саморегуляция обеспечивается деятельностью нервной, эндокринной и иммунной регуляторных систем, действующих взаимосвязанно и взаимосогласованно (ил. 162).

Так, на функционирование нервной системы оказывают влияние гормоны, продукты обмена и различные химические вещества, поступающие с током крови. С другой стороны, образование боль-



Ил. 162. Способы поддержания гомеостаза



шинства веществ и выделение их в кровь постоянно контролирует нервная система.

Гуморальные механизмы регуляции функций организма человека обеспечиваются химическими взаимодействиями между клетками, в частности влиянием гормонов или продуктов обмена веществ через жидкости внутренней среды. *Вспомните особенности гуморальной регуляции.*

Иммунная система человека осуществляет поддержание антигенного гомеостаза, то есть обеспечивает организму способность отвечать на действие генетически чужеродных антигенов клеточными и гуморальными реакциями. *Вспомните сущность этих иммунных реакций.*

Нервные механизмы в организме человека обеспечиваются сложным взаимодействием различных рефлексов, основой которых является возникновение и распространение нервного импульса. Нервная регуляция функций считается высшим этапом развития приспособления организма к изменчивым условиям среды. *Вспомните особенности нервной регуляции функций.*

Взаимодействие регуляторных систем. Из предыдущих тем вы знаете, что регуляция деятельности всех органов и систем организма обеспечивается нейрогуморальными воздействиями (см. табл. 11).

Таблица 11

Нейрогуморальная регуляция функций организма

	Гуморальная регуляция	Нервная регуляция
Пищеварение	Гастрин активизирует двигательную активность желудка и кишечника. Секретин, адреналин, норадреналин тормозят двигательную активность желудка и кишечника, повышают секрецию пищеварительных соков	Пищевой центр — в продолговатом мозге. Центр голода и насыщения — в гипоталамусе. Симпатическая нервная система (НС) уменьшает выделение пищеварительных соков желудка и кишечника, тормозит их двигательную активность. Парасимпатическая НС увеличивает выделение пищеварительных соков, стимулирует двигательную активность желудка и кишечника
Дыхание	Рост концентрации углекислого газа в крови активизирует нервные окончания сосудов и нейроны дыхательного центра, вызывая учащение дыхания	Дыхательный центр в продолговатом мозге координирует работу дыхательных мышц. Симпатическая НС расширяет бронхи, легкие, увеличивает частоту дыхательных движений. Парасимпатическая НС сужает бронхи, легкие, уменьшает частоту дыхательных движений
Кровообращение	Адреналин, норадреналин, тироксин, ионы Са ²⁺ усиливают сокращения и тонус сердечной мышцы, сужают сосуды внутренних органов, расширяют сосуды сердца и мозга. Ацетилхолин, ионы К ⁺ уменьшают частоту и силу сердечных сокращений, расширяют сосуды скелетных мышц и сердца	Сосудодвигательный центр — в продолговатом мозге. Симпатическая НС повышает частоту и силу сердечных сокращений, сужает стенки большинства артерий, расширяет сосуды сердца и мозга. Парасимпатическая НС замедляет работу сердца, расширяет сосуды слюнных и поджелудочной желез, языка, половых органов



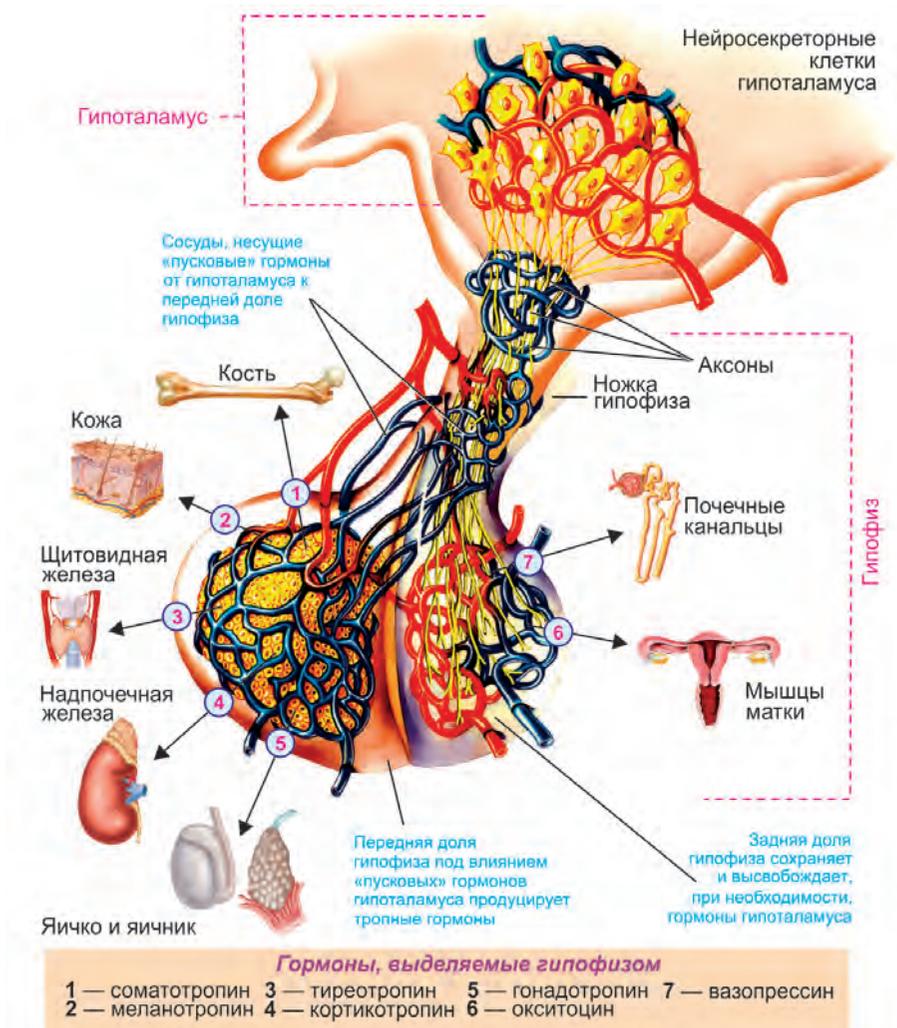
Выделение	Антидиуретический гормон (вазопрессин) повышает всасывание воды в почках, сохраняя воду в организме. Кортикостероиды регулируют выведение почками ионов K^+ и Na^+	Центр жажды в гипоталамусе контролирует содержание солей во внутренней среде. Симпатическая НС тормозит фильтрацию первичной мочи в клубочках. Парасимпатическая НС увеличивает всасывание глюкозы
Терморегуляция	Тропные гормоны гипофиза стимулируют процессы энергетического обмена и теплообразования. Меланотропин обуславливает потемнение кожи под действием света, мелатонин (гормон эпифиза) — ее осветление	Центр терморегуляции — в гипоталамусе. Двигательные нейроны спинного мозга вызывают дрожь мышц и увеличивают теплообразование. Симпатическая НС усиливает потоотделение, вызывает возникновение «гусиной кожи»
Опора и движение	Соматотропин стимулирует синтез белков, вызывает рост хрящей и костей. Кальцитонин (гормон щитовидной железы) способствует усвоению Кальция костями. Паратгормон снижает уровень Кальция в костях	Соматическая НС руководит рефлекторными движениями. Мозжечок координирует движения и регулирует равновесие. Двигательная зона коры большого мозга обуславливает произвольные движения. Симпатическая НС повышает работоспособность мышц, воздействуя на обмен веществ и энергии в них
Размножение	Половые гормоны стимулируют половое созревание, развитие вторичных половых признаков, образование гамет; обеспечивают формирование полового поведения, оплодотворение, развитие зародыша, протекание беременности. Окситоцин стимулирует роды. Мелатонин тормозит половое созревание	НС регулирует деятельность половых желез и половых органов. В гипоталамусе расположен центр удовольствия. Кора больших полушарий контролирует центры половых функций, находящиеся в спинном мозге. Подкорковые структуры головного мозга управляют половым поведением

