

М. В. Мащенко О. Л. Борисов

БИОЛОГИЯ

Учебное пособие для 9 класса
учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения

*Допущено
Министерством образования
Республики Беларусь*

3-е издание, переработанное

Минск «Народная асвета» 2011

Правообладатель Народная асвета

УДК 57(075.3=161.1)
ББК 28.0я721
М38

Рецензент:

учитель биологии высшей категории государственного учреждения образования
«Средняя образовательная школа № 200 г. Минска» *И. Д. Яцына*

Машенко, М. В.

М38 Биология : учеб. пособие для 9-го кл. учреждений общ. сред.
образования с рус. яз. обучения / М. В. Машенко, О. Л. Борисов. —
3-е изд., перераб. — Минск : Нар. асвета, 2011. — 207 с. : ил.
ISBN 978-985-03-1530-4.

УДК 57(075.3=161.1)
ББК 28.0я721

ISBN 978-985-03-1530-4

© Машенко М. В., Борисов О. Л., 2005
© Машенко М. В., Борисов О. Л., 2011, с изменениями
© Оформление. УП «Народная асвета», 2011

Правообладатель Народная асвета

ПРЕДИСЛОВИЕ

Друзья! Вы приступаете к изучению нового раздела школьного курса биологии. Из него вы узнаете, как устроен и функционирует организм человека. Поймете, что человек имеет множество анатомических и физиологических признаков, объединяющих его с другими млекопитающими. Однако не все качества и способности человека могут быть объяснены исключительно с биологических позиций. Человек — глубоко социальное существо. Подлинно человеческое формируется в нем в процессе жизни в обществе, которое развивается по законам, отличным от биологических.

Таким образом, как представитель животного мира человек подчиняется законам биологической эволюции, а как субъект общественно-исторической деятельности и культуры — социальным законам, по которым живет человеческое общество.

При написании учебного пособия авторы учитывали важнейший аспект современного школьного биологического образования — его направленность на воспитание бережного отношения к собственному здоровью на основе глубокого познания своего организма.

Сегодня уже ни для кого не секрет, что неудовлетворительное состояние здоровья во многом объясняется незнанием собственного организма, его анатомо-физиологических особенностей. Овладение теоретическими знаниями и полезными гигиеническими навыками, приемами закаливания и доврачебной помощи — вот далеко неполный перечень того, что предлагается изучить в рамках этого курса.

Полученные знания помогут вам правильно построить свой распорядок дня, рационально использовать время для учебы и досуга, что несомненно улучшит качество жизни и укрепит здоровье.

Надеемся, что в процессе изучения данного курса у вас укрепится представление о биологии как о живой, увлекательной и исключительно важной для жизни науке.

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ УЧЕБНЫМ ПОСОБИЕМ

Текст учебного пособия разделен на главы и параграфы. Перед выполнением классного или домашнего задания ознакомьтесь с содержанием соответствующего параграфа. В нем имеются схемы, таблицы и иллюстрации с подписями и объяснениями. Они помогут вам лучше разобраться в прочитанном, в деталях представить то, о чем вы узнали из текста.

В параграфах размещены рубрики «Это интересно», «Историческая справка», «Подумайте», которые дополняют материал урока.

Чтобы облегчить усвоение учебного материала, новые понятия в тексте выделены. Термины, подлежащие обязательному усвоению, даны в конце каждого параграфа в рамочке. В случае каких-либо затруднений рекомендуем воспользоваться словарем основных терминов и понятий, который размещен в конце книги.

Надеемся, что достаточно полное и последовательное изложение материала, предложенные вопросы, задания и иллюстративное оформление учебного пособия помогут вам успешно освоить курс биологии 9-го класса.

Желаем успехов!

Авторы

Введение

Археологические находки, древние рукописи и памятники искусства свидетельствуют о давнем стремлении человека познать окружающий мир и разгадать тайну своего происхождения и бытия. Сущность человека, его появление на Земле и сегодня остаются центральными проблемами философии, религии, искусства и, разумеется, естественных наук. Среди большого числа наук о человеке основными являются анатомия и физиология человека, медицина, гигиена и психология.

Вы уже знакомы с основами анатомии и физиологии растений и животных. **Анатомия** (от греч. *anatomé* — рассечение) **человека** изучает строение человеческого тела в связи с его функциями и влиянием окружающей среды. Внешние формы, размеры и пропорции тела человека, внутреннее строение органов — предмет анатомии.

Физиология (от греч. *phýsis* — природа) — наука о функционировании организма как единого целого, а также о работе его отдельных органов и систем органов.

Между строением органа и его функцией существует неразрывная связь. Нельзя глубоко познать функции организма, его органов, тканей и клеток, не зная их строения. Например, зубы человека. Клыки отличаются от резцов, не похожи на них и коренные зубы. Это отличие связано с выполняемой зубами функцией: клыками и резцами человек откусывает пищу, а коренные зубы приспособлены для ее перетирания, измельчения, пережевывания.

Физиология — наука экспериментальная. Сходство в строении и функциях многих органов у животных и человека дает возможность предварительно изучать их на животных и экспериментировать.

Многие открытия в области физики и химии позволили усовершенствовать методы физиологических исследований и обогатили физиологию новыми данными.

Особая роль в физиологических исследованиях принадлежит современной электронике, которая дает возможность с большой точностью фиксировать различные явления, происходящие в живом организме. Это, например, регистрация электрических явлений в сердце — *электрокардиография*, в головном мозге — *электроэнцефалография*, в мышцах — *электромиография* и др.

Современные *телеметрические* (от греч. *téle* — далеко) методы позволяют изучать функции организма на расстоянии: работу сердца, органов дыхания и др. Они нашли широкое применение в подготовке космонавтов, спортсменов, в клинической практике.

С целью изучения физиологических закономерностей широко используется метод *моделирования* — искусственного воспроизведения процессов разными

теоретическими моделями и техническими конструкциями. Так, созданы математическая модель условного рефлекса и математическое описание механизма, управляющего ритмом сердечной деятельности.

Психология (от лат. *psyché* — душа) — наука, которая изучает поведение человека. Его сложную организацию и индивидуальность невозможно объяснить, используя только знания о функциях человеческих органов, в частности о работе головного мозга. Поведение зависит не только от биологических, но и от социальных факторов. Человек совершает те или иные поступки в соответствии со своим, присущим только ему одному, внутренним миром. Он строит взаимоотношения с другими людьми, определяет стиль и характер поведения согласно своим убеждениям. Сам планирует и оценивает свои действия, соизмеряя их с общественной и личной значимостью, нормами морали и традициями.

Психология изучает закономерности и механизмы психических процессов, индивидуально-личностные свойства человека. Основные методы психологии — *наблюдение, анкетирование и эксперимент*.

Медицина (от лат. *medicina, medicus* — врачевный, лечебный) — область науки и практической деятельности, направленная на сохранение и укрепление здоровья людей, предупреждение и лечение болезней.

Гигиена (от греч. *hugieinós* — здоровый) — область медицины, которая изучает влияние условий жизни и труда на здоровье человека, разрабатывает меры профилактики заболеваний, определяет оптимальные условия для сохранения здоровья и продления жизни. Применение гигиенических знаний на практике называется *санитарией*.

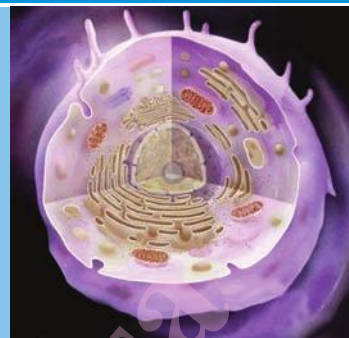
Как вы видите, проблема здоровья человека рассматривается разными науками и в самых разных аспектах. Ведь здоровье является тем бесценным богатством, которое легко утратить, но очень тяжело восстановить.

По определению ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения) **здоровье** — это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических недостатков.

Из этого следует, что, для того чтобы сохранить и укрепить здоровье, гармонично физически и духовно развиваться, каждому человеку следует знать, как устроен его организм, и уметь поддерживать его состояние в норме.

Глава 1

Общий обзор организма человека



Элементарной структурно-функциональной единицей всего живого, как вы уже знаете, является клетка. Клетки существуют как самостоятельные единицы (протисты, бактерии) и в составе многоклеточных организмов. У животных различают *соматические* (например, нервные, костные, мышечные, секреторные) и *половые* (яйцеклетки, сперматозоиды) клетки. Последние служат для размножения организма.

В многоклеточном организме клетки взаимодействуют между собой и выполняют строго определенный вид деятельности. Объединение специализированных клеток позволяет организму успешно функционировать в тех ситуациях, в которых одиночные клетки обречены на гибель. Многоклеточный организм можно сравнить с человеческим обществом, в котором распределены функции, обязанности, виды деятельности и управление.

Наука о клетке называется **цитологией** (от греч. *kýtos* — клетка, *lógos* — наука, учение). Цитология изучает строение и химический состав клеток, функции внутриклеточных структур, деление, развитие, свойства и приспособление клеток к условиям окружающей среды.

§ 1. Строение клетки

Если рассмотреть под микроскопом тонкие срезы сердца, печени, мышц, можно увидеть множество разнообразных по форме и размерам клеток, из которых эти органы состоят. Клетки могут быть плоскими, веретенообразными, шаровидными, иметь отростки. Как правило, их форма зависит от положения в организме и выполняемой функции, а функции, в свою очередь, определяются внешним и внутренним строением.

Строение клетки. Несмотря на разнообразие форм и различия в размерах, почти все клетки организма человека и животных имеют принципиально сходное строение. Снаружи они покрыты плазматической мембраной, отделяющей содержимое клеток от внешней среды. Внутри находятся ядро и цитоплазма с органоидами.

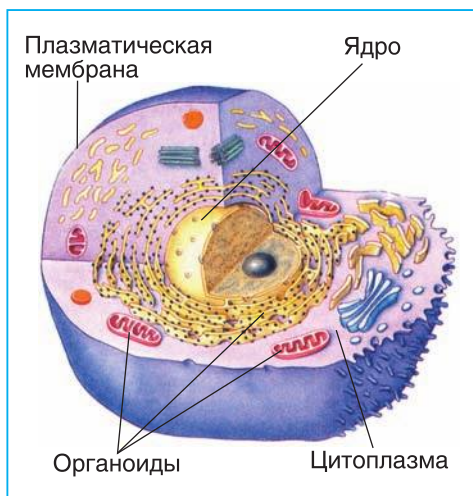


Рис. 1. Схема строения животной клетки

а также непостоянные компоненты, или *включения* (жиры, гликоген, пигменты). К *органоидам* клетки относятся: эндоплазматическая сеть, рибосомы, митохондрии, лизосомы, комплекс Гольджи и др. Они выполняют жизненно важные функции, обеспечивая все виды деятельности клетки.

Это интересно. В органоиде, называемом митохондрией, вырабатываются соединения, служащие источником энергии. В лизосомах за счет активности специфических белков (ферментов) происходят процессы расщепления поступивших в клетку сложных органических молекул до более простых. Из них клетка синтезирует необходимые ей соединения.

Обязательной частью любой способной к делению клетки является *ядро*. Оно контролирует практически все функции клетки, включая деление. Обычно в клетке имеется одно ядро, реже — несколько или много. В ядре находятся *хромосомы*, содержащие дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК), в которой заключена наследственная информация. Все клетки человеческого тела имеют по 46 хромосом. Исключением являются половые, в которых содержится 23 хромосомы.

У некоторых клеток имеются жгутики, реснички, сократительные нити — *органойды* специального назначения.

Химический состав клетки. В составе клетки обнаружено более 60 элементов периодической системы Д. И. Менделеева. Каких-либо специальных элементов, характерных только для живых организмов, найдено не было. Это указывает на неразрывную связь живой и неживой природы.

Плазматическая мембрана (рис. 1) обеспечивает восприятие и передачу сигналов, поступающих из окружающей среды, внутрь клетки. Через мембрану осуществляется поступление в клетку одних веществ и выведение из нее — других. Все эти процессы определяются особым строением мембраны и позволяют сохранять неорганические и органические вещества внутри клетки в строго определенных концентрациях, то есть поддерживать постоянство химического состава клетки.

Цитоплазма — полужидкая (гелеобразная) внутренняя среда клетки. В ней располагаются постоянные специализированные структуры — *органойды*,

Клетки растений и животных, в том числе и человека, содержат сходные вещества, что также свидетельствует о единстве органического мира.

Неорганические вещества клетки — это вода и минеральные ионы, такие, как Na^+ , Cl^- , K^+ и др. Больше всего в живой клетке содержится воды. Чем интенсивнее в клетке идет обмен веществ, тем больше в ней воды. Так, в клетках мозга содержание воды составляет около 80 %, а в малоактивных клетках жировой ткани — не более 40 %.

Из школьного курса химии вам известно, что вода — одно из самых распространенных веществ в природе. Она, будучи хорошим растворителем, является обязательным компонентом практически всех клеток. В виде водных растворов в клетку через мембрану поступают питательные вещества. Вода также способствует удалению из клетки продуктов обмена веществ, т. е. выполняет транспортную функцию. Благодаря высокой теплоемкости она накапливает и переносит тепло.

Органические вещества клетки. Среди органических соединений наибольшее значение для жизнедеятельности клетки имеют белки, жиры, углеводы и нуклеиновые кислоты. В состав молекул углеводов и жиров входят атомы углерода, водорода и кислорода, а в состав белковой молекулы — еще азота и серы.

Белки — сложные высокомолекулярные органические соединения, состоящие из более простых — *аминокислот*. Каждый организм имеет специфические, т. е. свойственные только ему, белки. Белки играют ключевую роль в процессах жизнедеятельности практически всех живых организмов. Они являются неотъемлемой частью клеточной мембраны, ядра и органоидов. С их деятельностью связаны все виды движения.

Углеводы — основной источник энергии для жизнедеятельности клетки. Из углеводов наибольшее значение имеет глюкоза, которая хорошо растворяется в воде и легко окисляется, высвобождая значительное количество энергии.

Жиры — органические соединения, которые, как и углеводы, используются в качестве источника энергии и входят в состав клеточных мембран. Жиры и жироподобные вещества обычно объединяются под общим названием *липиды*.

Плазматическая мембрана • Цитоплазма • Органоиды • Ядро • Хромосомы •
Жиры • Белки • Углеводы

- ? 1. Почему клетку считают элементарной структурной единицей живого? 2. Какое строение имеет животная клетка? 3. Раскройте смысл утверждения: «Плазматическая мембрана клетки обладает избирательной проницаемостью». 4. Может ли клетка существовать без органоидов? 5. Какие структурные элементы ядра являются носителями наследственных свойств и признаков?

§ 2. Свойства клетки

Большинство клеток нашего организма не имеют непосредственной связи с внешней средой. Средой обитания клеток является *межклеточная (тканевая) жидкость*. Между клеткой и этой жидкостью постоянно осуществляется обмен различными соединениями. Совокупность всех видов превращений веществ и энергии в клетках, а следовательно, и в организме, называется *обменом веществ*. Обмен веществ и энергии обеспечивает процессы жизнедеятельности клетки и ее связь с окружающей средой.

Всем живым клеткам свойственна *раздражимость* — способность реагировать на действие раздражителей (света, температуры, механических и химических воздействий).

Некоторые клетки (например, нервные) могут переходить из состояния покоя в состояние возбуждения или торможения. Способность клеток к возбуждению — специфической реакции, выражающейся в быстром изменении электрического заряда плазматической мембраны, получила название *возбудимости*.

Принципиальным отличием всех возбудимых клеток от невозбудимых является их способность изменять проницаемость своей мембраны в ответ на действие раздражителей.

Нервные и мышечные клетки могут проводить электрический импульс. Эта способность называется *проводимостью*.

Мышечным волокнам, кроме возбудимости и проводимости, свойственна *сократимость*. Благодаря ей они изменяют свою форму и размеры и таким образом выполняют двигательную функцию.

Для клеток железистых органов характерна *секреция* — образование и выведение определенных веществ (секретов) из клетки за ее пределы. Различают *внешнюю* (например, желудочный сок, молоко, слюна) и *внутреннюю* (вещества из клеток поступают в кровь или лимфу) секрецию.

В основе роста тканей и восстановления численности клеток лежит процесс *деления*. Вам известно, что все новые клетки образуются путем деления уже существующих. Однако некоторые клетки в результате высокой специализации функцию деления утратили. К таким клеткам относятся отдельные клетки крови, нервной системы, мышечные клетки сердца и др.

Это интересно. Организм человека состоит приблизительно из 220 млрд клеток. Их подразделяют на две основные категории: 20 млн «долгожителей» (главным образом это нервные клетки) и 200 млрд «смертных», которые постоянно замещаются. Следовательно, большая часть клеток человеческого организма все время обновляется. Например, продолжительность жизни клеток кишечника составляет от 3 до 5 дней, а скорость их замещения равна 1 млн/мин. Таким образом, слизистая оболочка кишечника полностью обновляется 90 раз в течение одного года.

Специализация клеток закрепились в процессе эволюции. Одни из них приобрели способность защищать организм от факторов внешней среды, другие — передавали информацию органам и тканям, третьи — обеспечивали движение, четвертые — опору, пятые — выработку необходимых для организма биологических соединений.

Специализация отразилась на форме клеток, их строении, продолжительности жизни. Мышечные и большинство нервных клеток оказались вытянутыми в длину, клетки кожи приобрели плоскую форму. Мужские половые клетки имеют жгутик и способны перемещаться, а белые кровяные клетки могут двигаться благодаря способности образовывать ложноножки (как амеба). Кроме внешних отличий, в клетках изменилось количество органоидов. Например, способные к сокращению или к секреции клетки имеют большое количество структур, накапливающих энергию.

Таким образом, по внешнему виду и количеству органоидов можно судить о функциях клетки. Из приведенных примеров видно, что строение и функции клеток тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены.

**Обмен веществ • Раздражимость • Возбудимость • Проводимость •
Секреция • Сократимость • Деление**

- ? 1. Какие основные свойства клеток вы знаете? 2. Как можно объяснить смысл утверждения: «Клетка — открытая система»? 3. Чем характеризуется возбудимость? 4. Некоторые клетки нашего организма утратили ядро. Какая их функция при этом стала невыполнимой?

§ 3. Ткани

Вам уже известно из предыдущих уроков, что в многоклеточном организме клетки специализированы к выполнению определенных функций (проведение возбуждения, сокращение, секреция и др.). Сходные по происхождению, строению и функциям клетки и межклеточные структуры образуют **ткань**. Различают четыре основных типа тканей тела человека: нервную, эпителиальную, мышечную и ткани внутренней среды.

Нервная ткань состоит из нервных клеток — *нейронов* (рис. 2) и клеток *глии*. В нервной клетке различают тело и отростки: короткие, сильно ветвящиеся, *дендриты*, и длинный, как правило, слабоветвящийся, *аксон*. Дендриты воспринимают сигналы от других нейронов или непосредственно от внешних раздражителей. По ним возбуждение поступает к телу клетки, а по аксону — к следующей клетке.

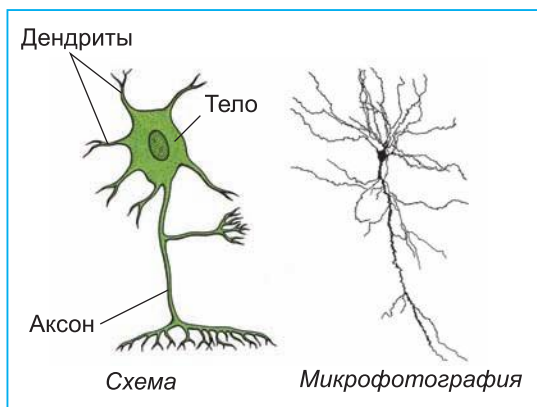


Рис. 2. Нейрон

клеточного вещества между ними нет. Покровный эпителий выполняет защитную функцию. Он бывает однослойным и многослойным. В однослойном эпителии все клетки связаны с основной мембраной, в то время как в многослойном с мембраной связан только нижний слой клеток. В соответствии с формой клеток однослойный эпителий подразделяется на *плоский*, *кубический* и *призматический* (рис. 3).



Рис. 3. Однослойный эпителий

Клетки глии заполняют пространства между нейронами. Они обеспечивают питание, защиту и «упаковывают» нейроны.

Основные свойства нервной ткани — возбудимость и проводимость.

Эпителиальная ткань представлена покровным (эпидермис кожи, эпителий пищеварительной, дыхательной, мочеполовой систем) и железистым (входит в состав большинства желез) эпителием.

Клетки **покровного эпителия** лежат плотно друг к другу — межклеточного вещества между ними нет. Покровный эпителий выполняет защитную функцию. Он бывает однослойным и многослойным. В однослойном эпителии все клетки связаны с основной мембраной, в то время как в многослойном с мембраной связан только нижний слой клеток. В соответствии с формой клеток однослойный эпителий подразделяется на *плоский*, *кубический* и *призматический* (рис. 3).

Клетки покровного эпителия, как правило, подвергаются воздействию разнообразных факторов среды и погибают. Их убыль быстро восстанавливается благодаря выраженной способности к делению клеток, расположенных в более глубоких слоях.

Клетки **железистого эпителия** вырабатывают и выделяют различные секреты — пищеварительные соки, слезы, пот и др. Железистый эпителий может быть представлен клетками, собранными в группы, — железами. Различают железы внутренней, внешней и смешанной секреции.

Железы внутренней секреции не имеют выводных протоков. Вырабатываемые ими биологически активные вещества поступают непосредственно в тканевую жидкость или в кровь.

Железы внешней секреции имеют выводные протоки и по ним выделяют свой секрет на поверхность тела (молочные, потовые, слюнные) или в полости — ротовую, желудок, кишечник (слюнные, кишечные и др.).

Железы смешанной секреции (поджелудочная, половые) содержат различные типы клеток. Одни из них выполняют внутрисекреторную, а другие — внешнесекреторную функции.

Мышечная ткань образована вытянутыми *мышечными клетками* или *мышечными волокнами*. Характерной особенностью мышечных волокон является наличие в их цитоплазме нескольких ядер.

И мышечные волокна, и мышечные клетки имеют в цитоплазме упорядоченные тончайшие белковые нити, обеспечивающие их сокращение.

Различают три вида мышечной ткани: гладкую, поперечнополосатую скелетную и поперечнополосатую сердечную (рис. 4).

Гладкая (неисчерченная) мышечная ткань находится в стенках полых внутренних органов (желудка, кишечника и др.) и кровеносных сосудов. Она состоит из удлиненных, заостренных на концах клеток с одним ядром. Сокращается гладкая мышечная ткань произвольно, без участия сознания.



Рис. 4. Виды мышечной ткани

Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань представлена многоядерными мышечными волокнами. В состав мышечного волокна входят толстые и тонкие белковые нити. В силу их неодинаковой светопреломляющей способности мышечные волокна кажутся поперечно исчерченными (отсюда их название).

Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань отличается от гладкомышечной ткани не только строением. Сокращения скелетных мышц контролируются сознанием и обеспечивают движение одних частей тела относительно других, перемещение организма в пространстве, а также осуществление мимических реакций.

Поперечнополосатая сердечная мышечная ткань состоит из мышечных волокон, между которыми имеются специальные контакты. Они обеспечивают очень быструю передачу возбуждения от одной клетки к другой. Сердечная мышца, как и гладкая мышечная ткань, сокращается непроизвольно. Но в зависимости от состояния организма и характера выполняемой работы сила ее сокращений может увеличиваться или уменьшаться.

Ткани внутренней среды (рис. 5) широко представлены во многих органах. Их основными функциями являются:

- сохранение постоянства внутренней среды организма;
- поддержание структурной организации разных органов;
- создание условий для обмена веществ;
- участие в защитных (иммунных) реакциях организма;
- депонирование энергетических запасов (размещение и хранение жиров).

Различают следующие виды тканей внутренней среды:

- 1) кровь и лимфа;
- 2) собственно соединительные;
- 3) скелетные (хрящевая и костная ткани).

Для всех тканей внутренней среды характерно хорошо развитое межклеточное вещество. Так, у кости оно твердое, у крови — жидкое, а у хряща — эластичное и упругое. Эти различия обусловлены тесной гармоничной взаимосвязью между строением и функциями этих тканей.

Кровь и **лимфа** — особые виды тканей внутренней среды, для которых характерна жидкая консистенция межклеточного вещества. В крови роль межклеточного вещества играет особая, сложная по составу жидкость — *плазма*. В ней во взвешенном состоянии находятся *форменные элементы* (клетки) *крови*: эритроциты, лейкоциты и др. Лимфа — жидкость, циркулирующая в лимфатической системе и по составу близкая к плазме крови. В лимфе находятся

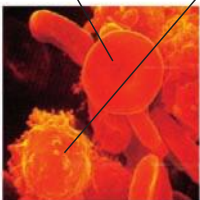
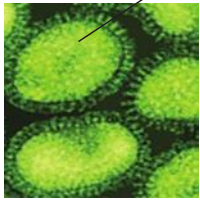
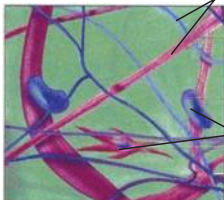
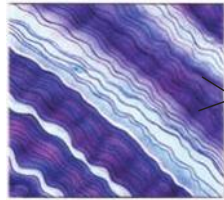
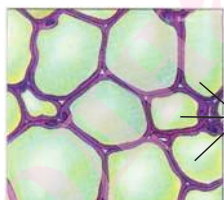
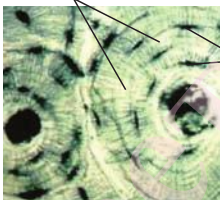
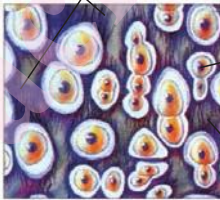
Кровь и лимфа	Собственно соединительные ткани	Скелетные ткани
Эритроцит Лейкоцит  Кровь Лимфоцит  Лимфа	Эластические волокна  Клетки Рыхлая волокнистая соединительная ткань  Волокна Плотная волокнистая соединительная ткань  Жировые клетки Жировая ткань (ткань со специальными свойствами)	Межклеточное вещество  Клетки Костная ткань Межклеточное вещество  Клетка Волокна Хрящевая ткань

Рис. 5. Ткани внутренней среды

лимфоциты — одна из форм лейкоцитов (подробнее об этом вы узнаете в главе 6 «Внутренняя среда организма»).

Кровь и лимфа выполняют многочисленные функции, связанные с поддержанием постоянства химического состава внутренней среды организма.

Собственно соединительные ткани — это широко распространенные в организме ткани с развитой системой волокон в межклеточном веществе. В зависимости от того, как располагаются волокна, рыхло или плотно, выделяют *рыхлую волокнистую соединительную ткань* (присутствует в стенках крове-

носных сосудов) и *плотную волокнистую соединительную ткань* (образует связки и сухожилия).

В группу собственно соединительных тканей, помимо волокнистых, входят *ткани со специальными свойствами*: жировая, пигментная и др.

Скелетные ткани представлены хрящевой и костной. *Хрящевая ткань* отличается упругой (желеподобной) консистенцией межклеточного вещества. Она образует межпозвоночные диски, суставные поверхности сочленяющихся костей. *Костная ткань* представлена пластинками межклеточного вещества, между которыми лежат костные клетки (подробнее об этом в § 18). Она очень прочная и, помимо функции опоры, играет важную роль в обмене минеральных веществ в организме.

Ткани (нервная, эпителиальная, мышечная, внутренней среды)

- ? 1. Всегда ли совокупность похожих клеток можно назвать тканью? 2. Приведите примеры тканей человеческого организма. Назовите их основные функции. 3. В чем отличие мышечных клеток от мышечных волокон? 4. Почему к тканям внутренней среды относят так выраженно различающиеся между собой ткани? Что их объединяет? 5. Назовите ткань, у которой межклеточное вещество имеет твердую консистенцию.

§ 4. Органы, системы органов. Организм — единое целое

Органы — это анатомически обособленные части организма. Глаз, сердце, почка, мышца — все это органы. Каждый орган имеет свою, только ему присущую, форму и занимает в организме определенное место. В зависимости от функций разным может быть и строение органа. Сравните сердечную и скелетную мышцы. Сердце перекачивает кровь, скелетная мышца перемещает кости. Или сопоставьте форму зубов — клыки резко отличаются от коренных зубов. Эти отличия, без сомнения, являются следствием выполнения разных функций. Таких примеров можно привести огромное количество.

В образовании органов участвуют различные ткани. Но их роль неодинакова, и лишь одна из тканей является ведущей, рабочей. Так, сердце состоит из эпителиальной, волокнистой соединительной, поперечнополосатой мышечной и нервной тканей. Сердечная поперечнополосатая мышечная ткань является преобладающей — рабочей.

Вне организма орган, как правило, работать не может, ведь он — часть целого организма. Между тем, как вам известно, организм может обходиться без

некоторых органов. Например, хирургическое удаление зуба, почки не приводит к гибели организма.

Системы органов. Органы, выполняющие общие функции, объединяются в системы органов — дыхательную, сердечно-сосудистую, пищеварительную, выделительную и др.

Дыхательная система включает полость носа, носоглотку, гортань, трахею, бронхи и легкие. Ее основная функция — газообмен. Она участвует в обеспечении организма кислородом и в освобождении его от углекислого газа.

Сердечно-сосудистая система обеспечивает движение крови в системе замкнутых сосудов. Она состоит из сердца и кровеносных сосудов. Сердце проталкивает кровь по сосудам к тканям.

Лимфатическая система дополняет деятельность сердечно-сосудистой, способствуя возвращению из тканевой жидкости белков и других веществ. Она представлена лимфатическими узлами и сосудами.

Пищеварительная система включает язык, зубы, слюнные железы, глотку, пищевод, желудок, кишечник, печень, поджелудочную железу. В пищеварительной системе пища измельчается, смачивается, подвергается воздействию пищеварительных соков. В результате расщепления сложных молекул пищевых продуктов образуются простые молекулы необходимых организму веществ. Они всасываются и доставляются кровью ко всем клеткам организма.

Мочевыделительная система выполняет функцию удаления конечных продуктов обмена, включая азотсодержащие соединения. Основными органами мочевыделительной системы являются почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал.

Половая система выполняет функцию размножения. К этой системе относятся наружные и внутренние половые органы и железы. У мужчин половые железы — семенники (яички), у женщин — яичники. В них формируются половые клетки.

Эндокринная система включает железы внутренней секреции (гипофиз, щитовидную железу, надпочечники и др.). Они вырабатывают и выделяют в кровь биологически активные вещества, которые выполняют функцию регуляции практически всех процессов жизнедеятельности.

Иммунная система включает в себя красный костный мозг, селезенку, вилочковую железу, лимфоузлы и др. Она обеспечивает сохранение биологической индивидуальности и химического постоянства внутренней среды организма.

Костная система представлена большим числом различных по форме, размерам и конструкции костей, которые входят в состав скелета. Скелет выполня-

ет функции опоры, защиты и движения (при активном участии мышц), является депо минеральных веществ.

Мышечная система объединяет все скелетные мышцы. Ее функцией является сохранение позы, перемещение тела или его отдельных частей в пространстве, выполнение тонких движений.

Нервная система состоит из центрального (спинной и головной мозг) и периферического (нервные узлы и нервы) отделов. Она регулирует и согласовывает работу всех систем организма, обеспечивает его приспособление к воздействиям внешней среды. Ее деятельность создает основу для психики человека, его поведения.

Сенсорные системы (зрительная, слуховая, вкусовая, обонятельная и др.) представлены высокоспециализированными рецепторами, способными воспринимать действие раздражителей и преобразовывать их энергию в электрические импульсы. Импульсы доставляются в кору головного мозга, где осуществляется их обработка и формируются ощущения. Таким образом реализуется функция связи организма с внешней средой.

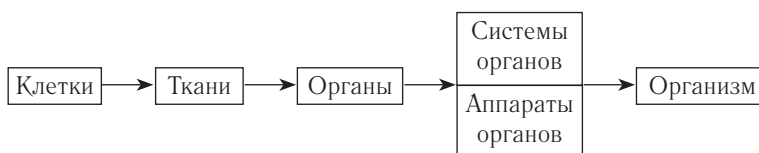
В тех случаях, когда две или несколько систем объединяются для выполнения определенных функций, их называют *аппаратами*: например, опорно-двигательный (костная и мышечная системы), мочеполовой (мочевыделительная и половая). Органы, входящие в состав аппарата, связаны между собой выполняемой функцией, но могут иметь разное строение и (или) происхождение.

Организм — единое целое. Все системы органов тесно взаимодействуют и образуют целостный человеческий организм — динамическую систему, находящуюся в тесном контакте с окружающей средой. Существование организма было бы невозможным, если бы он не реагировал на дефицит воды и пищи, изменения параметров окружающей среды (температуры, концентрации кислорода и углекислого газа).

Поведение человека направлено на удовлетворение биологических и социальных потребностей, на защиту от вредных воздействий среды и приспособление к ним. Из собственного жизненного опыта вы знаете, что игра в футбол, пробежка на лыжах и другие физические нагрузки приводят к возрастанию частоты сердцебиений, изменению характера дыхания, потоотделению. Спустя непродолжительное время после нагрузки все описанные изменения исчезают. Организм возвращается к прежнему исходному состоянию — экономному функционированию всех систем жизнеобеспечения.

Из этого следует, что наш организм является единым целым. Его системы взаимосвязаны и создают оптимальные условия для жизнедеятельности составляющих его клеток.

Схема построения организма может быть представлена в следующем виде:



Органы • Системы органов • Организм

- ? 1. Что такое орган? 2. Какие ткани образуют сердце? Какая ткань в сердце является основной? 3. Могут ли органы выполнять свои функции вне организма? 4. Чем отличается система органов от аппарата органов? Приведите примеры. 5. Какие системы органов осуществляют связь организма с внешней средой? В чем это выражается?

Наш организм состоит из огромного числа разнообразных по форме, размерам и функциям клеток. Несмотря на высокую специализацию (структурные изменения клеточных элементов в соответствии с выполняемой функцией), все они имеют общий принцип строения (плазматическая мембрана, цитоплазма, ядро, органоиды) и обладают основными свойствами живого (обмен веществ и энергии, раздражимость, возбудимость, проводимость, секреция, деление и др.), включая поддержание постоянства внутренней среды клетки.

Плазматическая мембрана отделяет клеточное содержимое от внешней среды и регулирует поступление в клетку и выведение из нее различных веществ. Органоиды и ядро обеспечивают жизненные функции клетки.

Сходные по строению, функциям и происхождению клетки формируют ткани. По характеру деятельности (специализации) все ткани подразделяются на четыре группы: нервную, мышечную, эпителиальную и ткани внутренней среды.

Из тканей образованы органы — анатомически обособленные части организма. Органы, совместно обеспечивающие выполнение одной или нескольких функций, объединяются в системы органов (дыхательную, кровеносную, пищеварительную и др.). Из систем органов образован целостный организм, способный противостоять неблагоприятным воздействиям внешней среды, которые несовместимы с жизнью отдельной клетки или системы.



Глава 2

Регуляция функций в организме

В организме человека постоянно протекают процессы, направленные на удовлетворение его биологических потребностей и приспособление к изменяющимся условиям окружающей среды. Такое проявление деятельности органов получило название **функции**.

В общем виде все физиологические функции организма можно разделить на *соматические* (восприятие окружающей среды органами чувств и движение), *вегетативные* (поддержание жизнедеятельности, размножение, развитие) и *психические* (сознание, мышление, поведение и др.).

Приспособление организма к изменившимся условиям существования достигается в результате регуляции функций и, как следствие, согласования деятельности всех его клеток, тканей, органов и систем.

Регуляция — это изменение характера деятельности органа или системы органов в целях сохранения относительного постоянства внутренней среды организма, достижения приспособительного результата. Например, такие показатели, как температура и газовый состав крови, а также содержание в ней химических соединений, будут оставаться неизменными даже при значительных колебаниях параметров среды обитания.

По словам русского физиолога академика И. П. Павлова (1849—1936), «живой организм — это сложная обособленная система, внутренние силы которой постоянно уравниваются внешними силами окружающей среды».

§ 5. Нейрогуморальная регуляция функций

У высокоорганизованных животных и человека регуляцию физиологических процессов и функций обеспечивают два механизма — гуморальный (от лат. *humor* — жидкость) и нервный. *Гуморальная регуляция* осуществляется через жидкие среды (кровь, лимфу, тканевую жидкость) с помощью биологически активных веществ (гормонов) и некоторых продуктов обмена веществ (углекислого газа и ряда других соединений).

Нервная регуляция физиологических процессов — это координирующее влияние нервной системы на клетки, ткани и органы с учетом потребностей организ-

ма. Нервные влияния всегда предназначаются конкретным органам или тканям и реализуются очень быстро.

Гуморальная регуляция функций. В крови постоянно присутствуют вещества, которые обладают биологической активностью и способны оказывать влияние на деятельность органов и тканей. Одни из них вырабатываются самим организмом (гормоны), а другие являются продуктами обмена веществ. Так, например, в клетках образуется неорганическое соединение диоксид углерода (углекислый газ), которое, попав в кровь, изменяет характер дыхания (усиливает вентиляцию легких).

Несмотря на важные и многообразные влияния химических веществ на функции организма, гуморальная форма регуляции (через жидкость) осуществляется относительно медленно. Она не может обеспечить быстрой реакции организма на раздражители внешней и внутренней среды. Вместе с тем при малых энергетических затратах она очень точно регулирует те процессы в организме, изменение которых не обязательно должно быть быстрым. В этом состоит специфика гуморального регулирования физиологических процессов.

Нервная регуляция функций. В процессе эволюции животного мира в дополнение к гуморальному появился нервный механизм регуляции жизнедеятельности как более совершенная форма. Нервные влияния передаются к органам-исполнителям очень быстро. Так, по некоторым нервным волокнам возбуждение проводится со скоростью до 120 м/с, тогда как скорость тока крови, которая переносит биологически активные вещества, не превышает 0,5 м/с. Кроме того, нервные импульсы приходят к строго определенным органам. Поэтому ответные реакции, осуществляемые нервной системой, весьма быстрые и точные.

Деятельность нервной системы осуществляется рефлекторно, т. е. в ответ на действие раздражителя. Благодаря этому организм успешно приспосабливается к меняющимся условиям среды, формирует к ним устойчивость и функционирует как единое целое.

Нейрогуморальная регуляция функций организма. Как мы уже говорили, нервный и гуморальный механизмы регуляции действуют совместно и взаимосвязанно. Они одинаково важны, и именно поэтому в ходе эволюции, несмотря на прогрессирующее развитие нервной системы, гуморальный механизм регуляции сохранился даже у высокоорганизованных животных. Необходимый организму приспособительный эффект достигается благодаря единому нейрогуморальному механизму регуляции, основанному на тесном взаимодействии нервной и эндокринной систем.

Так, под постоянным контролем нервной системы находится выработка железами внутренней секреции биологически активных веществ (гормонов). Это пример *прямой* связи. В свою очередь, колебания содержания гормонов в крови оказывают влияние на нервную систему, повышая или понижая уровень ее возбудимости. Это пример *обратной* связи (железы внутренней секреции — нервная система) между механизмами управления функциями организма.