Как вам известно, важнейшими центрами координации функций нервной и эндокринной систем является гипоталамус (часть промежуточного мозга) и гипофиз (железа внутренней секреции). *Вспомните, как связаны между собой гипофиз и гипоталамус.*

Аксоны нервных клеток гипоталамуса заканчиваются в задней доле гипофиза, направляя в нее свои нейрогормоны. Таким образом, гипофиз выделяет в кровь гормоны, образованные гипоталамусом. Другие же клетки гипоталамуса под влиянием импульсов, поступающих к нему из других отделов нервной системы, выделяют гормоны непосредственно в кровь. По сосудам гормоны гипоталамуса поступают в переднюю долю гипофиза. Она в ответ вырабатывает собственные гормоны. *Вспомните, какое значение имеют гормоны гипофиза для регуляции функций организма.*

Морфологическое и функциональное взаимодействие структур головного мозга образовали так называемую *нейроэндокринную систему* (ил. 163). Она контролирует выделение в кровь гормонов большинством желез внутренней секреции. Гипофиз выполняет свои функции под контролем гипоталамуса. Активность

же клеток гипоталамуса стимулируют гормоны гипофиза, других желез внутренней секреции и импульсы от различных отделов нервной системы.



Ил. 163. Нейроэндокринная система человека

Взаимодействие регуляторных систем рассмотрим на процессах, происходящих в организме во время стресса. На состояние кровеносных сосудов, как известно, влияет гормон надпочечных желез — адреналин. Его выделение часто стимулирует действие на нервную систему неожиданных раздражителей — стрессорных факторов (ил. 164).

Последовательность процессов при этом следующая: сначала возбуждается симпатический отдел вегетативной нервной системы, мобилирующий ресурсы организма на преодоление действия стрессорного фактора. Например, осуществляется образование и поступление антител к пораженному участку, выделение

гормонов надпочечных желез и др. На этом этапе интегрирующую роль играет кровеносная система. Далее, в зависимости от силы и продолжительности действия раздражителя, либо происходит стабилизация нормального состояния, либо наступают патологические изменения строения и функций органов и развивается болезнь.

Стрессорная реакция охватывает нервными импульсами кору головного мозга, распространяется на гипоталамус, от него — на гипофиз и надпочечники. Гормоны этих желез влияют на большинство органов. При сильных и длительных раздражениях снижается активность иммунной системы, нарушается антигенный гомеостаз. Это указывает на интегрирующую функцию нервной, эндокринной и иммунной систем в обеспечении целостности организма человека.

В течение изучения биологии человека мы обращали внимание на пути предотвращения тех или иных заболеваний. Все они в целом осуществляют профилактику стресса, поскольку оберегают организм от вредных воздействий окружающей среды и способствуют его укреплению. Чтобы беречь здоровье, смолоду важно научиться сознательному подходу к удовлетворению своих потребностей, безопасному поведению, самовоспитанию.



Ил. 164. Механизм стрессорные реакции



Целостность организма. Взаимодействие регуляторных системы организма



1. Как обеспечивается целостность организма человека? **2.** Охарактеризуйте механизмы гуморальной и нервной регуляции функций организма. **3.** В чем заключаются преимущества гуморальной или нервной регуляторных систем? Какова целесообразность их существования? **4.** Как взаимодействуют регуляторные системы?