**Гуморальная регуляция • Нервная регуляция •
Нейрогуморальная регуляция**

- ❓ 1. Как вы объясните то, что все органы и системы органов здорового человека работают согласованно? 2. Что называется гуморальной регуляцией функций организма? В чем ее сущность? 3. В чем состоят особенности нервной регуляции по сравнению с гуморальной? 4. Как вы думаете, с чем связано появление в ходе эволюции нервного механизма регуляции? 5. Каким образом нервный и гуморальный механизмы регуляции связаны между собой? 6. Приведите пример прямой и обратной связи между механизмами управления функциями организма.

§ 6. Саморегуляция процессов жизнедеятельности. Гомеостаз

Саморегуляция процессов и функций. В любой клетке регулируются сотни отдельных биологических реакций и процессов. Клетки используют для этого активность собственных химических соединений, при участии которых перестраиваются процессы обмена веществ. Это обеспечивает постоянство внутренних параметров и устойчивость функционирования клетки.

В каждом органе, а это уже сотни тысяч клеток, их активность подчинена общим задачам органа. Поэтому функционируют клетки согласованно, но в различных режимах (одновременно или поочередно). Такие режимы активности позволяют в широком диапазоне менять производительность органа, снижая или увеличивая ее в интересах достижения необходимого эффекта.

Функции отдельного органа тесно связаны с деятельностью системы, в которую он входит. В свою очередь различные системы органов взаимодействуют между собой. В итоге организм — это не просто совокупность систем органов, а единое целое, в котором все процессы скоординированы, что обеспечивает оптимальные условия для жизнедеятельности его клеток.

Под влиянием факторов внешней среды в организме постоянно меняются отдельные показатели функций. Например, после 10—15 приседаний возрастает частота сокращений сердца. Разберемся, чем это вызвано. Сердечный ритм

зависит от содержания в крови кислорода, который необходим для нормальной работы клеток. Наиболее чувствительны к недостатку кислорода нервные клетки головного мозга и мышечные клетки сердца. Если концентрация кислорода в крови снижается, специальные чувствительные клетки в стенках кровеносных сосудов посылают в мозг нервные импульсы. Из мозга по нервам к сердцу и органам дыхания направляется команда усилить работу. Сердце начинает учащенно сокращаться и перекачивать большее количество крови. В результате усиления дыхания улучшается насыщение крови кислородом и нормализуется внутренняя среда организма.

В организме отдельные органы и системы органов влияют друг на друга. Этим обеспечивается важнейшее свойство организма — саморегуляция физиологических процессов, направленная на сохранение благоприятных условий для функционирования всех клеток организма в целом.

Таким образом, **саморегуляция** — это универсальный механизм взаимодействия органов и систем организма, благодаря которому автоматически возникают ответные реакции на воздействия внешней среды.

Понятие о гомеостазе. Любой организм — от простого до самого сложного — с одной стороны, тесно связан с внешней средой, а с другой — резко обособлен от нее.

Каждый организм имеет свою собственную *внутреннюю среду*, в которой живут его клетки. К внутренней среде относят тканевую жидкость, кровь и лимфу. Характерная черта внутренней среды организма — ее динамическое постоянство, которое является залогом выживания организма.

Впервые значение постоянства внутренней среды организма как важнейшего условия его существования обосновал французский ученый-биолог К. Бернар. Термин **гомеостаз** (от греч. *hómoios* — подобный, одинаковый, *stásis* — неподвижность, состояние) предложил в 1929 г. американский ученый У. Кеннон.

Гомеостаз характеризует состояние организма и процессы, направленные на устранение или максимальное ограничение воздействия на него различных факторов. Гомеостаз достигается благодаря согласованному влиянию нервного и гуморального механизмов регуляции на органы и системы, причастные к сохранению устойчивого состояния среды обитания клеток. Так, например, в ответ на понижение температуры воздуха в организме увеличивается выработка тепла и уменьшается его отдача во внешнюю среду. В результате температура тела остается постоянной, что обеспечивает оптимальные условия для протекания всех химических процессов. При высокой температуре воздуха теплопродукция умень-

шается, а теплоотдача возрастает. Температура тела и в этом случае остается на прежнем, необходимом для нормальной жизнедеятельности клеток уровне.

Саморегуляция • Гомеостаз

- ? 1. Какие химические вещества принимают участие в регуляции функций в организме? 2. Зависит ли режим работы клеток органа от его активности? Почему? 3. Как вы считаете, подчиняется ли законам гомеостаза численность клеток в организме человека? 4. Изменится ли работа сердца при задержке дыхания? Почему? 5. Как согласуется активность клеток, входящих в состав одного органа? 6. Приведите примеры саморегуляции на клеточном, тканевом, органном и системном уровнях.

Основное условие выживания многоклеточного организма — поддержание постоянства его внутренней среды в комфортных для жизнедеятельности клеток границах. Это становится выполнимым благодаря наличию специальных нервных и гуморальных механизмов управления функциями.

Гуморальная регуляция физиологических процессов происходит с помощью гормонов и других химических веществ, которые поступают в кровь и разносятся ею по всему организму.

Нервные влияния предназначены строго определенным органам и тканям и распространяются значительно быстрее, чем химические вещества.

Гуморальный и нервный механизмы регуляции функций тесно связаны между собой, что позволяет рассматривать их как единый нейрогуморальный способ регуляции.

Отдельные органы и системы органов взаимно влияют друг на друга, обеспечивая тем самым важнейшее свойство организма — саморегуляцию. Она выражается в способности организма сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством скоординированности его реакций. Надежность процессов саморегуляции — обязательное условие нормального существования.

Глава 3

Нервная система



В процессе эволюции наиболее существенным изменениям подверглась важнейшая управляющая система организма — **нервная система**. От примитивного сетевидного устройства она прогрессировала в направлении сегментарности, формирования ганглиев и, наконец, головного мозга. Человек обладает самой совершенной нервной системой из всех живущих на Земле организмов. Наш головной мозг содержит в 5 раз больше нервных клеток, чем спинной мозг, и способен осуществлять обработку информации со скоростью, недоступной большинству самых современных компьютеров.

§ 7. Строение нервной системы

Нервная система осуществляет связь организма с внешней средой, обеспечивает постоянство внутренней среды и тем самым выживание. Она объединяет в единое целое органы, системы и согласует их работу. При помощи органов чувств человек распознает объекты внешнего мира и оценивает их биологическую и социальную значимость.

Способность нервной системы воспринимать, обрабатывать, хранить и воспроизводить информацию лежит в основе психических процессов. Нервная система участвует в организации целенаправленного поведения человека, формировании мотивации и удовлетворении его биологических и социальных потребностей, включая творческую деятельность.

По анатомическому и топографическому признакам нервную систему делят на центральную и периферическую части (рис. 6).

Центральная нервная система (ЦНС) представлена головным и спинным мозгом, которые находятся, соответственно, в полости черепа и в позвоночном канале.

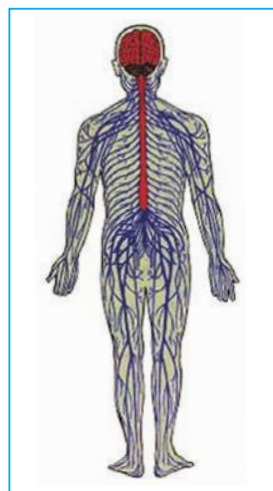


Рис. 6. Схема строения нервной системы (центральная часть показана красным цветом, периферическая — синим)



Рис. 7. Отделы головного мозга

В головном мозге выделяют пять основных отделов (рис. 7):

- 1) продолговатый мозг;
- 2) задний мозг (мост и мозжечок);
- 3) средний мозг;
- 4) промежуточный мозг (таламус и гипоталамус);
- 5) конечный мозг (большие полушария и мозолистое тело).

Периферическая нервная система представлена нервами, нервными окончаниями и нервными узлами.

По функциональному признаку нервную систему подразделяют на соматическую и автономную (вегетативную).

Соматическая (от греч. *sóma* — тело) **нервная система** иннервирует кожу и опорно-двигательный аппарат, устанавливает взаимоотношения с внешней средой — воспринимает ее воздействия (рецепция), вызывает сокращения скелетных мышц.

Автономная (от греч. *autós* — сам) **нервная система** контролирует работу сердца и сосудов, внутренних органов и желез внутренней секреции, регулирует обменные процессы, рост и размножение. Она представлена двумя взаимодействующими отделами — *симпатическим* и *парасимпатическим*. Благодаря их совместной деятельности обеспечиваются необходимые для существования клеток условия.

Центральная и периферическая нервные системы •
Соматическая и автономная нервные системы

- ? 1. Охарактеризуйте значение нервной системы. 2. Чем образованы центральная и периферическая части нервной системы? 3. Назовите отделы головного мозга. 4. Чем отличаются функции соматической нервной системы от автономной?

§ 8. Строение и виды нейронов. Рефлекс, рефлексорная дуга

Виды нейронов. Структурно-функциональной единицей нервной системы является нейрон.

Нейрон легко возбуждается и посредством нервных импульсов проводит и передает возбуждение другим нервным клеткам или рабочим органам (мышцам, железам и т. п.). *Нервный импульс* — это электрический сигнал, который способен перемещаться по отросткам нервной клетки.

Отростки двух нейронов не соприкасаются друг с другом, как проводники в электрической цепи, а лишь сближаются.

Место функционального контакта нейронов (аксона одной клетки с дендритами или телом другой) называется синапсом, а промежуток между ними — синаптической щелью (рис. 8). Передача возбуждения от одной нервной клетки к другой осуществляется с помощью химических посредников — медиаторов.

В результате прохождения нервного импульса по аксону из его окончания выделяется медиатор, который выбрасывается в синаптическую щель. Здесь медиатор вступает во взаимодействие с чувствительными к нему белками-рецепторами мембраны соседней клетки, в результате чего она либо возбуждается, либо снижает свою активность — тормозится.

Нейроны подразделяются на *чувствительные* (проводят нервный импульс в ЦНС), *вставочные* (соединяют несколько нервных клеток, их тела и отростки не выходят за пределы ЦНС) и *двигательные* (проводят сигналы от ЦНС к рабочему органу).

Характерной чертой чувствительных нейронов является наличие длинных, по сравнению с аксоном, дендритов, начинающихся рецепторами. Двигательные нейроны отличаются длинными аксонами, которые оканчиваются на рабочих органах.

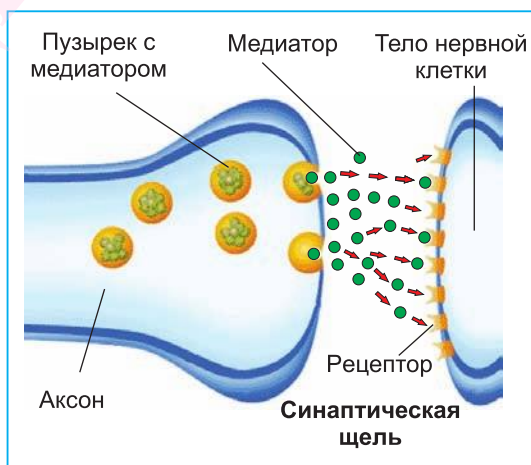


Рис. 8. Строение синапса

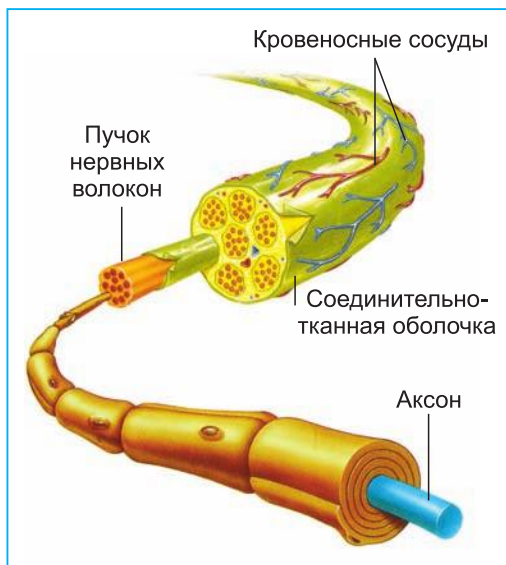


Рис. 9. Строение нерва

Отросток нейрона, покрытый оболочками и проводящий нервный импульс, называется **нервным волокном**. Пучки нервных волокон, снабженные кровеносными сосудами и покрытые общей соединительнотканной оболочкой, образуют **нерв** (рис. 9). Большинство нервов являются смешанными: в их состав входят и чувствительные, и двигательные нейроны.

Рефлекс, рефлексорная дуга. **Рефлекс** (от лат. *reflexus* — отражение) — ответная реакция организма на раздражение из внешней или внутренней среды, осуществляемая нервной системой. Структурной основой рефлекса является образованная нейронами **рефлексорная дуга**, или

путь, по которому нервные импульсы следуют от рецептора к рабочему органу.

В рефлексорной дуге принято различать пять отделов (частей): 1) рецепторы, 2) чувствительный путь, 3) нервный центр (участок ЦНС), 4) двигательный путь, 5) рабочий орган.

В самую простую двухнейронную рефлексорную дугу входят чувствительный и двигательный нейроны.

Любой рефлекс начинается с раздражения рецепторов — специальных чувствительных образований. Они приспособлены к восприятию энергии раздражителя и ее преобразованию в нервные импульсы. Рецептором может быть как нервное окончание — дендрит, так и вся специализированная клетка (например, светочувствительные клетки глаза).

От рецептора по волокну нервный импульс доставляется к телу чувствительного нейрона. Оно находится в спинномозговом нервном узле за пределами ЦНС. После этого по аксону от тела чувствительной клетки возбуждение поступает в ЦНС, где через синапс передается на двигательный нейрон. От двигательного нейрона оно направляется к рабочему органу и изменяет его деятельность. В рабочем органе рефлексорная дуга заканчивается.

Примером простейшего двигательного рефлекса является коленный рефлекс. Он проявляется в быстром подъеме ноги при резком ударе молоточком по сухожилию ниже коленной чашечки (рис. 10).

Для осуществления рефлекса необходима анатомическая и функциональная целостность всех частей рефлекторной дуги.

Большинство ответных реакций организма осуществляется при участии значительного числа нейронов. Двухнейронная рефлекторная дуга — это всего лишь схема. Обычно между чувствительным и двигательным имеются вставочные нейроны. Они переключают возбуждение с чувствительного на двигательный нейрон и передают его в выше- или нижележащие отделы спинного мозга. Поэтому правильнее говорить, что структурную основу рефлекторных дуг составляют нейронные цепи из чувствительных, вставочных и двигательных нейронов.

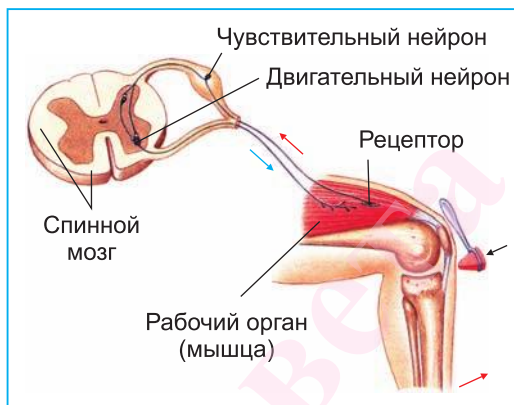


Рис. 10. Рефлекторная дуга коленного рефлекса

Нейрон • Нервное волокно • Нерв • Рефлекс • Рефлекторная дуга

- ? 1. Как вы понимаете выражение: «Нейрон — структурная и функциональная единица нервной системы»? 2. Какова роль медиаторов в передаче нервных импульсов? 3. Какие функции выполняют чувствительные, вставочные и двигательные нейроны? 4. В чем отличие расположения вставочных и чувствительных нейронов? 5. Чем нерв отличается от нервного волокна? 6. Что такое рефлекс? Приведите примеры рефлекторных реакций. 7. Какова роль рецепторов в рефлекторной реакции?

§ 9. Строение и функции спинного мозга

Спинной мозг лежит в позвоночном канале и представляет собой цилиндрический, несколько уплощенный в переднезаднем направлении, тяж длиной около 45 см. Вверху он переходит в продолговатый мозг (отдел головного мозга).

Спинной мозг окружен тремя оболочками. Между внутренней и средней оболочками имеется пространство, заполненное *спинномозговой жидкостью*. Эта жидкость создает защитную механическую «подушку» вокруг мозга, участвует в удалении продуктов обмена и поддержании внутричерепного давления.

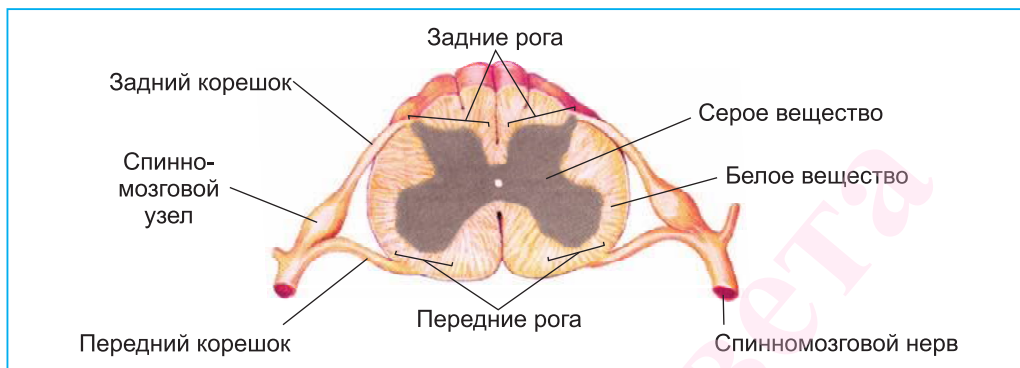


Рис. 11. Поперечный разрез спинного мозга

Спинной мозг состоит из серого и белого вещества (рис. 11). **Серое вещество** представлено телами нейронов. На поперечном разрезе спинного мозга оно имеет вид крыльев летящей бабочки. В нем различают передние и задние рога. В *передних рогах* расположены тела двигательных нейронов, в *задних* — вставочных. В грудном отделе спинного мозга между передними и задними рогами имеются *боковые рога*.

Белое вещество — это нервные волокна. Они образуют *восходящие* и *нисходящие проводящие пути*, по которым возбуждение доставляется в головной и спинной мозг.

Спинной мозг имеет сегментарное строение (всего 31 сегмент). **Сегмент** — это участок спинного мозга, имеющий два передних и два задних корешка. Передние — двигательные корешки — образованы аксонами двигательных нейронов; задние — чувствительные — сформированы из аксонов чувствительных нейронов.

Передние и задние корешки за пределами позвоночного канала сливаются в спинномозговой нерв. От спинного мозга отходит 31 пара спинномозговых нервов (в соответствии с количеством сегментов). Это смешанные нервы, они образованы разными волокнами: чувствительными, двигательными и волокнами автономной нервной системы.

От сегментов шейной и верхней грудной частей спинного мозга отходят нервы к мышцам головы и верхних конечностей, к органам грудной полости, сердцу и легким. Остальные сегменты грудной и поясничной частей управляют мышцами туловища и органами брюшной полости, нижние поясничные и крестцовые сегменты спинного мозга — мышцами нижних конечностей и органами нижней части брюшной полости.

Спинной мозг выполняет две основные функции:

1) *рефлекторную* — в сером веществе спинного мозга замыкается множество рефлексов (сгибательные, разгибательные, сухожильные, поддержания позы и т. д.). Рефлекторная функция заключается в том, что спинной мозг обеспечивает осуществление простейших двигательных рефлексов (сгибание и разгибание конечностей, отдергивание руки), а также более сложных движений, контролируемых, кроме того, и головным мозгом. В спинном мозге расположены центры всех двигательных непроизвольных (протекающих без участия сознания) рефлексов; центры автономной нервной системы, регулирующие функции сердца и бронхов, акты мочеиспускания, дефекации и др.;

2) *проводниковую* — спинной мозг передает импульсы по проводящим путям к ниже- и вышележащим структурам нервной системы. У человека только простые двигательные акты контролируются спинным мозгом. Сложные движения (ходьба, письмо и другие навыки) требуют обязательного участия головного мозга. Например, по желанию мы можем задержать движения рук или намеренно ими двигать. Это возможно потому, что из головного мозга к нейронам спинного мозга приходят возбуждающие или тормозящие сигналы.

При нарушении связи между спинным и головным мозгом, что бывает при повреждениях позвоночника, наступает спинальный шок. При этом все рефлексы, центры которых лежат ниже места повреждения спинного мозга, пропадают и произвольные движения становятся невозможными. В таких случаях говорят о параличе.

Спинной мозг • Серое и белое вещество • Спинномозговые нервы

- ? 1. Каковы строение и основные функции спинного мозга? 2. Что представляет собой белое и серое вещество спинного мозга? 3. Как образуются спинномозговые нервы? Почему их считают смешанными? 4. Приведите примеры рефлекторных реакций у человека, осуществляющихся при участии спинного мозга. 5. Начертите схему рефлекторной дуги — отдергивания руки от горячего предмета. 6. В каких случаях наступает спинальный шок? Перечислите наиболее характерные черты этого состояния.

§ 10. Строение и функции головного мозга

Головной мозг расположен в полости черепа и состоит из ствола и конечного мозга (больших полушарий).

Ствол включает продолговатый, задний, средний и промежуточный мозг, а также ретикулярную формацию. Здесь расположены ядра, от которых отходят

12 пар черепных нервов. Они иннервируют органы чувств, ткани головы, шеи, органы грудной и брюшной полостей.

Продолговатый мозг является продолжением спинного мозга (это видно на рисунке 7). Хотя четкой границы между ними нет, считается, что, как только спинной мозг проходит через затылочное отверстие в черепе, он переходит в продолговатый.

Продолговатый мозг не имеет строгого деления на серое и белое вещество. Серое вещество (тела нейронов) располагается в нем отдельными группами — *ядрами*. Так как они управляют жизненно важными рефлексами, их называют *центрами* (сосудодвигательный, дыхательный, глотания, чиханья, кашля, рвоты, слезо-, слюноотделения, мигания и др.).

Кроме рефлекторной, продолговатый мозг, как и спинной, выполняет и проводниковую функцию. Через него проходят чувствительные и двигательные проводящие пути, связывающие спинной мозг с различными структурами головного мозга.

Продолговатый мозг является жизненно важным отделом нервной системы, его повреждение неизбежно приводит к гибели человека.

Задний мозг состоит из моста и мозжечка (рис. 12).

Мост представлен белым и серым веществом. Через него проходят волокна, по которым нервные импульсы идут вверх к нейронам больших полушарий или вниз — к продолговатому и спинному мозгу.

Мозжечок (его иногда называют малым мозгом) находится позади продолговатого мозга. Он состоит из средней связывающей части (червь мозжечка) и двух полушарий.



Рис. 12. Задний мозг и ретикулярная формация

Полушария мозжечка покрыты корой (серое вещество), которая имеет многочисленные возвышения (извилины) и углубления (борозды). Белое вещество, лежащее под корой, связывает полушария мозжечка между собой, а также с другими отделами ЦНС. В мозжечок поступает информация от мышц, сухожилий, суставов, двигательных центров головного мозга. Все это позволяет мозжечку регулировать мышечный тонус, контролировать равновесие, координировать движения.

При повреждении мозжечка походка человека становится шаткой, а движения рук и ног — резкими. Утрачивается плавность и координация движений.

Средний мозг состоит из четверохолмия и ножек (рис. 13). В *четверохолмии* выделяют верхние и нижние бугры. Верхние бугры получают импульсы от рецепторов глаз и мышц головы, а нижние — от органов слуха. С их участием осуществляются ориентировочные рефлексы на свет и звук, движения глаз, повороты головы.

В белом веществе среднего мозга находятся ядра, которые регулируют мелкие движения пальцев рук, жевание. Со средним мозгом связаны рефлексы удержания позы, сохранения прямолинейности движения, приземления, подъема и спуска, вращения тела. Эти рефлексы возникают при поступлении информации от органов равновесия и обеспечивают сложную координацию движений в пространстве.

Ножки мозга представляют собой массивные тяжи, в которых проходят восходящие пути к коре больших полушарий и мозжечку, и нисходящие пути, несущие импульсы к продолговатому и спинному мозгу.

Ретикулярная формация. В значительной части ствола мозга имеется множество нервных клеток с хорошо развитыми отростками. Они образуют густую сеть — *ретикулярную формацию*. С ее деятельностью связана регуляция пищеварения, дыхания, работы сердца, состояние бодрствования и сна. Ретикулярная формация регулирует возбудимость всех отделов нервной системы, обеспечивает формирование устойчивого внимания, эмоций, мышления и сознания.

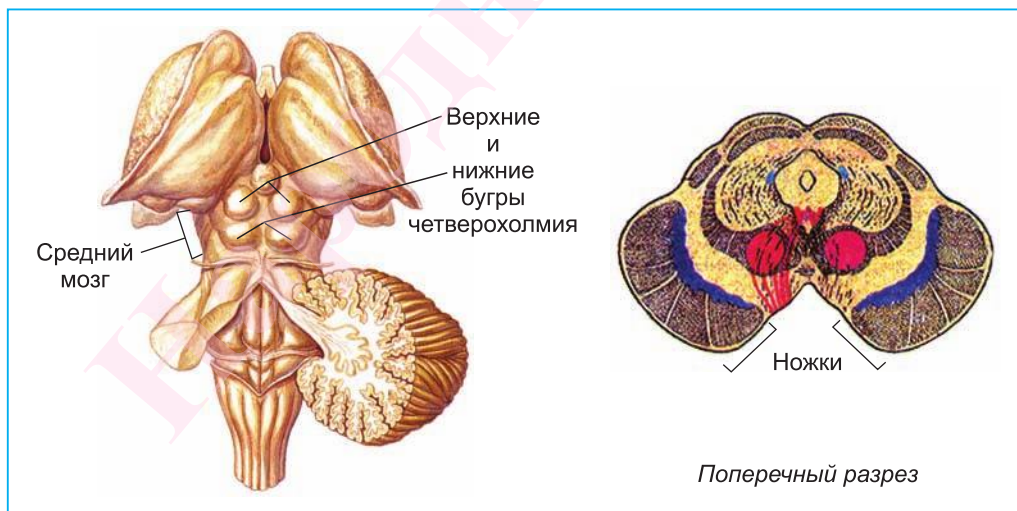


Рис. 13. Средний мозг

Промежуточный мозг является конечным отделом мозгового ствола. Он состоит из зрительных бугров и подбугорной области (гипоталамуса) (вернитесь к рисунку 7). Любое возбуждение, следующее от органов чувств, проходит через *зрительные бугры (таламус)*. Это ключевая «станция» на пути всех нервных путей, ведущих к коре.

При поражении таламуса у больных может меняться характер ощущений: часто даже незначительные прикосновения к коже, слабый звук или свет вызывают тяжелейшие приступы боли или же, напротив, чувствительность снижается, и больной не реагирует ни на какие раздражения.

Гипоталамус (подбугорная область) контролирует практически все обменные процессы и обеспечивает таким образом поддержание постоянства внутренней среды организма. В нем расположены центры жажды и ее утоления, голода и насыщения.

В промежуточном мозге находится центр терморегуляции. В случае угрозы охлаждения или перегревания этот центр включает соответствующие физиологические механизмы, обеспечивающие образование и сохранение тепла в организме, или, наоборот, усиленную теплоотдачу.

В промежуточном мозге есть также центры агрессии, удовольствия и страха. При раздражении этих центров у животных проявляются крайние формы поведения: немотивированная агрессия, панический страх или безудержное удовольствие.

**Продолговатый мозг • Мост • Мозжечок • Ретикулярная формация •
Средний мозг • Промежуточный мозг**

- ?** 1. Какие отделы образуют ствол мозга? 2. Каковы строение и основные функции продолговатого мозга? 3. Может ли человек жить при поражении продолговатого мозга? 4. С участием каких структур осуществляются ориентировочные рефлексы на свет и звук? 5. Какие функции будут утрачены в случае поражения среднего мозга? 6. Какие функции выполняет мозжечок? 7. Какие функции выполняет гипоталамус? 8. Будет ли человек ощущать боль в случае нарушения целостности двигательных нейронов?

§ 11. Строение и значение больших полушарий головного мозга

Конечный мозг, строение больших полушарий. Большие полушария являются высшим отделом центральной нервной системы. Это самый крупный отдел мозга. Они представляют собой парные образования, объединенные *мозоли-*

тым телом, которое представляет собой тяж нервных волокон (вернитесь к рисунку 7). У взрослого человека большие полушария составляют до 80 % массы головного мозга. Сверху они покрыты серым веществом — **корой больших полушарий**. В коре насчитывается 12—18 млрд нервных клеток. Площадь поверхности коры больших полушарий у взрослого человека достигает 2200—2600 см².

Это интересно. Верно ли, что, чем больше размер мозга, тем более высокий интеллект у его обладателя? Вне всякого сомнения, чем больше нервных клеток («серого вещества») имеется в мозге, тем более сложными могут быть связи между ними и тем более высоким интеллектом может обладать человек. Но вместе с тем одних только размеров недостаточно. Более важна организация мозга. Например, выдающийся писатель Иван Тургенев имел мозг массой 1700 г, а не менее выдающийся Анатоль Франс — всего 1100 г. При этом средняя масса мозга человека 1400—1500 г.

Практически все навыки, приобретаемые человеком в течение жизни, так или иначе связаны с функциями коры больших полушарий. Кора является материальной основой психики. Она обеспечивает речевую, мыслительную деятельность и память.

Многочисленные борозды (углубления) делят полушария на выпуклые извилины (складки) и доли. Складчатое строение существенно увеличивает площадь поверхности и объем коры.

Три главные борозды — *центральная, боковая и теменно-затылочная* — разграничивают каждое полушарие головного мозга на четыре доли: *лобную, теменную, затылочную и височную* (рис. 14). Доли, в свою очередь, расчленяются бороздами на множество извилин.

Разные участки коры больших полушарий выполняют различные функции, поэтому их делят на зоны. Различают сенсорные (чувствительные), ассоциативные и двигательные (моторные) зоны.

Сенсорные зоны являются высшими центрами различных видов чувствительности. При их раздражении возникают ощущения, а при поражении наступает нарушение сенсорных функций (слепота, глухота и др.).

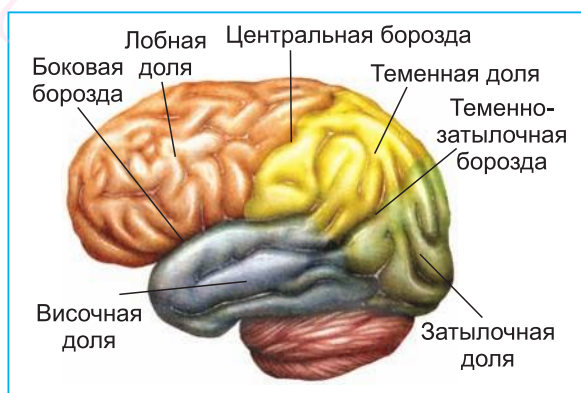


Рис. 14. Кора больших полушарий

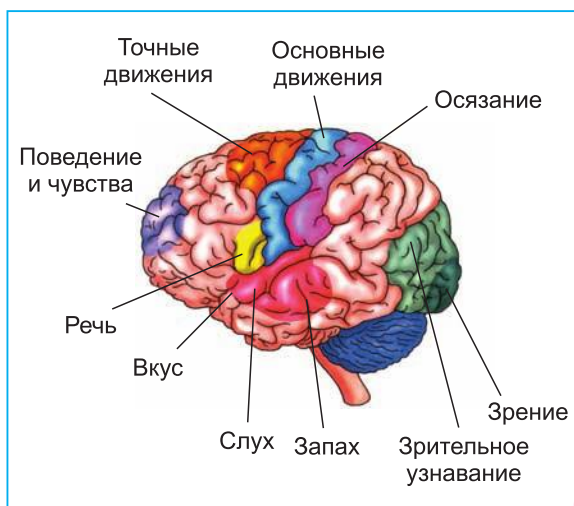


Рис. 15. Локализация функций в коре больших полушарий

В затылочной области коры находится зрительная, в височной — обонятельная, вкусовая и слуховая сенсорные зоны (рис. 15).

Зоны кожного и мышечного чувств располагаются за центральной бороздой, а двигательная зона — перед ней. Самые большие размеры имеют сенсорные зоны кистей рук и лица. И это понятно, учитывая значение этих органов в жизни человека. Наименьшие размеры у сенсорных зон туловища, бедра и голени.

При поступлении импульсов в сенсорные зоны возбуждение

возникает также и в ассоциативных. Более того, в одну и ту же ассоциативную зону возбуждение может приходить от разных органов чувств. Так, например, в зрительной ассоциативной зоне возбуждение появляется не только в ответ на зрительные, но и на слуховые раздражения. При нарушении функций ассоциативных зон человек утрачивает способность правильно оценивать явления и события.

Особенно важную роль в сложных формах поведения играют лобные ассоциативные зоны коры. Они обеспечивают обработку сенсорной информации и формируют цель и программу действий. Программа состоит из команд, которые направляются к исполнительным органам. От них информация возвращается в лобные ассоциативные зоны, где определяется, достигнута цель или нет. В последнем случае команда корректируется. С развитием этих долей коры в значительной мере связан высокий уровень психических способностей человека по сравнению с животными.

Двигательными зонами называются отделы коры больших полушарий, которые осуществляют управление произвольными движениями. Двигательная функция различных частей тела представлена в передней центральной извилине. Наибольшее пространство в ней занимают двигательные зоны кистей, пальцев рук и мышц лица, а наименьшее — мышц туловища.

Функции полушарий. Правое и левое полушария у человека выполняют разные функции. В *левом* полушарии находятся центры устной и письменной речи. Здесь же осуществляются процессы анализа и синтеза информации, делаются обобщения и принимаются решения. Обеспечиваемое левым полушарием словесно-логическое мышление позволяет познать сущность объекта, выйти за пределы индивидуального мира. На его основе формируется человеческое знание. Оно передается из поколения в поколение посредством записи словесных или знаковых сигналов.

Правое полушарие осуществляет образное мышление. Опираясь на образы объектов внешнего мира, оно может создавать из них небывалые, фантастические комбинации. А это — основа творчества, принятия *необычных* решений. Исключительно велико значение правого полушария для музыкального и художественного творчества. Известно, что наиболее выдающиеся художники, поэты, музыканты — это люди с преобладанием правополушарного мышления.

Несмотря на функциональную асимметрию, мозг работает как единое целое. Обобщая информацию, он обеспечивает адекватное поведение, мышление, сознание, память, трудовую и творческую деятельность человека.

Кора больших полушарий • Доли коры • Зоны коры

- ? 1. Как вы понимаете утверждение: «Кора больших полушарий — высший отдел центральной нервной системы»? 2. Кора больших полушарий головного мозга имеет большую поверхность. За счет чего это достигается? Какое имеет значение? 3. Какие функции организма связаны с деятельностью больших полушарий мозга? 4. Для каких еще структур головного мозга характерно наличие коры? 5. Почему при операциях на мозге больные совершают произвольные движения (например, рукой, ногой), когда хирург прикасается к участкам коры, лежащим впереди от центральной борозды?

§ 12. Общий план строения автономной нервной системы

Автономная нервная система управляет жизненно важными процессами обмена веществ, работой сердца, гладкой мускулатуры полых внутренних органов и сосудов, различных желез. Исходя из строения и физиологических особенностей, автономную нервную систему делят на симпатический и парасимпатический отделы (рис. 16). И тот, и другой имеют сходное строение: они делятся на центральную и периферическую части. *Центральная часть* расположена в пределах

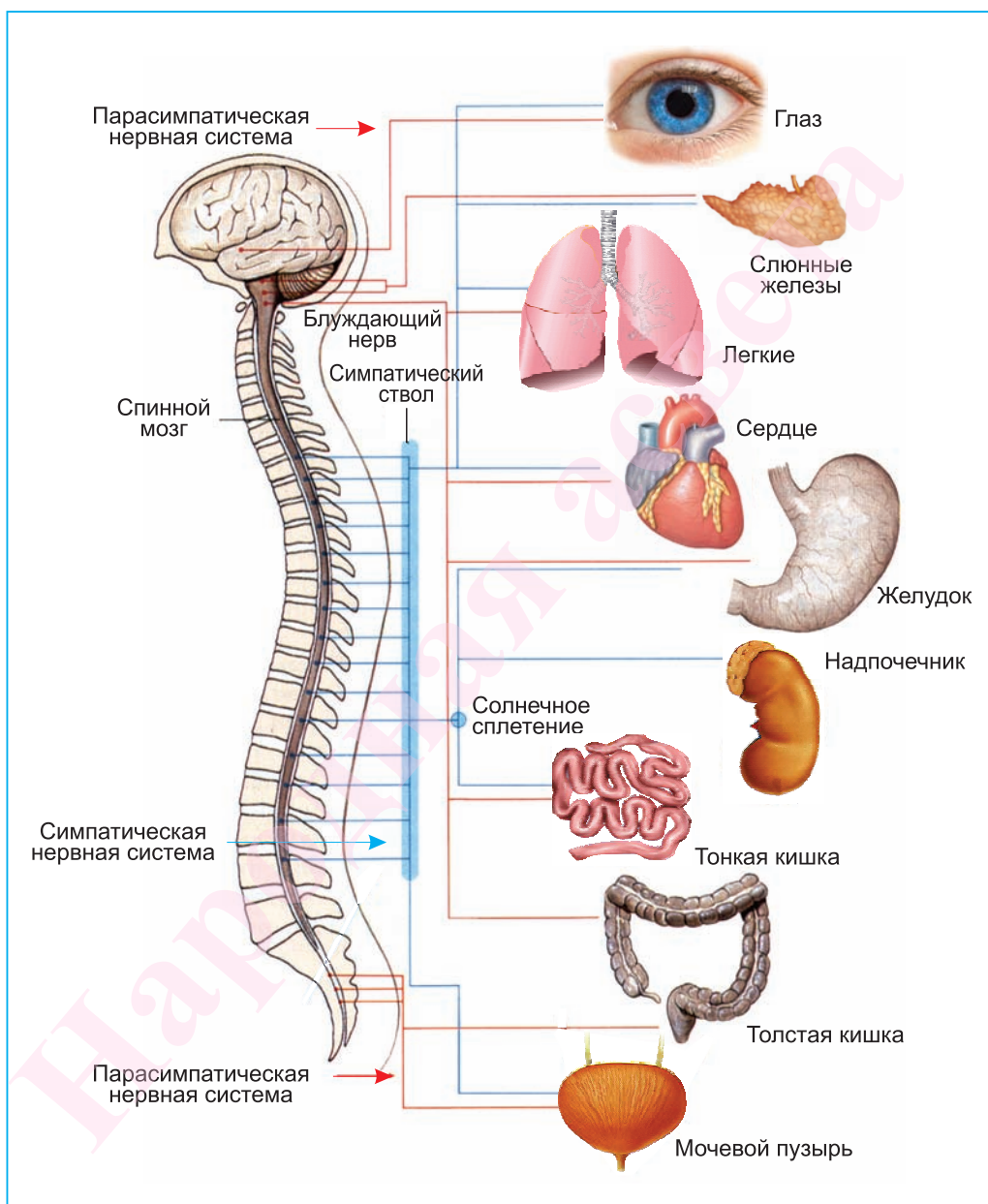


Рис. 16. Схема строения автономной нервной системы

центральной нервной системы. *Периферическая часть* состоит из нервных узлов (ганглиев) и нервных волокон.