5. Какова роль взаимодействия регуляторных систем в процессе адаптации организма к изменениям условий окружающей среды? **6.** Учитывая особенности нервной и гуморальной регуляции, обоснуйте значение каждой из них для определенной системы органов. **7.** Обоснуйте интегрирующую функцию кровеносной, нервной и эндокринной систем.



8. На основе изученных ранее тем и сведений *таблицы 11* дайте подробную характеристику нейрогуморальной регуляции одной из систем органов организма человека (по выбору).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Содержание органических веществ и энергетическая ценность продуктов питания

Продукты	Содержание в 100 г продукта		Продукты	Содержание в 100 г продукта	
	белки / жиры / углеводы, г	кДж		белки / жиры / углеводы, г	кДж
<i>Хлебобулочные изделия и крупы</i>					
Хлеб пшеничный	7,6 / 0,9 / 46,7	969	Рис	7,0 / 1,0 / 71,4	1387
Хлеб ржаной	6,6 / 1,2 / 34,2	748	Гречневые крупы	12,6 / 3,3 / 62,1	1413
Манная крупа	10,8 / 1,2 / 64,5	1342	Макароны	10,7 / 1,3 / 68,4	1411
<i>Молоко и молочные продукты</i>					
Молоко (2,5 %)	2,8 / 2,5 / 4,7	227	Сыр полужирный	16,7 / 9,0 / 2,0	672
Кефир (3,2 %)	2,8 / 3,2 / 4,1	243	Сыр твердый	25,1 / 45,0 / 2,5	2225
Сметана (20 %)	2,8 / 20,0 / 3,2	881	Мороженое	4,0 / 10,0 / 17,0	750
Йогурт (2,5 %)	3,7 / 2,5 / 4,9	239	Масло сливочное	0,5 / 72,8 / 5,0	2927
<i>Овощи и фрукты</i>					
Картофель	2,0 / 0,4 / 16,3	330	Помидоры свежие	1,1 / 0,2 / 3,8	92
Свекла	1,5 / 0,1 / 9,1	186	Морковь	1,3 / 0,1 / 7,2	150
Фасоль	23,2 / 2,1 / 53,8	1406	Апельсины	0,9 / 0,0 / 9,1	172
Капуста свежая	1,8 / 0,1 / 4,7	116	Виноград	0,7 / 0,0 / 16,2	291
Лук	1,4 / 0,0 / 9,1	181	Яблоки	2,2 / 0,0 / 48,0	863
Огурцы свежие	0,7 / 0,1 / 1,9	49	Сливы	2,3 / 0,0 / 58,4	1044
<i>Мясные продукты</i>					
Свинина постная	14,3 / 33,3 / 0,0	1541	Курятина	20,3 / 13,1 / 0,0	859
Говядина	18,6 / 16,0 / 0,0	942	Сосиски	12,4 / 19,4 / 0,0	968
<i>Рыба и рыбные продукты</i>					
Минтай	15,9 / 0,9 / 1,0	326	Икра красная	31,6 / 13,8 / 7,7	1213
Судак	18,4 / 1,1 / 0,8	373	Сельдь	17,5 / 11,4 / 6,2	851
<i>Другие продукты питания</i>					
Яйца	12,7 / 11,5 / 0,7	678	Масло	0,0 / 99,9 / 0,0	3886
Шоколад	6,3 / 37,2 / 53,2	2470	Сахар	0,0 / 0,0 / 99,9	1718
Какао	23,6 / 20,2 / 40,2	1886	Чай	20,0 / 5,1 / 4,0	611

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Суточная потребность людей в белках, жирах, углеводах и энергии

(согласно нормам физиологических потребностей населения Украины в пищевых веществах и энергии (МЗ, 2011))

Возраст/группа физ. активности (ФА) / коэффициент (КФА)	Пол	Энергия, кДж	Белки, г	Жиры, г	Угле-воды, г
11–13 лет	м. / ж.	10056 / 9637	84 / 78	84 / 76	327 / 326
14–17 лет	м. / ж.	11313 / 10056	93 / 83	92 / 81	375 / 334
18–29 лет / I группа — лица, занимающиеся умственным трудом / КФА = 1,4	м. / ж.	10266 / 8380	80 / 61	81 / 62	350 / 300
18–29 лет / II группа — лица, занимающиеся легким физическим трудом / КФА = 1,6	м. / ж.	11732 / 9218	91 / 66	93 / 70	400 / 326
18–29 лет / III группа — лица, занимающиеся трудом средней тяжести / КФА = 1,9	м. / ж.	13827 / 10894	106 / 76	107 / 80	478 / 394
18–29 лет / IV группа — лица, занимающиеся тяжелым физическим трудом / КФА = 2,2	м. / ж.	16341 / 12780	108 / 87	128 / 90	566 / 473
18–29 лет / V группа — лица, занимающиеся особенно тяжелым физическим трудом / КФА = 2,5	м. / ж.	17179 / —	117 / —	154 / —	586 / —

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Норма суточной потребности в минеральных веществах и витаминах

(согласно нормам физиологических потребностей населения Украины в пищевых веществах и энергии (МЗ, 2011))

Возраст	Пол	Минеральные вещества								
		Кальций, мг	Фосфор, мг	Магний, мг	Железо, мг	Цинк, мг	Йод, мкг	Селен, мкг	Фтор, мкг	Медь, мг
11–13 лет	м.	1200	1200	280	12	15	150	40	2,5	2,0
	ж.	1200	1200	270	15	12	150	45	2,5	1,5
14–17 лет	м.	1200	1200	400	12	15	150	50	2,5	2,5
	ж.	1200	1200	300	18	13	150	50	2,5	2,0
Витамины										
Возраст	Пол	А, мкг	Д, мкг	Е, мг	К, мкг	С, мг	В ₁ , мг	В ₂ , мг	В ₆ , мг	В ₁₂ , мкг
11–13 лет	м.	600	2,5	13	45	75	1,3	1,5	1,5	2,0
	ж.	600	2,5	10	45	70	1,1	1,3	1,3	2,0
14–17 лет	м.	600	2,5	15	65	80	1,5	1,8	1,8	2,0
	ж.	600	2,5	13	55	75	1,2	1,5	1,5	2,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

АНКЕТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ТЕМПЕРАМЕНТА

Поставьте знак «+», если черта вам присуща, и знак «-» — если не присуща.