В отличие от соматической нервной системы, где нервные волокна толстые и покрыты специальной оболочкой, волокна автономной нервной системы в большинстве своем тонкие. Скорость распространения возбуждения по ним не превышает 18 м/с, тогда как по соматическим нервам она может достигать 120 м/с.

Центральная часть *симпатического* отдела автономной нервной системы представлена телами нейронов, локализованных в грудных и поясничных сегментах спинного мозга; периферическая — парными симпатическими стволами, расположенными по обе стороны от позвоночника. Каждый ствол образован симпатическими узлами (ганглиями), соединенными друг с другом.

Аксоны симпатических нейронов сначала в составе *передних корешков*, а затем в виде отдельной ветви направляются к *пограничному стволу*, в ганглиях которого осуществляется переключение возбуждения на вторую нервную клетку. От нее нервный импульс идет к рабочему органу. Путь от спинного мозга до симпатического ганглия называют *преганглионарным* (также называется и нейрон, от которого этот путь начинается), а путь от ганглия до рабочего органа — *постганглионарным*.

Часть периферических, или *постганглионарных*, нейронов лежит не в ганглиях симпатических стволов, а в вегетативных нервных сплетениях, располагающихся вблизи внутренних органов (например, солнечное сплетение).

Обратите внимание на то, что путь от центра в спинном мозге до иннервируемого органа в автономной нервной системе состоит из двух нейронов. Это ключевое отличие автономной нервной системы от соматической. В соматической рефлекторной дуге аксон двигательного нейрона в составе нерва доходит непосредственно до рабочего органа.

Общая организация *парасимпатического* отдела автономной нервной системы подобна симпатическому. Его центральная часть образована телами *преганглионарных нейронов*, расположенных в среднем, продолговатом и спинном мозге (крестцовые сегменты).

Тела *постганглионарных нейронов* находятся в узлах нервных сплетений, которые *лежат* вблизи или внутри иннервируемых ими органов. Постганглионарные *парасимпатические* волокна направляются к глазным мышцам, слезным и слюнным железам, мускулатуре и железам пищеварительного тракта, к трахее, гортани, легким, сердцу, мочеполовым органам.

В автономной нервной системе передача через синапсы осуществляется с помощью двух медиаторов.

Автономная нервная система •
Симпатический отдел • Парасимпатический отдел

- ? 1. Перечислите характерные особенности строения автономной нервной системы. 2. Где расположена центральная часть автономной нервной системы? 3. Чем представлена периферическая часть автономной нервной системы? 4. Где расположены преганглионарные и постганглионарные нейроны? Какие функции они выполняют? 5. В чем морфологическое отличие автономной нервной системы от соматической?

§ 13. Функции автономной нервной системы

Автономная нервная система обеспечивает поддержание постоянства внутренней среды организма через регуляцию работы внутренних органов, сердца и сосудов. Она приспособливает их деятельность к меняющимся условиям среды и потребностям организма, регулирует обмен веществ, осуществляет его коррекцию.

Внутренние органы и сердце обладают двойной иннервацией: к каждому из них подходят симпатические и парасимпатические нервные волокна. Они оказывают противоположное влияние. Так, **симпатические нервы** усиливают и ускоряют работу сердца, а **парасимпатические** (например, **блуждающий нерв**) — замедляют ритм и силу его сокращений (табл. 1). Исключение составляют кровеносные сосуды — они имеют только симпатическую иннервацию.

Таблица 1. Влияние симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы на различные функции и процессы

Органы и физиологические показатели	Симпатический отдел	Парасимпатический отдел
Сердце и сосуды	Учащает и усиливает сокращения сердца; сужает кровеносные сосуды кожи и кишечника; расширяет сосуды мозга и скелетных мышц; повышает артериальное давление	Замедляет и ослабляет сокращения сердца, понижая артериальное давление
Потовые железы	Усиливает секрецию	Не влияет
Слюнные и слезные железы	Уменьшает секрецию	Усиливает секрецию

Продолжение

Органы и физиологические показатели	Симпатический отдел	Парасимпатический отдел
Концентрация глюкозы в крови	Увеличивает	Уменьшает
Мочевой пузырь	Стенки расслабляются	Стенки сокращаются
Потребление кислорода	Увеличивает	Уменьшает

Симпатический отдел автономной нервной системы создает условия для интенсивной деятельности организма, особенно в экстремальных условиях, когда нужно напряжение всех сил. *Парасимпатический* отдел (система «отбоя») — снижает уровень активности, способствуя восстановлению истраченных организмом ресурсов. Оба отдела автономной нервной системы взаимодополняют друг друга и подчинены высшим центрам, расположенным в гипоталамусе. Именно гипоталамус играет ведущую роль в регуляции вегетативных функций. Он согласует работу автономной нервной системы с деятельностью эндокринной и соматической систем.

Симпатические нервы • Блуждающий нерв

- ? 1. Перечислите функции автономной нервной системы. 2. Сокращения каких именно мышц вызывает автономная нервная система? 3. Когда преобладает влияние симпатического отдела автономной нервной системы — днем или ночью? 4. Какие органы человеческого тела не имеют двойной вегетативной иннервации? 5. Сосуды скелетных мышц иннервируются только симпатическими нервными волокнами. Какое значение имеет такая иннервация? 6. На каких физиологических функциях скажется травма спинного мозга на границе между поясничным и крестцовым отделами?

§ 14. Гигиена нервной системы

Практически все функции нервной системы осуществляются путем взаимодействия процессов возбуждения и торможения. Как правило, возбуждение в одних центрах сопровождается торможением в других, и наоборот. Торможение выполняет защитную роль, предохраняя нервные клетки от перенапряжения и разрушения. В здоровом организме эти процессы четко согласованы и обеспечивают оптимальное функционирование организма. Однако даже у здоровых лю-

дей любая форма деятельности через определенное время неизбежно приводит к утомлению. *Утомление* — это временное понижение работоспособности организма, которое связано, прежде всего, с изменениями в центральной нервной системе. Утомление, как правило, сопровождается возникновением чувства усталости. Оно может проявляться даже утром на первом уроке в школе или во время пребывания дома. Причиной утомления может быть плохой ночной сон или однообразие и монотонность выполняемой работы. Первый признак утомления — общее двигательное беспокойство, которое со временем переходит в вялость и сонливость.

Хроническое (длительное) утомление приводит к *переутомлению*. При этом нарушаются восприятие, память, внимание, возможно появление головных болей, бессонницы, снижение аппетита. Переутомление ослабляет регулируемую функцию нервной системы и может спровоцировать возникновение ряда заболеваний: психических, сердечно-сосудистых, желудочно-кишечных, кожных и т. д.

Благоприятные условия для нормальной деятельности нервной системы создаются при правильном чередовании труда, отдыха и сна. Бодрое настроение, интересная работа вызывают положительные эмоции, делают труд менее утомительным. Физическая усталость и нервное утомление исчезают при переключении с одного вида деятельности на другой. Этот факт был доказан русским физиологом И. М. Сеченовым и является одним из ведущих способов эффективного восстановления работоспособности.

Непоправимый вред нервной системе наносят курение, употребление наркотиков и алкоголя, вдыхание токсических веществ. Алкоголь вызывает хроническое угнетение нервной системы. Хотя токсичность этилового спирта несравнимо ниже, чем цианистого калия, человек, употребляя спиртные напитки, получает столько яда, что от отравления страдают все его органы и системы. Продукты неполного окисления этилового спирта попадают в мозг и нарушают деятельность нейронов, вплоть до их гибели. В организме происходят необратимые процессы, которые изменяют личность, приводят к развитию слабоумия.

Попавший в организм алкоголь выводится не сразу, а спустя несколько суток. Поэтому люди, ежедневно употребляющие даже слабоалкогольные напитки, почти не выходят из состояния хронического отравления. Доказано, что систематический прием, например, пива таит в себе опасность развития тяжелого заболевания — пивного алкоголизма. Алкоголизм характеризуется состоянием, при котором человек испытывает непреодолимую тягу к постоянному приему спиртного. Это состояние проявляется физической и психической зависимостью от алкоголя, психической и социальной деградацией.

Не менее вредное влияние на нервную систему оказывают токсические вещества и никотин. У подростков они могут вызывать слабость, головную боль, тошноту, потливость, мышечные боли.

Алкоголь, никотин, токсические вещества разрушают не только центральную, но и периферическую нервную систему. Изменяется чувствительность тела, ослабевают или вовсе исчезают многие рефлексы. В критических ситуациях может наступить паралич.

Утомление • Переутомление

- ? 1. Какие меры необходимы для предупреждения переутомления? 2. Каким образом можно быстро восстановить работоспособность? 3. В чем состоит вредное воздействие на нервную систему табака? Токсических веществ? 4. Чем опасно употребление алкоголя? 5. Как влияет систематический прием алкоголя на поведение человека?

Нервная система осуществляет восприятие действующих на организм раздражителей, проведение и обработку возникающего при этом возбуждения, формирование ответных приспособительных реакций. Она регулирует и координирует все функции организма в его взаимодействии со средой. Основным структурным и функциональным элементом нервной системы является нейрон. Нейроны, объединенные между собой синапсами, способны передавать возбуждение от одной клетки к другой. Нейрон может находиться в двух состояниях: покоя и активности. Эти состояния нейрона определяют возможность передачи информации от одной нервной клетки к другой.

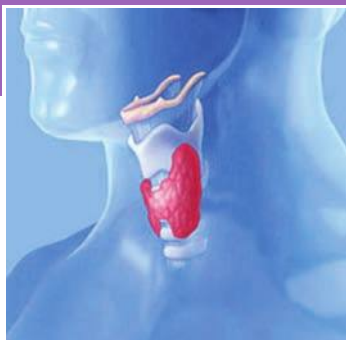
Наиболее простым функциональным объединением нейронов является рефлекторная дуга. Она служит основой всех ответных реакций организма на внешние воздействия или изменения его внутреннего состояния. Контроль над работой сердца, внутренних органов и пищеварительных желез осуществляется симпатическим и парасимпатическим отделами автономной нервной системы.

Головной мозг, включая кору больших полушарий, осуществляет оценку поступившей информации. Он формирует управляющие деятельностью организма команды, направленные на решение биологических и социальных задач (постоянство внутренней среды и поведение соответственно).

Таким образом, высшим регуляторным отделом нервной системы является головной мозг. Именно под его контролем осуществляется работа внутренних органов и поведение человека.

Глава 4

Эндокринная система



Вы уже знаете, что в нашем организме многие процессы и функции находятся под контролем нервной системы. Несмотря на точность адресата и высокую скорость доставки команд к различным органам и тканям, не все клетки тела подчинены нервной системе. Этот «недостаток» успешно компенсируют **эндокринные железы** (гипофиз, щитовидная, надпочечники и др.) (рис. 17), составляющие **эндокринную систему**.

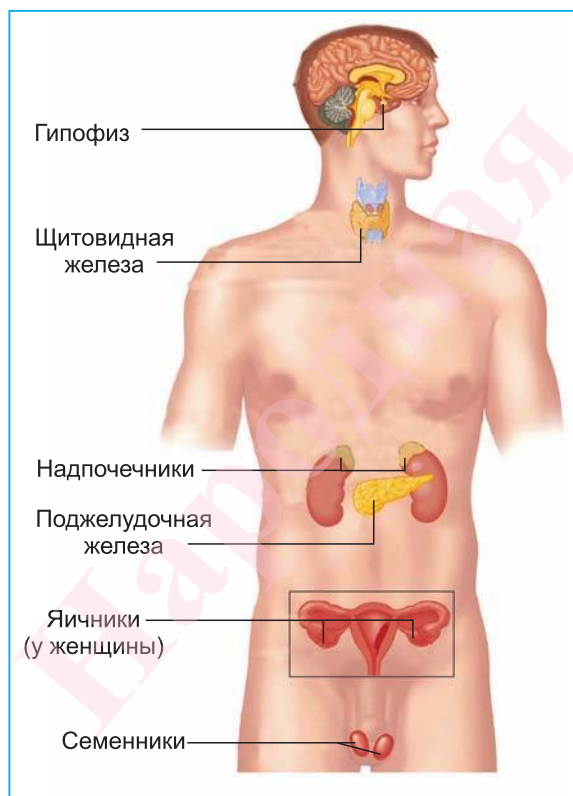


Рис. 17. Эндокринные железы

Вам уже известно, что железы внутренней секреции вырабатывают **гормоны**. Способностью синтезировать гормоны обладают также слизистая оболочка кишечника, сердце, почки и некоторые другие органы.

Для гормонов характерна высокая биологическая активность. Небольшая молекулярная масса позволяет им легко проникать через стенки кровеносных капилляров в ткани и оказывать влияние на процессы обмена веществ, рост и развитие организма и даже на наше поведение.

В здоровом организме образование гормонов строго регулируется. Однако в некоторых случаях их количество может оказаться больше необходимого, и тогда говорят о *гипер-*

функции железы. Ослабленную деятельность железы принято называть *гипофункцией*.

Повышенная, равно как и сниженная, продукция гормонов является причиной различных заболеваний и аномалий развития.

§ 15. Функции щитовидной железы и надпочечников

Щитовидная железа располагается на шее, в области гортанных хрящей и состоит из двух долей, соединенных мостиком (рис. 18). Ее гормоны (*тироксин*, *трийодтиронин*) влияют на процессы обмена веществ: увеличивают использование белков, жиров и углеводов, повышают расход энергии, усиливают кровообращение и дыхание.

Гипофункция щитовидной железы в детском возрасте приводит к задержке роста тела и развития половых желез, нарушениям психики, в наиболее тяжелых случаях к серьезному заболеванию — кретинизму.

У взрослых при гипофункции возникает заболевание микседема, или слизистый отек. Сердце работает недостаточно интенсивно, больной ощущает слабость и сонливость, становится тучным, снижается возбудимость нервной системы.

Щитовидная железа содержит йод, который жизненно необходим для ее деятельности. Поэтому нарушения функций щитовидной железы возникают, как правило, в результате недостатка в питьевой воде йода, нужного для синтеза гормонов. Характерный признак расстройства — увеличение железы в виде зоба. Установлено, что, чем дальше удалена местность от моря, тем чаще у ее жителей встречается зоб. В настоящее время в проблемных районах в профилактических целях к поваренной соли добавляют йодид калия из расчета 1 г на 100 г соли. Кроме того, рекомендуется чаще употреблять в пищу различные морепродукты, которые богаты йодом.

Гиперфункция щитовидной железы ведет к увеличению ее размеров и усиленному образованию гормонов. Избыток гормонов вызывает повышение возбудимости нервных клеток, развитие пучеглазия, учащение сердцебиения, чрезвычайное исхудание — базедову болезнь.

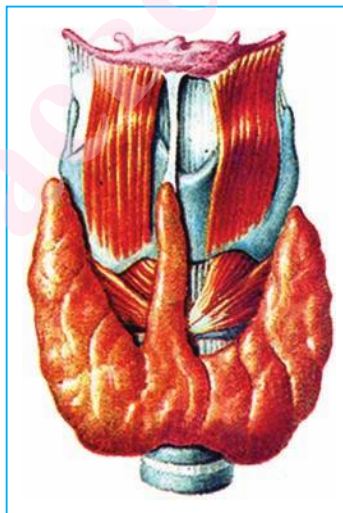


Рис. 18. Щитовидная железа

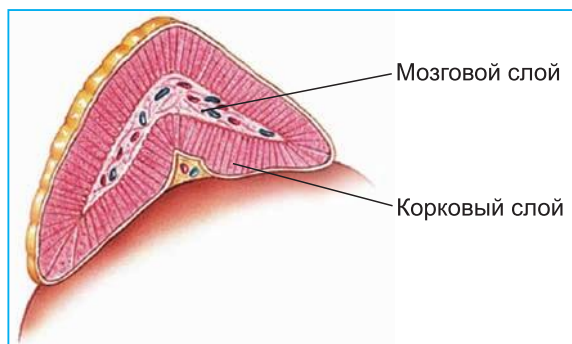


Рис. 19. Внутреннее строение надпочечника

Надпочечники — парные железы массой около 5 г, располагающиеся у верхних полюсов почек. В надпочечниках выделяют наружный корковый слой (90 % железы) и внутренний — мозговой (рис. 19).

Гормоны коркового слоя надпочечников (*кортизон*, *альдостерон* и др.) регулируют водно-солевой обмен, поддерживают на высоком уровне работоспособность, обеспечивают быстрое

восстановление сил после физических нагрузок, обладают противовоспалительным действием.

В корковом слое надпочечников в незначительном количестве образуются также мужские и женские половые гормоны.

Это интересно. С давних времен были известны случаи роста усов и бороды у некоторых женщин. В Средние века их считали ведьмами и безжалостно сжигали на кострах. Только в XX в. удалось установить, что причиной подобного рода нарушений является избыточное выделение корой надпочечников мужских половых гормонов.

У людей с недостаточной продукцией гормонов коры надпочечников развивается бронзовая болезнь (впервые описана Т. Аддисоном). Больные испытывают слабость, быстро худеют. При этом заболевании происходит потемнение кожи до бронзового оттенка.

Опасности и стрессы, с которыми сталкивается человек, могут быть как психологическими, так и физическими, но в любом случае в организме возникает одинаковая физическая реакция. Гормоны мозговой части надпочечников — *адреналин* и *норадреналин* называются «гормонами страха и гнева». Они ускоряют кровоток, учащают сокращения сердца, расширяют бронхи, сосуды сердца и мозга. Кроме того, эти гормоны сужают сосуды кожи и кишечника, увеличивают распад гликогена в печени и вывод глюкозы в кровь, усиливают сокращение мышц, снижают степень утомления. Все эти реакции направлены на мобилизацию ресурсов организма при тяжелой физической нагрузке или психоэмоциональном напряжении.

Щитовидная железа • Надпочечники

- ? 1. К каким последствиям приводит гипофункция щитовидной железы в детском возрасте? 2. Что рекомендуется применять для профилактики зоба — увеличения размеров щитовидной железы, которое может развиваться при проживании в местностях, удаленных от моря? 3. Какое влияние оказывают на различные системы организма гормоны мозговой части надпочечников? 4. Какие изменения гомеостаза могут возникнуть при нарушении функций надпочечников?

§ 16. Функции гипофиза

Гипофиз находится у основания мозга под гипоталамусом. Он состоит из трех долей — передней, средней и задней. Часть гормонов гипофиза влияют на деятельность эндокринных желез (надпочечников, щитовидной, половых желез), часть из них регулируют функции других тканей и органов (рис. 20).

Клетки *передней доли* гипофиза вырабатывают шесть гормонов. Один из них — **гормон роста**, или **соматотропин**, принимает участие в регуляции про-

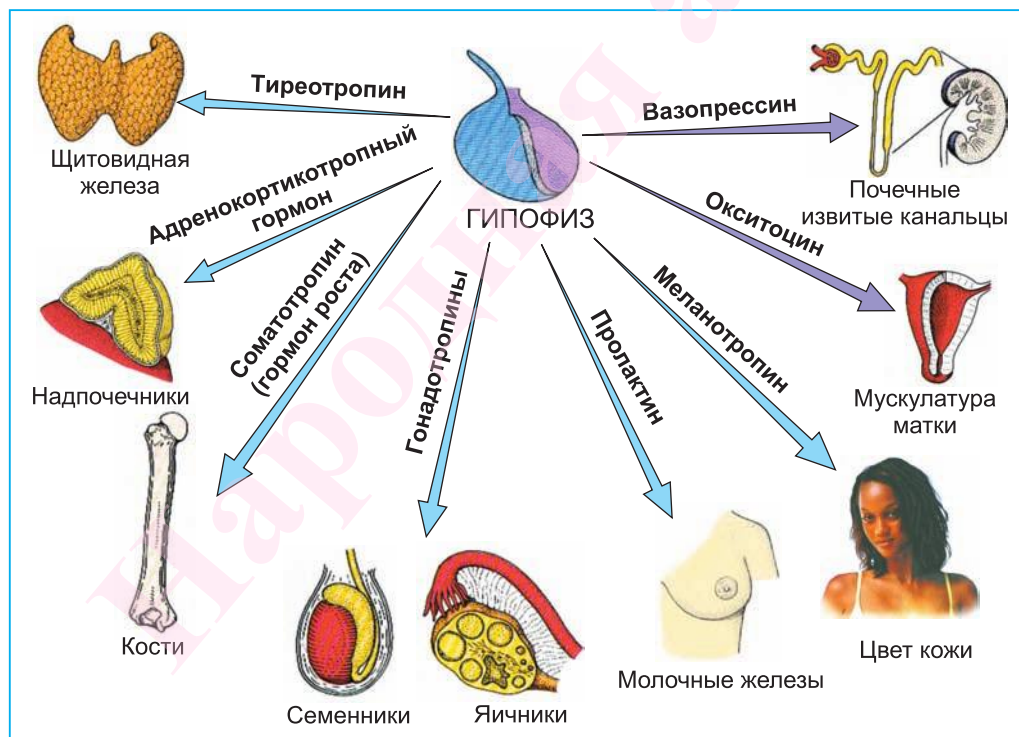


Рис. 20. Ткани и органы, функции которых регулируют гормоны гипофиза

цессов роста и физического развития. Наиболее выражено этот гормон влияет на костную и хрящевую ткани. Избыток соматотропина в детском возрасте ведет к чрезмерному увеличению линейных размеров тела — гигантизму. Гипофункция передней доли гипофиза является причиной карликовости.

Это интересно. Самый высокий человек зарегистрирован в США: его рост 2,72 м. Самый низкий — алжирец ростом 55 см и массой 5 кг.

Самой высокорослой признается центральноафриканская народность тутси, средний рост мужчин которой 1,95 м, а женщин — 1,78 м. Самый низкий рост у пигмеев также из Центральной Африки: у них средний рост мужчин составляет 1,37 м, а женщин — 1,35 м.

Адренкортикотропный гормон оказывает стимулирующее действие на кору надпочечников. **Тиреотропин** инициирует образование в щитовидной железе гормонов тироксина и трийодтиронина. **Гонадотропины** регулируют деятельность половых желез. Они усиливают рост и развитие мужских и женских половых клеток. **Пролактин** стимулирует рост молочных желез и образование молока у женщин после родов.

Средняя доля гипофиза вырабатывает **меланотропный гормон**. Он регулирует содержание в клетках кожи пигмента меланина, который определяет ее цвет: от светлого до темно-коричневого, почти черного.

В клетках *задней доли* гипофиза накапливаются вазопрессин (антидиуретический гормон) и окситоцин. Эти гормоны синтезируются в гипоталамусе и доставляются в гипофиз.

Вазопрессин регулирует процесс образования мочи. При его избытке выделяется незначительное количество мочи (всего 200—300 мл в сутки), а при недостатке — 10—40 л. Связанное с недостатком вазопрессина заболевание называют несахарный диабет — так же, как и при диабете, у больных увеличивается суточный объем мочи, но не наблюдается характерного для диабетиков наличия глюкозы в моче.

Окситоцин вызывает сокращение гладких мышц. Он стимулирует родовую деятельность, способствует выделению молока из молочных желез кормящих женщин.

Таким образом, одни гормоны гипофиза действуют непосредственно на ткани и органы человеческого организма, а другие регулируют функции желез внутренней секреции. Интересно, что изменение продукции гормонов железами внутренней секреции, контролируемые гипофизом, сказывается на его функциях. Так, в случае повышения в крови содержания гормонов щитовидной железы (тироксина и трийодтиронина) гипофиз уменьшает выработку тиреотропина. Действие гормонов гипофиза на железы внутренней секреции — это пример

прямой функциональной связи, а влияние гормонов на гипофиз — пример *обратной связи*.

Функции гипофиза находятся под контролем нервной системы, в частности гипоталамуса. Вырабатываемые гипоталамусом нейрогормоны по кровеносным сосудам попадают в переднюю долю гипофиза, где усиливают или угнетают продукцию его гормонов.

Гипоталамус и гипофиз образуют систему, контролирующую уровень обмена веществ, температурный режим и другие гомеостатические функции. Гипоталамо-гипофизарная система — типичный пример тесного сотрудничества нервного и гуморального механизмов регуляции функций нашего организма.

**Гипофиз • Соматотропин • Тиреотропин • Гонадотропины •
Прولاктин • Вазопрессин • Окситоцин**

- ? 1. Какие гормоны гипофиза влияют на деятельность эндокринных желез, а какие регулируют функции других органов? 2. Как гипофиз связан с надпочечниками? 3. Приведите примеры связей гипофиза с другими эндокринными железами. 4. Какую роль играет гипоталамус в регуляции деятельности гипофиза? 5. Почему при нарушении функций гипофиза в детском возрасте возникают аномалии развития? 6. Все ли железы внутренней секреции находятся под влиянием гипофиза? Приведите примеры.

§ 17. Железы смешанной секреции

Поджелудочная железа — железа смешанной секреции. В человеческом организме она выполняет двойную функцию. Основная часть ее клеток, как железы внешней секреции, вырабатывает пищеварительный сок, который через специальный проток доставляется в кишечник. В ее эндокринных клетках вырабатываются гормоны, поступающие непосредственно в кровь (инсулин и глюкагон).

Это интересно. Немецкий анатом П. Лангерганс первым обнаружил в ткани поджелудочной железы необычные скопления клеток в виде островков (инсул). Их функция долгое время оставалась неизвестной. И только русский физиолог Л. Соболев доказал, что инсулы функционируют как железы внутренней секреции.

Инсулин повышает проницаемость клеточных мембран для глюкозы, способствуя ее переходу в ткани и превращению в гликоген. Таким образом, инсулин оказывает противоположное действие по сравнению с адреналином, который повышает содержание глюкозы в крови. Эти гормоны поддерживают концентрацию глюкозы на оптимальном уровне.

Глюкагон обладает противоположным инсулину эффектом — повышает содержание глюкозы в крови. Кроме того, он способствует выходу жиров из тканей и использованию их в качестве источника энергии.

В случае снижения выработки инсулина в крови увеличивается уровень сахара, который начинает выводиться из организма в составе мочи. Это заболевание называется сахарным диабетом. При этом больные испытывают постоянное чувство голода, жажду. У них поражаются практически все внутренние органы. Помочь больным можно (в зависимости от степени развития заболевания) либо введением препаратов, повышающих выработку инсулина, либо, при полном его отсутствии, ежедневным введением этого гормона, взятого у животных или полученного искусственным путем. При самых тяжелых формах диабета прекращение инъекций инсулина может привести к летальному исходу.

Половые железы — это **семенники (яички)** у мужчин и **яичники** у женщин. В этих железах вырабатываются половые гормоны. Мужские половые гормоны (*андрогены*) регулируют рост и развитие организма, контролируют возникновение и развитие у мальчиков вторичных половых признаков (отличающих один пол от другого по размерам и пропорциям тела, волосяному покрову, отложению жира, тембру голоса и т. д.), влияют на поведение и психику. Так, повышение в крови 13—14-летних подростков содержания этих гормонов стимулирует рост усов и волосяного покрова на отдельных участках тела, влияет на тембр голоса. Изменяется телосложение, увеличиваются размеры половых органов, костей верхнего плечевого пояса, но приостанавливается рост тазовых костей. Эти гормоны оказывают влияние на развитие мускулатуры, увеличивая ее массу и рельеф, контролируют созревание сперматозоидов.

Женские половые гормоны (*эстрогены*) регулируют развитие вторичных половых признаков у женщин (узкие плечи и широкие бедра, округлая форма тела, тембр голоса), контролируют цикличность созревания яйцеклеток, влияют на психику и поведение.

Важно знать, что андрогены и эстрогены вырабатываются и в мужском, и в женском организме, но у мужчин преобладают мужские половые гормоны, а у женщин — женские.

Во время беременности в женском организме развивается *плацента* — орган, осуществляющий связь плода с организмом матери в период внутриутробного развития. В плаценте вырабатываются гормоны, обеспечивающие нормальное протекание беременности и родов. При рождении ребенка плацента отторгается и прекращает свое существование как эндокринный орган.

Поджелудочная железа • Половые железы • Семенники (яички) • Яичники • Вторичные половые признаки

- ? 1. Почему поджелудочную и половые железы относят к железам смешанной секреции? 2. Перечислите основные признаки сахарного диабета. Чем обусловлено его развитие? 3. Чем представлены половые железы у мужчин? У женщин? 4. Как влияют мужские половые гормоны на организм подростка? 5. Как вы думаете, в железах смешанной секреции внешне- и внутрисекреторную функцию выполняют одни и те же или различные клетки?

Нервная система играет ведущую роль в формировании приспособительных реакций организма. Но поддержание постоянства внутренней среды и осуществление основных жизненных функций происходит в конечном итоге при участии биологически активных веществ. Так, гормоны образуются в железах внутренней секреции и доставляются кровью ко всем тканям и органам человеческого тела. Связываясь с рецепторами клеток, гормоны изменяют функциональную активность различных тканей, подстраивая ее под текущие запросы организма. Кроме того, почки, легкие, желудок и другие органы участвуют в выработке гормонов, которые оказывают не только местное влияние, но и инициируют образование гормонов в других органах и железах.

В клетках гипофиза вырабатываются гормоны, которые влияют на нервную систему, контролируют деятельность других желез внутренней секреции, воздействуют на функции тканей и органов.

Некоторые гормоны синтезируются в организме независимо от влияния гипофиза. К ним относятся инсулин и глюкагон — гормоны поджелудочной железы. Они контролируют уровень глюкозы в крови.

Адреналин и норадреналин — гормоны мозгового вещества надпочечников — повышают кровяное давление и стимулируют углеводный обмен.

Высшим центром регуляции деятельности эндокринной системы является гипоталамус — отдел промежуточного мозга, тесно связанный с гипофизом. Вместе с гипоталамусом существенную роль в поддержании на оптимальном уровне различных параметров внутренней среды организма играют и некоторые продукты обмена веществ.



Глава 5

Опорно-двигательный аппарат

Движение — основная форма активности человека при его взаимодействии с окружающей средой. В основе всех видов нашей деятельности, включая такие сложные, как речь, пение, письмо, игра на музыкальных инструментах, в конечном итоге лежат самые обычные мышечные сокращения. Но не следует думать, что функцию движения мышцы осуществляют самостоятельно. Важную роль в этом процессе играет костная система.

Сами кости выполнять движения также не могут — они являются *пассивной* частью опорно-двигательного аппарата, но именно от них зависят характер и сложность практически любого двигательного акта.

К *активной* части опорно-двигательного аппарата относятся скелетные мышцы, которые обеспечивают движение костей скелета как рычагов.

Особенности строения и функций **опорно-двигательного аппарата** человека связаны с вертикальным положением тела, прямохождением и трудовой деятельностью.

Рука человека приобрела особую подвижность и точность движений. Способность манипулировать мелкими предметами стала возможной благодаря гармонии размеров, формы и длины костей и мышц, а также подвижному соединению костей.

§ 18. Строение и функции костей. Соединение костей скелета человека

Форма, строение и виды костей. Кости скелета отличаются размерами, формой и строением. Всего в скелете человека 204—208 костей.

Различают трубчатые, губчатые, плоские и смешанные кости (рис. 21). Форма и функции костей тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Трубчатые кости образуют скелет конечностей (кости плеча, предплечья, бедра и голени). Они являются прочными рычагами, при участии которых возможно передвижение организма или перемещение его частей, поднятие тяжестей.

Все трубчатые кости имеют вид полых цилиндров с утолщенными концами — *эпифизами* (среднюю часть называют *диафизом*) (рис. 22). В полостях трубчатых костей находится богатая жиром ткань — желтый костный мозг. Сверху кости покрыты соединительнотканной оболочкой — надкостницей.



Рис. 21. Типы костей

Надкостница прочно сращена с костной тканью. За надкостницей следует слой *компактного* вещества. На конечных участках кости компактное вещество переходит в *губчатое*.

И компактное, и губчатое вещества образованы костными пластинками, которые состоят из клеток (остеоцитов) и тонковолокнистого межклеточного вещества. В компактном веществе костные пластинки образуют сложные системы, состоящие из вставленных друг в друга цилиндров, по которым проходят кровеносные сосуды и нервы.

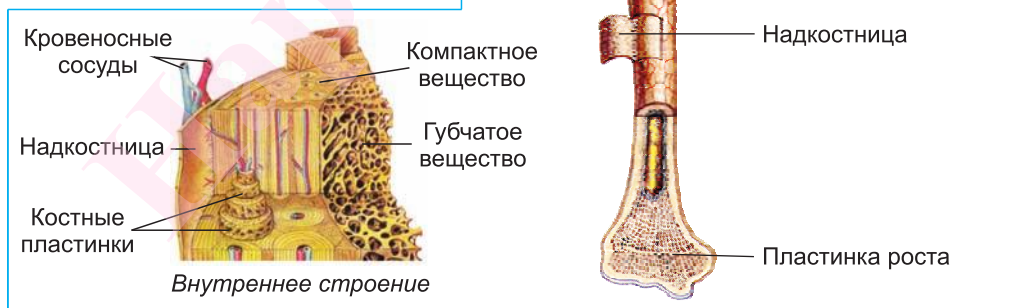


Рис. 22. Схема строения трубчатой кости

В губчатом веществе костные пластинки и перекладины образуют множество ячеек. Направление перекладин сводчатых конструкций совпадает с линиями основных напряжений. Это позволяет костям выдерживать очень большие нагрузки. Бедренная кость человека в вертикальном положении выдерживает давление до 1,5 т, а большеберцовая — 1,8 т.

Это интересно. В 1889 г. по проекту инженера Эйфеля в Париже была сооружена трехсотметровая башня, ставшая символом города. В основу ее конструкции инженер положил строение кости. Так пример высокой прочности естественных структур был воплощен талантливым конструктором в архитектурном шедевре.

Распределение компактного и губчатого веществ и их количественное соотношение зависят от места кости в скелете и ее функции. В костях, которые выполняют функцию опоры и движения, компактное вещество преобладает.

Между перекладинами губчатого вещества (в плоских и на концах трубчатых костей) содержится особый вид ткани внутренней среды — красный костный мозг. В нем происходит образование клеток крови — кроветворение.

Губчатые кости (надколенник и кости запястья) образованы губчатым веществом. Снаружи они покрыты тонким слоем компактного вещества. Такие кости расположены там, где необходима одновременно большая прочность и высокая подвижность.

Плоские, или широкие, кости (лопатка, тазовая кость, кости мозгового отдела черепа) образуют стенки полостей: грудной, брюшной, черепа — и выполняют функции опоры и защиты.

Смешанные кости (позвонки, кости основания черепа и др.) состоят из нескольких частей, имеющих различное строение и форму. Они также выполняют функции опоры и защиты.

Рост костей. Кость представляет собой живое образование, в котором происходят процессы роста и обмена веществ. В толщину кость растет за счет деления клеток внутреннего слоя надкостницы. Рост костей в длину осуществляется за счет пластинок (зон) роста, которые расположены ближе к концам костей (вернитесь к рисунку 22). Здесь хрящевая ткань непрерывно растет и замещается костной тканью. Если эта прослойка хряща окостеневае, то рост кости прекращается (это происходит, как правило, к 18—20 годам).

Соединения костей скелета. В скелете человека существует три типа соединения костей (рис. 23): неподвижное (непрерывное), полуподвижное (полупрерывное) и подвижное (прерывное, или сустав).

Неподвижные соединения костей осуществляются посредством швов или путем срастания костей. В первом случае многочисленные выступы одной кос-



Рис. 23. Типы соединения костей

ти входят в соответствующие углубления другой (например, кости черепа). Такой способ соединения обеспечивает большую прочность. Примером сращения костей является соединение позвонков копчика. **Неподвижные** соединения обеспечивают надежную защиту и опору для внутренних органов и мозга.

В **полуподвижных** соединениях кости связаны между собой небольшими хрящевыми дисками, в толще которых находится полость. Такие диски расположены между телами позвонков. Полуподвижные соединения смягчают толчки и удары. Они работают как биологические амортизаторы.

Подвижные соединения (суставы) представляют собой подвижные соединения костей. Благодаря особенностям конструкции они обеспечивают подвижность костей в различных плоскостях (рис. 24). В одноосевых суставах (например,



Рис. 24. Типы суставов

лучелоктевом) движения возможны только в одной оси (плоскости) — сгибание и разгибание. В двухосевом (например, лучезапястном) суставе движения можно производить в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, т. е., кроме сгибания-разгибания, возможно и приведение-отведение кисти. В трехосевых суставах (плечевой), наряду со сгибанием и разгибанием, отведением и приведением, можно производить и вращения в противоположных направлениях.

Суставы являются «слабым звеном» скелета. Именно здесь происходят вывихи из-за возможности разрыва или растяжения связок.

Трубчатые, губчатые, плоские и смешанные кости • Неподвижные, полуподвижные и подвижные соединения

- ? 1. Из каких элементов состоит опорно-двигательный аппарат? 2. Какое строение имеют трубчатые кости? 3. Какие функции выполняют трубчатые, губчатые, плоские и смешанные кости? 4. За счет чего кость растет в длину и толщину? 5. Какие виды соединений костей вы знаете? Приведите примеры. 6. Какой гормон регулирует рост костей?

§ 19. Скелет головы и туловища человека

В скелете человека (форзац I) выделяют три отдела: скелет головы (череп), скелет туловища и скелет конечностей.

Скелет головы (рис. 25). Череп защищает головной мозг и органы чувств от повреждений. В нем выделяют два отдела: мозговой и лицевой.

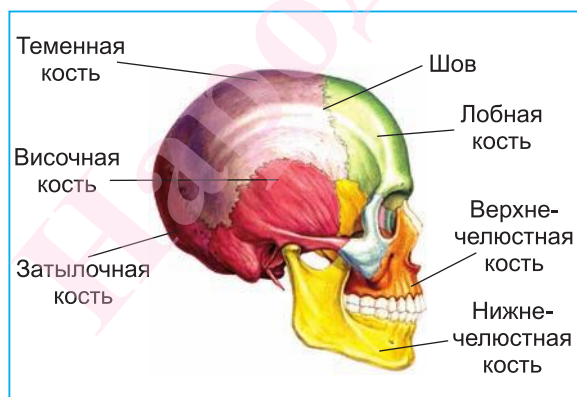


Рис. 25. Скелет головы

В состав *мозгового отдела* черепа входят парные теменные, височные, непарные лобная, затылочная и некоторые другие кости. Они образуют полость, в которой располагается головной мозг.

Кости черепа взрослого человека соединены между собой при помощи швов. Череп новорожденного ребенка не имеет швов, они формируются позже. Там, где сходятся кости, располагаются роднички — зоны,

покрытые соединительнотканной перепонкой. Самый большой родничок — лобный, соединяет лобную и две теменные кости.

Благодаря родничкам форма черепа ребенка может меняться во время его продвижения по родовым путям.

Лицевой отдел черепа представлен 15 костями, самые крупные из которых — верхнечелюстная и нижнечелюстная. Нижнечелюстная кость является единственной подвижной костью черепа. Челюстные кости имеют углубления — альвеолы, в которых располагаются корни зубов.

Скелет туловища образован позвоночным столбом, или позвоночником, и грудной клеткой.

Позвоночный столб является основным стержнем, костной осью тела и его опорой (рис. 26). Он защищает спинной мозг, составляет часть грудной, брюшной и тазовой полостей и, наконец, участвует в движении туловища и головы.

В связи с прямохождением позвоночный столб человека приобрел S-образную форму. Образовались четыре изгиба: шейный, грудной, поясничный и крестцовый.

У новорожденных детей изгибов позвоночника нет. Шейный изгиб появляется по мере того, как ребенок начинает держать голову, грудной и поясничный — когда начинает сидеть и стоять. Изгибы позвоночного столба обеспечивают сохранение телом равновесия, увеличивают размеры грудной клетки, придают позвоночнику упругость при ходьбе, беге и прыжках.

Позвоночный столб состоит из 33—34 позвонков, 7 из которых образуют шейный отдел, 12 — грудной, 5 — поясничный, 5 — крестцовый и 4—5 позвонков срослись в одну кость — копчик.



Рис. 26. Позвоночный столб

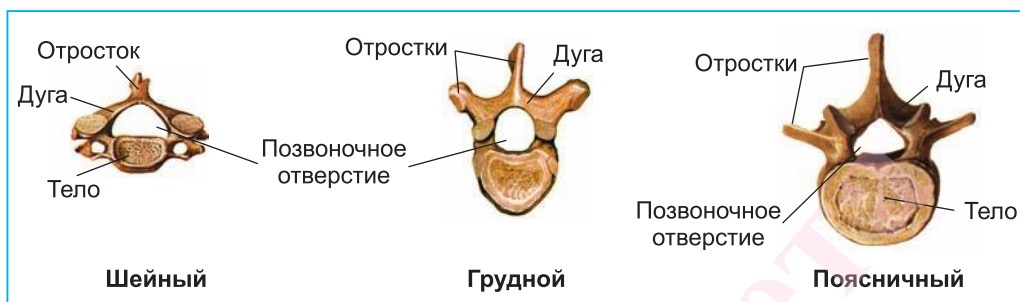


Рис. 27. Строение позвонков

Позвонки представляют собой кость, состоящую из тела и дуги, с отходящими от нее отростками (рис. 27).

Позвонки, накладываются один на другой, образуют позвоночный столб, или позвоночник, а их отверстия формируют *позвоночный канал*. Как вы уже знаете, между телами позвонков располагаются хрящевые образования — межпозвоночные диски.

Крестцовые позвонки к 19—20 годам срастаются, образуя единую кость — крестец, к которой присоединяются кости таза.

Грудная клетка защищает внутренние органы от ударов и повреждений,

принимает участие в осуществлении дыхательных движений. Она образована грудными позвонками, грудиной и 12 парами ребер (рис. 28). Ребра представляют собой плоские и изогнутые костные дуги.

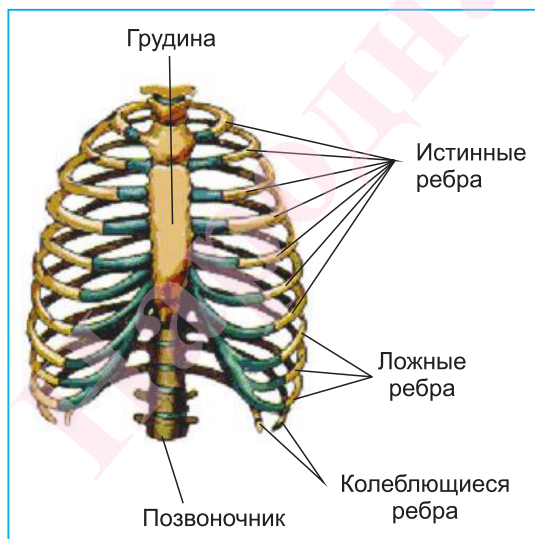


Рис. 28. Строение грудной клетки

К каждому позвонку одним концом прикрепляется одна пара ребер. Верхние ребра (I—VII пары) передним концом срастаются с грудиной. Они называются истинными. Ребра VIII—X пар называются ложными. Они соединены с хрящом вышерасположенного ребра. XI и XII пары ребер передним концом ни к чему не присоединены и называются колеблющимися. Они лежат в мягких тканях.

Это интересно. В XIX в. некоторым состоятельным женщинам Европы хирургическим путем удаляли колеблющиеся ребра. Так они достигали исключительной тонкости талии.

Череп • Позвоночный столб • Грудная клетка

- ? 1. Какое значение имеет неподвижное соединение костей черепа? 2. Какая кость в скелете черепа соединена подвижно? 3. Какова роль родничков? 4. Какие эволюционные изменения претерпел позвоночный столб? Обоснуйте происхождение и значение изгибов позвоночника человека. 5. За счет каких структур достигается гибкость позвоночника? 6. Расскажите о строении и функциях грудной клетки.

§ 20. Скелет верхних и нижних конечностей. Первая помощь при вывихах и переломах

Скелет верхних и нижних конечностей. Скелет верхних конечностей представлен поясом верхних конечностей и свободными верхними конечностями (см. форзац I).

Скелет пояса верхних конечностей образован 2 лопатками и 2 ключицами.

Лопатка — плоская парная кость треугольной формы, находящаяся на задней поверхности грудной клетки. Каждая лопатка подвижно сочленяется с плечевой костью и ключицей.

Ключица — парная кость, имеющая изогнутую S-образную форму. Она составляет плечевой сустав на некоторое расстояние от грудной клетки и обеспечивает свободу движений верхней конечности.

Скелет свободной верхней конечности представлен плечевой костью, костями предплечья (лучевая и локтевая) и кистью. Кисть состоит из костей запястья, пястья и фаланг пальцев.

Скелет нижних конечностей образован поясом нижних конечностей и свободными нижними конечностями.

Скелет пояса нижних конечностей взрослого человека состоит из крестца и двух неподвижно соединенных с ним тазовых костей.

Таз человека шире, чем у животных. Это объясняется тем, что у животных часть внутренних органов опирается на грудную клетку, а часть — на стенку живота. А у человека в связи с прямохождением — только на кости таза.

Скелет свободной нижней конечности образован: бедренной костью (бедро), большеберцовой и малоберцовой костями (голень), костями предплюсны, плюсны и фаланг пальцев (стопа).

Бедренная кость — самая длинная трубчатая кость человека. Она соединяется с тазовой костью тазобедренным суставом, а с большой берцовой образует коленный сустав, в состав которого входит надколенник.

Предплюсна состоит из семи костей, самая крупная из них — пяточная. Сзади она имеет пяточный бугор, служащий опорой при стоянии, ходьбе и беге.

Это интересно. Ноги человека состоят из 60 костей. Это примерно четверть всех костей скелета. Кроме того, ноги снабжены более чем 200 связками и 40 мышцами для фиксации положения и функционирования тела.

Основные функции конечностей — опора, перемещение тела в пространстве и обеспечение трудовой деятельности. С помощью верхних конечностей человек способен манипулировать предметами, осуществлять разнообразные трудовые и другие необходимые в жизни операции.

Благодаря ключицам, лопаткам, грудной клетке и большому числу мелких мышц рука человека приобрела исключительную подвижность. Свойственная ей высокая точность движений позволяет циркачу жонглировать сразу несколькими предметами, часовщику — собрать из едва различимых невооруженным глазом деталей механизм миниатюрных часов, а музыканту — исполнить «Концерт для скрипки» Н. Паганини.

Нижние конечности человека выдерживают большую нагрузку и целиком принимают на себя функцию передвижения. Для них характерны массивность костей, крупные и устойчивые суставы и сводчатая стопа. Развитые продольные и поперечные своды стопы присущи только человеку. Они позволяют распределить тяжесть, падающую на стопу, уменьшают сотрясения и толчки, сообщают походке плавность и пружинистость.

Первая помощь при вывихах и переломах. Резкие неосторожные движения, прыжки, падения могут привести к повреждению костей скелета (*перелому*) или суставов (*вывиху*). При вывихе изменяется положение костей в суставе — головка одной кости выскакивает из суставной впадины другой. При этом происходит *растяжение*, а зачастую — *разрыв связок*. Вывих сопровождается сильной болью, особенно при попытке совершить движение в поврежденном суставе.

При оказании доврачебной помощи пострадавшему с вывихом следует руководствоваться следующими правилами:

- ни при каких условиях не пытайтесь вправить вывих самостоятельно, поскольку пострадавшему можно нанести еще больший вред (повредить связки, причинить острую боль);



Рис. 29. Первая помощь при вывихах и переломах

- придайте вывихнутой конечности положение, при котором отсутствуют болевые ощущения, и зафиксируйте ее с помощью повязки (рис. 29);
- при сильной боли дайте обезболивающее средство, к суставу приложите снег, лед или ткань, смоченную холодной водой.

Переломы бывают открытые и закрытые (рис. 30).

При *закрытом* переломе на место повреждения накладывают повязку с применением шин — приспособлений, обеспечивающих неподвижность суставов и мягких тканей.

Шина должна захватывать два ближайших здоровых сустава. Так, при переломе костей голени правильно наложенная шина захватывает стопу и часть бедра. При переломе бедра один конец шины должен находиться на уровне грудной клетки, а другой — у нижней части голени. Шину плотно, но без сдавливания, прибинтовывают к поврежденной конечности. Вместо бинта можно использовать платок, полотенце. При отсутствии шины сломанную руку прибинтовывают к туловищу, а сломанную ногу — к другой ноге.

Иногда в результате перелома нарушается целостность кожи и мягких тканей, образуется открытая рана. Это *открытый* перелом. В этом случае необходимо прежде всего остановить кровотечение и наложить стерильную повязку, а затем доставить пострадавшего в больницу.



Рис. 30. Типы переломов

Пояса конечностей • Свободные верхние и нижние конечности •
Вывих • Растяжение и разрыв связок • Закрытые и открытые переломы

- ? 1. Перечислите черты сходства и различия в строении предплечья и голени. 2. С чем связана массивность костей таза у человека в сравнении с другими млекопитающими? Какие кости претерпели аналогичные изменения? 3. У человека на каждой конечности по пять пальцев. На руках большой палец противопоставлен остальным, а на нижних конечностях — нет. С чем это связано? 4. Какими правилами следует руководствоваться при оказании доврачебной помощи пострадавшему с вывихом? 5. Чем отличается закрытый перелом от открытого? Как помочь человеку с переломом?

§ 21. Скелетные мышцы, их строение и функции

Строение и функции мышц. Скелетная мышца состоит из большого количества расположенных параллельно и собранных в пучки мышечных волокон (рис. 31). Это ее активная, сокращающаяся часть.

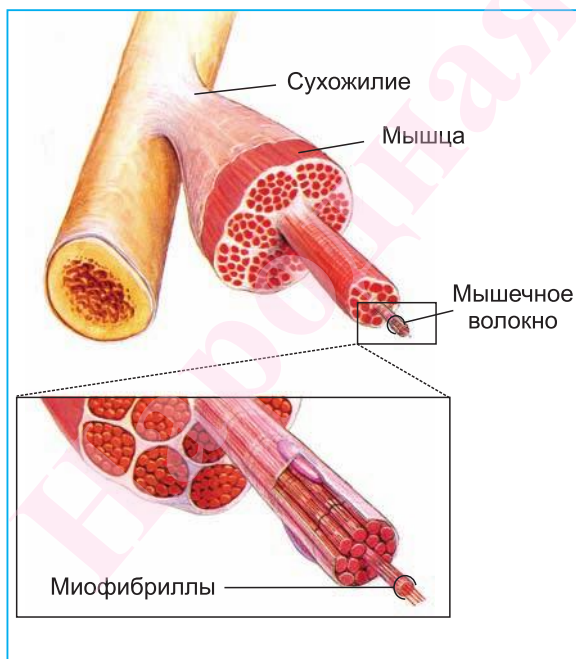


Рис. 31. Строение скелетной мышцы

Мышечное волокно образовано тонкими нитями — миофибриллами, которые в свою очередь содержат упорядоченно расположенные тончайшие белковые нити актина и миозина. Благодаря взаимодействию последних происходит напряжение и/или укорочение мышцы.

Мышцы прикреплены к костям с помощью беловатых тяжей соединительной ткани — сухожилий (пассивная, несокращающаяся часть). Сухожилия очень прочны, практически нерастяжимы и выдерживают огромную нагрузку (до 600 кг на растяжение). Посредством сухожилий мышцы крепятся к костям.

Мышцы хорошо снабжаются кровью, которая поставляет необходимые для их жизнедеятель-

ности кислород и питательные вещества и удаляет конечные продукты обмена. В мышцах находятся нервные окончания — рецепторы. Они воспринимают степень растяжения и укорочения мышцы и доставляют эту информацию в спинной и головной мозг. Там осуществляются процессы управления движениями.

Сокращаясь, мышца перемещает кость как рычаг и производит механическую работу. В момент сокращения она укорачивается, становясь при этом толще, и сближает кости, к которым прикреплена. Таким образом мышцы производят перемещение тела или его частей в пространстве, а также другие движения. Вспомните из курса физики, в чем состоит преимущество рычага и как сила мышцы зависит от длины рычага?

Движение в любом суставе обеспечивается как минимум двумя мышцами, действующими в противоположных направлениях. Такие мышцы называют *антагонистами* (например, сгибатели и разгибатели). При каждом движении напрягаются не только мышцы, совершающие его, но и их антагонисты, противодействующие тяге и тем самым придающие движению точность и плавность.

В одном направлении (сгибание или разгибание) могут действовать не одна, а несколько мышц. В этом случае их называют *синергистами*.

Работа мышцы зависит от ее длины и диаметра. Чем больше поперечный диаметр мышцы, тем она сильнее и тем большую работу может осуществлять. Степень сокращения мышцы определяется длиной образующих ее мышечных волокон: чем они длиннее, тем больше укорачиваются.

Основные группы скелетных мышц. Поперечнополосатые мышцы составляют от 28—32 % (женщины) до 35—45 % (мужчины) массы тела. У спортсменов их на 10—20 % больше.

В зависимости от расположения выделяют следующие группы мышц: головы, шеи, туловища, верхних и нижних конечностей. Основные мышцы тела человека показаны на форзаце II.

Мышцы *головы* делятся на жевательные и мимические. Жевательные мышцы обеспечивают движения нижней челюсти, мимические — отличаются тем, что крепятся к кости только одним концом, другой — заканчивается в коже. Сокращения мимических мышц позволяют нам выражать свои эмоции, настроение.

Мышцы *шеи* контролируют движения головы. Если повернуть голову в сторону, то можно легко прощупать одну из самых крупных мышц шеи — грудино-ключично-сосцевидную.

К мышцам *туловища* относятся:

1) мышцы груди — обеспечивают движения грудной клетки и верхних конечностей;

2) мышцы спины — способствуют движению верхних конечностей, головы и шеи, обеспечивают сохранение вертикального положения тела;

3) мышцы живота — образуют брюшной пресс; с их участием происходят различные движения туловища.

Мышцы *конечностей* подразделяются на мышцы поясов верхних и нижних конечностей и свободных верхних и нижних конечностей.

Найдите на форзаце II дельтовидную, дву- и трехглавую мышцы верхней конечности. При сокращении дельтовидная мышца поднимает руку, двуглавая и трехглавая приводят в движение предплечье (первая сгибает руку в локтевом суставе, а вторая — разгибает).

Мышцы нижней конечности обеспечивают сгибание и разгибание в коленном суставе, приводят в движение голень. Самой крупной мышцей голени является трехглавая. Она очень хорошо развита у человека, так как принимает участие в поддержании вертикального положения тела.

Работа и утомление мышц. По степени укорочения мышцы различают два основных режима мышечных сокращений: статический и динамический. К *статической* работе относится стояние, удержание головы в вертикальном положении или груза на вытянутой руке и др. При некоторых гимнастических упражнениях (на кольцах, брусьях), удержании поднятой штанги статическая работа требует одновременного сокращения почти всех мышечных волокон, составляющих мышцу. Это, естественно, не может продолжаться долго, так как наступает утомление. При длительном напряжении мышцы сдавливают проходящие в них кровеносные сосуды. Это ведет к ухудшению снабжения мышц кислородом и питательными веществами, а также накоплению конечных продуктов распада.

При *динамической* работе различные группы мышц сокращаются поочередно, более того, не всегда сокращаются все мышечные волокна одной мышцы. Такой режим дает мышце возможность совершать работу продолжительное время.

Работа мышц — необходимое условие их жизнедеятельности. Длительное снижение двигательной активности (гипокинезия) ведет к потере силы мышечного сокращения — гиподинамии. Тренировка мышц способствует увеличению их объема, силы и работоспособности, что в целом благотворно влияет на физическое состояние всего организма.

В случае выполнения тяжелой физической работы работоспособность мышц снижается. Это временное явление, оно зависит от состояния нервной системы, количества накопленных в мышцах продуктов обмена, содержания в крови питательных веществ. Так, например, быстро вызывает утомление однообразный, монотонный труд.

При выполнении ритмичной работы утомление наступает позднее, так как в промежутках между сокращениями работоспособность мышц частично восстанавливается. В то же время мышечная деятельность, совершаемая в высоком ритме, приводит к быстрому развитию утомления. Быстрее развивается утомление и при больших физических нагрузках.

Влияние физической нагрузки на работоспособность и наступление утомления мышц впервые изучил русский физиолог И. М. Сеченов. Он установил, что мышечная работоспособность достигает максимального уровня при умеренном ритме и средней величине нагрузки. Вспомните поговорку: «Тише едешь, дальше будешь».

Для отдыха большое значение имеет смена деятельности. *Активный отдых* полезнее и эффективнее пассивного. Так, время восстановления утомленных мышц сокращается, если в период отдыха работа производится другой мышечной группой.

Утомление — нормальное биологическое явление. После отдыха работоспособность обычно не только восстанавливается, но какое-то время даже превосходит исходный уровень.

Мышечное волокно • Сухожилия • Скелетные мышцы • Статическая и динамическая работа • Утомление • Активный отдых

- ? 1. В чем вы видите связь между строением и функцией скелетных мышц? 2. Аксоны каких нейронов иннервируют мышечные волокна? 3. Зависит ли прочность костей скелета от силы мышц человека? 4. Как изменится характер движений, если одна из мышц-антагонистов перестанет функционировать? 5. Перечислите основные группы скелетных мышц человека. 6. Являются ли произвольными сокращения мимических мышц? 7. С чем связано развитие мышечного утомления? 8. Почему смена видов деятельности предупреждает быстрое развитие утомления? 9. Зависит ли эффективность мышечной деятельности от работы органов дыхания и кровообращения? 10. Чем отличаются понятия «гипокинезия» и «гиподинамия»? Что первично?

§ 22. Значение двигательной активности для сохранения здоровья

Движение — это жизнь. В человеке самой природой заложена потребность в движении. Еще в древности было замечено, что физические упражнения способствуют формированию силы и выносливости, а их отсутствие сопровождается снижением устойчивости организма к заболеваниям, падением уровня работоспособности, ожирением.

Регулярная физическая нагрузка, соответствующая возрастным возможностям организма, стимулирует обмен веществ, оказывает тренирующее воздействие на сердечно-сосудистую систему и органы дыхания. Занятия физкультурой, посильный труд оказывают благоприятное влияние на развитие мышц и костной системы. Кости становятся более крепкими и устойчивыми к нагрузкам и травмам.

Разносторонняя мышечная деятельность повышает работоспособность всего организма, при этом уменьшаются его энергетические затраты на выполнение работы. При систематических тренировках совершенствуется характер дыхательных движений. Увеличивается глубина дыхания, улучшается снабжение кислородом тканей организма. Кровеносные сосуды в процессе тренировки становятся более эластичными, что улучшает условия для передвижения крови.

Если человек ведет малоподвижный образ жизни, игнорируя физические нагрузки, эластичность и сократительная способность его мышц снижаются. Они становятся слабыми и дряблыми. Нарушается координация движений. Гиподинамия — прямой путь к избыточной массе тела, нарушениям со стороны опорно-двигательного аппарата. Важным моментом для сохранения здоровья является оценка соответствия собственной массы тела возрастно-половым нормам.

Ослабление мышц брюшного пресса может привести к опущению внутренних органов и нарушению функций пищеварительной системы. Слабость мышц спины сопровождается развитием сутулости, изменением осанки.

Осанка — привычное положение тела человека при стоянии, сидении, ходьбе и работе (рис. 32). При *правильной* осанке изгибы позвоночного столба умерен-

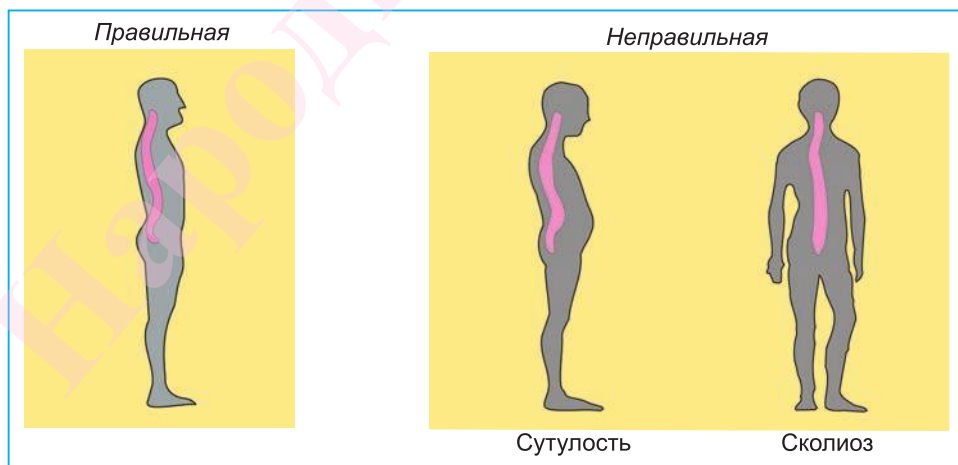


Рис. 32. Осанка

ные, имеют равномерно-волнообразный вид. Лопатки расположены симметрично, плечи развернуты. Человек с хорошей осанкой строен, держит голову прямо или слегка откинув назад, его грудь несколько выступает над животом. Мышцы у таких людей упругие, движения собранные, четкие. Правильная осанка — одно из условий благоприятного функционирования организма человека, способствующее повышению его работоспособности.

При *неправильной* осанке голова выдвинута вперед, грудная клетка уплощена, плечи сведены кпереди, живот выпячен, а грудь западает. Сильнее подчеркнуты поясничный и грудной изгибы — «круглая спина», или *сутулость*. Нередко неправильная осанка приводит к сколиозу — боковому искривлению позвоночного столба. При сколиозе плечи, лопатки и таз асимметричны.

Неправильная осанка затрудняет работу сердца, легких, органов пищеварительной системы. Это приводит к снижению обмена веществ, уменьшению жизненной емкости легких, появлению головных болей, повышенной утомляемости.

Необходимо помнить, что осанка не наследуется. Правильную осанку необходимо формировать. У детей мышцы туловища развиты еще слабо, поэтому их осанка неустойчива.

Что ведет к нарушениям осанки? Как этого избежать? Неправильное положение тела при стоянии, сидении, недостаточное развитие мышц — прямой путь к искривлению позвоночного столба. Даже ношение тяжелого портфеля или сумки в одной руке может вызвать искривление. Книги и тетради следует носить в ранце или специальном рюкзаке, надетом на оба плеча.

На тренировках, в походе, в повседневной жизни при подъеме и переносе тяжестей необходимо двигаться на слегка согнутых в коленях ногах. Поднимать груз следует с прямой спиной, избегая глубоких прогибов позвоночника (в этом случае нагрузка оказывается неравномерной и могут появиться болевые ощущения). Опасно поднимать груз одновременно с поворотом туловища. Выполнение физических упражнений следует начинать с наиболее легких и простых движений, постепенно переходя к более трудным и сложным. При этом в работу поочередно должны вовлекаться все группы мышц. Вращения, повороты, глубокие наклоны совершаются медленно, без резких движений.

Серьезной проблемой является плоскостопие. У здорового человека сводчатая стопа. Свод действует как пружина и поддерживается крепкими суставными связками и мышцами, смягчая толчки тела при ходьбе. При длительном стоянии и сидении, переносе больших тяжестей, при ношении узкой или на каблуках



Рис. 33. Отличие нормальной стопы от плоской

Согласно исследованиям ученых, биологическая потребность в движении в возрасте 14—16 лет составляет около 10 км в сутки. Важно приучить себя ходить пешком, совершать ежедневные пробежки на свежем воздухе (рис. 34).

Без особой нужды не следует пользоваться лифтом, общественным транспортом.

Занятия спортом существенно дополняют повседневную двигательную активность. Необходимо и важно сочетать умственный труд с физическим. Ежедневная двигательная активность, выполнение разнообразных упражнений формируют

(4—5 см и выше) обуви связки растягиваются, что приводит к уплощению свода стопы (рис. 33), что вызывает болезненные ощущения. Этот дефект можно исправить специальной обувью.

Для предупреждения плоскостопия рекомендуется ходить босиком по неровной поверхности (песку, гравию). Полезны также специальные упражнения для мышц стопы, а также ходьба на цыпочках, прыжки в длину и в высоту, бег, игра в футбол, волейбол, баскетбол, плавание.



Рис. 34. Двигательная активность — прямой путь к здоровью

привычку к постоянным физическим нагрузкам, а затем и потребность в них. А это прямой путь к здоровью.

Осанка • Сутулость • Сколиоз • Плоскостопие

- ? 1. Чем грозит человеку недостаток двигательной активности? 2. Как приобрести и сохранить правильную осанку? 3. Что такое плоскостопие? Как его избежать? 4. Почему вредно носить обувь на шпильке, с зауженным носком? 5. Прокомментируйте выражение известного французского врача Гесса: «Движение заменит любые лекарства, но все лекарства мира не заменят эффекта движения».

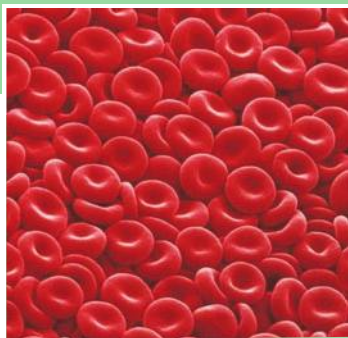
Основу организма человека составляет скелет, представленный функционально связанными между собой костями. Он выполняет не только опорную, двигательную и защитную, но и другие важные функции.

Форма костей и способы их соединения тесно связаны с их ролью. Функция защиты принадлежит плоским костям, соединенным неподвижно (кости черепа); движение и опору обеспечивают длинные и короткие кости. Они соединены между собой полуподвижно или подвижно (сустав). К костям крепятся скелетные, или поперечнополосатые, мышцы.

Кости скелета вместе с поперечнополосатыми мышцами образуют опорно-двигательный аппарат. Управление движениями обеспечивает нервная система, а условия для жизнедеятельности клеток костной и мышечной тканей создает внутренняя среда организма.

Для здоровья человека большое значение имеют состояние костей скелета, мышц и двигательная активность. Правильную осанку необходимо формировать с раннего детства, не допускать уплощения свода стопы — развития плоскостопия. Недостаточная двигательная активность — гипокинезия — является причиной ожирения, мышечной слабости — гиподинамии.

Чтобы предупредить развитие этих состояний, необходимы занятия физической культурой и спортом, контроль за массой тела, внимание к своему здоровью в целом.



Глава 6

Внутренняя среда организма

Клеткам нашего организма постоянно необходимы кислород и питательные вещества. Задержка доставки кислорода всего на 5 мин приводит к гибели в первую очередь нервных клеток, численность которых, как вам известно, не восстанавливается. Поэтому в процессе эволюции сформировались различные системы жизнеобеспечения: дыхательная, пищеварительная, выделительная, сердечно-сосудистая и др. Благодаря их совместной деятельности в организм поступают кислород, необходимые питательные вещества, а из организма выводятся конечные продукты обмена веществ. Объединяет все эти системы между собой кровь. Кроме того, она переносит тепло — поддерживает оптимальный температурный режим, необходимый для протекания биохимических реакций.

По мере усложнения организма в процессе эволюции произошло функциональное объединение трех жидкостей тела — тканевой жидкости, крови и лимфы. Они получили название **внутренней среды организма**, из которой клетки получают все необходимые им вещества. Кровь не имеет непосредственного контакта с клетками. Клетки находятся в тканевой жидкости, следовательно, от взаимодействия тканевой жидкости, крови и лимфы зависит жизнеспособность клеток.

§ 23. Компоненты внутренней среды организма

Вы уже знакомы со способностью организма человека и других высших животных сохранять постоянство своей **внутренней среды** при воздействии неблагоприятных внешних условий. Если организм не способен быстро восстанавливать гомеостаз, он обречен на гибель.

Независимость клеток организма от внешней среды обеспечивается в первую очередь *тканевой жидкостью*, так как именно она окружает клетки. У взрослого человека объем тканевой жидкости в 3 раза превышает объем *крови* и *лимфы* вместе взятых. Внутриклеточная и тканевая жидкости, кровь и лимфа имеют различные концентрации и содержание входящих в их состав веществ.

По существу, кровеносная и лимфатическая системы, выполняя транспортную функцию, через тканевую жидкость влияют на работу всех без исключения органов и тканей. Перемещаясь по разветвленной системе сосудов, кровь снабжает кислородом и питательными веществами каждый орган, ткань, каждую клетку тела. Она же уносит из них углекислый газ, конечные продукты обмена, которые могут нанести вред организму.

Как образуется тканевая жидкость? На уровне тканей кровь под воздействием гидростатического давления фильтруется через стенки капилляров (рис. 35). В межклеточные пространства выходят вода и растворенные в ней минеральные соли, питательные и биологически активные вещества. Обратное в кровь возвращается только часть отфильтрованной жидкости и растворенных в ней веществ. Таким образом за сутки тканевая жидкость обновляется приблизительно на 30 %.

Часть соединений (белки, соли и жиры) из тканевой жидкости переходит в лимфатические сосуды. За сутки образуется до 2 л лимфы, которая по специальным протокам возвращается в кровеносное русло, где смешивается с кровью.

Подведем итог: клетки обмениваются водой, минеральными солями и другими соединениями только с тканевой жидкостью. Тканевая жидкость обменивается

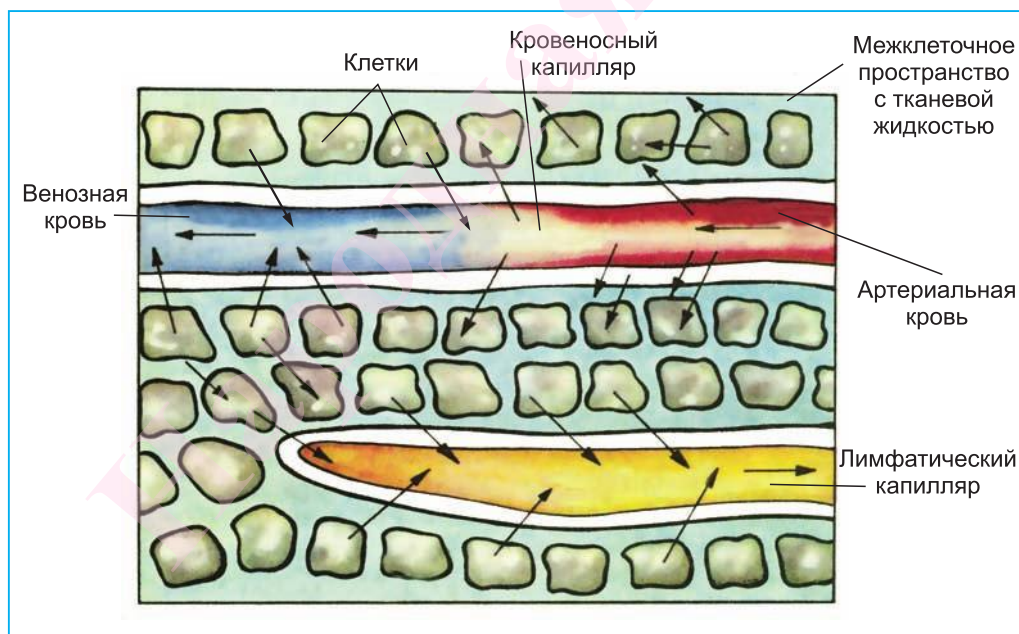


Рис. 35. Внутренняя среда организма

веществами только с кровью. Лимфа образуется из тканевой жидкости и направляется по лимфатическим сосудам в венозный отдел системы кровообращения.

Для обеспечения жизнедеятельности клеток им необходимы: постоянное потребление питательных веществ, кислорода и других соединений, удаление из цитоплазмы конечных продуктов обмена веществ. Эти процессы, казалось бы, должны существенно влиять на химический состав тканевой жидкости. Однако этого не происходит, так как кровь постоянно осуществляет обмен с тканевой жидкостью, поддерживая таким образом благоприятные условия для жизнедеятельности клеток. Кровь уносит из тканевой жидкости ненужные продукты к органам выделения и доставляет кислород и необходимые питательные вещества к тканям. Другими словами, благодаря движению крови становится возможным поддержание на относительно устойчивом уровне необходимых условий для существования клеток.

Огромная роль, которую играет кровь в жизнедеятельности организма, позволяет справедливо называть ее «живительной влагой». Современная наука, вооруженная электронной микроскопией, точнейшими биохимическими и биофизическими методами, все глубже проникает в тайны этой удивительной жидкости-ткани.

Внутренняя среда организма (тканевая жидкость, кровь, лимфа)

- ? 1. Что представляет собой тканевая жидкость? Каковы ее функции? 2. Почему внутренняя среда организма должна иметь относительно постоянный химический состав и температуру? 3. Чем тканевая жидкость и лимфа отличаются от крови? 4. Как вы думаете, давление в лимфатической системе выше или ниже, чем в венозной?

§ 24. Состав и функции крови. Эритроциты

Состав и функции крови. Общее количество крови у взрослого человека составляет 4—6 л (у мужчин — около 5,4 л, у женщин — 4,5 л). Кровь состоит из жидкой части — плазмы — и взвешенных в ней форменных элементов.

Плазма и форменные элементы крови находятся в определенном соотношении. На клетки приходится 35—45 % объема крови, а остальное (55—65 %) составляет плазма. Это соотношение известно как *гематокритное число*.

Находясь в постоянном движении — это обязательное условие функционирования крови, она переносит тепло и значительное количество самых разнообразных веществ. Выделяют следующие функции крови:

1) *терморегуляторная* — передача тепла от органов, в которых оно вырабатывается, всему организму, что обеспечивает постоянную температуру тела;

2) *газотранспортная* — перенос кислорода из легких к тканям и углекислого газа в обратном направлении;

3) *питательная* — доставка от органов пищеварительной системы к тканям необходимых соединений, солей, витаминов;

4) *выделительная* — перенос к почкам ненужных и вредных конечных продуктов обмена веществ — мочевины, мочевой кислоты;

5) *регуляторная* — транспорт гормонов и других биологически активных соединений, которые влияют на деятельность отдельных органов и тканей;

6) *защитная* (исключительно важная) — благодаря особым клеткам (лейкоцитам) и белкам (антителам) поддерживаются биологическая индивидуальность организма, сопротивляемость инфекциям, осуществляется борьба с чужеродными телами. К защитной функции относится также свертывание крови.

Даже на первый взгляд видно, что практически все функции крови связаны с ее движением и направлены на поддержание постоянства состава и свойств внутренней среды организма. Учитывая это, их можно объединить в одну, едва ли не самую важную функцию — *гомеостатическую*.

Плазма крови на 90 % состоит из воды, в которой в растворенном состоянии находятся 6—8 % белка, 0,10 — 0,12 % (5—5,5 ммоль/л) глюкозы, 1,1 % других органических веществ, 0,9 % NaCl и других неорганических компонентов.

Белки плазмы крови осуществляют доставку питательных веществ, витаминов и гормонов к клеткам организма. Они играют существенную роль в переносе жирных кислот, фармакологических препаратов и других соединений. Белки плазмы являются защитными антителами, связывающими и обезвреживающими проникшие в кровь антигены, а также принимают участие в процессах свертывания крови.

Форменные элементы крови у человека представлены эритроцитами, тромбоцитами и лейкоцитами (рис. 36). Продолжительность жизни форменных элементов крови различна. Для сохранения гомеостаза необходима их относительно постоянная численность. Все фор-

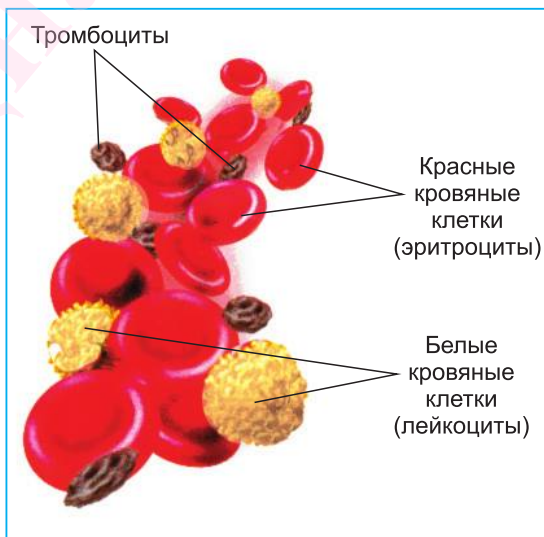


Рис. 36. Форменные элементы крови

менные элементы образуются в красном костном мозге из стволовых клеток крови (клеток-предшественниц).

Эритроциты (от греч. *erythrós* — красный) — безъядерные клетки диаметром около 7,5 мкм. Их еще называют красными кровяными клетками. В 1 л крови содержится $3,9\text{—}5,2 \cdot 10^{12}$ эритроцитов. Эритроциты составляют основную часть форменных элементов. Общая площадь поверхности всех эритроцитов в 1500 раз превышает поверхность тела человека. Основная функция эритроцитов — перенос дыхательных газов (O_2 , CO_2) — тесно связана с их строением.

Эритроциты эластичны, легко деформируются, что помогает им проходить по самым узким капиллярам. Отсутствие ядра и форма двояковогнутого диска способствуют эффективному связыванию и транспорту газов, так как при относительно малом объеме площадь обменной поверхности эритроцита максимальна.

Эритроциты более чем на 90 % заполнены **гемоглобином** (от греч. *haima* — кровь и лат. *globus* — шар) — красным дыхательным пигментом, состоящим из белковой части (глобина) и активной группы (гема), в состав которой входит железо.

В процессе переноса O_2 гемоглобин превращается в **оксигемоглобин**. На уровне тканей оксигемоглобин легко распадается с освобождением кислорода.

Это интересно. Количество эритроцитов в крови может меняться. Оно значительно увеличивается при нехватке кислорода на больших высотах, при интенсивной мышечной работе. У людей, живущих в высокогорных районах, эритроцитов примерно на 30 % больше, чем у жителей морского побережья.