Черта (свойство)	«+», «-»	Черта (свойство)	«+», «-»
1. Непоседлив, суетлив		2. Несдержан	
3. Нетерпелив		4. Склонен к риску	
5. Решителен, инициативен		6. Упрям	
7. Сообразителен в споре		8. Работаю не систематически	
9. Резок и прямолинеен в отношениях		10. Незлопамятен и не обидчив	
11. Говорю быстро, страстно		12. Неуравновешен	
13. Агрессивный забияка		14. Нетерпим к недостаткам других	
15. У меня выразительная мимика		16. Способен быстро действовать и решать	
17. Без усталости стремлюсь к новому		18. Резко и порывисто двигаюсь	
19. Упорен в достижении цели		20. Склонен к резкому изменению настроения	
21. Весел, жизнерадостен		22. Энергичен, деловит	
23. Часто не довожу дело до конца		24. Склонен переоценивать себя	
25. Быстро осваиваю новое		26. Непостоянен в предпочтениях	
27. Быстро погружаюсь в новую работу		28. Легко приспосабливаюсь к обстоятельствам	
29. С увлечением берусь за новое дело		30. Быстро теряю интерес к неинтересному делу	
31. Легко переживаю неудачи		32. Раздражаюсь от однообразной деятельности	
33. У меня много друзей		34. Вынослив, работоспособен	
35. Говорю громко и быстро		36. Умею контролировать себя в сложных ситуациях	
37. Всегда пребываю в хорошем настроении		38. Быстро засыпаю и просыпаюсь	
39. Несобран, поспешен в решениях		40. Поверхностен	
41. Спокоен, хладнокровен		42. Последователен, тщателен в делах	
43. Осторожен, рассудителен		44. Умею ждать	
45. Неразговорчив		46. Терпелив	
47. Говорю спокойно, размеренно		48. Всегда завершаю дело	
49. Четко придерживаюсь режима дня		50. Легко сдерживаю порывы	
51. Равнодушен к похвале или осуждению		52. Незлобив	
53. Постоянен в предпочтениях и интересах		54. Не трачу силы напрасно	
55. Медленно настраиваюсь на работу		56. Поддерживаю со всеми ровные отношения	
57. Трудно приспосабливаюсь к новым обстоятельствам		58. Люблю аккуратность и порядок во всем	
59. У меня ограниченный круг друзей		60. Сдержан	
61. Уязвим к осуждению		62. Застенчив	
63. Теряюсь в новой обстановке		64. Трудно устанавливаю новые контакты	
65. Не уверен в своих силах		66. Люблю одиночество	
67. Уязвим к неудачам		68. Очень требователен к себе и окружению	
69. Быстро устаю		70. Говорю тихо	
71. Склонен «замыкаться» в себе		72. Плаксив	
73. Чувствителен к наименьшей похвале		74. Подвержен влиянию окружающих	
75. Покорен и послушен		76. Слишком чувствителен ко всему	
77. Слишком обидчив		78. Малоактивен и робок	
79. Склонен к подозрительности		80. Нуждаюсь в сочувствии и помощи	

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

Аккомодация — способность глаза приспособляться к четкому видению предметов, находящихся на разном расстоянии.

Активно приобретённый иммунитет — иммунный ответ организма на введение антигена в результате его прямого контакта с организмом.

Аллергия — сверхчувствительность иммунной системы организма, проявляющаяся в повторном действии аллергена на организм.

Анатоксин — медицинский препарат, производимый из обезвреженного бактериального токсина, сохраняющего свои антигенные свойства.

Антитела — особые белки, вырабатываемые лимфоцитами крови в ответ на вторжение в организм антигенов.

Артериальная гипертензия, или гипертония — состояние повышенного кровяного давления.

Артериальный пульс — периодические пульсирующие колебания стенок артерий, обусловленные сокращениями сердца.

Аутоиммунные реакции — потеря иммунологической толерантности к антигенам собственных тканей.

Безусловные рефлексy — врожденные, относительно постоянные реакции организма на воздействие внешней или внутренней среды.

Биологическая система — структурное и функциональное объединение всех компонентов объекта живой природы, между которыми существуют взаимосвязи и взаимодействие.

Биологический возраст — состояние, отражающее взаимосвязь всех возрастных особенностей организма и характеризующее степень его старения.

Биологические ритмы (биоритмы) — циклические изменения биологических процессов в живой системе.

Беременность — совокупность физиологических процессов, связанных с образованием зародыша и развитием плода в организме женщины.

Большой круг кровообращения — путь крови от левого желудочка к правому предсердию, при котором осуществляется поставка обогащенной кислородом крови ко всему телу.

Вакцина — препарат, изготавливаемый из ослабленных или мертвых микроорганизмов либо их антигенов, полученных химическим путем.

Вегетативная нервная система — часть нервной системы, регулирующая деятельность внутренних органов и влияющая на обмен веществ и рост.

Вестибулярный аппарат — орган чувств, воспринимающий изменения положения головы и туловища, направление движения тела и предназначенный для координации (согласования) движений и сохранения равновесия тела.

Внешнее дыхание — газообмен между атмосферным воздухом и организмом: легочная вентиляция и газообмен между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров.

Внутреннее дыхание — обмен газов между кровью и тканями, использование кислорода клетками и удаление углекислого газа.

Возбуждение — повышение специфической деятельности органов в ответ на внешние и внутренние раздражения. Возбуждение нейрона приводит к возникновению нервного импульса.

Всасывание — процесс поступления различных веществ через слой клеток ворсинок кишечника в кровь и лимфу.

Вторая сигнальная система — деятельность коры головного мозга, которая проявляется в условных рефлексах, формирующихся на своеобразный раздражитель — слово.

Выделение — физиологический процесс, обеспечивающий освобождение организма от вредных и ненужных продуктов обмена веществ.

Высшая нервная деятельность (ВНД) — деятельность высших отделов центральной нервной системы, обеспечивающая различные формы приспособления к условиям окружающей среды.

Гиперреактивность — нарушение работы иммунной системы организма, проявляющееся в ее чрезмерной активности.

Гиперфункция желез внутренней секреции — усиление деятельности желез, приводящее к увеличению выделения ими гормонов.

Гипофункция желез внутренней секреции — недостаточная деятельность желез, приводящая к уменьшению выделения ими гормонов.

Гомеостаз — динамическое относительное постоянство состава, физико-химических свойств внутренней среды организма (кровь, лимфа, тканевая жидкость) и всех физиологических процессов в нем.

Гормоны — биологически активные вещества, которые в очень малых концентрациях способны в значительной степени влиять на органы и ткани, а также организм в целом.

Группы крови (системы АВ0) — обусловлены наличием особых белков в эритроцитах (агглютиногенов А и В) и плазме (агглютининов α и β), которые в несовместимых комбинациях могут вызывать склеивание (агглютинацию) эритроцитов.

Гуморальная (жидкостная) регуляция — регуляция физиологических функций организма, которая осуществляется веществами, поступающими в кровь и через нее влияющими на функционирование органов всего организма.

Дыхание — совокупность процессов, обеспечивающих непрерывное поступление кислорода к тканям организма, использование его в реакциях биологического окисления, а также выведение из организма конечных продуктов обмена веществ — углекислого газа и частично воды.

Звукообразование — создание звуков колебаниями воздуха, проходящего через голосовой аппарат во время выдоха.

Иммунитет — совокупность защитных механизмов, помогающих организму бороться с антигенами — телами и веществами, чужеродными для него.

Иммунный ответ — сложная защитная реакция организма, в результате которой антиген распознается и обезвреживается антителами.

Иммунодефицит — нарушение работы иммунной системы организма, проявляющееся в ее пониженной активности.

Индивидуальное развитие человека, или онтогенез — развитие организма, длящееся от образования зиготы до естественной смерти.

Инстинкты — совокупность сложных врожденных безусловно-рефлекторных действий, осуществляемых под влиянием основных биологических потребностей.

Инстинктивное поведение — форма поведения человека, обусловленная сложными безусловно-рефлекторными реакциями — инстинктами.

Йододефицит — снижение содержания йода в организме, необходимого для нормального функционирования щитовидной железы.

Малый круг кровообращения — путь крови от правого желудочка к левому предсердию, при котором осуществляется насыщение крови кислородом в легких.

Менструальный цикл — физиологический процесс, во время которого происходят последовательные циклические изменения в организме женщины, контролируемые половыми гормонами.

Мышление — процесс отражения связей и отношений между предметами и явлениями действительности, обеспечивающий усвоение новых знаний.

Нейрогуморальная регуляция — взаимосвязанное и взаимосогласованное действие нервной и гуморальной регуляции, обеспечивающее высокую эффективность работы всех физиологических систем и организма как целостной биологической системы.

Нервная регуляция — регуляция физиологических функций организма, обеспечивающая взаимосвязь органов и связь организма с окружающей средой благодаря рефлексам.

Неспецифический (врожденный) иммунитет — система защитных факторов орга-

низма, к которым относятся: барьерная функция кожи и слизистых оболочек, способность лейкоцитов к фагоцитозу и образование интерферона, лизоцима и других веществ.

Нефрoн — структурно-функциональная единица почки, находящаяся в ее корковом слое.

Низшая нервная деятельность — деятельность нервной системы, обеспечивающая рефлекторную регуляцию физиологических функций организма и его двигательной активности.

Обмен веществ — совокупность процессов химического преобразования веществ в организме: от поступления их из окружающей среды до выведения конечных продуктов распада наружу.

Овуляция — процесс разрушения фолликула и выхода из него яйцеклетки.

Оплодотворение — процесс слияния мужской и женской половых клеток, в результате которого образуется зигота.

Органы чувств — периферические части анализаторов; содержат специализированные рецепторы; предназначены для восприятия определенного вида раздражений.

Остеон — структурная единица костной ткани; цилиндрическое образование из наслаенных костных пластинок, вставленных друг в друга, что обеспечивает прочность кости.

Память — способность человека фиксировать, хранить и воспроизводить информацию в нужный момент.

Парасимпатическая нервная система — часть вегетативной системы, обеспечивающая восстановление ресурсов, затраченных во время работы, и регулирующая нормальную жизнедеятельность человеческого организма в состоянии покоя и во время сна.

Пассивно приобретенный иммунитет — возникает, когда антитела переносятся из организма, где они образовались, в другой организм, с этим антигеном еще не контактировавший.

Переливание крови — метод лечения больных, в основе которого лежит трансплантация жидкой соединительной ткани

человека — крови. Доноры — это люди, у которых берут кровь, а реципиенты — те, кому ее переливают.

Первая сигнальная система — деятельность коры головного мозга, вызванная непосредственным воздействием на сенсорные системы факторов внешней и внутренней среды.

Плацента, или дeтское место, — орган, связывающий плод с организмом матери во время эмбрионального развития.

Постэмбриональное развитие — период онтогенеза, начинающийся после рождения человека и завершающийся его смертью.