Гемоглобин соединяется и с CO_2 . Эта реакция протекает сложнее, чем присоединение O_2 , и ее продуктом является **карбгемоглобин**.

Если в помещении используется печное отопление, в воздухе может оказаться примесь угарного газа (CO). Оксид углерода II чрезвычайно опасен для жизни, поскольку он образует прочное соединение с гемоглобином — **карбоксигемоглобин**. Захватившие угарный газ молекулы гемоглобина теряют способность переносить кислород из легких в ткани. При отравлении CO могут возникнуть рвота, судороги, потеря сознания и даже смерть от прекращения тканевого дыхания.

Средняя продолжительность жизни эритроцитов 100—120 сут. По мере старения, проходя через мелкие кровеносные сосуды печени или селезенки, эритроциты приклеиваются к клеткам, выстилающим их внутреннюю поверхность, и погибают. Новые клетки, образовавшиеся в красном костном мозге, поступают в кровоток.

При нарушениях кроветворной функции может развиваться тяжелое заболевание анемия. Одной из причин анемии являются дефицит железа или неспособность организма связывать его и доставлять в красный костный мозг.

Плазма • Форменные элементы • Эритроциты • Гемоглобин

- ? 1. Какие функции выполняет кровь? 2. Каков состав плазмы крови? 3. Какую гомеостатическую функцию выполняют эритроциты? 4. В чем выражена взаимосвязь строения эритроцита с его функцией? 5. Как изменится газотранспортная функция крови, если эритроциты приобретут шаровидную форму? 6. У людей, проживающих в горных районах, количество эритроцитов в крови выше обычного. Объясните почему. 7. Почему больным, страдающим анемией, прописывают лекарства, содержащие соединения железа?

§ 25. Группы крови и резус-фактор

Группы крови. Кровь каждого человека имеет индивидуальные признаки. Они связаны с присутствием в ней специфических веществ. По совокупности этих признаков выделяют четыре группы крови 0 (I), A (II), B (III), AB (IV). Принадлежность к той или иной группе обусловлена наличием на мембранах эритроцитов особых белков — антигенов A и B и растворенных в плазме антител α и β (табл. 2). При взаимодействии соответствующих антигенов и антител (например, A и α или B и β) образуются «мостики» между несколькими эритроцитами, и они склеиваются.

Таблица 2. Группы крови человека по системе ABO

Группа крови	Антигены	Антитела
0 (I)	—	α β
A (II)	A	β
B (III)	B	α
AB (IV)	A B	—

В эритроцитах 85 % людей содержится особый белок — *резус-фактор*. Люди, в крови которых имеется этот антиген, называются резус-положительными (Rh^+), те, у кого его нет, — резус-отрицательными (Rh^-).

Принадлежность человека к той или иной резус-группе является его индивидуальной биологической особенностью, не влияющей на состояние здоровья. Жизненно важным значение этого фактора становится лишь при переливании крови и беременности. Если резус-отрицательная женщина вынашивает резус-положительный плод, то возникает резус-конфликт. В этом случае резус-антиген плода попадает в кровь матери и провоцирует выработку специфических

антител. Антитела проникают в организм плода и разрушают его эритроциты. Особенно тяжелыми могут быть последствия резус-конфликта при повторной беременности. Сегодня разработаны методы профилактики, которые дают возможность резус-отрицательной женщине родить здоровых детей.

Переливание крови. При травмах и ранениях могут произойти большие потери крови. Они опасны для жизни, и единственным способом помочь пострадавшему является переливание эритроцитарной массы (взвеси эритроцитов), свежезамороженной плазмы, плазмозаменителей, а в случае их отсутствия — цельной крови.

Людей, дающих кровь, называют *донорами* (от лат. *donare* — дарить, жертвовать), а человека, которому вливают кровь, — *реципиентом* (от лат. *recipiens* — принимающий). Допускается переливание *цельной* крови и ее компонентов только той группы, которая имеется у реципиента (рис. 37). При этом учитывается не только его группа крови, но и резус-фактор.

Это интересно. Долгое время считалось, что люди, имеющие I группу крови, являются «универсальными донорами», а носители IV группы — «универсальными реципиентами». В настоящее время переливание крови группы 0 (I) реципиенту с другой группой крови допускается только в исключительных случаях. Кровь доноров A (II) или B (III) группы можно переливать совпадающим по группе реципиентам, и реципиенту с AB (IV) группой также только в чрезвычайных ситуациях.

Однако осложнения могут возникнуть даже в случае переливания одногруппной натуральной крови. Причиной осложнений являются антитела и антигены,

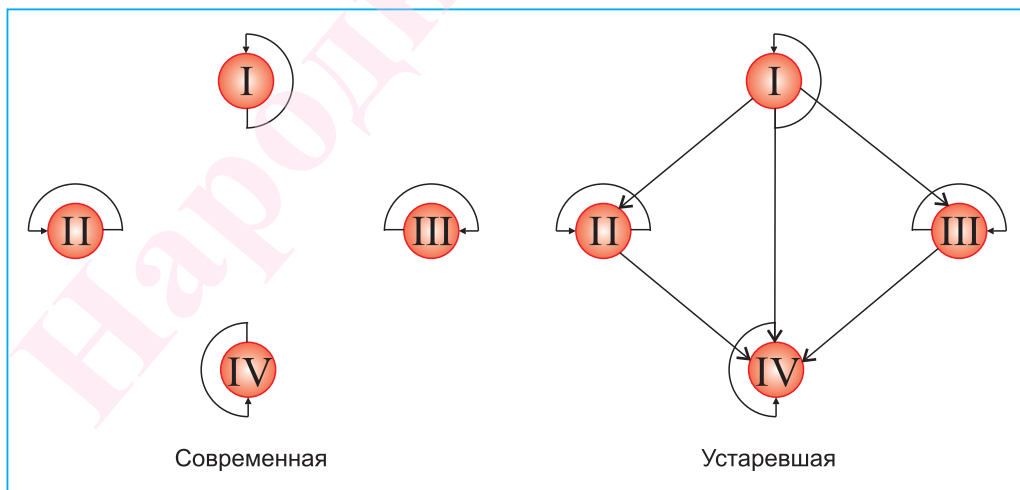


Рис. 37. Схемы переливания крови

полученные реципиентом при переливании. Угроза заражения людей возбудителями СПИДа, сифилиса, гепатитов и других инфекций, передающихся при переливании крови, настоятельно требует сведения к минимуму переливания цельной крови. Кроме того, экономически выгоднее применение плазмозамещающих препаратов, чем натуральной крови или ее компонентов. Поэтому в настоящее время в медицинской практике широко используются искусственные заменители крови.

Группы крови • Резус-фактор • Донор • Реципиент

- ? 1. Сколько групп крови вы знаете? Чем они отличаются? 2. Что такое резус-фактор? Как много людей на планете являются резус-отрицательными? 3. Кого называют донором, а кого — реципиентом? 4. Что произойдет, если реципиент с группой крови 0 при переливании получит кровь группы В? 5. Почему организм Rh^- -реципиента реагирует на переливание Rh^+ -крови? Какой гомеостатический показатель при этом нарушается?

§ 26. Тромбоциты, свертывание крови. Лейкоциты, фагоцитоз

Тромбоциты. Эти форменные элементы крови представляют собой уплощенные безъядерные пластинки диаметром 2—4 мкм и толщиной 0,5—0,75 мкм (вернитесь к рисунку 36). Содержание тромбоцитов в 1 л крови равно $190—405 \cdot 10^9$. Установлены суточные колебания количества тромбоцитов: днем в крови их больше, чем ночью. Число кровяных пластинок возрастает в 3—5 раз при тяжелой физической работе и в некоторых других случаях. Тромбоциты образуются в красном костном мозге. Кровяные пластинки циркулируют в крови в течение 5—7 дней и затем разрушаются в селезенке.

Функции тромбоцитов многообразны и определяются рядом специфических свойств. Одно из них — способность прилипать и распластываться на чужеродной или шероховатой поверхности (например, на поврежденном кровеносном сосуде). Пластинки при этом резко увеличиваются в размерах (в 5—10 раз). Вместо округлой они приобретают звездчатую форму с многочисленными вытянутыми отростками — ложноножками.

Свертывание крови — защитная реакция организма. Она выражается в остановке кровотечения при повреждении стенки сосуда. Вы, наверное, обращали внимание на то, что при порезах через 3—4 мин кровотечение останавливается, а в ранке видна сгустившаяся кровь. Да и синяки (гематомы) вы, наверное, хорошо знаете. Что же происходит в этих случаях с кровью? Оказывается, при повреждении кровеносных сосудов или их механическом сдавливании неж-

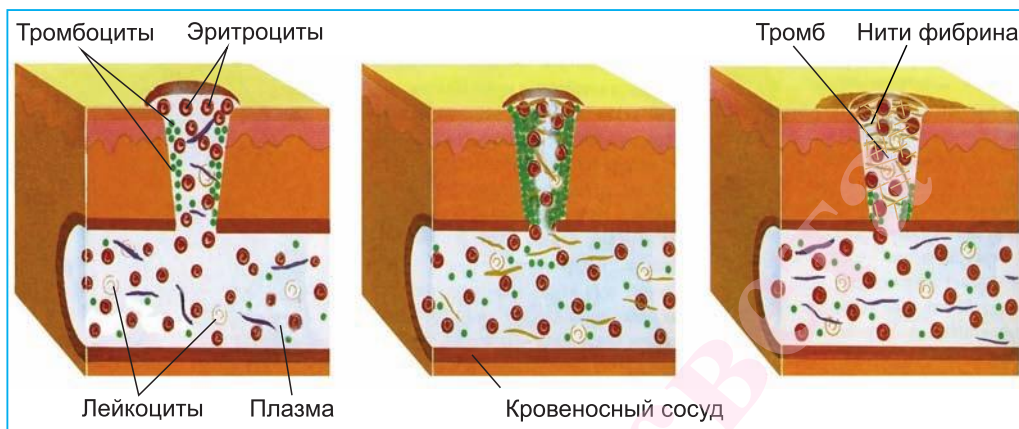


Рис. 38. Образование тромба

ные, нестойкие кровяные пластинки — тромбоциты — разрушаются. При этом в плазму из стенок поврежденного сосуда и тромбоцитов выделяются особые вещества — факторы свертывания. Под их влиянием происходит сложная цепь химических реакций. В результате растворимый белок плазмы *фибриноген* превращается в нерастворимый — *фибрин*. Именно его нити образуют густую сеть, в которой «запутываются» эритроциты, образуя сгусток крови (тромб) (рис. 38).

При отсутствии в плазме крови особых белков — участников свертывания — развивается тяжелое заболевание гемофилия. У людей, страдающих гемофилией, свертываемость крови резко понижена. Даже небольшая царапина может вызвать у них смертельно опасное кровотечение. Гемофилия передается по наследству. Болеют ею главным образом лица мужского пола.

Это интересно. Несмотря на то что кровь содержит все необходимые для свертывания компоненты, она находится в жидком состоянии. Это объясняется наличием в ней специальных противосвертывающих веществ. К их числу относятся гепарин, антитромбины и др.

Лейкоциты (белые кровяные клетки, от греч. *leukós* — белый) являются единственными ядросодержащими клетками крови. Они также образуются в красном костном мозге. Продолжительность жизни лейкоцитов колеблется от нескольких часов до нескольких лет. Основная функция белых кровяных клеток — защита организма от инфекций, чужеродных белков и инородных тел, способных нанести ему вред, — поддержание гомеостаза.

В 1 л крови здорового человека содержится $3,8—9,8 \cdot 10^9$ лейкоцитов. У одних лейкоцитов в цитоплазме есть мелкие зерна (гранулы), а у других их нет (рис. 39).



Рис. 39. Лейкоциты

Среди *незернистых* лейкоцитов различают лимфоциты (круглые клетки с округлыми ядрами) и моноциты (клетки с ядрами неправильной формы).

Подавляющее большинство *зернистых* лейкоцитов приходится на долю нейтрофилов — клеток, способных обезвреживать даже такие инородные тела, с которыми организм никогда ранее не сталкивался.

В отличие от эритроцитов, которые никогда не покидают русло кровеносных сосудов, лейкоциты (кроме лимфоцитов), как правило, осуществляют свои функции за пределами кровеносного и лимфатического русла — в тканях. Обладая амебоидной подвижностью, они при наличии определенных раздражителей могут выходить в межклеточное пространство. Приблизившись к микроорганизму, лейкоцит обволакивает его ложноножками и втягивает внутрь цитоплазмы. Один нейтрофил может поглотить до 15–20 бактерий.

Если чужеродное тело, например заноза, по своим размерам превышает лейкоцит, белые кровяные клетки **накапливаются** вокруг нее и создают барьер. В результате вокруг занозы образуется гнойник из погибших лейкоцитов. Через какое-то время нарыв вскрывается, и его содержимое выводится наружу вместе с занозой.

Поглощение и переваривание лейкоцитами различных микроорганизмов и чужеродных веществ называется *фагоцитозом* (от греч. *phágos* — пожиратель), а сами лейкоциты — *фагоцитами*.

Явление фагоцитоза (рис. 40) было открыто выдающимся русским ученым И. И. Мечниковым. Эта форма защи-

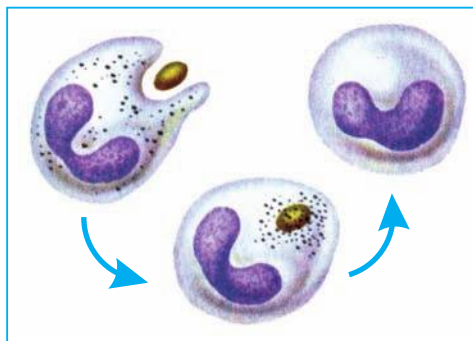


Рис. 40. Фагоцитоз

ты была названа неспецифической, поскольку она действует на все патогенные микроорганизмы, независимо от их природы.

**Тромбоциты • Свертывание крови • Тромб •
Лейкоциты • Фагоцитоз**

? 1. Как связаны между собой строение и функции тромбоцитов? 2. Что представляет собой тромб? 3. Как называется заболевание, характеризующееся плохой свертываемостью крови? 4. Что такое синяк? Происходит ли разрушение тканей при его образовании? 5. Где происходит образование лейкоцитов? Какова продолжительность их жизни? 6. Какое значение имеет способность лейкоцитов к активному передвижению? 7. Почему при воспалительных заболеваниях дыхательных путей в мокроте, наряду с болезнетворными микроорганизмами, находят много лейкоцитов?

§ 27. Иммунная система

Роль иммунной системы в организме. Организм человека подвергается постоянным атакам со стороны микроорганизмов, вирусов и паразитов. Первыми барьерами на их пути оказываются кожа и слизистые оболочки. Они являются не только физической, но и биологической преградой: вещества, содержащиеся в секретах потовых и сальных желез кожи, слезной жидкости и слюне, губительны для многих возбудителей заболеваний.

Заболевания, вызываемые патогенными микроорганизмами и вирусами (корь, коклюш, свинка, грипп и др.) и передающиеся от зараженного человека здоровому, называются *инфекционными*.

В ответ на воздействие болезнетворных агентов: физических, химических (например, ожог), биологических (внедрение микроорганизмов) возникает *воспалительный процесс*. Его основные общие признаки — повышение температуры тела и изменение состава крови, местные — покраснение пораженного участка, боль и отек.

Вторым барьером для повреждающих факторов становится **иммунная система** — группа органов, участвующих в образовании иммунных клеток. В ее состав входят *красный костный мозг, вилочковая железа (тимус), лимфатические узлы, селезенка* и др. (рис. 41).

Способность организма противостоять вмешательству чужеродных веществ и инфекционных агентов (антигенов), а также сохранить химическое постоянство внутренней среды и свою биологическую индивидуальность называется **иммунитетом**.

Антигены и антитела. *Антигены* — это вещества, которые воспринимаются организмом как генетически чужие и вызывают специфический иммунный ответ. Антигенными свойствами обладают многие макромолекулы. Термин «антигены» употребляется и по отношению к растительным и животным клеткам, бактериям, вирусам, а также к целым органам при их пересадке. Продолжать список антигенов можно практически бесконечно — их насчитывается сотни миллионов.

Из предыдущего параграфа вы уже знаете о существовании *неспецифического* иммунитета, примером которого является фагоцитоз. Главную роль в *специфическом* иммунном ответе организма играют незернистые лейкоциты — лимфоциты. Среди них выделяют два типа клеток, которые обладают способностью безошибочно выявлять болезнетворные микроорганизмы, чужие или переродившиеся (опухолевые) собственные клетки.

При проникновении в организм антигенов лимфоциты одного типа превращаются в особые клетки — плазматические — «фабрики» по производству антител. *Антитела* представляют собой белки, обладающие способностью специфически связываться с возбудителями заболеваний. При этом они препятствуют размножению болезнетворных микроорганизмов и нейтрализуют выделяемые ими токсические вещества. Так как основную роль в описанной иммунной реакции играют защитные вещества, выделяющиеся в плазму крови, этот вид иммунитета называется *гуморальным*.

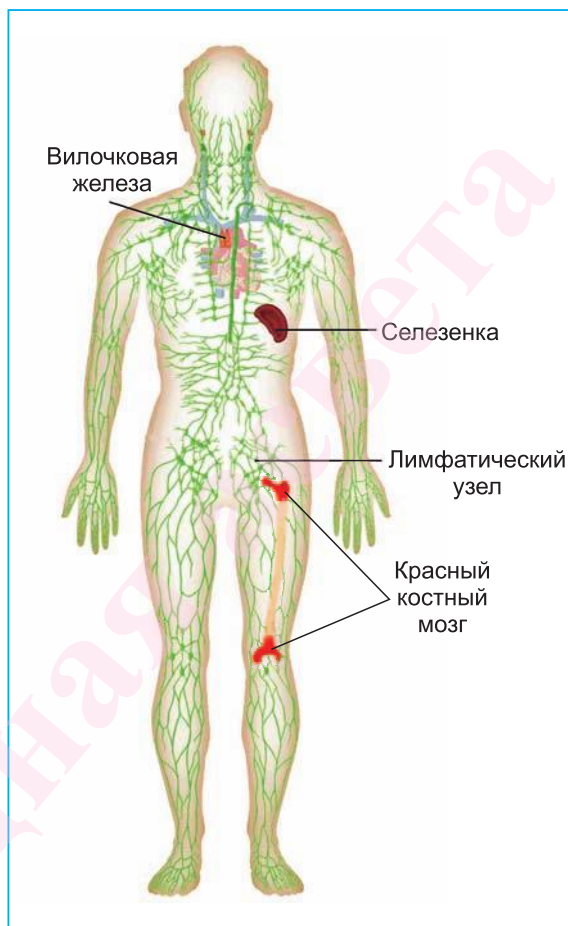


Рис. 41. Иммунная система

Лимфоциты другого типа вступают в непосредственный контакт с антигеном, разрывают его мембрану и уничтожают. Этот вид иммунитета получил название *клеточного*.

И для гуморального, и для клеточного иммунитета характерно то, что часть лимфоцитов при первом контакте с антигеном делится и превращается в клетки иммунной памяти. Это клетки-долгожители. При повторной встрече с антигеном они «узнают» его и интенсивно делятся. В результате в крови быстро увеличивается содержание лимфоцитов.

Виды иммунитета. По происхождению различают врожденный и приобретенный иммунитет.

Врожденный иммунитет генетически обусловлен. Он передается по наследству и характеризуется невосприимчивостью одного биологического вида к возбудителям, вызывающим заболевания у других видов. Так, человек никогда не болеет собачьей чумкой и многими другими болезнями, свойственными представителям животного мира.

Приобретенный иммунитет бывает естественным и искусственным. Естественный иммунитет может сформироваться в результате перенесенного инфекционного заболевания. Он сохраняется в течение длительного времени, так как в крови выздоровевшего человека остаются клетки иммунной памяти против возбудителя перенесенной болезни. Если этот возбудитель через какое-то время вновь проникает в организм, он тут же обезвреживается. Вот почему люди, перенесшие в детстве коклюш или корь, обычно не заболевают ими повторно.

Иммунитет можно выработать искусственно. При *активной иммунизации* вводят **вакцину** — ослабленных (убитых) возбудителей заболевания или их фрагменты, против которых организм сам вырабатывает антитела.

Искусственный иммунитет не отличается устойчивостью. Со временем организм утрачивает иммунитет к этому заболеванию, и тогда при попадании в него возбудителей той или иной болезни человек может заболеть снова. По этой причине **прививки** против некоторых инфекций через определенные промежутки времени необходимо повторять.

Историческая справка. Первый в мире способ предупреждения заболевания был предложен английским врачом Э.Дженнером. Наблюдательный врач заметил, что женщины, доившие коров, на вымени которых были оспенные пузырьки, не болели человеческой оспой. Дженнер собрал жидкость из коровьих оспин и внес ее в царапину на коже ребенка. Зараженный перенес легкую форму корьей оспы и в последующем никогда не болел смертельно опасной для человека натуральной оспой.

Оспопрививание получило широкое распространение, но его механизм долгое время оставался неизученным. Только в 1881 г. выдающийся французский ученый Л.Пастер предположил, что ослабленные возбудители болезни, будучи введенными в организм, вызывают в нем развитие

иммунитета против данного заболевания. Культуру ослабленных микробов стали называть вакциной, что в переводе означает «коровья», в память о первой вакцине, созданной Э. Дженнером.

В медицинской практике широко пользуются *пассивной иммунизацией*. При этом заболевшему человеку вводят **сыворотку** крови переболевших людей или животных. В ней уже есть готовые антитела против возбудителя болезни. Введение лечебной сыворотки останавливает развитие заболевания и способствует быстрому выздоровлению человека.

Помните! Предупредить болезнь легче, чем лечить ее. Именно поэтому так важна роль профилактических прививок в снижении заболеваемости инфекционными болезнями.

**Инфекционные заболевания • Воспалительный процесс •
Антигены • Антитела • Иммуитет • Вакцина • Прививка • Сыворотка**

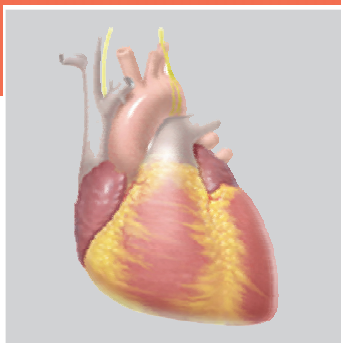
- ? 1. Какие болезни называются инфекционными? Как организм защищается от инфекций? 2. В чем состоит разница между гуморальным и клеточным иммунитетом? 3. Чем отличается врожденный иммунитет от приобретенного? 4. Что такое вакцина? Прививка? Сыворотка? 5. Какую роль сыграли труды Л. Пастера в изучении иммунитета? 6. Почему необходимо проводить профилактические прививки? 7. В каких случаях вводят лечебные сыворотки?

Кровь является сложно организованной системой, состоящей из форменных элементов — эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов и плазмы. Имея сложный химический состав, плазма принимает участие в доставке различных веществ тканям, защите организма от чужеродных белков, является участником процесса свертывания крови.

Строение форменных элементов тесно связано с их функциями. Так, эритроциты специализируются на переносе газов, лейкоциты и кровяные пластинки (тромбоциты) осуществляют защитные функции.

В организме существует надежная защита от вторжения антигенов. Это иммунная система. Она обеспечивает сохранение биологической индивидуальности, предохраняет организм от болезнетворных микроорганизмов и чужеродных белков.

Высокая надежность и устойчивость функционирования крови обеспечивает участие форменных элементов и плазмы в различных физиологических процессах. Благодаря их взаимодействию поддерживаются оптимальные условия для нормальной жизнедеятельности клеток всего организма.



Глава 7

Сердечно-сосудистая система

Вы уже знаете, что кровь успешно выполняет свои многочисленные функции только в том случае, если она движется. Непрерывная циркуляция крови обеспечивается работой сердца, которое вместе с сосудами образует систему кровообращения. У человека **сердечно-сосудистая система** замкнутая. Она включает в себя малый и большой круги кровообращения.

Кровеносные сосуды присутствуют почти во всех тканях. Их нет только в ногтях, хрящах, эмали зубов, хрусталике глаза, эпителии кожи. Питание клеток этих структур обеспечивается диффузией необходимых веществ из пограничных тканей.

§ 28. Строение и работа сердца

Сердце, его строение. Масса сердца взрослого человека составляет от 250 до 360 г. Сердце располагается в грудной полости почти по средней линии тела, за грудиной, несколько влево от нее. Верхняя, расширенная часть сердца, от которой отходят сосуды, называется *основанием*, а нижняя, несколько суженная часть, — *верхушкой*. Именно верхушкой сердце «стучит» в грудную клетку.

Сердце — полый орган. Его стенка состоит из трех слоев (оболочек): наружного соединительнотканного (эпикарда), среднего — мышечного (миокарда) и внутреннего, образованного однослойным плоским эпителием (эндокарда). Эпикард плотно срастается с миокардом.

Сердце находится в околосердечной сумке — перикарде. Между эпикардом и перикардом **имеется** замкнутая полость, содержащая незначительное количество жидкости, которая уменьшает трение сердца при его сокращениях.

Сердце состоит из правой и левой половин, в каждой из которых находятся *предсердие* и *желудочек* (рис. 42). Они сообщаются друг с другом через предсердно-желудочковые отверстия, которые закрыты в левой половине *двустворчатым*, а в правой — *трехстворчатым* клапанами.

Мышечная стенка предсердий значительно тоньше и слабее стенки желудочков. Это объясняется тем, что предсердия выполняют менее интенсивную работу по сравнению с желудочками. Особенно большая нагрузка по перемещению кро-

ви ложится на левый желудочек. Его мышечная стенка в 2,5 раза толще, чем стенка правого желудочка.

От правого желудочка отходит *легочный ствол*, от левого — *аорта*. Отверстия, от которых начинаются эти сосуды, закрыты *полулунными клапанами* (рис. 43). Они открываются только во время сокращения желудочков.

Работа клапанов сердца обеспечивает односторонность кровотока: из предсердий в желудочки, из желудочков в артериальные сосуды, отходящие от сердца.

Сердечный цикл. Деятельность сердца характеризуется чередованием сокращения и расслабления предсердий и желудочков. Сокращение называется *систолой*, а расслабление — *диастолой*. Период, охватывающий одно сокращение и расслабление сердца, называется *сердечным циклом* (рис. 44).

В состоянии покоя сердце здорового человека сокращается в среднем 75 раз в минуту. При таком ритме один сердечный цикл продолжается 0,8 с. Из этого времени систола предсердий в среднем занимает 0,1 с, а диастола — 0,7 с. Давление внутри предсердных полостей во время систолы становится больше, чем в расслабленных желудочках, и кровь беспрепятственно проходит через предсердно-желудочковые отверстия, поскольку створчатые клапаны открыты.

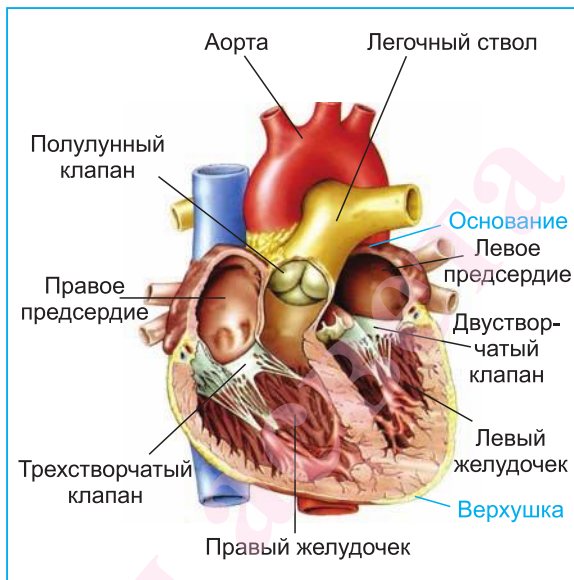


Рис. 42. Строение сердца (*продольный разрез*)

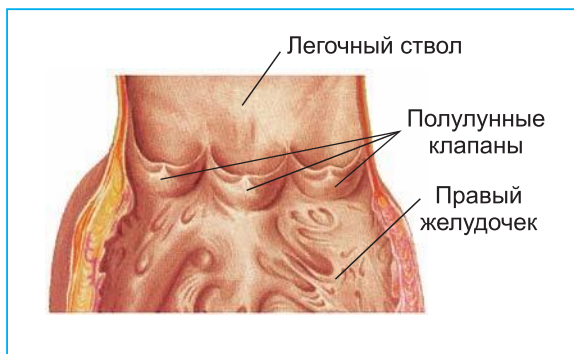


Рис. 43. Расположение полулунных клапанов

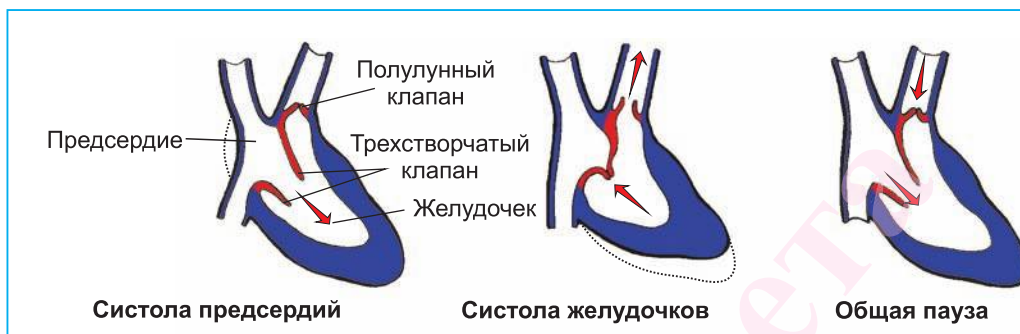


Рис. 44. Фазы сердечного цикла

Далее следует систола желудочков. Она длится на 0,2 с дольше, чем систола предсердий. Вследствие повышения внутрижелудочкового давления дву- и трехстворчатые клапаны быстро захлопываются, препятствуя обратному току крови в предсердия. Кровь на некоторое время оказывается в замкнутом пространстве. Как только давление в желудочках превысит давление в аорте и легочном стволе, полулунные клапаны открываются — кровь выбрасывается из сердца. Сокращение желудочков сменяется их диастолой, которая длится 0,5 с. Период, в течение которого расслаблены и желудочки, и предсердия, называется *общей паузой*. Ее продолжительность составляет 0,4 с. В это время полулунные клапаны закрыты, поэтому кровь не возвращается в желудочки, а дву- и трехстворчатый клапаны открыты, и желудочки наполняются кровью, притекающей из предсердий.

Подумайте. Сколько времени в течение суток длится общая пауза сердца и какие процессы при этом происходят в сердечной мышце?

При каждом сокращении сердца левый и правый желудочки выталкивают в аорту и легочную артерию по 60—80 мл крови. Количество крови, выбрасываемой желудочком за одно сокращение, называют *ударным* или *систолическим объемом*. Умножив частоту сердечных сокращений на систолический объем можно вычислить *минутный объем крови*. В состоянии покоя он составляет 4,5—5 л. При мышечной нагрузке минутный объем крови может достигать 40 л. У спортсменов это происходит как за счет увеличения частоты сердечных сокращений, так и за счет увеличения ударного объема (он может возрасти в 2—3 раза) — это наиболее рациональный режим. У нетренированных людей — только в результате увеличения частоты сердечных сокращений, поэтому их сердце быстрее «устает». Предельно возможная частота сердечных сокращений у человека не превышает 210 ударов.

Это интересно. Величина ударного объема у 14-летнего подростка равна 38,5 мл, частота сердечных сокращений — 78 раз в минуту; у 15-летнего подростка — соответственно 41,4 мл и 76 раз в минуту. Если рассчитать производительность сердца (ударный объем $\times$ частоту сердечных сокращений), то она окажется более высокой у 15-летнего подростка.

Автоматия сердца. При создании необходимых условий извлеченное из организма сердце способно сокращаться в течение нескольких часов и даже суток. Способность сердца сокращаться независимо от внешних воздействий под влиянием импульсов, возникающих в нем самом, называется *автоматией*.

Источником автоматии служат входящие в состав миокарда скопления особых мышечных клеток — водителей ритма, которые генерируют электрические импульсы.

Скопления таких мышечных клеток образуют несколько узлов в различных отделах сердца. В них находятся не только мышечные, но и нервные клетки. Главный узел проводящей системы сердца расположен в месте впадения верхней и нижней полых вен в правое предсердие (рис. 45). Именно здесь возникают импульсы, определяющие ритм сердечных сокращений. Под воздействием этих импульсов мышечная ткань сердца сокращается, изгоняя кровь из полостей сердца. Если в силу каких-либо причин в главном узле возбуждение не возникает, роль водителя ритма берет на себя узел, расположенный в толще сердечной перегородки на границе предсердий и желудочков.

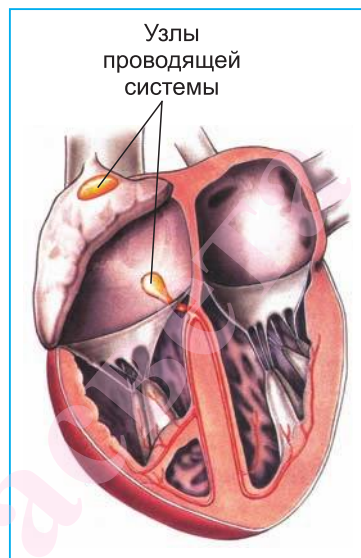


Рис. 45. Проводящая система сердца

Предсердия • Желудочки • Створчатые клапаны • Полулунные клапаны • Сердечный цикл • Систола • Диастола • Автоматия

- ? 1. Как строение сердца связано с выполняемой им функцией? 2. Какова роль клапанов сердца? 3. Когда открываются и закрываются створчатые клапаны? 4. Что такое полулунные клапаны? Где они располагаются? 5. Сокращение каких отделов сердца (предсердий или желудочков) протекает более длительно? Чем это можно объяснить? 6. Почему стенка правого желудочка тоньше левого? 7. Сердце сокращается в течение всей жизни человека без заметного утомления. Благодаря каким механизмам это возможно? 8. Нарушение деятельности сердца часто состоит в том, что створчатые клапаны во время сокращения желудочков закрываются неплотно. Как это отражается на самочувствии человека?

§ 29. Сосудистая система

Строение и функции кровеносных сосудов. Кровеносные сосуды подразделяются на артерии, капилляры и вены (рис. 46).

Артерии — сосуды, несущие кровь от сердца к органам и тканям тела. Стенка артерии, как и сердца, состоит из трех оболочек. Наружная соединительнотканная оболочка придает артериям прочность. Средняя оболочка состоит из эластических волокон и хорошо развитого слоя гладких мышечных клеток, расслабление или сокращение которых меняет внутренний диаметр сосуда. Этим обеспечивается регуляция доставки необходимого количества крови к тканям и органам. Внутренняя оболочка образована одним слоем плоских клеток — эндотелием — и соединительной тканью. Внутренняя оболочка, так же, как и наружная, придает артериям прочность.

Артерии, многократно разветвляясь, образуют все более мелкие сосуды — артериолы, которые тоже способны изменять свой просвет. Самые мелкие артериолы переходят в капилляры.

Капилляры — тончайшие сосуды, проникающие практически во все органы и ткани организма и образующие в них густую сеть. У человека количество ка-

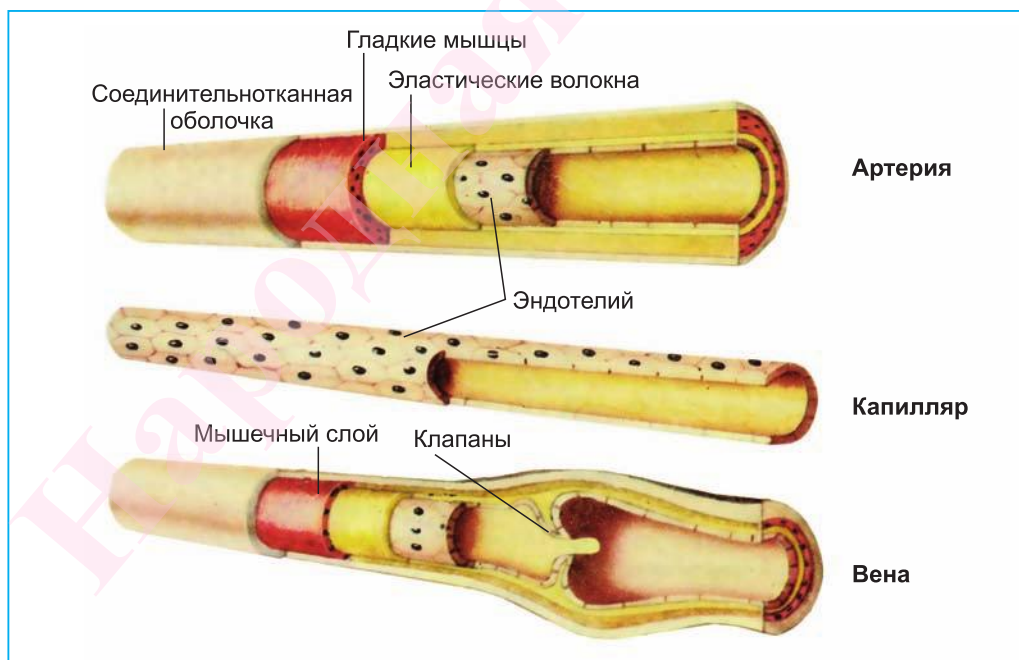


Рис. 46. Схема строения сосудов

пилляров составляет около 150 млрд. Их общая длина достигает 100 тыс. км, т.е. они могут 2,5 раза опоясать Земной шар по экватору.

В капиллярах решается ключевая задача кровообращения: происходит обмен различных веществ и газов между кровью и тканевой жидкостью. Эти процессы возможны потому, что стенки капилляров представлены одним слоем неплотно примыкающих друг к другу клеток (эндотелием). Такое строение, благоприятное для обменных процессов, сделало капилляры неспособными активно менять свой внутренний диаметр.

Проходя через капилляры, кровь в результате диффузии отдает кислород и питательные вещества и обогащается углекислым газом и конечными продуктами обмена веществ. Так как проницаемость стенок капилляров неодинакова для различных веществ, тканевая жидкость по своему составу отличается от плазмы крови. В ней практически отсутствует белок, в то время как в крови его содержание составляет приблизительно 6—8 %.

Как правило, в органах все капилляры заполнены кровью, но движется она не во всех капиллярах одновременно. Они работают по очереди. При необходимости число «рабочих» капилляров может возрасти за счет их включения в кровоток.

Из капилляров кровь поступает в венулы — мелкие вены. Стенки капилляров и венул имеют сходное строение. Следовательно, функция венул — не только отведение крови от органов, но и участие в обмене веществ между кровью и тканевой жидкостью. Такое строение стенок сосудов решает важнейшую проблему — обеспечивает все клетки организма необходимыми для жизнедеятельности продуктами и уносит от них ненужные вещества.