Приобретенное поведение — форма поведения, являющаяся результатом индивидуального жизненного опыта человека, связанная с образованием и торможением условных рефлексов.

Проводящая функция спинного и головного мозга — обеспечение связи и согласования работы всех отделов центральной нервной системы.

Работа мышц — механическая работа (статическая, динамическая), выполняемая мышцами во время сокращения.

Рациональное питание — физиологически полноценное питание здоровых людей с учетом их возраста, пола, характера труда и других факторов.

Резус-фактор — белок, имеющийся в эритроцитах 85 % резус-положительных людей. Переливание несовместимой по резус-фактору крови вызывает резус-конфликт, что приводит к склеиванию эритроцитов.

Репродуктивное здоровье — состояние полного физического, умственного и социального благополучия, предполагающее возможность удовлетворительной и безопасной сексуальной жизни, способность к зачатию и рождению детей и право на планирование семьи.

Рефлекс — ответ организма на раздражение, осуществляемый при участии нервной системы.

Рефлекторная дуга — путь, по которому проходят нервные импульсы во время рефлекса.

Рефлекторная функция спинного и головного мозга — осуществление различных рефлексов.

Рецепторы — специальные нервные структуры, преобразующие различные виды энергии (световую, механическую, тепловую, химическую) в нервный импульс.

Речь — общение людей с помощью языка. Физиологической основой речи является условно-рефлекторная деятельность коры большого мозга на слово.

Саморегуляция — способность организма поддерживать постоянство химического состава, физических свойств, протекания физиологических процессов.

Свёртывание крови — защитная реакция организма, направленная на сохранение объема циркулирующих жидкостей организма. Вызывает образование тромба на поврежденных сосудах.

Сознание — процесс отражения действительности мозгом человека, охватывающий все формы ВНД и обуславливающий ее целенаправленную деятельность.

Сенсорные системы или анализаторы — системы, воспринимающие, анализирующие и перерабатывающие информацию об изменениях окружающей среды и внутреннего состояния организма, а также обеспечивающие связь организма с окружающей средой.

Сердечный цикл — одно полное сокращение и расслабление предсердий и желудочков сердца.

Симпатическая нервная система — часть вегетативной системы, которая усиливает деятельность органа в условиях, требующих мобилизации физических сил.

Система органов (физиологическая система) — совокупность органов человека, связанных анатомически, функционально и топографически и составляют единую согласованно работающую структуру. Человек имеет следующие физиологические системы: пищеварительную, дыхательную, сердечно-сосудистую, выделительную, опорно-двигательную, нервную, сенсорные, эндокринную, иммунную, репродуктивную.

Соматическая нервная система — часть нервной системы, регулирующая деятельность скелетных мышц и органов чувств, обеспечивая движения и ощущения.

Сон — физиологическое состояние, характеризующееся отключением сознания, снижением способности нервной системы отвечать на внешние раздражители и активности большинства функций организма, относительной неподвижностью.

Торможение — ослабление либо прекращение рефлекторного ответа на раздражение вследствие уменьшения силы и скорости проведения нервных импульсов.

Утомление мышц — снижение работоспособности мышцы, причинами которого является недостаточное снабжение мышц кислородом; уменьшение запасов органических веществ, являющихся источником энергии сокращения; накопление продуктов обмена (молочной кислоты и т. д.).

Эмбриональное развитие — период онтогенеза, длящийся от образования зиготы до рождения ребенка.

Энергетический обмен — совокупность реакций расщепления органических веществ, при которых высвобождается энергия.

Язык — система символов и знаков, средство передачи информации и общения между людьми. Структурной единицей языка является слово.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- А**ккомодация 170
Аксон 13 137
Аллергия 240, 241
Анализатор 164, 166
Антигены 235
Антитела 235,
Аорта 81, 86
Артерии 56, 85, 86
Белки 21, 25
Биоритмы 212–215
- внутренние 213
- внешние 213
Беременность 248–250
Вакцина 237
Вены 56, 81, 86
Вестибулярный аппарат 183
Витамины 26–28
- водорастворимые 27
- жирорастворимые 27
Вкус 180
Внутренняя среда
- организма 68
Вода 28, 48, 53, 101, 107
Возбудимость 13 82
Возрастные периоды 256–259
Воспаление 74
Всасывание 47–48
Высшая нервная деятельность
(ВНД) 188, 199
- типы ВНД 189–191
Газообмен 58
- в легких 59
- в тканях 60
Гаметогенез 243
Гемоглобин 75, 76
Гиподинамия 96, 114
Глаз 167–169
Глотание 41
Голосовой аппарат 56
Гомеостаз 220, 265
Гормоны 17 223–225, 227, 228,
230–234
Давление
- кровяное (артериальное) 91
- парциальное 60
Движения
- дыхательные 61, 62
- произвольные 153, 154
Дендриты 13 137
Дерма (собственно кожа) 107
Диафрагма 61
Дыхание 53
- внешнее (легочное) 59
- внутреннее (тканевое) 60
Железы 17 227
- вилочковая 231
- внешней секреции 46, 107, 226
- внутренней секреции 227, 230
- гипофиз 225–227
- надпочечные 230
- паразитовидные 231
- пищеварительные 16 36
- поджелудочная 17, 46, 232
- половые (яичники,
семенники) 234, 266
- смешанной секреции 226, 232
- щитовидная 228
- эпифиз 231
Желудок 43, 44
Жиры 26 105
Жизненная емкость легких 63
Заболевания
- зубов 40
- кожи 108
- нервной системы 159–161
- органов дыхания 64–66
- органов мочевыделительной
системы 104
- органов пищеварения 49–51
- передаваемые половым
путем 260–262
- сахарный диабет 233
- сердечно-сосудистые 95, 97
Зародыш 252
Звукообразование 57
Зубы 38, 39
Иммунитет 235
- неспецифический 236
- специфический 237, 238
Иммунизация 237
Иммуннодефицита 239, 240
Инстинкт 192, 193
Йододефицит 229
Капилляры 86
- кровеносные 85, 86
- лимфатические 87
Кишечник 37, 46
Кость 16 114
Клетка 9–10, 244
Кожа 105–107
Кровь 68
- группы 77
- переливание 78
- состав 69–70
Кровообращение 80
- большой круг 86
- малый круг 87
Кровотечения 93
- артериальные 94
- венозные 94
- капиллярные 94
Легкие 16, 53, 56
Лейкоциты 71, 73, 74
Лимфа 68
Лимфообращение 88
Лимфоциты 73, 236, 237
Менструация 248
Минеральные соли 26, 28
Миокард 82
Миофибриллы 123
Мозг 143, 147, 152
- большой (конечный)
151–153, 227
- главный 147
- задний 148
- костный 116
- мозжечок 149
- мост 148
- продолговатый 148
- промежуточный 150, 151
- спинной 143–144
- средний 149
- ствол 148
- функции 145, 146
Моча 103
Мышление 207–209
Мышца 16, 122, 123
- группы мышц 125, 126
- работа мышц 127
- усталость мышц 128
Нейроглия 13
Нейрон 13 137
- вставочный 138
- двигательный 138
- чувствительный 138
Нервная система
- вегетативная 155–156
- парасимпатическая 157, 158
- периферическая 142
- соматическая 141, 155
- симпатическая 156, 157
- центральная 140, 141
Нервные процессы 189
- возбуждения 189
- торможения 189
Нефрон 100, 101
Обмен веществ 21, 22, 101
- водно-солевой 109
- основной обмен 29
- пластический обмен 21
- энергетический обмен 21
Обучение 202, 203
Овуляция 248, 249
Оплодотворение 247
Органы 15–18
- дыхания 16, 53–56
- иммунной системы 17, 236
- мочевыделительной
системы 16, 100–101

- нервной системы 17, 141, 142
- опорно-двигательной системы 16, 114
- пищеварительного тракта 16, 35–37
- репродуктивные 17, 244–247
- сердечно-сосудистой системы 16, 80, 85, 87, 88
- чувств 164, 165,
- эндокринной системы 17, 223
- Организм 6, 7, 265
- Остеон 114
- Память** 203–206
- Перегревание организма 112
- Печень 37, 46
- Питание 23
 - сбалансированное 31
 - норма 31
 - рациональное 31
 - режим 31
- Пища 24 25
 - механическая обработка 38
 - химическая обработка 41
- Пищевые продукты 24
- Пищеварение 34, 35
 - в кишечнике 46–48
 - в ротовой полости 38
 - в желудке 44
 - внеклеточное (полостное) 34, 47
 - пристеночное (мембранное) 34, 47
- Пищевые отравления 49
- Пищевые расстройства поведения 51
- Плазма крови 71, 72
- Плацента 253
- Поведение человека 188
 - инстинктивное 193, 195
 - приобретенное 196
- Позвоночник 119, 120
 - искривление 131
- Потоотделение 108
- Потребности человека 29
 - энергетические 29
 - пищевые 30
- Преобразование энергии 21
- Профилактика болезней 40, 51, 65, 97, 104, 109, 160, 161, 174, 178, 193, 262
- Пульс 95
- Развитие человека**
 - индивидуальное 252
 - постэмбриональный период 252, 255–259
 - эмбриональный период 252–254
- Размножение 243
- Регуляция**
 - гуморальная 19, 222, 266
 - дыхательных движений 62
 - желудочного сокоотделения 44, 45
 - кровообращения 91
 - мочеиспускания 103
 - нейрогуморальная 19, 222, 266, 268
 - нервная 18, 221, 266
 - произвольных движений человека 153, 154
 - работы внутренних органов 16
 - работы эндокринной системы 224–226, 267
 - слюноотделения и глотания 42
- Резус-фактор 78
- Рефлекс 18 138
 - безусловный 193, 194
 - условный 196–198
- Рефлекторная дуга 138, 139
- Рецепторы 164
 - боли 186
 - вкусовые клетки 180
 - зрительные (колбочки, палочки) 168, 171
 - кожи и мышц 200 201
 - обонятельные клетки 181
 - осязательные 185
 - равновесия (волосковые клетки) 183
 - слуховые (волосковые клетки) 177
 - тепловые 185
 - холодовые 185
- Речь 201
- Саморегуляция** 7, 222, 265
- Свертывание крови 72, 73
- Секреция
- Сигнальная система 199, 200
- Система
 - АВ0 77, 82
 - биологическая 6–8, 265
 - вкусовая 180
 - движения 184
 - зрительная 167–171
 - иммунная 17 235
 - кровообращения 80
 - мочевыделительная 16, 99–100
 - обонятельная 180–182
 - опорно-двигательная 16, 114
 - органов дыхания 16, 53
 - осязания, температуры, боли 185
 - пищеварительная 34–37
 - равновесия 183, 184
 - регуляторная 18 266
 - резус (Rh) 78
 - репродуктивная 17, 243, 244
 - сенсорная 17, 164–166
 - слуховая 175–177
 - физиологическая 15–17
 - эндокринная 17, 223
- Скелет 16, 119–121
- Сознание 210, 211
- Сократимость 12
- Слух 175, 178
- Слюна 41, 42
- Сон 215–218
- Сперматозоид 9, 243, 244, 246
- Стресс 231, 269
- Сустав 118, 119
- Сосуды
 - кровеносные 17 85
 - лимфатические 17 87
- Сухожилие 122
- Теплоотдача организма** 111
- Теплообразование в организме 111
- Терморегуляция организма 111
- Ткань 10
 - костная 12, 114
 - мышечная 12–13, 123
 - нервная 13
 - соединительная 11–12
 - хрящевая 12 117
 - эпителиальная 10, 11, 106
- Тканевая жидкость 68, 69
- Тромб 73
- Тромбоциты 71, 72
- Углеводы** 25, 41
- Фагоцитоз** 74
- Ферменты 34
- Фибрин 73
- Фибриноген 73
- Форменные элементы крови 70
- Хрящ** 116, 117
- Цикл**
 - дыхательный 61–62
 - менструальный 248–249
 - сердечный 83
- Череп** 119
- Эпидермис** 106
- Эпителий 10, 54, 55
- Эритроциты 71
- Яичко** 246
- Яичник 244, 248
- Язык (орган) 42, 180
- Язык 201
- Яйцеклетка 10, 243, 245