Из венул кровь собирается в более крупные кровеносные сосуды — вены, которые несут насыщенную углекислым газом и продуктами обмена веществ кровь (венозную) от органов и тканей к сердцу (исключая легочные вены, которые несут артериальную кровь). Как правило, количество вен превосходит количество приносящих артерий, что улучшает отведение крови от органов. В венозном русле находится 2/3 объема всей циркулирующей крови. Такая организация кровеносного русла позволяет быстро осуществлять усиление кровоснабжения или перераспределение крови: направлять кровь в необходимом объеме к тому или иному органу (за счет увеличения притока венозной крови к сердцу или снижения кровоснабжения других органов).

Стенки вен значительно тоньше и эластичнее стенок артерий. Их мышечный слой развит относительно слабо, а иногда и вовсе отсутствует. В некоторых венах (например, в венах нижних конечностей) есть карманообразные клапаны, препятствующие обратному току крови.

Большой и малый круги кровообращения. У млекопитающих, в том числе и у человека, движение крови происходит по двум замкнутым системам сосудов, каждая из которых соединена с сердцем, — большому (системному) и малому (легочному) кругам кровообращения (рис. 47).

Кровь, циркулирующая по *большому кругу кровообращения*, снабжает все клетки тела кислородом и питательными веществами и обеспечивает выведение из них углекислого газа и других продуктов распада.

Начинается большой круг кровообращения от левого желудочка сердца самой крупной артерией — аортой. Она идет вверх, образуя дугу, и затем спускается вниз вдоль позвоночного столба. От дуги аорты под высоким давлением кровь поступает в крупные артерии. Они несут кровь к голове и верхним конечностям. Ниже от дуги аорты отходят крупные артерии, снабжающие кровью туловище, внутренние органы и нижние конечности. Задача артерий — распределение крови между отдельными частями нашего тела. Их количество и диаметр определяются уровнем активности того или иного органа. Как вы уже знаете, разветвляясь,

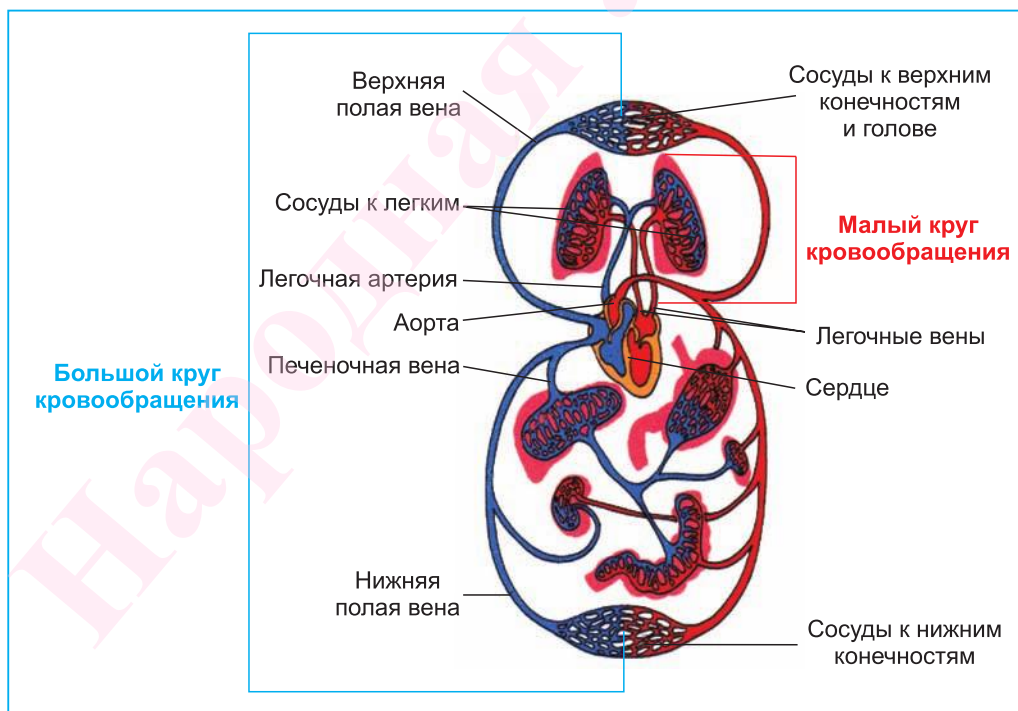


Рис. 47. Схема кругов кровообращения

артерии образуют обширные сети капилляров. Давление в капиллярах относительно постоянно, что и обеспечивает необходимые условия для реализации их основной задачи — доставки соответствующих веществ к тканям. В области капилляров кровь утрачивает кинетическую энергию, и ее возврат к сердцу требует особых приспособлений. Продвижению крови к сердцу способствуют: перепад давления в грудной полости при дыхании, тонус скелетных мышц и клапанный аппарат вен.

Заканчивается большой круг кровообращения верхней и нижней полыми венами, впадающими в правое предсердие (здесь самое низкое давление крови). По верхней полой вене к сердцу притекает кровь от головы, шеи и верхних конечностей, а нижняя полая вена несет в сердце кровь от туловища, органов брюшной полости и нижних конечностей.

В состоянии покоя кровь преодолевает путь от аорты до нижней полой вены за 27—35 с. При увеличении частоты сердечных сокращений это время снижается.

Историческая справка. В 1628 г. выдающийся английский ученый В. Гарвей (1578—1657) выпустил книгу «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных», в которой впервые была объяснена циркуляция крови в замкнутой системе кровообращения. В опытах на собаках было установлено, что двигателем крови является сердце. Во времена В. Гарвея не только церковь, но и его коллеги утверждали, что «деятельность сердца может быть известна только одному Богу». Вместо туманных размышлений о сердце как источнике жизненного огня ученый привел экспериментально обоснованные доказательства, согласно которым сердце, перекачивая кровь, заставляет ее двигаться по кругу. Замкнутость кровообращения Гарвей объяснял соединением артерий и вен посредством мелких, неразличимых невооруженным глазом трубочек (капилляров), которые были открыты лишь после его смерти итальянским ученым М. Мальпиги.

Из правого предсердия венозная кровь попадает в правый желудочек. Из него кровь выталкивается в легочный ствол, который делится на две легочные артерии, входящие в легкие. Это малый круг кровообращения. В легочных артериях давление значительно ниже, чем в аналогичных артериях большого круга кровообращения. Войдя в легкие, они ветвятся на артериолы все меньшего диаметра вплоть до капилляров. Проходя через капилляры легких, кровь в результате диффузии теряет CO_2 и насыщается кислородом (превращается в артериальную). Как и в большом круге кровообращения, капилляры сливаются в вены, которые, в свою очередь, формируют вены, и, наконец, по легочным венам артериальная кровь попадает в левое предсердие сердца. Время пребывания крови в малом круге кровообращения значительно меньше, чем в большом, и давление в капиллярах ниже. Такой режим оптимален.

Артерии • Капилляры • Вены • Большой и малый круги кровообращения

- ? 1. Каково значение кровообращения? 2. Какие органы входят в состав системы кровообращения? 3. Какое строение имеют артерии? Капилляры? Вены? Объясните различия в их строении. 4. Откуда начинается движение крови по большому и малому кругам кровообращения? 5. В каких сосудах малого круга течет артериальная, а в каких — венозная кровь? 6. Почему обмен веществами и газами происходит в капиллярах, а не в других сосудах? 7. Могут ли капилляры менять свой диаметр? Обоснуйте свой ответ.

§ 30. Движение крови по сосудам

Как вам должно быть известно из школьного курса физики, любая жидкость течет из области более высокого давления в область, где давление ниже. Кровь в организме человека не является исключением.

Движение крови в сосудах встречает противодействие — *сосудистое*, или *периферическое*, сопротивление. Сопротивление току крови напрямую зависит от просвета сосуда. Чем меньше диаметр сосуда, тем большее сопротивление встречает кровь на своем пути. Чем дальше от сердца находится сосуд, тем меньшей кинетической энергией обладает кровь, и скорость ее движения снижается.

Наибольшая скорость тока крови наблюдается в аорте — примерно 0,5 м/с, в капиллярах она наименьшая — примерно 0,5—1,2 мм/с. Скорость движения крови в венах по мере приближения к сердцу постепенно увеличивается до 0,2 м/с. Как вы думаете почему? С помощью каких законов физики можно объяснить это явление?

Это интересно. В кровеносных сосудах циркулирует не вся кровь. Часть ее находится в кровяных депо — селезенке, коже, печени и легких. В кровеносных сосудах кожи может храниться до 1 л крови. При усиленной мышечной работе, при потере большого количества крови, при ранениях и хирургических операциях, а также некоторых заболеваниях запасы крови из депо поступают в общий кровоток. Таким образом, депо крови участвует в поддержании постоянства объема циркулирующей крови.

Пульс. Несмотря на то что кровь поступает в аорту и легочную артерию порциями, по сосудам она течет непрерывной струей. Непрерывность движения крови обусловлена упруго-эластичными свойствами стенок артерий и значительным сопротивлением току крови в мелких сосудах.

Так как стенки аорты и артерий, с одной стороны, обладают эластичностью, они растягиваются во время систолы желудочков и вмещают в себя выбрасываемую сердцем кровь. С другой стороны, упругие стенки сосудов ограничивают возможность увеличения их емкости, поэтому проталкивают кровь вперед. Из-за этого происходит растяжение стенок и последующее повышение давления на соседнем участке.

Периодические колебания стенок сосудов, вызванные изменениями давления крови в течение одного сердечного цикла, называются *пульсом*. Пульс можно

прощупать в местах, где артерии (лучевая, височная, стопы) проходят в непосредственной близости к коже. Пульс дает представление о скорости, силе и ритме сердечных сокращений, а также о состоянии артерий.

Скорость распространения пульсовой волны не зависит от скорости кровотока. Она определяется свойствами стенок сосудов, их жесткостью.

Подумайте. Как будет изменяться скорость распространения пульсовой волны с возрастом? Попытайтесь найти ответ на этот вопрос, учитывая, что у пожилых людей сосуды менее эластичны, чем у молодых.

Кровяное давление. У здорового человека уровень кровяного давления в различных сосудах неодинаков, но относительно постоянен. Стабильное давление — следствие эффективной регуляции просвета сосудов и силы сердечных сокращений. В течение сердечного цикла давление в аорте колеблется от 115—140 мм рт. ст. до 60—85 мм рт. ст. Эти колебания отражают ритмическую деятельность сердца. Давление в момент сокращения желудочков получило название *систолического* или максимального артериального давления, а в момент диастолы — *диастолического* или минимального артериального давления. В мелких артериях давление снижается до 60—70 мм рт. ст., в капиллярах оно составляет 30—40 мм рт. ст., в мелких венах — 10—20 мм рт. ст., а в полых венах вблизи места их впадения в правое предсердие приближается к нулю. Благодаря разности давления в артериальном и венозном отделах обоих кругов кровообращения кровь продвигается по сосудам и возвращается к сердцу.

Как было сказано ранее, у здорового человека величина кровяного давления, как в сосудах доставки, распределения, так и в капиллярном русле поддерживается на постоянном уровне. Давление, возросшее вследствие физической нагрузки, нервного напряжения, вскоре приходит в норму.

Повышенное давление крови в сосудах, обусловленное увеличением их тонуса и производительности сердца, получило название «гипертензии». По отношению к артериальному давлению этот термин вытесняет широко применявшийся ранее термин «гипертония». Равно как термин «гипотензия» вместо «гипотония», характеризующий пониженное давление крови в сосудах.

Пульс • Систолическое и диастолическое кровяное давление

- ? 1. Каковы причины движения крови по сосудам? 2. От чего зависит изменение скорости движения крови в артериях? Венах? Капиллярах? 3. Венозное русло шире артериального. Где скорость движения крови выше? Почему? 4. Кровь поступает в артерии только в момент сокращения желудочков. Почему же в кровеносных сосудах кровь течет непрерывно?

§ 31. Регуляция кровообращения

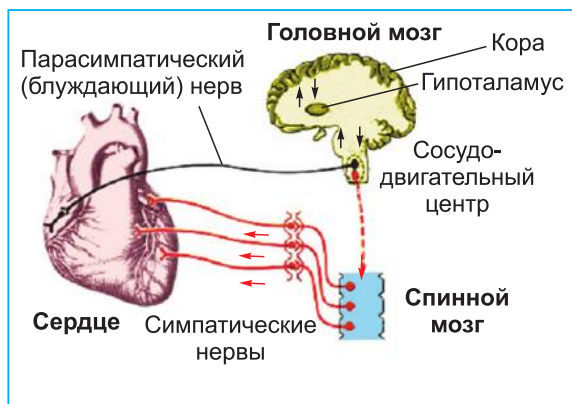


Рис. 48. Нервная регуляция работы сердца

тенциальной энергии в кинетическую. Благодаря этому сердце работает как автоматический насос, прокачивающий любое количество крови, поступающее к нему.

Хотя сердце имеет собственную регулирующую систему, для его нормальной работы необходим нервный контроль. Он быстро приспосабливает силу и частоту сердечных сокращений (производительность сердца) к текущим запросам по снабжению кровью работающих органов. К сердцу от продолговатого мозга идут парасимпатические (блуждающий), а от спинного мозга — симпатические нервы (рис. 48). Они влияют на уровень обмена веществ в мышечных клетках и клетках водителей ритма, создавая этим благоприятные условия для регуляции частоты и силы сердечных сокращений.

Это интересно. В экспериментах на животных было установлено, что при раздражении электрическим током блуждающего нерва сокращения сердца становятся более редкими и менее сильными. Эти опыты демонстрируют, что парасимпатический отдел нервной системы замедляет и ослабляет работу сердца. При стимуляции симпатических нервов, идущих к сердцу, его сокращения учащаются и усиливаются. В основе этих эффектов лежит действие биологически активных соединений (ацетилхолина и норадреналина) на кровообращение и обмен веществ в мышечных клетках сердца.

Сократимость сердечной мышцы зависит и от ионного состава крови. Увеличение концентрации ионов калия тормозит, а избыток ионов кальция, наоборот, усиливает работу сердца.

Адаптация сердца к физическим нагрузкам возможна только при согласованных действиях его собственных, а также нервного и гуморального механизмов регуляции.

Саморегуляция работы сердца. Сердце является центральным органом системы кровообращения. Оно способно самостоятельно регулировать режим и характер своей работы. Один из основных механизмов саморегуляции связан с изменением длины рабочих волокон миокарда. Чем больше крови притекает к сердцу во время диастолы, тем больше растянуты мышечные волокна и тем сильнее они сокращаются. Это пример накопления и перехода потен-

Регуляция кровообращения осуществляется в интересах отдельных органов, систем и организма в целом. Уровень кровоснабжения зависит от интенсивности обмена веществ и потребностей тканей в кислороде, от накопления продуктов обмена.

У человека в состоянии покоя функционирует только 25—35 % капилляров. Увеличение содержания продуктов обмена веществ в тканях приводит к расширению функционирующих и заполнению кровью неактивных капилляров. При этом кровоток в работающих скелетных мышцах может увеличиться в 20—30 раз.

Изменение диаметра артериол происходит благодаря расслаблению или сокращению гладких мышц, расположенных в их стенках. Так как стенка капилляров лишена мышечного слоя, величина их просвета и наполнение зависят от давления в артериолах и рядом лежащих тканях.

Расширение сосудов в одних участках тела вызывает их рефлекторное сужение в других. Именно по этой причине после приема пищи мышцы тела получают меньшее количество крови. Наоборот, при физической нагрузке в органах брюшной полости кровоснабжение снижается, а в мышцах — увеличивается.

Ведущим отделом нервной системы, через который осуществляются практически все влияния на сосуды и сердце, является *сосудодвигательный центр* продолговатого мозга. Его активность регулируется нервными импульсами, поступающими от органов и тканей, а также из различных отделов ЦНС (коры больших полушарий, промежуточного мозга и т. д.). Свидетельством тому служит изменение окраски (покраснение или, наоборот, бледность) кожи лица при волнении или испуге.

Нервные влияния на сосуды осуществляются преимущественно симпатическими нервными волокнами. Парасимпатические нервы не оказывают влияния на просвет большинства кровеносных сосудов.

Историческая справка. Сосудосуживающее влияние симпатических нервных волокон было впервые показано в 1851 г. французским физиологом Клодом Бернаром. После перерезки симпатического нерва на шее кролика ученый наблюдал значительное расширение сосудов ушной раковины. Кожа уха краснела, повышалась ее температура. Раздражение периферического конца перерезанного нерва сопровождалось сужением кровеносных сосудов.

Функциональное состояние сердца и гладкой мускулатуры кровеносных сосудов находится под контролем не только нервной системы, но и биологически активных веществ. К ярко выраженным сосудистым эффектам приводит выброс в кровь гормона надпочечников адреналина. Артерии кожи, почек и органов пищеварения он сужает, а сосуды скелетных мышц расширяет. Так адреналин способствует перераспределению крови в организме.

Сосудодвигательный центр

- ? 1. Каким образом осуществляется регуляция деятельности сердца? 2. От чего зависят частота и сила сердечных сокращений? Как эти показатели меняются при физических нагрузках? 3. Какие вещества влияют на работу сердца? Каким образом? 4. Сосуды мозга, сердца и легких не меняют свой просвет при возбуждении симпатического отдела автономной нервной системы. Как вы думаете почему? 5. Будет ли перекачиваться кровь из сердца в сосуды, если диастолическое давление станет равным систолическому?

§ 32. Лимфатическая система

В большинстве органов наряду с кровеносными присутствуют *лимфатические сосуды* (рис. 49), содержащие прозрачную и практически бесцветную жидкость — лимфу. В ней меньше белков, чем в плазме крови, много лимфоцитов (вернитесь к рисунку 5), но отсутствуют эритроциты.

Лимфатические капилляры являются начальным звеном **лимфатической системы**. Они имеются во всех органах и тканях человека, кроме головного и спинного мозга и их оболочек, а также хрящей

и костного мозга. Начинаются лимфатические капилляры слепо (вернитесь к рисунку 35), иногда в виде булавовидных расширений, например в ворсинках слизистой оболочки тонкой кишки. Стенки лимфатических капилляров образованы одним непрерывным слоем клеток.

Лимфатические капилляры по сравнению с кровеносными имеют больший диаметр (до 0,2 мм). У них присутствуют выпячивания и расширения в местах слияния. Лимфатические капилляры, соединяясь, формируют замкнутые сети.

После приема жирной пищи лимфа, оттекающая от кишечника, меняет свой цвет на молочно-белый, так как в нее поступает значительная часть жира. Количество лимфы в организме человека составляет примерно 1,5—2 л.



Рис. 49. Лимфатическая система

Образование лимфы обеспечивается постоянным поступлением жидкости в ткани из плазмы крови и ее переходом из тканевых пространств в лимфатические капилляры.

Из капилляров лимфа поступает в более крупные лимфатические сосуды. Последние имеют мышечные «манжетки» — спиралевидные образования, сокращения которых способствуют перемещению лимфы. Оно также обеспечивается двигательной активностью внутренних органов, сокращениями скелетных мышц тела и низким давлением в венах. Обратному току лимфы, как и в венах, препятствуют клапаны, которые расположены между манжетками.

По ходу лимфатических сосудов располагаются специальные образования — *лимфатические узлы*. Некоторые из них вы наверняка знаете — это расположенные в глотке миндалины (гланды). Снаружи лимфатические узлы покрыты капсулами, от которых внутрь узла отходят перегородки. Между перегородками находятся лейкоциты, участвующие в очищении лимфы от чужеродных объектов. Из этого можно заключить, что лимфатические узлы выполняют защитную функцию, обеспечивая постоянство внутренней среды организма.

Лимфатическая система заканчивается *правым лимфатическим и грудным протоками*. Они изливают лимфу в вены большого круга кровообращения недалеко от сердца.

Наряду с защитной функцией лимфатическая система дополняет функции кровеносной, возвращая белки, жиры, воду и минеральные вещества из межклеточной жидкости в кровь.

Лимфатические сосуды, узлы, протоки

- ? 1. Какое строение имеет лимфатическая система? 2. В чем заключаются функции лимфатической системы? 3. Как перемещается лимфа? Почему она движется только в одном направлении? 4. Можно ли считать лимфатическую систему частью кровеносной? Аргументируйте свой ответ. 5. Осуществляется ли обмен веществами между лимфой и тканевой жидкостью?

§ 33. Первая помощь при кровотечениях. Гигиена сердечно-сосудистой системы

Первая помощь при кровотечениях. Нарушение целостности кожи и мягких тканей, как правило, сопровождается кровотечением. Вам наверняка в своей жизни приходилось сталкиваться с этим явлением. Кровотечения могут быть *внешними*, когда кровь выливается наружу, и *внутренними*, когда целостность

кожных покровов не нарушена и кровь изливается внутрь органа, в полость тела или межклеточное пространство.

При небольших поверхностных поражениях сосудов, когда кровь вытекает в рыхлую клетчатку, обычно возникает гематома (синяк). Со временем кровь начинает свертываться, а гемоглобин разрушаться. В зависимости от степени его разрушения гематома выглядит вначале красной, затем фиолетовой, синей, зеленой и, наконец, желтой. После этого она рассасывается и исчезает. По цвету синяка можно судить о давности ушиба. При ушибе головы излившаяся из сосудов кровь скапливается под надкостницей, образуя «шишку». «Шишку» можно уменьшить, прижав к ушибленному месту холодный предмет. Холод способствует сужению сосудов и уменьшению боли.

Если рана небольшая и кровь сочится слабо, то скорее всего повреждена капиллярная сеть. Это *капиллярное кровотечение*. Оно не является угрозой для жизни, и, как правило, пострадавший может с ним справиться без посторонней помощи. В этом случае желательно промыть пораженный участок перекисью водорода, смазать его края йодной настойкой или бриллиантовым зеленым («зеленкой»). После этого следует зажать рану марлевым тампоном (рис. 50). Если этим приемом удалось остановить кровь, повязку можно не накладывать.

При *венозном кровотечении* кровь вишневого цвета вытекает довольно сильной струей, ровно, без толчков. Края раны часто расходятся, и она становится зияющей. Оказывая помощь в этом случае, надо смазать кожу вокруг раны йодной настойкой, закрыть ее стерильной салфеткой (можно из бинта) и туго перебинтовать. Стенки вен мягкие, и, сдавливая их, повязка способствует остановке кровотечения. Если повязка не останавливает кровотечение, ниже места повреждения следует наложить жгут.

Наиболее опасны *артериальные кровотечения*. Узнать их нетрудно: яркая кровь вырывается из раны пульсирующей струей, а при повреждении крупного сосуда фонтанирует. Артериальное кровотечение опасно тем, что пострадавший может быстро потерять много крови. При ранении крупной артерии нужно попытаться пережать ее пальцами выше места повреждения. Затем пораженную конечность приподнимают вверх и место, на которое будут накладывать жгут (5—7 см выше раненого участка), оборачивают имеющейся в наличии мягкой тканью. Под конечность подводят жгут и свободно завязывают его. В получившуюся петлю просовывают небольшую палочку или любой другой прочный предмет и вращают его до тех пор, пока кровотечение не остановится. Конец палочки привязывают к жгуту. Далее приступают к обработке раны, наложению повязки и доставке пострадавшего в медицинское учреждение.

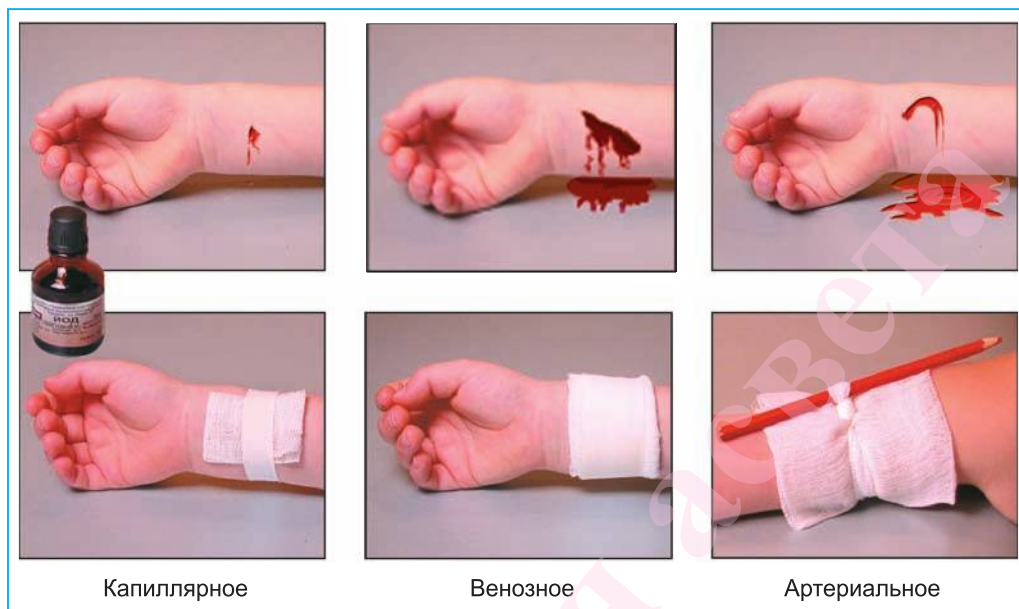


Рис. 50. Остановка кровотечений

Нельзя слишком сильно затягивать жгут, т. к. можно повредить нервы. Под жгут надо положить записку с указанием времени его наложения: в теплое время года жгут можно не снимать в течение 2 ч, а в холодное — 1 ч. Если в течение этого времени доставить пострадавшего в больницу не удалось, жгут надо ослабить на 2—3 мин, чтобы не произошло омертвление тканей, а потом затянуть снова.

В случае *носового кровотечения* пострадавшего укладывают на спину и вставляют в носовой ход *туго скрученный ватный тампон*, смоченный раствором перекиси водорода, а на переносицу кладут холодный компресс.

Гигиена сердечно-сосудистой системы. Среди причин, вызывающих сердечно-сосудистые заболевания, лидирующие места прочно удерживают нерациональное питание, чрезмерные психические нагрузки, гипокинезия, курение и употребление алкоголя.

При избыточной массе тела существенно возрастает нагрузка на сердце. Оно вынуждено перекачивать большее количество крови, что приводит к преждевременному изнашиванию сердечной мышцы.

У тучных людей увеличивается содержание в крови холестерина и жирных кислот. В результате их отложения на стенках просвет сосудов уменьшается, из-за чего ухудшается снабжение тканей и органов кровью.

Склонным к полноте людям необходимо сбалансированное питание. Им показана высокая двигательная активность с учетом возрастных возможностей организма, без перенапряжения.

Большую опасность для сердечно-сосудистой системы представляют сильные эмоциональные переживания (как отрицательные, так и положительные). В ряде случаев они могут привести к приступам сердечной недостаточности, а также расстройствам мозгового кровообращения. После любого, даже небольшого психоэмоционального напряжения необходима повышенная двигательная активность.

Цивилизация существенно облегчила нашу жизнь, сделала ее свободной от тяжелой работы и обременительных домашних обязанностей. К сожалению, достижения цивилизации таят в себе серьезную опасность для здоровья. Сниженная двигательная активность негативно сказывается на состоянии сердца и сосудов. Порой регуляция сердечно-сосудистой системы ухудшается настолько, что даже смена положения тела человека (например, из горизонтального в вертикальное) может привести к потере сознания.

Гиподинамия опасна в любом возрасте. Нередко она встречается и у школьников, которые вынуждены подолгу сидеть за столом, много времени проводят перед телевизором и компьютером. Занимайтесь спортом, танцами, посещайте бассейн, чаще бывайте на свежем воздухе!

Не менее вредное влияние оказывает на сердце никотин. Увеличивая свертываемость крови, он способствует закупорке сосудов тромбами. Согласно статистике, по сравнению с некурящими у лиц, выкуривающих пачку сигарет в день, вероятность инфаркта миокарда возрастает вдвое, а у выкуривающих более пачки — втрое.

Никотин и алкоголь усиливают выделение в кровь адреналина. Под его влиянием сердце вынуждено работать значительно напряженнее, чем того требует реальная обстановка. После приема алкоголя частота сокращений сердца в покое достигает 100 и более ударов в минуту.

В мышечных волокнах сердца человека, постоянно употребляющего спиртные напитки, уменьшается содержание белка, накапливаются жиры. В результате таких катастрофических изменений волокна миокарда не справляются со своими непосредственными обязанностями и постепенно отмирают.

Таким образом, табак и алкоголь — сильнейшие яды, губительно действующие на сердце и сосуды. Их употребление приводит к уменьшению просвета сосудов, постепенному перерождению их стенок и, как следствие, ухудшению кровоснабжения жизненно важных органов.

Каждый человек, чтобы сохранить свое здоровье, должен помнить о том отрицательном влиянии, которое оказывают на сердечно-сосудистую систему систематическое переедание, снижение двигательной активности, стрессы, вредные привычки.

**Внешние (венозное, артериальное, капиллярное) кровотечения •
Внутреннее кровотечение • Носовое кровотечение**

- ? 1. Как отличить артериальное кровотечение от венозного? 2. Где необходимо накладывать жгут при артериальном и венозном кровотечениях? 3. Какую помощь вы окажете пострадавшему с носовым кровотечением? 4. Почему необходимо указывать время наложения жгута? 5. В чем состоит вредное действие на сердце и сосуды гипокинезии? Табака? Алкоголя?

В систему кровообращения входят сердце и сосуды. Сердце человека разделено перегородкой на две половины: правую и левую. Правый желудочек нагнетает кровь в малый круг кровообращения, левый — в большой. Кровь, циркулирующая по большому кругу кровообращения, снабжает все клетки тела кислородом, которым она обогатилась, пройдя через малый круг.

Сердечный цикл состоит из трех фаз: сокращения предсердий, сокращения желудочков и общей паузы.

В состоянии покоя при каждом сокращении сердца в аорту выбрасывается 60—80 мл крови. Эта величина вместе с частотой сокращений позволяет оценить производительность сердца. Во время физической нагрузки за счет возрастания частоты сердечных сокращений и систолического объема количество перекачиваемой крови может значительно увеличиваться.

Ритмичная деятельность сердца сопровождается колебаниями стенок сосудов — пульсом.

Сердечно-сосудистая система, как и любая другая, находится под контролем нервных и гуморальных механизмов регуляции. Возбуждение симпатического отдела автономной нервной системы приводит к увеличению частоты и силы сердечных сокращений, сужению сосудов. Сходным действием обладает адреналин — гормон надпочечников. В состоянии покоя преобладает влияние блуждающего нерва на сердце. Он снижает частоту и силу сердечных сокращений.

Лимфатическая система дополняет работу кровеносной системы, возвращая в кровеносное русло белки и другие вещества.



Глава 8

Дыхательная система

Жизнедеятельность организма человека сопряжена с постоянными энергозатратами и энергообразованием. Больше всего энергии образуется при окислении органических веществ в присутствии кислорода. Очевидно, именно поэтому окисление часто сравнивают с горением. Оба эти процесса протекают с поглощением кислорода и выделением углекислого газа.

Поступление в организм кислорода, использование его для окисления органических веществ с освобождением энергии и удаление углекислого газа называется **дыханием**.

У человека дыхание осуществляется специальными органами и включает следующие процессы: поступление в легкие и выведение из них воздуха (внешнее дыхание); газообмен в легких; перенос газов кровью; газообмен в тканях; клеточное, или тканевое, дыхание (этот процесс вы будете изучать в 10-м классе).

§ 34. Строение и функции органов дыхания

Система органов дыхания (рис. 51) состоит из *воздухоносных путей* (носовая полость, носоглотка, гортань, трахея и бронхи) и *легких*. По воздухоносным путям перемещается вдыхаемый и выдыхаемый воздух, а в легких совершается газообмен между воздухом и кровью.

Носовая полость. Воздухоносные пути начинаются *носовой полостью*, которая делится сплошной перегородкой на правую и левую половины, содержащие по три *носовых хода*.

Воздух в носовую полость проникает через парные отверстия — *ноздри*. От полости рта носовая полость спереди отделена *твердым*, а сзади — *мягким нёбом*.

У наружного края ноздрей располагаются волоски, препятствующие проникновению в дыхательную систему крупных частиц пыли.

Эпителий, выстилающий носовую полость, выделяет слизь, которая склеивает пылинки и губительно действует на микроорганизмы. Здесь также расположены рецепторы, реагирующие на запахи. Слизистая оболочка носовых ходов обильно снабжена кровеносными сосудами. Благодаря их поверхностному расположению вдыхаемый воздух согревается и увлажняется.

Из носовой полости воздух попадает в носоглотку и дальше в гортань.

Гортань образована несколькими хрящами, соединенными между собой связками и мышцами (рис. 52). Самый крупный из хрящей — *щитовидный*. Он состоит из двух пластин, сомкнутых спереди под углом. У мужчин этот хрящ выступает вперед, образуя на шее кадык.

Над гортанью располагается *надгортанник* — хрящ листовидной формы. При глотании он закрывает вход в гортань.

Подумайте. Какая народная поговорка советует сохранять молчание во время приема пищи? Почему?

В складки слизистой оболочки боковых стенок гортани заключены *голосовые связки*. Когда человек спокойно дышит, связки разведены. При сведении связок щель между ними сужается. Они начинают вибрировать — образуются звуки.

У мужчин голосовые связки длиннее и толще, поэтому мужской голос более низкий, грубый. В формировании членораздельной речи принимают участие не только голосовые связки, но и язык, зубы, губы и щеки.

Это интересно. Звуки покидают ротовую полость со скоростью 1200 км/ч. При очень быстрой речи

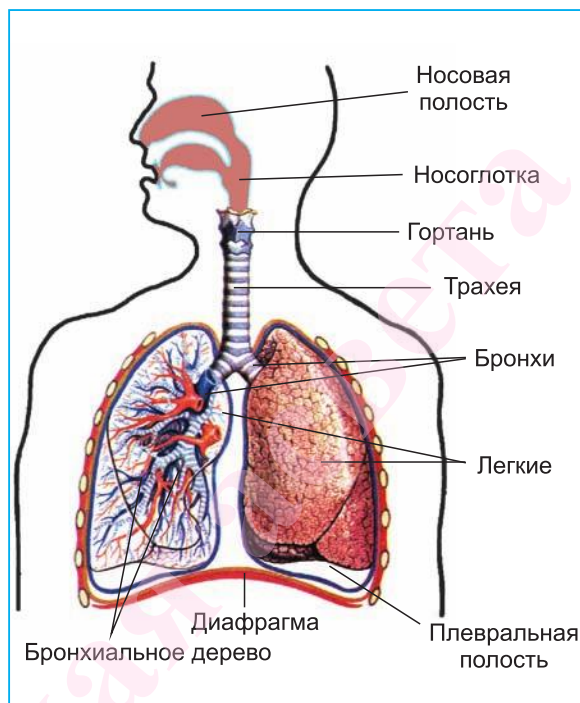


Рис. 51. Органы дыхания

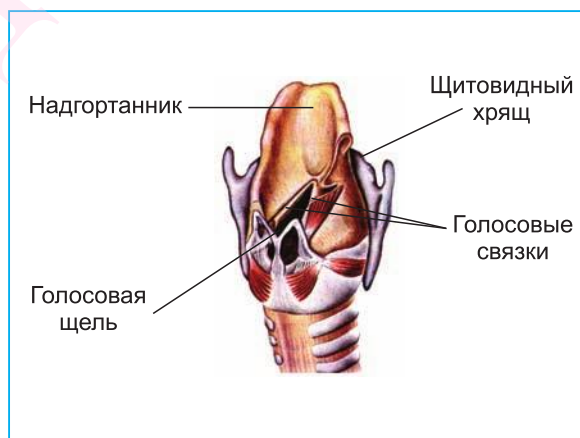


Рис. 52. Строение гортани

словесный поток составляет 300 единиц в минуту, а радиус распространения голоса достигает 180 м. Подлинный рекорд в этом отношении — распространение мужского голоса в благоприятной акустической среде на 17 км.

Трахея и бронхи. *Трахея* (от греч. *trachēia* — дыхательное горло) имеет длину 10—13 см и диаметр 15—18 мм. Ее образуют 16—20 хрящевых полуколец, несомкнутая часть которых обращена к пищеводу. Изнутри трахея, как и полость носа, выстлана эпителием, реснички которого выводят пылевые частицы из легких в глотку.

На уровне IV—V грудных позвонков трахея делится на левый и правый бронхи. *Бронхи* в отличие от трахеи состоят из цельных хрящевых колец. В легких бронхи последовательно ветвятся на трубки все меньшего диаметра, образуя бронхиальное дерево. В самых мелких бронхах (*бронхиолах*) хряща нет, их стенки состоят из эластических волокон.

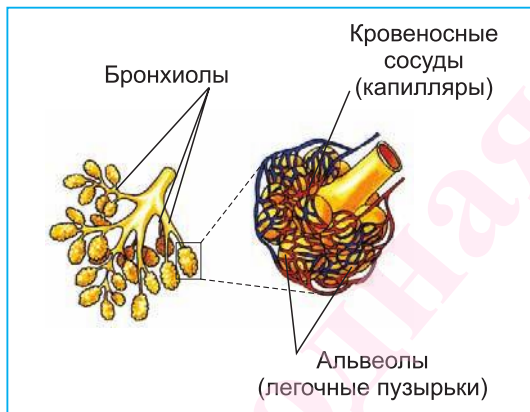


Рис. 53. Внутреннее строение легкого

Легкие (правое и левое) занимают большую часть грудной клетки. Они плотно прилегают к ее стенкам, оставляя место для сердца, крупных сосудов, пищевода и трахеи.

Легкие снаружи и грудная полость изнутри покрыты тонкими плотными оболочками. Между ними находится узкая щель, называемая *плевральной полостью*. Она содержит небольшое количество жидкости, которая уменьшает трение легких о стенки грудной полости при дыхании. Благодаря отрицательному давлению внутри плевральной полости легкие всегда находятся в рас-

правленном состоянии и следуют за движениями грудной клетки.

Бронхиолы легких разветвляются на ходы с мешочками, каждый из которых образован множеством легочных пузырьков — *альвеол*, окруженных снаружи густой сетью капилляров (рис. 53). В легких насчитывается более 700 млн альвеол, а общая площадь их поверхности достигает 120 м².

Носовая полость • Гортань • Надгортанник • Голосовые связки • Трахея •
Бронхи • Плевральная полость • Альвеолы

- ? 1. Каковы функции воздухоносных путей? 2. Какое значение имеют хрящи гортани? 3. Почему у женщин голос выше, тоньше, чем у мужчин? 4. Почему трахея образована неполными хрящевыми кольцами? 5. Как связано строение легких с выполняемой ими функцией? 6. Если кусочек легкого бросить в воду, оно не тонет. Почему?

§ 35. Дыхательные движения

Вдох и выдох. Для эффективного дыхания необходима постоянная смена воздуха в альвеолах — вентиляция. Она обеспечивается регулярными движениями грудной клетки — вдохом и выдохом.

Вдох осуществляется за счет сокращения *наружных межреберных* мышц и *диафрагмы* — куполообразной сухожильно-мышечной перегородки, отделяющей грудную полость от брюшной. Межреберные мышцы приподнимают и отводят ребра несколько в стороны. При сокращении диафрагмы ее купол опускается, в результате чего объем грудной полости увеличивается. Ткань легких обладает эластическими свойствами — она способна растягиваться, поэтому легкие следуют за грудной клеткой. Этому способствуют возрастание разрежения в плевральной полости и увеличение присасывающей силы. Увеличение объема легких ведет к падению давления в альвеолах, и в них через дыхательные пути засасывается атмосферный воздух.

При спокойном дыхании выдох происходит пассивно. Наружные межреберные мышцы и диафрагма расслабляются, ребра возвращаются в исходное положение, и объем грудной клетки уменьшается. Так как легкие обладают определенной упругостью, они принимают первоначальную форму. Вследствие этого давление воздуха в альвеолах становится выше атмосферного, и он выходит наружу.

При физической нагрузке выдох становится активным. В его осуществлении принимают участие *внутренние межреберные* мышцы и мышцы брюшной стенки.

Частота и глубина дыхания. В состоянии покоя взрослый человек делает в среднем 15—17 дыхательных движений в минуту. При мышечной работе дыхание может учащаться в несколько раз. У тренированных людей оно редкое и глубокое. При *глубоком* дыхании воздух проникает в большее количество альвеол и растягивает их. В результате условия газообмена улучшаются, и кровь дополнительно насыщается кислородом.

Жизненная емкость легких. При спокойном дыхании в легкие поступает около 500 см³ воздуха — это *дыхательный объем*. После спокойного выдоха можно дополнительно выдохнуть еще примерно 1500 см³ — это *резервный*

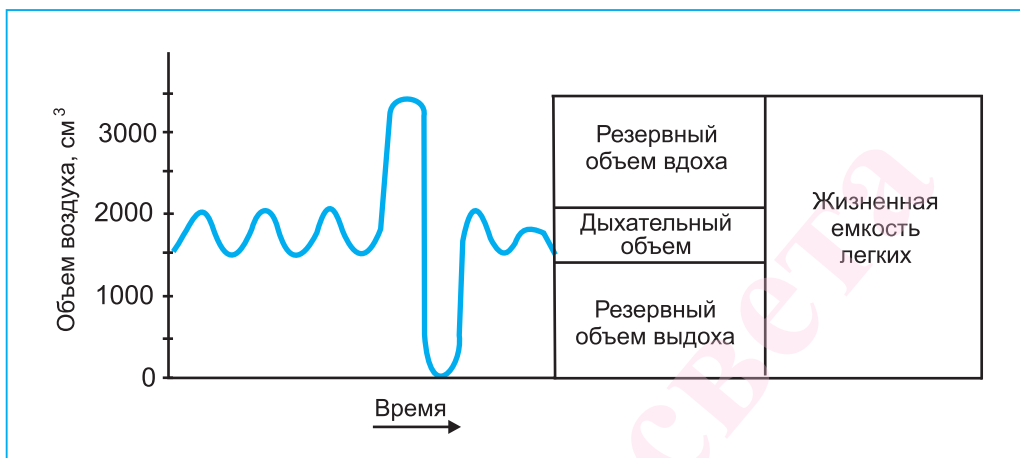


Рис. 54. Спирограмма

объем выдоха. После спокойного вдоха человек может дополнительно вдохнуть еще 1500 см^3 . Это *резервный объем вдоха*. Сумма трех указанных объемов составляет *жизненную емкость легких*, которая в среднем равна 3500 см^3 . Измерить величину жизненной емкости легких можно с помощью специальных приборов — *спирометра* или *спирографа*, а представить графически в виде *спирограммы* (рис. 54).

На жизненную емкость легких влияют занятия спортом. Например, у пловцов и лыжников жизненная емкость легких может достигать 6000 см^3 и более.

Газообмен в легких. При спокойном дыхании в альвеолах поддерживается относительно постоянный газовый состав (табл. 3).

Таблица 3. Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха

Воздух	Содержание газов, %		
	Кислород (O_2)	Углекислый газ (CO_2)	Азот (N_2)
Вдыхаемый	20,94	0,03	79,03
Альвеолярный	14,44	5,56	80,00
Выдыхаемый	16,30	4,00	79,70

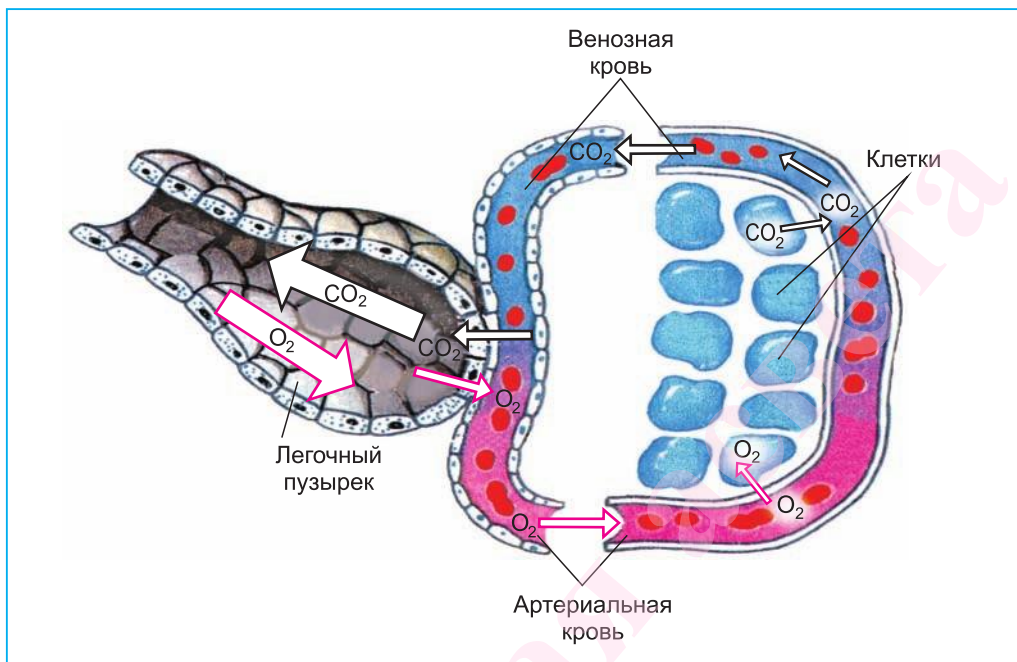


Рис. 55. Газообмен

Альвеолярный воздух не должен существенно менять свой газовый состав. В противном случае нарушится стабильность процессов *диффузии* газов из крови (рис. 55). Так как в альвеолах кислорода всегда больше, чем в крови капилляров, он перемещается в зону пониженного давления. Содержание углекислого газа больше в крови, чем в альвеолах, поэтому он следует из капилляров в альвеолы. Как видите, вентиляция и газообмен в легких осуществляются в соответствии с законами физики.

Диафрагма • Межреберные мышцы • Жизненная емкость легких

- ? 1. Каким образом осуществляются дыхательные движения? 2. Почему принятие больших количеств пищи затрудняет дыхание? 3. Как изменится дыхание в случае заполнения плевральной полости атмосферным воздухом? 4. Почему лыжники и пловцы имеют большую жизненную емкость легких? 5. Каким образом происходит газообмен в легких? 6. Почему содержание азота в атмосфере и выдыхаемом воздухе практически не отличаются?

§ 36. Транспорт газов кровью. Регуляция дыхания

Перенос газов кровью. Кислород транспортируется кровью от легких ко всем органам и тканям организма. Его основными переносчиками являются эритроциты. Находящийся в них гемоглобин (точнее, железо, входящее в его структуру) связывает кислород, превращаясь при этом в оксигемоглобин.

Углекислый газ транспортируется кровью в обратном направлении — от тканей, где он непрерывно образуется, к легким. Попадая в кровь, он, как и кислород, направляется в эритроциты. Здесь CO_2 взаимодействует с водой, образуя нестойкую угольную кислоту (H_2CO_3), которая диссоциирует на ионы H^+ и HCO_3^- . HCO_3^- поступает из эритроцитов в плазму и с ней переносится к легким, где вновь проникает в эритроциты и совместно с ионом H^+ образует CO_2 и H_2O . Углекислый газ из капилляров поступает в альвеолы и выходит наружу в составе выдыхаемого воздуха.

Обмен газов в тканях происходит в капиллярах органов, где кровь отдает кислород и насыщается углекислым газом. Так как в клетках кислород постоянно используется, его концентрация здесь ниже, чем в капиллярах. Поэтому из просвета сосудов он проходит через тканевую жидкость и проникает в клетки, обеспечивая протекание процессов биологического окисления.

Углекислый газ поступает из клеток в капилляры, где его очень мало, и током крови транспортируется в легкие, где по законам диффузии происходит обмен газов. Пройдя через легкие, венозная кровь становится артериальной и поступает в левое предсердие.

Регуляция дыхания. Структуры, регулирующие дыхание (рис. 56), находятся в коре больших полушарий и в продолговатом мозге. Совокупность нейронов, обеспечивающих ритмическую деятельность дыхательных мышц, называется *дыхательным центром*.

В зависимости от того, в какую фазу дыхательного цикла эти нейроны усиливают свою активность, выделяют нейроны вдоха и выдоха.

От нейронов вдоха возбуждение передается на нервные клетки спинного мозга, под контролем которых находится сокращение дыхательных мышц. Увеличение объема легких приводит к возбуждению рецепторов воздухоносных путей и альвеол. Импульсы от них поступают в продолговатый мозг, вызывая торможение нейронов вдоха и стимулируя нейроны выдоха. В результате диафрагма и наружные межреберные мышцы расслабляются, и происходит выдох.

Раздражение слизистой оболочки носа пылью или резко пахнущими веществами вызывает остановку дыхания и смыкание голосовых связок. При этом давление в грудной полости резко нарастает, и наступает момент, когда воздух с си-

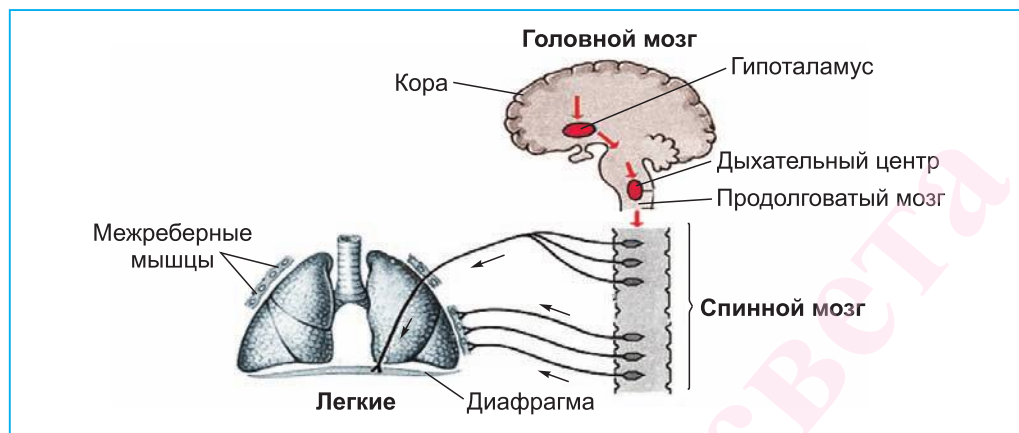


Рис. 56. Структуры, регулирующие дыхание

лой прорывается через голосовые связки в носовую полость — возникает характерный звук чиханья. Вместе с воздухом и слизью выделяются и раздражители слизистой оболочки.

Кашель очень похож на чиханье, с той лишь разницей, что основной поток воздуха выходит через рот.

Гуморальные влияния на дыхательный центр. При мышечной работе в крови накапливается углекислый газ и другие недоокисленные продукты обмена. Как только уровень углекислого газа в крови повышается, ритмическая активность дыхательного центра возрастает и, как следствие, увеличиваются частота и глубина дыхания. В результате вентиляция легких становится адекватной текущему состоянию организма. При понижении концентрации углекислого газа в крови тонус дыхательного центра снижается, и организм переходит на более спокойный режим дыхания, соответствующий уровню обменных процессов.

Дыхательный центр • Нейроны вдоха и выдоха

- ? 1. В виде каких соединений кровью переносятся кислород и углекислый газ? 2. При ранении в область груди может нарушиться герметичность грудной полости. Ее можно восстановить, закрыв рану любым материалом, не пропускающим воздух. Объясните, почему такую процедуру надо осуществлять в состоянии выдоха. 3. Сосчитайте у себя количество дыхательных движений за 1 мин. Теперь задержите дыхание на 20—30 с. Как изменилась частота дыхания? Почему? 4. Если сделать несколько глубоких вдохов подряд, дыхательные движения становятся более редкими. Почему?

§ 37. Гигиена дыхания

Значение правильного дыхания. При правильном дыхании выдох несколько длиннее вдоха. Такой характер дыхания наиболее благоприятен для продуктивной умственной деятельности и умеренных физических нагрузок.

Одно из важных условий полноценного дыхания — хорошо развитая грудная клетка. Ее формированию способствуют специальная дыхательная гимнастика, физические упражнения, занятия спортом. Особенно полезны такие виды спорта, как плавание, гребля, ходьба на лыжах.

При сутулости, впалой груди в легкие поступает меньше воздуха, а следовательно, и кислорода. Поэтому важно научиться стоять, ходить и сидеть, соблюдая правильную осанку, при которой обеспечиваются наиболее благоприятные условия для дыхания.

Большое значение для органов дыхания имеет закаливание. Рекомендуются больше бывать на свежем воздухе, летом спать при открытом окне, а зимой — при открытой форточке.

Носовое дыхание. Дышать следует через нос, поскольку его слизистая оболочка, покрытая ресничками, — это своеобразный барьер, препятствующий проникновению в легкие микроорганизмов и частиц пыли. Слизистая оболочка, богатая кровеносными и лимфатическими сосудами, способствует согреванию и увлажнению воздуха. Особенно важно дышать через нос зимой, так как дыхание через рот влечет за собой переохлаждение дыхательных путей. При отеках или разрастаниях слизистой оболочки носа, искривлении носовой перегородки носовое дыхание нарушается. Человек начинает дышать ртом — это вынужденная реакция.

Влияние курения на органы дыхания. Курение — причина тяжелых заболеваний органов дыхания. Сигаретный дым отравляет не только самого курильщика, но и окружающих. Постоянное раздражение слизистой оболочки глотки, гортани, трахеи, как правило, приводит к хроническому воспалению верхних дыхательных путей и нарушению функций голосового аппарата.

Вы когда-нибудь задумывались над вопросом, почему курильщики кашляют? Оказывается, никотин отрицательно влияет на реснички слизистой оболочки бронхов. Они становятся неспособными перемещать накопившиеся в трахее пылинки и комочки слизи, которые раздражают трахею и вызывают защитную реакцию — кашель. Прекращение курения приводит к восстановлению двигательной активности ресничек, и через какое-то время кашель исчезает. Так стоит ли начинать курить?

В помещении, заполненном людьми, содержание кислорода снижается незначительно, в то время как концентрация углекислого газа растет быстро, увеличиваясь в десятки и даже сотни раз. Поэтому пребывание в душном помещении может вызвать вялость, ухудшение самочувствия, головную боль.

Как уже отмечалось, при печном отоплении в воздухе может оказаться примесь угарного газа. Захватившие его молекулы гемоглобина утрачивают способность связывать кислород. В результате у пострадавшего возникают рвота, судороги, возможны потеря сознания и даже смерть.

При отравлении угарным или бытовым газом пострадавшего необходимо как можно скорее вынести на свежий воздух и вызвать «скорую помощь».

Первая помощь при остановке дыхания (рис. 57). Затруднение или остановка дыхания могут наступить как вследствие заболевания, так и в результате несчастного случая. Прекращение дыхания даже на 5 мин может привести к смерти



Искусственное дыхание



Непрямой массаж сердца



Оказание первой помощи вдвоем

Рис. 57. Первая помощь при остановке дыхания

или глубокой инвалидности. В такой ситуации человеческую жизнь может спасти только своевременная доврачебная помощь.

Наиболее частой причиной прекращения поступления воздуха в легкие является закупорка глотки инородными телами. В этом случае нужно попытаться достать посторонний предмет пальцем. Если инородное тело попало в трахею или бронхи, для его извлечения понадобится специальная медицинская аппаратура. Следовательно, пострадавший должен быть немедленно доставлен в медицинское учреждение.

При остановке дыхания в результате утопления необходимо как можно скорее удалить из воздухоносных путей и легких утонувшего воду, песок и рвотные массы. С этой целью его кладут животом на колено и резкими движениями сдавливают грудную клетку. Затем пострадавшего переворачивают на спину, предварительно освободив шею и грудь от одежды. Под лопатки следует положить твердый валик, голову запрокинуть и приступить к *искусственному дыханию*. Оказывающий первую помощь периодически (примерно 16—18 раз в минуту) активно вдвухает воздух через марлю или носовой платок в рот пострадавшего. Если его грудная клетка при этом расширяется, помощь оказывается верно. Затем надавливают на грудную клетку пострадавшего и вызывают выдох. В выдыхаемом воздухе содержится 16—17 % кислорода, которого вполне достаточно для обеспечения газообмена в организме. А высокое содержание углекислого газа (3—4 %) стимулирует дыхательный центр.

При отсутствии пульса искусственное дыхание сочетают с *непрямым массажем сердца*. Для этого сразу после каждого вдвухания воздуха в легкие следует производить 4—5 быстрых надавливаний на нижнюю часть грудины, стараясь прогнуть ее на 4—5 см по направлению к позвоночнику.

Заболевания, передающиеся воздушно-капельным путем. Воздух может стать источником распространения инфекционных заболеваний. При кашле, чиханье, во время разговора в окружающую среду попадают капельки жидкости, в которых находятся возбудители заболеваний. Какое-то время эти капельки остаются в воздухе и могут попасть в органы дыхания окружающих. Такой способ заражения особенно часто наблюдается при гриппе, дифтерии, коклюше, кори, скарлатине. Эти инфекции называются *воздушно-капельными*.

Причиной заболевания может стать даже обычная пыль, так как на ней оседают микроорганизмы и вирусы. Пыль, содержащая частички свинца или хрома, вызывает химическое отравление. Крупные частицы пыли могут механически травмировать стенки легочных пузырьков и воздухоносных путей.

Одним из методов диагностики заболеваний легких является *флюорография*. Она не вредит здоровью и позволяет оценить состояние легочной ткани. Флюо-

рографию необходимо делать не реже одного раза в 2 года. Это позволяет своевременно выявить такие заболевания, как туберкулез, пневмония, рак легкого.

Носовое дыхание • Искусственное дыхание • Непрямой массаж сердца • Воздушно-капельная инфекция • Флюорография

- ? 1. Почему нужно делать вдох через нос? 2. Каково значение слизистой оболочки, выстилающей воздухоносные пути? 3. Почему курение является фактором риска заболеваний воздухоносных путей? 4. Какой вид городского общественного транспорта предпочтительнее с гигиенической точки зрения: троллейбус или автобус? 5. Какие мероприятия будут предприняты вами в отношении отравившегося угарным газом: искусственное дыхание, переливание крови или и то и другое? 6. Какие действия вы предпримете при оказании первой помощи утонувшему? 7. В каких случаях необходимо сочетать искусственное дыхание с непрямой массаж сердца?

Кислород является обязательным участником реакций биологического окисления органических веществ, в результате которых освобождается энергия. В доставке кислорода к клеткам принимает участие не только дыхательная система, но и система кровообращения.

В основе обмена газов между альвеолами и кровеносными капиллярами, тканями и капиллярами лежит движение молекул из области высокого давления в область, где давление ниже.

Кровь переносит кислород с помощью гемоглобина, который также участвует в переносе углекислого газа.

Поддержание оптимального газового состава артериальной крови достигается за счет изменения частоты и глубины дыхания. Дыхательные мышцы находятся под контролем нервного центра, расположенного в коре больших полушарий и в продолговатом мозге. Так как снабжение тканей кислородом и выведение из них углекислого газа зависят от работы сердечно-сосудистой системы, регуляция дыхания осуществляется в тесной связи с регуляцией кровообращения.

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности важно научиться правильно дышать, больше бывать на свежем воздухе и соблюдать гигиену органов дыхания.



Глава 9

Пищеварительная система. Обмен веществ

В отличие от растений человек не может синтезировать из неорганических веществ органические, а значит, они должны поступать в организм из внешней среды. Продукты питания обеспечивают нас энергией и компонентами, необходимыми для роста и развития. Как это ни удивительно, именно от них во многом зависит состояние нашего здоровья.

Однако клетки человеческого организма не способны усвоить питательные вещества в том виде, в котором они поступают в пищеварительный тракт. Требуется физико-химическая обработка пищи. Эту важную функцию выполняет **пищеварительная система**.

§ 38. Значение питания и пищеварения

Питание, или поступление в организм различных пищевых продуктов, является одним из факторов внешней среды, воздействие которого на организм сказывается не сразу, а постепенно. Очевидно, поэтому люди часто относятся к вопросам питания с недостаточным вниманием. А ведь в течение жизни наш организм получает с пищей около 3,4 т белков, 3 т жиров, 17 т углеводов и 90 т воды. Уже только этот факт наводит на мысль, что к питанию необходимо относиться с должным вниманием.

С питанием тесно связано развитие и существование любого живого организма. Нерациональное питание приводит к возрастанию риска сердечно-сосудистых заболеваний, истощению или, наоборот, к ожирению.

В силу своего возраста вы вряд ли задумывались над тем, что под действием различных факторов среды и в результате естественных причин (старения) часть клеток нашего тела постоянно погибает. Только в течение суток у нас заменяется 5 % клеток кожи, почти половина всех клеток, выстилающих пищеварительные органы, и около 1 % клеток крови. Энергию для восстановления численности клеток организм извлекает из поступивших в него питательных веществ — углеводов, белков и жиров. В питании участвуют также вода, минеральные соли, витамины, не имеющие энергетической ценности.

Усвоение питательных веществ становится возможным только после предварительной физической и химической обработки пищи. Суть физических изменений пищи заключается в ее механическом измельчении, перемешивании и растворении.

Без химической обработки питательные вещества, представляющие собой высокомолекулярные соединения, не могут всосаться в кровь и использоваться клетками организма. Химические изменения включают ряд последовательных этапов расщепления белков, жиров и углеводов. Через стенку пищеварительного тракта в кровь и лимфу поступают лишь преобразованные, простые, хорошо растворимые в воде и лишенные видовой специфичности химические соединения. Только вода, минеральные соли и некоторые органические вещества поступают в кровь неизмененными.

Продукты расщепления поступают в кровь и в дальнейшем используются клетками организма как строительный материал для синтеза собственных белков, жиров и углеводов. Освобождаемая в процессе биологического окисления энергия запасается в форме богатых энергией соединений — АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты) и др.

Питательные вещества подвергаются действию **ферментов**, которые поступают в различные отделы пищеварительного тракта в составе пищеварительных соков. Являясь белками по природе, ферменты существенно увеличивают скорость протекания биохимических реакций. Для их оптимального действия необходимы определенные температура (+37—38 °С) и концентрация ионов H^+ (рН среды). Так, ферменты слюны расщепляют углеводы в щелочной среде, а ферменты желудочного сока, расщепляющие белки, действуют только в кислой среде. Ферменты сока поджелудочной железы активны лишь в щелочной среде. Ускоренной переработке пищи способствует ее тепловая (кулинарная) обработка.

Таким образом, **пищеварение** — совокупность процессов, обеспечивающих механическое измельчение пищи, расщепление питательных веществ на компоненты, пригодные к участию в обмене веществ, и их всасывание.

Питание • Ферменты • Пищеварение

- ? 1. Какова роль питания в процессах жизнедеятельности? 2. Чем опасно пере-
едание? 3. Какую функцию выполняют ферменты? 4. Что такое пищеварение?
5. Приведите примеры, подтверждающие лечебно-профилактическое значение
питания.

§ 39. Строение и функции органов пищеварительной системы

Пищеварительная система состоит из нескольких отделов: ротовой полости, пищевода, желудка, тонкой и толстой кишок (рис. 58). С тонкой кишкой протоками связаны печень и поджелудочная железа, которые вырабатывают пищеварительные соки. Существенную роль в пищеварении играют слюнные железы и железы, находящиеся в стенках желудка и тонкой кишки.

Стенки полых органов пищеварительной трубки состоят из трех оболочек: наружной — соединительнотканной, средней — мышечной и внутренней — сли-

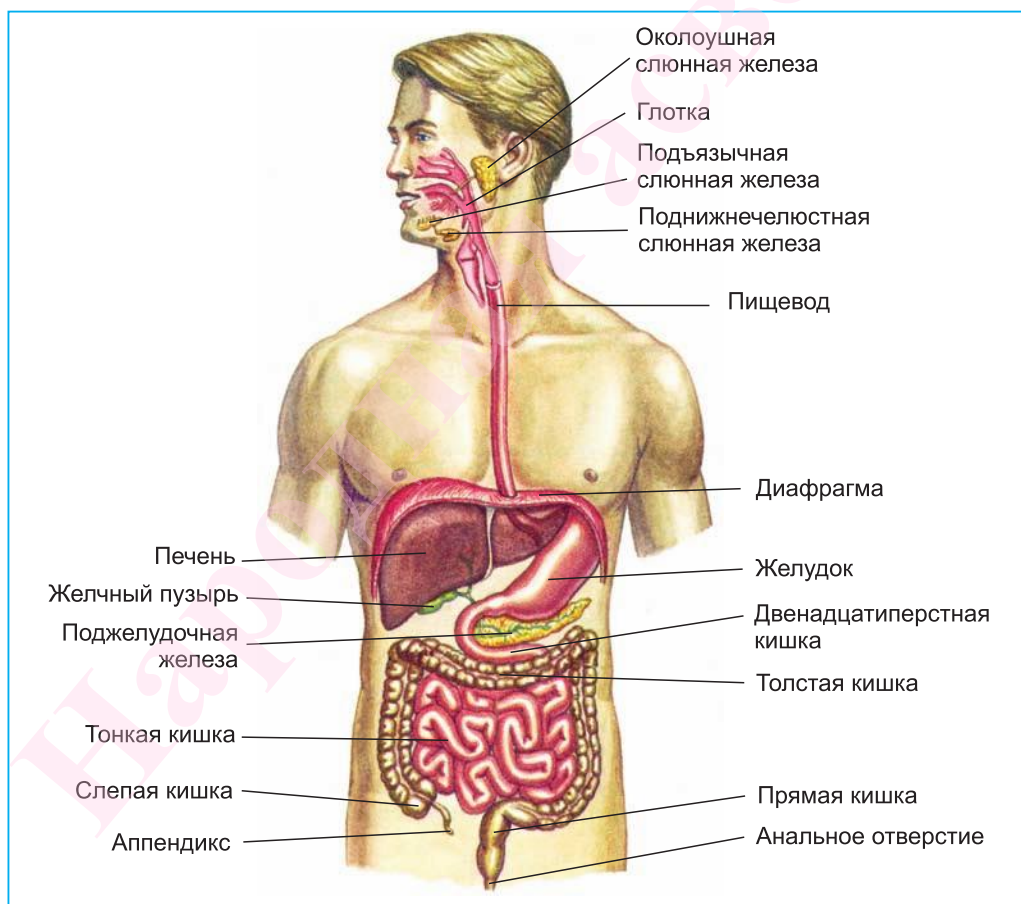


Рис. 58. Строение пищеварительной системы

зистой. Благодаря сокращению гладких мышц средней оболочки пищевая масса перемещается из одного отдела в другой.

Рассмотрим вначале, как устроены, а затем — как функционируют органы пищеварительной системы.

Ротовая полость принимает участие в механической и химической переработке пищи. Сверху она ограничена твердым и мягким нёбом, снизу — челюстно-подъязычной мышцей, по бокам — щеками, а спереди — губами. У взрослого человека в ротовой полости имеется 32 зуба: по 4 резца, 2 клыка, 4 малых коренных и 6 больших коренных зубов на каждой челюсти (рис. 59).

Зуб имеет *коронку*, которая переходит в *шейку*, и *корень*, погруженный в лунку челюсти. Внутри корня проходит канал, расширяющийся в полость зуба. Он заполнен *пульпой*, представленной рыхлой соединительной тканью, содержащей кровеносные *сосуды* и *нервы*.

Основу зуба составляет *дентин*, покрытый на коронке *эмалью*, а на шейке и корне — *цементом*. Дентин и цемент — виды костной ткани. Эмаль — самая прочная ткань в организме человека: по твердости она приближается к кварцу. Тем не менее, и она может стираться и давать трещины.

Это интересно. За всю жизнь у человека формируется 52 зуба. В 6—9-месячном возрасте у ребенка появляются так называемые молочные зубы. Прорезывание постоянных зубов начинается в 6 лет, а заканчивается к 14—15 годам. Исключение составляют зубы мудрости, появление которых задерживается до 20—30 лет.

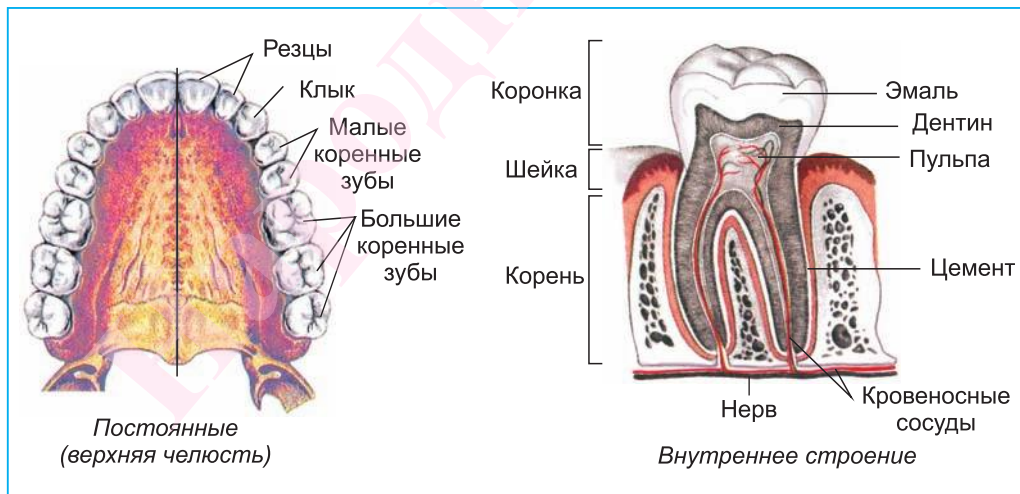


Рис. 59. Зубы

Если все 32 зуба взрослого человека уложить в один ряд, то он вытянется на 70 см, что соответствует длине руки.

Сила сжатия челюстей при жевании у людей может достигать 80 кг/см², что соответствует давлению на землю конца трости, на которую опирается человек. Рекорд по силе сжатия при укусе составил 442 кг/см².

Здоровые зубы — важное условие нормальной работы органов пищеварения. При больных зубах пища во рту плохо измельчается и поступает в желудок неподготовленной к химической обработке.

Одно из самых распространенных заболеваний зубов — кариес. Что к нему приводит? При ненадлежащем уходе за зубами между ними остаются частички пищи, которые подвергаются брожению. Образующиеся кислые продукты действуют на эмаль зуба, вызывая растворение минеральных веществ. В начальной стадии на пораженном участке эмали возникает грязно-серое шероховатое пятно. Затем, вследствие деятельности кислотообразующих микроорганизмов, степень разрушения минеральных веществ зуба возрастает и появляется кариозная полость. Горячая или холодная пища, сладкое и кислое вызывают боль. В таких случаях необходимо обратиться к стоматологу.

После приема пищи необходимо тщательно прополаскивать рот. Эта процедура позволяет избавиться от остатков пищи между зубами, которые служат средой обитания микроорганизмов. С зубов следует удалять налет, для чего перед сном и утром нужно чистить зубы пастой. Зубную щетку следует менять не реже одного раза в 2—3 месяца.

Слизистая оболочка ротовой полости снабжена множеством слюнных желез разной величины. Крупные железы расположены глубоко в тканях. Они значительно удалены от полости рта и сообщаются с ней выводными протоками. В ротовую полость открываются протоки трех пар крупных слюнных желез — *околоушных, подъязычных и поднижнечелюстных*.

В ротовой полости находится язык — подвижный мышечный орган, покрытый слизистой оболочкой и богато снабженный сосудами и нервами. Язык передвигает пищу в процессе жевания, служит органом вкуса и участвует в звукообразовании.

Ротовая полость сообщается с глоткой отверстием, которое называется *зевом*. По его бокам находятся особые образования — миндалины. Вы уже знаете, что это органы лимфатической системы. В миндалинах содержатся лейкоциты, обезвреживающие микроорганизмы, которые присутствуют в продуктах питания.

Глотка — это участок пищеварительного канала, соединяющий ротовую полость с пищеводом и носовую — с гортанью.

От глотки начинается **пищевод** — мышечная трубка длиной около 25 см. Вместе с трахеей пищевод проходит в грудную полость и на уровне XI грудного позвонка открывается в желудок.

Желудок — расширенная часть пищеварительной трубки, покрытая соединительной тканью (рис. 60). Его слизистая оболочка собрана в складки, в которые открываются выводные протоки желез, вырабатывающих желудочный сок. Мускулатура желудка состоит из нескольких слоев гладких мышц. Такое строение способствует поддержанию постоянного давления в желудке, тонуса его стенок, перемешиванию и передвижению пищевой массы из желудка в кишечник.

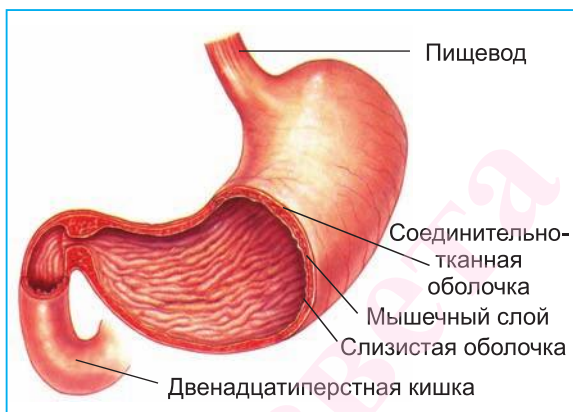


Рис. 60. Строение желудка

Тонкая кишка занимает большую часть брюшной полости (рис. 61). У взрослого человека ее длина составляет 5—6 м.

Тонкая кишка подразделяется на двенадцатиперстную, тощую и подвздошную кишки. В ее начальную часть — *двенадцатиперстную кишку* открываются протоки поджелудочной железы и печени. *Тощая* и *подвздошная кишки* со всех сторон покрыты брыжейкой — соединительнотканной складкой брюшины, прикрепляющей внутренние органы к стенкам брюшной полости.

Слизистая оболочка тонкой кишки содержит огромное количество микроскопических желез, вырабатывающих кишечный сок. Кроме того, она образует многочисленные выросты — ворсинки. На площади 1 см² располагается около 2500 ворсинок. Внутри каждой из них находятся гладкие мышечные клетки и хорошо развитая кровеносная и лимфатическая сети. Ворсинки в свою очередь покрыты пальцеобразными выростами — микроворсинками, которые настолько малы, что их можно увидеть только в электронный микроскоп.



Рис. 61. Строение тонкой кишки

Несмотря на ничтожные размеры, значение микроворсинок очень велико — благодаря им площадь поверхности тонкой кишки возрастает более чем в 30—40 раз.

Поджелудочная железа, как следует из названия, находится под желудком (рис. 62). Это чрезвычайно важная железа. Именно ей принадлежит главная роль в переваривании пищи в кишечнике. Сок поджелудочной железы по специальному протоку поступает в двенадцатиперстную кишку.

Печень является самой крупной пищеварительной железой, которая связана с тонкой кишкой. У взрослого человека масса печени достигает 1,8 кг. Расположена она справа под диафрагмой в верхнем отделе брюшной полости. На нижней поверхности правой доли печени располагается *желчный пузырь*, который является накопителем желчи. Из желчного пузыря желчь по протоку поступает в двенадцатиперстную кишку.

Печень принимает активное участие в пищеварении. Вырабатываемая ею желчь активизирует ферменты тонкой кишки и сока поджелудочной железы, эмульгирует жиры, подщелачивает пищевую кашицу. Кроме того, печень участвует в синтезе витамина А, оказывает влияние на процессы кроветворения и свертывания крови. Особенно важна *барьерная функция* печени. Она задерживает и обезвреживает ядовитые вещества, попадающие в кровь из кишечника.

Толстая кишка — конечный отдел пищеварительной системы. По внешнему виду она отличается от тонкой не только большим диаметром, но и наличием типичных вздутий. Ее длина колеблется от 1,5 до 2 м, а диаметр составляет около 6 см. Толстая кишка не имеет ворсинок и почти лишена пищеварительных желез.

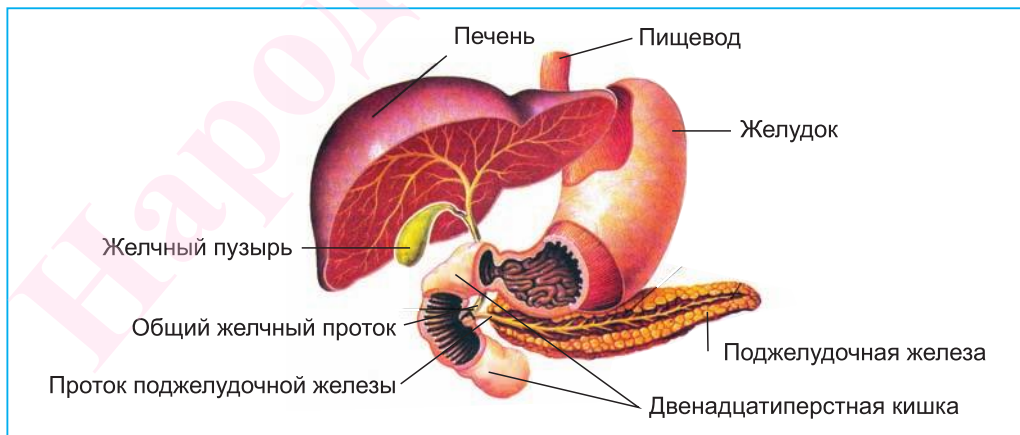


Рис. 62. Расположение основных органов пищеварительной системы

В начале толстой кишки находится мешкообразное выпячивание — *слепая кишка*, от которой отходит червеобразный отросток — *аппендикс*. При попадании в него непереваренной пищи и болезнетворных микроорганизмов возникает воспалительный процесс — аппендицит. В этом случае производится операция по удалению аппендикса.

Последним отрезком толстой кишки является прямая кишка с анальным отверстием, которое служит для удаления непереваренных остатков пищи.

Ротовая полость • Молочные и постоянные зубы • Кариес • Глотка • Пищевод • Желудок • Ворсинки • Поджелудочная железа • Печень

- ? 1. Из каких органов состоит пищеварительная система? 2. Каково строение зуба? 3. Что такое кариес? 4. Следует ли лечить молочные зубы? 5. Как нужно ухаживать за зубами? 6. Каково строение и функции желудка? Тонкой и толстой кишок? 7. В какой отдел кишечника поступают сок поджелудочной железы и желчь? 8. Где и почему не происходят процессы брожения: в желудке или кишечнике?