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анатомический атлас : [электрон. ресурс]. — Режим доступа : <http://www.anatomy.tj/>
2. Біологія : довідник [для абітур. та школ. загальноосвіт. навч. закл. / кер. авт. колект. Л. І. Прокопенко]. — К. : Літера ЛТД, 2006.
3. Біологія : навч. посібн. / А. О. Слюсарев, О. В. Самсунов, В. М. Мухін та ін.; [пер. і ред. В. О. Мотузного]. — К. : Вища школа, 1991.
4. Биология : электрон. учебн. : [электрон. ресурс]. — Режим доступа : <http://www.ebio.ru>.
5. Биологический энциклопедический словарь / гл. ред. М. С. Гиляров. — М. : Сов. Энциклопедия, 1986.
6. Гистология : учебн. пособ. и атлас микрофотограф. : [электрон. ресурс]. — Режим доступа : <http://www.histol.ru>.
7. Головацький А. С. Анатомія людини : [у 3 т]. / Головацький А. С., Черкасов В. Г., Сапін М. Р. [та ін.]. — Вінниця : Нова Книга, 2006; 2007.
8. Грин Н. Биология : В 3-х т. / Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. ; пер. с англ.; под ред. Р. Сопера. — М. : Мир, 1990.
9. Заведєя Т. Л. Біологія : довідник [для школ. та студ.] / Т. Л. Заведєя. — Донецьк : ТОВ ВКФ «БАО», 2008.
10. Загальна психологія / О. В. Скрипченко, Л. В. Долинська, З. В. Огороднійчук та ін. — К. : Либідь, 2005.
11. Людина : енциклопед. путівник. — К. : Махаон-Україна, 2007.
12. Людина : навч. посібн. з анатом. та фізіолог. / пер. з англ. І. Гаврилук, О. Гаврилук, У. Галук та ін. — Львів : БаК, 2002.
13. Медична біологія : підруч. / за ред. В. П. Пішака, Ю. І. Бажори. — Вінниця : Нова Книга, 2004.
14. Околітенко Н. І. Основи системної біології : навч. посібн. / Н. І. Околітенко, Д. М. Гродзинський. — К. : Либідь, 2005.
15. Трифонов Е. В. Психофізіологія человека : рус.-англ.-рус. енциклоп.: [электрон. ресурс] / Е. В. Трифонов. — 14-е изд., 2011. — Режим доступа : <http://www.tryphonov.narod.ru>.
16. Чайченко Г. М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г. М., Цибенко В. О., Сокур В. Д.; за ред. В. О. Цебенко. — К. : Вища школа, 2003.
17. Энциклопедия для детей. — Том 18. Человек : в 2 ч. / [глав. ред. В. Володин]. — М. : Аванта+, 2003.
18. Энциклопедический словарь юного биолога / [сост. М. Е. Аспез]. — М. : Педагогика, 1986.
19. Saladin, Kenneth S. Albert. Human Anatomy / Kenneth S., Saladin. — 1 st ed. McGraw-Hill / Higher ed., 2005.
20. Seeley R., Stephens T., Tate P. Anatomy and physiology 6th edition. McGraw-Hill; 2003.
21. Gerard J. Tortora, Bryan Derrickson. Introduction to the Human Body. 7th edition. John Wiley & Sons; 2007.

Интернет-страницы

- <http://biology.org.ua/> — Украинский биологический сайт.
- <http://www.morphology.dp.ua> — Сайт научного общества анатомов, гистологов, эмбриологов и топографоанатомов Украины.
- <http://www.skeletos.zharko.ru> — Проект «Опорно-двигательная система человека».
- <http://modernbiology.ru/ticher.htm> — Сайт для учителей и учеников.

Навчальне видання

БІОЛОГІЯ
Підручник для 8 класу
загальноосвітніх навчальних закладів

(рос. мовою)

Видано за державний кошт. Продаж заборонено

Автори:
МІЩУК Наталія Йосипівна
ЖИРСЬКА Галина Ярославівна
СТЕПАНЮК Алла Василівна
БАРНА Любов Степанівна

Головний редактор *Ярослав Гринчишин*
Переклад з української мови *Маргарити Більчук*
Редактор *Віктор Хіхловський*
Літературне редагування *Оксани Давидової*
Дизайнер обкладинки *Віталій Нехай*

Виготовлено згідно із СОУ 22.2-02477019-07:2012
Формат 70×100/16. 22,21 ум. др. арк., 23,33 обл.- вид. арк. Тираж 2342. Замовлення № 19-16
Видавець і виготовлювач Редакція газети «Підручники і посібники»
46000, м. Тернопіль, вул. Поліська, 6а. Тел.: (0352) 43-15-15; 43-10-21.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 4678 від 21.01.2014 р.

Надруковано з готових файлів на ПрАТ «Львівська книжкова фабрика «Атлас»
79005, м. Львів, вул. Зелена, 20
тел. (0352) 276-45-80
atlas_book_2@ukr.net
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 1110 від 08. 11.2002 р.