§ 40. Процессы пищеварения

Полость рта. При пережевывании пища смешивается со слюной, которую секретируют слюнные железы. Слюна содержит около 99 % воды, остальное — пищеварительные ферменты, соли и слизь. Слизь представляет собой вязкую жидкость, состоящую из воды и веществ белковой природы — лизоцима и др. *Лизоцим* обладает обеззараживающим действием — он разрушает оболочки бактериальных клеток. Благодаря слизи пищевая масса легко проглатывается.

Слюнные железы вырабатывают пищеварительные ферменты — *амилазу* и *мальтазу*, которые в слабощелочной среде расщепляют сложные углеводы (крахмал) до простых (глюкозы). Но пища находится в ротовой полости непродолжительное время, поэтому действие ферментов слюны реализуется в желудке. Это возможно до того момента, пока пищевой комок не пропитается желудочным соком.

Язык проталкивает пищу в направлении глотки, которая ведет в пищевод (рис. 63). В момент

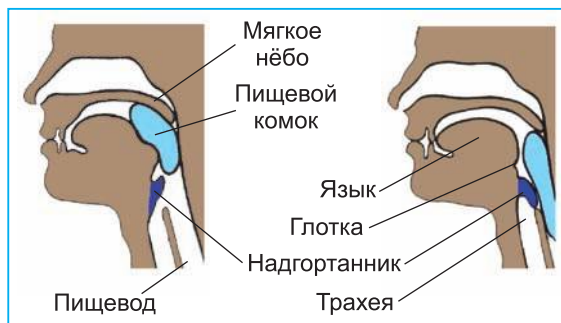


Рис. 63. Схема акта глотания

совершения глотательных движений вход в трахею прикрывается надгортанником.

Следовательно, во рту пища измельчается, смачивается, обволакивается слюью, частично обеззараживается и подвергается действию ферментов.

Желудок. Из пищевода пища направляется в желудок, где она **накапливается** и задерживается на некоторое время (2—8 ч). В результате сокращений стенок желудка пища перетирается, смешивается с желудочным соком и приобретает консистенцию жидкого супа.

Желудочный сок — это бесцветная жидкость, в состав которой входят пищеварительные ферменты, слюзь и 0,5-процентный раствор **соляной кислоты** (HCl). Она активизирует ферменты желудочного сока и **уничтожает** болезнетворные микроорганизмы. Слюзь препятствует перевариванию стенок желудка собственными ферментами.

Ведущую роль в переваривании пищи в полости желудка играет фермент **пепсин**, который превращает сложные молекулы белка в относительно простые. Содержащаяся в желудочном соке **липаза** расщепляет эмульгированные жиры молока до глицерина и жирных кислот.

Тонкая кишка выделяет **кишечный сок**, который состоит из жидкой части и комочков слизи, содержащих **слущенные клетки** кишечного эпителия. При разрушении этих клеток освобождаются содержащиеся в них ферменты, которые активно участвуют в пищеварении. Оптимальной для работы ферментов является щелочная среда.

Важную роль в пищеварении играют сок поджелудочной железы и желчь, которые по выводным протокам поступают в полость двенадцатиперстной кишки через несколько минут после начала приема пищи.

Количество (в среднем за сутки выделяется 1,5 л) и качественный состав **сока поджелудочной железы** соответствуют химическому составу пищи. Ферменты, входящие в его состав, становятся активными только в двенадцатиперстной кишке. Они расщепляют белки, а также углеводы и жиры.

Желчь, создавая щелочную реакцию, усиливает двигательную активность тонкой кишки и влияет на процессы всасывания. Соли желчных кислот, входящие в ее состав, облегчают переваривание и всасывание жиров, а также других веществ, нерастворимых в воде.

Толстая кишка служит главным образом для подготовки к выведению **непереваренных** остатков пищи. В нем происходит всасывание основной массы воды, минеральных солей, некоторых витаминов. Непереваренные остатки пищи становятся полутвердыми и образуют кал.

Многочисленные бактерии, находящиеся в толстой кишке, принимают участие в образовании органических кислот, газов и токсических веществ. Здесь под

действием микрофлоры происходит частичное расщепление целлюлозы, что имеет существенное значение, так как пищеварительные ферменты на нее не действуют.

Всасывание — это совокупность процессов, обеспечивающих перенос веществ из пищеварительного тракта во внутреннюю среду организма (кровь и лимфу).

Всасывание осуществляется практически во всех отделах пищеварительной системы, но с различной интенсивностью. В ротовой полости всасывание незначительно вследствие кратковременного пребывания здесь пищи. В желудке всасываются глюкоза, частично вода и минеральные соли, некоторые лекарственные препараты.

Поскольку всасывание продуктов расщепления происходит в основном в тонкой кишке, ее слизистая оболочка по своему строению максимально приспособлена для этих процессов.

Особое значение для эффективного переноса веществ имеет большая площадь поверхности кишечника и постоянно высокий кровоток в его слизистой оболочке.

Продукты расщепления жиров, белков и углеводов всасываются в кровеносные капилляры ворсинок. Наиболее интенсивно этот процесс идет в верхней части тонкой кишки.

Оттекающая от кишечника кровь направляется к печени, где глюкоза превращается в гликоген (животный крахмал) и откладывается про запас.

Таким образом, продукты пищеварения в конечном итоге поступают во внутреннюю среду организма. Они переносятся к клеткам, где либо окисляются с выделением энергии, либо используются в процессах биосинтеза как строительный материал.

Лизоцим • Амилаза • Мальтаза • Пепсин • Липаза • Тонкая и толстая кишки • Желчь • Всасывание

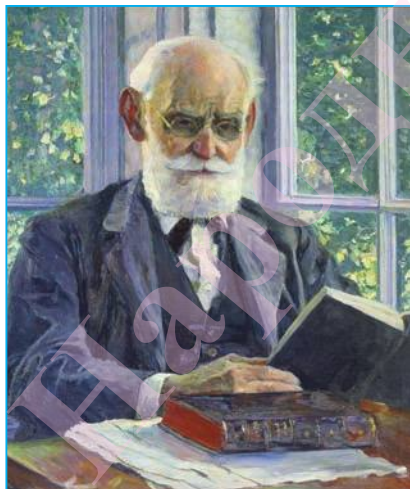
- ? 1. Какие физические и химические изменения происходят с пищей в ротовой полости? 2. Почему пищу рекомендуется тщательно пережевывать? 4. Что происходит с пищей в желудке? 3. Какие вещества входят в состав желудочного сока? Каковы их функции? 5. Какие пищеварительные соки пропитывают пищевой комок, поступающий из желудка в двенадцатиперстную кишку? 6. Какие питательные вещества расщепляются под действием ферментов сока поджелудочной железы? 7. Какое значение в пищеварении имеет желчь? 8. Как строение тонкой кишки приспособлено к функции всасывания? 9. Какие физиологические процессы идут в толстой кишке?

§ 41. Регуляция пищеварения

Регуляция процессов пищеварения. От момента поступления продуктов питания в организм и до завершения процессов пищеварения проходит от 6 до 14 ч (в зависимости от количества и состава пищи). Все это время пища претерпевает существенные физико-химические изменения — измельчается, смачивается, перемешивается, подвергается действию ферментов. Согласование двигательной, секреторной и всасывательной функций пищеварительной системы достигается путем тесного взаимодействия нервных и гуморальных механизмов регуляции. Рассмотрим, как осуществляется регуляция пищеварения в ротовой полости, желудке и кишечнике, то есть на каждом отдельно взятом этапе пищеварения.

С помощью рецепторов полости рта мы распознаем вкус, температуру и другие свойства пищевых продуктов. От рецепторов по чувствительным нервным волокнам возбуждение передается в *центр слюноотделения*, который, как вы уже знаете, расположен в продолговатом мозге. От него команда направляется к слюнным железам, в результате чего выделяется слюна, количество и качественный состав которой соответствуют физико-химическим свойствам пищи. Но «слюнки могут течь» и от вида, запаха еды, одного разговора о ней. Такая реакция возникает только на хорошо знакомые продукты питания. Внешний вид экзотических фруктов и блюд, которые мы никогда не пробовали, слюноотделения не вызовет.

Таким образом, управление слюноотделением осуществляется *рефлекторно*.



И. П. Павлов (1849—1936) — русский физиолог, лауреат Нобелевской премии

Это интересно. Регуляция пищеварения с исключительной глубиной и тщательностью была изучена русским физиологом И. П. Павловым. Им был разработан уникальный метод исследования желудочной секреции. И. П. Павлов оперативным путем изолировал часть желудка собаки с сохранением нервов, управляющих его функциями. В эту обособленную часть, обладающую полноценной функцией, пища не попадала. Через вживленную в нее фистулу (трубку) можно было собирать чистый желудочный сок без примесей пищи на любом этапе пищеварения и исследовать его.

В знак признания заслуг академика И. П. Павлова в области физиологии пищеварения ему первому из русских ученых была присуждена Нобелевская премия (7 октября 1904 г.).

Секреция желудочного сока начинается задолго до поступления пищи в желудок. И. П. Павлов называл такой сок «запаль-

ным», или аппетитным, подготавливающим желудок к приему пищи. Сходным образом выделяются желчь и сок поджелудочной железы. Последующее механическое раздражение пищей рецепторов полости рта и желудка усиливает желудочную секрецию.

В регуляции секреции желудочного сока важную роль играют биологически активные вещества. Под воздействием всосавшихся в кровь продуктов пищеварения слизистая оболочка желудка высвобождает гормоны, которые могут усиливать или снижать секрецию соляной кислоты и пепсина.

Как только кислая пищевая кашица поступает в начало тонкой кишки, ее слизистая оболочка начинает рефлекторно выделять кишечный сок. К рефлекторному механизму присоединяется гуморальный: выделяются гормоны, которые стимулируют продукцию сока поджелудочной железы и желчи.

Таким образом, контроль за деятельностью органов пищеварительного тракта осуществляется нервным и гуморальным механизмами.

Регуляция аппетита и жажды. В основе формирования целенаправленного пищевого поведения лежит чувство голода. Необходимость пополнения ресурсов организма возникает в результате возбуждения *пищевого центра*, расположенного в центральной нервной системе. Пищевой центр регулирует выбор потребляемой пищи и начальные этапы пищеварения.

Термином аппетит обозначают эмоциональное ощущение, связанное со стремлением к потреблению пищи. В переводе с латинского «аппетит» означает «желание», «стремление». Есть с аппетитом — значит есть охотно, с удовольствием. От французов к нам пришла поговорка «Аппетит приходит во время еды». Ученые давно стремятся понять физиологическую природу этого явления. Наибольшее распространение получила теория, согласно которой в гипоталамусе расположены нервные центры, проявляющие высокую чувствительность к изменению концентрации глюкозы в крови. Ее понижение приводит к возбуждению центра голода и формированию поведения, направленного на поиск и потребление пищи. Увеличение содержания в крови конечных продуктов гидролиза (вследствие всасывания) запускает нервные и гуморальные механизмы, приводящие к угнетению центра голода и появлению чувства насыщения.

При уменьшении количества жидкости в организме происходит возбуждение *питьевого центра* в головном мозге, что вызывает реакции, направленные на утоление жажды.

Центр слюноотделения • Пищевой центр • Аппетит •
Питьевой центр • Жажда

- ? 1. Как осуществляется регуляция слюноотделения? 2. Приведите пример «психического» слюноотделения. 3. Почему при жевании сухарей выделяется больше слюны, чем при жевании свежего хлеба? 4. Что такое «запальный» желудочный сок? При каких условиях он выделяется? 5. Почему при волнении снижается выработка пищеварительных соков? 6. Как была доказана причастность нервной системы к регуляции секреции желудочного сока? 7. Каким образом осуществляется регуляция аппетита?

§ 42. Основы рационального питания. Гигиена питания

Энергия пищевых веществ. Согласно современной теории сбалансированного питания, количество потребляемой пищи должно соответствовать энергетическим затратам организма. Иными словами, в питании должен постоянно соблюдаться определенный энергетический баланс.

Установлено, что при окислении 1 г углеводов и 1 г белков выделяется 17 220 Дж, а 1 г жира — 39 060 Дж. Зная количество и состав пищи, можно рассчитать *энергетическую ценность* (калорийность) своего пищевого рациона, что важно для организации рационального питания.

Нормы питания. Но одного только учета калорийности принимаемой пищи недостаточно для организации полноценного питания. Важно, чтобы все необходимые вещества (белки, жиры, углеводы, вода, минеральные соли и витамины) присутствовали в пище в определенных соотношениях. Для детей младшего школьного возраста наилучшим считается соотношение белков к жирам и углеводам 1:1:6, для взрослых — 1:1:4. Особое внимание следует уделять обеспечению детского организма витаминами и минеральными веществами.

В рационе должны быть сбалансированы продукты животного и растительного происхождения. Важно, чтобы объем пищи был достаточным — вызывал чувство сытости, и калорийность покрывала все энергетические затраты организма.

Суточные затраты энергии каждого человека в значительной степени зависят от условий жизни, характера и количества выполняемой работы, состояния здоровья и многих других факторов. Даже в условиях полного физиологического покоя мы несем энерготраты, которые при массе тела 70 кг составляют за сутки примерно 7000 кДж (1671 ккал). Особенно высоки потери энергии при мышечных нагрузках. Так, в процессе выполнения тяжелой физической работы затраты энергии увеличиваются в 3—4 раза, достигая 17 000—20 000 кДж в сутки.

Режим питания. Понятие «рациональное питание» имеет отношение не только к количеству и качеству принимаемой пищи, но и к правильному режиму ее приема, т. е. к распределению суточного рациона во времени.

Пищевая и биологическая ценность продуктов снижается, когда человек редко принимает пищу (1—2 раза в день). Особенно тяжело переносят длительные перерывы в кормлении дети. В то же время при очень частом питании пища не успевает перевариваться, и аппетит снижается.

Сколько же раз в сутки надо есть? Для учащихся наиболее рационален 4-разовый прием пищи. При таком режиме питания интервал между едой не превышает 4 ч.

Утренний завтрак должен быть сытным и включать не менее 25 % суточного рациона, второй (школьный) завтрак — 20 %. В нем должно содержаться 15—30 г белка, 15—20 г жира, 80—100 г углеводов. Обед обычно составляет 35 %, а ужин — около 20 % суточного рациона.

Главный источник белков — мясо. Полезность мяса возрастает, если его сочетать с другими продуктами — хлебом, крупами, овощами.

Необходимо обращать внимание на время приема качественно разнородных продуктов. Например, богатые белками продукты надо употреблять во время завтрака и обеда, так как белки повышают возбудимость нервной системы и ускоряют обмен веществ. Вечером рекомендуются блюда из молочных и растительных продуктов.

Гигиена питания и предупреждение пищевых отравлений. Питание можно считать нормальным только тогда, когда пища способствует продуктивной работе всех органов и систем, в полной мере отвечает возрастным потребностям организма, обеспечивает постоянство массы тела (у взрослых). Неправильно организованное питание вызывает серьезные нарушения в состоянии здоровья. В этой связи к питанию предъявляются следующие гигиенические требования:

- рацион питания должен соответствовать возрастным нормам и содержать все необходимые для организма вещества;
- пища должна быть безвредной и экологически чистой;
- пища должна удовлетворять потребности организма в энергии;
- продукты питания должны быть разнообразными и сбалансированными по содержанию различных пищевых веществ.

При неправильном хранении продуктов питания в них могут оказаться болезнетворные микроорганизмы или образоваться ядовитые вещества. Такие продукты непригодны к употреблению, поскольку способны вызывать тяжелые заболевания, которые объединяют в группу *пищевых отравлений*.

При несоблюдении правил личной гигиены возможны отравления, вызванные палочкой ботулизма и кишечной палочкой. Палочки ботулизма живут в кишечнике крупного рогатого скота, свиней, лошадей, грызунов, не вызывая у них заболевания. Попадая в почву вместе с навозом, они нередко оказываются на

овошах, грибах и других продуктах. Бактерии, вызывающие ботулизм, развиваются без доступа воздуха, поэтому размножаются только в герметически закрытых консервных банках. В связи с этим особенно опасны консервы домашнего приготовления. Возбудитель ботулизма выделяет очень сильный яд, поражающий центральную нервную систему.

Помните! Если консервная банка хотя бы немного вздута, ее содержимое непригодно к употреблению. Симптомы ботулизма развиваются через 12 — 14 ч после приема зараженной пищи. Заболевание обычно начинается с головной боли, тошноты, рвоты, болей в животе. Температура тела может не повышаться. Через 1 — 2 сут появляются расстройство зрения, паралич шейных и дыхательных мышц. Болезнь порой имеет летальный исход.

Нередко в продукты питания попадают стафилококки. Особенно активно они развиваются в молоке, мясе, рыбе и также могут вызывать тяжелые отравления.

При контакте с крупным и мелким рогатым скотом, домашней птицей, кошками, собаками можно заболеть сальмонеллезом. Чаще всего заражение происходит через инфицированные продукты питания: мясо, молоко, яйца. Сальмонеллез начинается с повышения температуры тела, возникают боли в животе, сопровождающиеся диареей (поносом) и рвотой.

Смертельно опасна холера. Ее возбудитель — холерный вибрион. Он хорошо сохраняется в воде, легко переносит холод, но плохо выдерживает нагревание. Холерный вибрион, как и другие болезнетворные бактерии, погибает от хлорной извести (хлорки) или хлорамина, поэтому при угрозе холеры рекомендуют кипятить воду, молоко, а руки ополаскивать раствором хлорной извести.

Попадание в продукты или готовую пищу большого количества свинца, цинка, меди, мышьяка тоже может вызвать серьезное отравление. Чаще других встречается отравление цинком при хранении кислых продуктов (квас, квашеная капуста и др.) в оцинкованной посуде.

Тяжелые пищевые отравления вызывают ядовитые грибы. Особенно опасна *бледная поганка* — даже небольшой кусочек этого гриба может привести к гибели человека. Поэтому очень важно уметь отличать ядовитые грибы от съедобных, соблюдать правила сбора грибов.

Не менее опасны ядовитые растения: *белена черная*, *волчье лыко*, *дурман*, *вороний глаз* и др.

При первых признаках отравления (недомогание, боли в брюшной полости, понос, рвота) необходимо срочно освободить желудок от пищи. Для этого нужно вызвать рвоту (обычно надавливанием пальцами на корень языка). Пострадавшему дают выпить 1,5—2 л воды комнатной температуры, предварительно доба-

вив в нее несколько кристалликов перманганата калия (марганцовки). Рвотный рефлекс следует вызывать до тех пор, пока вода, покидающая желудок, будет без примеси пищи. После этого больного укладывают в постель, тепло укрывают и вызывают рвота.

**Энергетическая ценность • Нормы питания • Затраты энергии •
Режим питания • Пищевые отравления**

- ? 1. Какова роль пищи для организма человека? 2. Назовите наиболее богатые белками, жирами, углеводами продукты питания. 3. Почему желателно принимать пищу в одно и то же время? 4. Что нужно учитывать при составлении пищевого рациона? 5. Почему с физиологической точки зрения нежелательно есть быстро? 6. Какой режим питания является оптимальным для организма? 7. На чем основана рекомендация после сытного обеда не заниматься гимнастикой, не купаться, не париться в бане? 8. Какие виды пищевых отравлений вам известны? 9. Как предупредить пищевые отравления? 10. В чем заключается доврачебная помощь при пищевых отравлениях?

§ 43. Обмен веществ. Витамины

Обмен белков, углеводов и жиров складывается из биохимических реакций распада этих соединений и биосинтеза веществ, свойственных организму, проходящих под действием ферментов.

Белки занимают особое место в обмене веществ. Они участвуют в регуляции практически всех процессов жизнедеятельности, обеспечивают иммунитет, определяют индивидуальные особенности организмов.

Белки пищи, содержащие весь необходимый организму набор аминокислот, называются *полноценными*. Наиболее высока биологическая ценность белков яиц, мяса, молока, рыбы.

Недостаток белков в пище невосполним, так как аминокислоты, из которых они синтезируются, не образуются ни из жиров, ни из углеводов. Взрослым рекомендуется ежедневно употреблять не менее 0,75 г белка на 1 кг массы тела.

При распаде белков образуется ядовитое вещество *аммиак*, которое в печени превращается в мочевины. Конечные продукты обмена веществ — углекислый газ, вода, мочевина, мочевая кислота и некоторые другие азотистые соединения выводятся из организма с мочой, потом и в составе выдыхаемого воздуха.

Углеводами особенно богата пища растительного происхождения: хлеб, крупы, овощи, фрукты. В присутствии кислорода углеводы окисляются до CO_2 и воды, обеспечивая при этом клетки энергией.

Окисление углеводов может идти и в бескислородных условиях. Энергии при этом освобождается значительно меньше, но образуется она очень быстро. В таком режиме происходит окисление глюкозы в организме спортсмена, например при беге на дистанцию 100 м.

Содержание жиров в организме человека колеблется от 10 до 30 % от массы тела и зависит от характера питания, двигательной активности, возраста и пола.

Жиры, как и углеводы, выполняют пластическую и энергетическую функции. При окислении жиров образуется в 2 раза больше энергии, чем при окислении такого же количества углеводов.

Организм получает необходимые жиры в составе пищи или путем их биосинтеза из углеводов. Ежедневно необходимо употреблять 0,5—0,75 г жиров на 1 кг массы тела.

Водно-солевой обмен состоит в потреблении растворов, содержащих ионы, использовании воды в качестве растворителя и выведении ее излишков из организма в виде мочи и пота.

Вода и минеральные соли составляют основную часть плазмы крови, лимфы и тканевой жидкости, т. е. являются важнейшими элементами внутренней среды. Кроме того, они входят в состав пищеварительных соков, что во многом определяет их значение для пищеварения. И хотя ни вода, ни минеральные соли не являются источниками энергии, их постоянное поступление и выведение из организма — обязательное условие его существования.

Для нормальной жизнедеятельности важно, чтобы поступление воды полностью покрывало ее расход. При комфортной температуре окружающей среды (около 20 °С) человеку в сутки нужно 2—2,5 л воды. Она поступает в организм при питье (около 1 л), с пищей (около 1 л). Часть ее образуется при обмене белков, жиров и углеводов (300—350 мл).

С минеральными веществами связаны такие свойства живого, как возбудимость, проводимость и сократимость. Неорганические ионы (K^+ , Na^+ , Cl^- , Ca^{2+}) необходимы для нормальной деятельности нервной и мышечной систем. Ионы Na^+ и Cl^- создают осмотическое давление, которое определяет распределение воды между клетками. От обмена кальция и фосфора зависит рост костей. Кальций влияет на свертывание крови, обмен белков и жиров.

Витамины — низкомолекулярные органические соединения, входящие в состав ферментов, повышающих эффективность обменных процессов. При недостатке витаминов нарушается обмен веществ и развивается *гиповитаминоз*. Не менее опасно избыточное поступление витаминов — *гипервитаминоз*.

Это интересно. Заслуга открытия витаминов принадлежит русскому врачу Н. И. Лунину. В 1881 г. он обнаружил, что длительное кормление мышей пищей, состоящей из основных компонентов молока, приводит их к гибели. В то же время животные, получавшие цельное молоко, развивались и росли нормально. Н. И. Лунин сделал вывод, что в молоке содержатся неизвестные пока науке жизненно необходимые соединения. Спустя три десятка лет польский биохимик К. Функ дал им название витамины (от лат. *vita* — жизнь).

К настоящему времени известно более 80 витаминов. Их обозначают латинскими буквами А, В, С и т. д. Все витамины делят на растворимые в жирах и растворимые в воде.

К *жирорастворимым* относятся витамины А, D и некоторые другие.

Недостаток в пище витамина А приводит к развитию *куриной слепоты* — заболеванию, при котором исчезает способность видеть с наступлением сумерек. В организме человека витамин А синтезируется из веществ, содержащихся в свежей моркови, помидорах, шпинате, салате и других овощах.

Витамин D регулирует обмен кальция и фосфора. Его особенно много в рыбьем жире, печени, желтке куриного яйца. Дефицит витамина D вызывает у детей тяжелое заболевание — рахит. При рахите происходит размягчение и искривление костей ног, замедляется рост зубов, деформируется грудная клетка, резко ослабевают мускулатура.

Из группы *водорастворимых* витаминов наиболее изучены витамины С, В₁ и В₆.

Витамин С (аскорбиновая кислота) необходим для синтеза белков, входящих в состав соединительнотканых волокон кожи и десен, а также антител крови. При его недостатке развивается цинга. Это заболевание характеризуется кровоточивостью десен, выпадением зубов, появлением на коже язв, разрушением костей.

Во время эпидемий вирусных и других инфекционных заболеваний суточную дозу витамина С следует увеличивать в несколько раз, так как он повышает сопротивляемость организма.

Витамин В₁ повышает активность целого ряда ферментов. При его недостатке происходит накопление недоокисленных продуктов обмена в мышцах и нервных клетках. Это ведет к развитию болезни бери-бери. Она сопровождается поражением нервной системы, сердечно-сосудистыми нарушениями, отеками. Длительное время заболевание было широко распространено у жителей тихоокеанских островов, использовавших в пищу очищенный рис. И только в начале XIX в. удалось выделить из рисовых отрубей активное вещество (витамин В₁), которое полностью излечивало от бери-бери.

Широкой биологической активностью обладает витамин В₆, который содержится в мясе, рыбе, молоке, печени, дрожжах, многих растительных продуктах

и, кроме того, синтезируется микрофлорой кишечника. Он принимает участие в обмене белков. Недостаток витамина В₆ вызывает дерматиты, анемию, судороги.

Витамины должны постоянно поступать в организм человека в достаточном количестве. К сожалению, их содержание в пищевых продуктах не всегда удовлетворяет потребности организма. В случаях, когда прием витаминсодержащей пищи ограничен, для профилактики гиповитаминозов следует, посоветовавшись с врачом, принимать синтетические витаминные комплексы.

**Полноценные белки • Водно-солевой обмен • Рахит •
Жирорастворимые и водорастворимые витамины • Цинга • Бери-бери**

- ? 1. Почему обмен веществ является основой жизнедеятельности организма? 2. Какова роль белков, жиров и углеводов в обмене веществ? 3. Какие конечные продукты обмена образуются при расщеплении белков? 4. Если не принимать с пищей жиры, будет ли гарантия снижения массы тела? Обоснуйте свой ответ. 5. Почему зимой организму требуется меньше воды, чем летом? 6. Какова роль витаминов в организме? 7. Какие продукты являются основными источниками витаминов? 8. Какое влияние оказывают витамины на обмен веществ в организме? Приведите примеры. 9. При дефиците каких витаминов развивается заболевание цинга? Бери-бери? Рахит?

Организм испытывает постоянную потребность в строительном материале и энергии для роста, восстановления численности своих клеток, поддержания постоянства внутренней среды. Эта потребность удовлетворяется пищеварительной системой, которая выполняет секреторную, двигательную и всасывательную функции. Мускулатурой органов пищеварительного тракта осуществляется также выделительная функция, предусматривающая удаление из организма конечных продуктов обмена веществ и непереваренных остатков пищи.

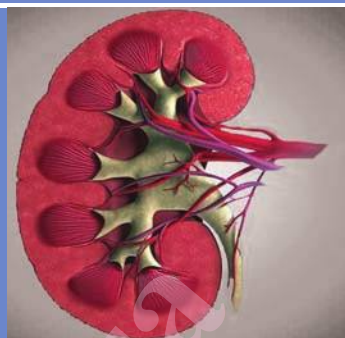
В полость желудочно-кишечного тракта поступают пищеварительные соки. Они содержат вещества белковой природы — ферменты, которые расщепляют белки, жиры и углеводы на мелкие фрагменты, не имеющие видовой специфичности. Продукты гидролиза всасываются через слизистую оболочку желудка и кишечника, поступают в кровь и лимфу, а затем — в клетки организма.

Регуляция функций пищеварительной системы осуществляется посредством биологически активных веществ и нервной системой.

Витамины — соединения, входящие в состав ферментов, которые повышают эффективность обменных процессов.

Глава 10

Мочевыделительная система



Оптимальные условия для жизнедеятельности клеток поддерживаются благодаря тесным связям организма с внешней средой. Из нее он получает необходимые питательные вещества и в нее же выделяет образующиеся в ходе обмена веществ конечные продукты.

Освобождение организма от конечных продуктов обмена, чужеродных веществ, избытка воды, солей и составляет сущность процесса **выделения**.

Конечные продукты обмена удаляются из организма через почки, легкие, кожу и кишечник. Исключительная роль в выведении из организма образовавшихся в процессе обмена веществ азотсодержащих продуктов принадлежит мочевыделительной системе. Ее главные составляющие — это почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал (рис. 64). Почки извлекают из плазмы крови аммиак, мочевины, мочевую кислоту, лекарственные препараты и в составе мочи выделяют их во внешнюю среду. Почки участвуют в поддержании постоянства водно-солевого обмена и других параметров гомеостаза.

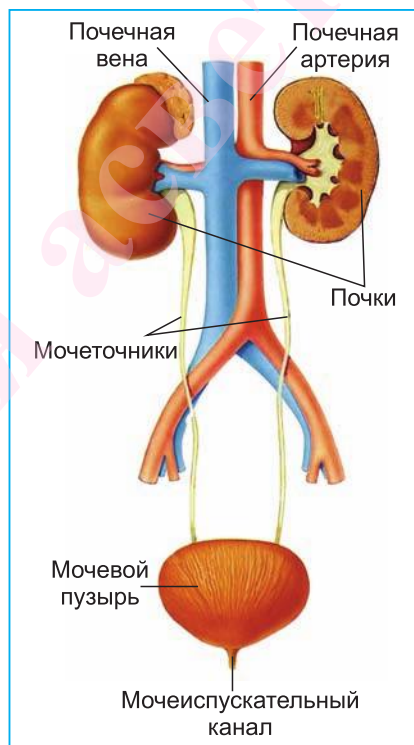


Рис. 64. Мочевыделительная система

§ 44. Строение почек

Почки — органы бобовидной формы, расположенные в поясничной области по бокам от позвоночника. При этом левая почка располагается несколько выше, чем правая. Каждая почка покрыта соединительнотканной капсулой, к которой снаружи прилегает слой жировой клетчатки.

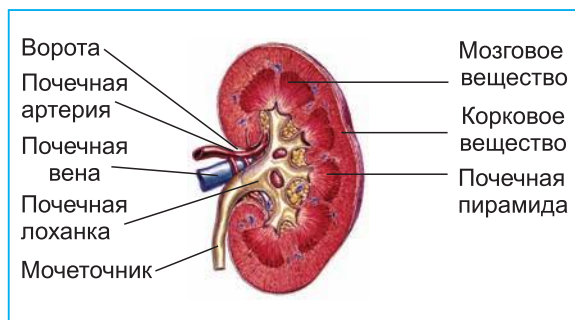


Рис. 65. Строение почки

Наружный край почки имеет выпуклую форму, а внутренний — глубокую вырезку — *ворота*. Сюда входит *почечная артерия*, несущая *неочищенную* кровь, а выходят *почечная вена* и *мочеточник*. Вена содержит очищенную от жидких продуктов распада кровь, а по мочеточнику вещества, подлежащие удалению, в составе мочи перемещаются в *мочевой пузырь*.

В каждой почке имеется корковое и мозговое вещества (рис. 65). *Кортиковое вещество* занимает поверхностную зону. В виде столбиков оно входит в *мозговое вещество* и делит его на 15—20 *почечных пирамид*. Их основания примыкают к корковому веществу почки, а вершины направлены в *почечную лоханку* — полость, где моча собирается перед поступлением в мочеточники.

Структурно-функциональной единицей почки является нефрон. У человека в обеих почках насчитывается более 2 млн нефронов.

Нефрон состоит из *капиллярного клубочка*, погруженного в двухслойную капсулу, и системы канальцев (рис. 66).

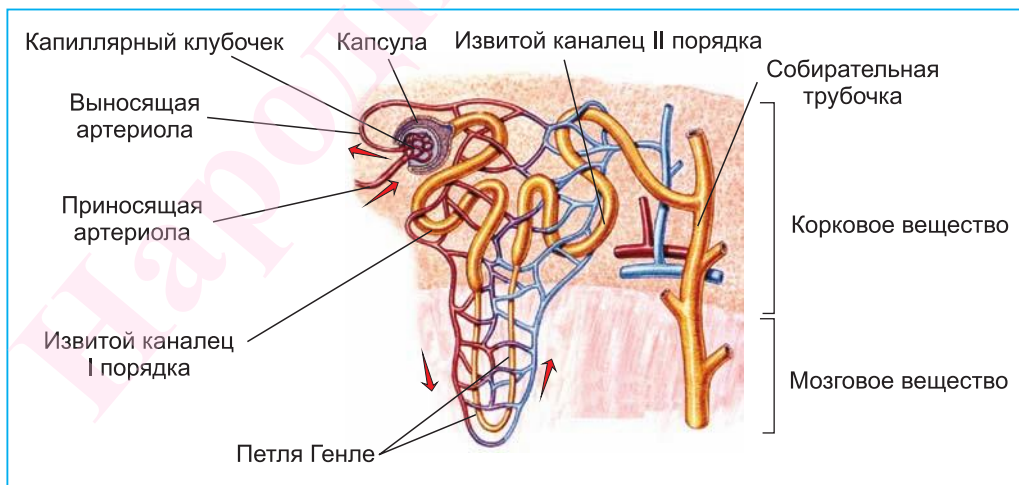


Рис. 66. Строение нефрона

Капсула своей полостью сообщается с *извитым канальцем I порядка*, который расположен в корковом веществе почки. Отсюда каналец направляется в мозговое вещество, где образует петлю Генле. *Петля Генле* переходит в *извитой каналец II порядка*, а тот впадает в *собирательную трубочку*.

Почка имеет достаточно сложно устроенную систему кровоснабжения. Почечная артерия, войдя в почку, ветвится на мелкие артериолы. Каждая из них заходит в капсулу, где образует капиллярный клубочек (около 50 первичных капилляров). Затем капилляры собираются в *выносящую артериолу*. Она выходит из капсулы и вновь разветвляется, но уже на вторичные капилляры, густо оплетающие почечные канальцы. Из вторичных капилляров кровь поступает в мелкие венулы, которые, укрупняясь, образуют почечную вену, впадающую в нижнюю полую вену.

Выделение • Почки • Нефрон

- ? 1. В чем состоит сущность выделительных процессов? 2. Как устроена мочевыделительная система? 3. Какие органы и системы органов участвуют в удалении из организма конечных продуктов жизнедеятельности? 4. Какие вещества удаляются из организма с мочой и потом? 5. Какая система органов организма человека является ведущей в процессе выделения? 6. Какое строение имеет почка? 7. Каковы особенности капиллярной сети почек?

§ 45. Образование мочи

Процесс мочеобразования состоит из двух этапов (рис. 67). Вначале из плазмы крови образуется первичная, а затем — конечная моча. Рассмотрим, как это происходит.

Тонкие стенки капилляров клубочка и капсулы нефрона выполняют функцию фильтров. Они задерживают форменные элементы крови и крупные молекулы белков, но пропускают воду с растворенными в ней низкомолекулярными веществами: глюкозой, аминокислотами, витаминами и др.

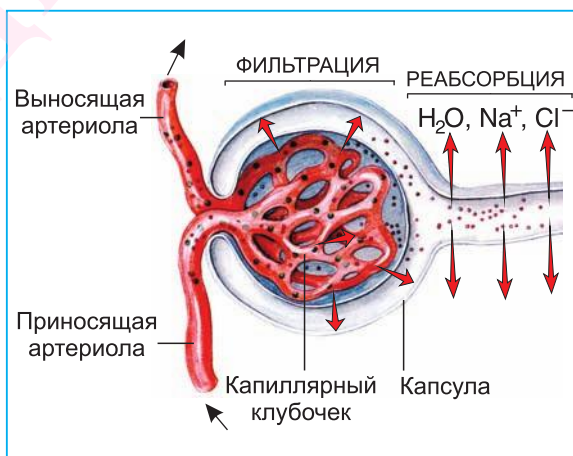


Рис. 67. Образование мочи

В капиллярах клубочков кровь движется под большим давлением. Это обусловлено тем, что диаметр приносящей артериолы клубочка вдвое больше, чем выносящей. Высокое давление создает благоприятные условия для перехода плазмы крови из капилляров клубочка в полость капсулы нефрона. Это I фаза мочеобразования — *филтрация*.

Образовавшийся фильтрат носит название первичной мочи. По своему составу она напоминает плазму крови, лишенную белков. Ежедневно образуется приблизительно 160 л первичной мочи.

Первичная моча продвигается по канальцам нефрона, которые оплетены густой сетью капилляров. Из мочи обратно в кровь всасываются необходимые организму вещества и большая часть воды (примерно 158—159 л). Это II фаза мочеобразования — *реабсорбция*. В канальцах остаются соединения, в которых организм больше не нуждается, и те вещества, которые он сохранить не в состоянии (например, глюкозу при сахарном диабете). В результате образуется конечная моча (около 1,5 л в сутки). По извитому канальцу II порядка она движется через собирательные трубочки в почечную лоханку, откуда по мочеточникам поступает в мочевой пузырь.

Мочевыделение. Выведение мочи из организма осуществляется рефлекторно. Поступающая в мочевой пузырь моча растягивает его стенки, раздражая рецепторы. В них возникает возбуждение, которое передается к *центру мочеиспускания*, расположенному в крестцовом отделе спинного мозга. Отсюда нервные импульсы поступают к мускулатуре пузыря, заставляя ее сокращаться. Мышечный сфинктер на выходе из мочевого пузыря расслабляется, моча поступает в мочеиспускательный канал и удаляется из организма.

Спинномозговой центр мочеиспускания находится под контролем больших полушарий головного мозга, поэтому акт мочеиспускания контролируется сознанием. Однако, примерно у 5 % детей моложе 10—13 лет имеет место ночное недержание мочи — энурез. Это излечимое заболевание.

**Филтрация • Первичная моча • Реабсорбция • Конечная моча •
Центр мочеиспускания**

- ? 1. Как происходит образование мочи? 2. Покажите на примере какого-нибудь органа мочевыделительной системы связь между его строением и выполняемой функцией. 3. Как вы думаете, с какими процессами связано появление в моче эритроцитов и белка? 4. Каким образом осуществляется выведение мочи из организма? 5. Где находится центр мочеиспускания?

§ 46. Регуляция мочеобразования. Гигиена мочевыделительной системы

Регуляция деятельности почек. Деятельность почек находится под контролем как нервных, так и гуморальных механизмов регуляции. При возбуждении симпатического отдела автономной нервной системы кровеносные сосуды почек сужаются, объем протекающей по ним крови уменьшается и, как следствие, снижается образование первичной мочи.

На образование мочи влияют гормоны гипофиза (вазопрессин), надпочечников (альдостерон), других желез и самих почек.

Действие вазопрессина проявляется в усилении реабсорбции воды из почечных канальцев. В результате объем образующейся мочи резко уменьшается.

Под влиянием альдостерона происходит задержка ионов Na^+ и воды в организме. Адреналин сужает приносящие и выносящие сосуды клубочков, вследствие чего объем фильтрата уменьшается.

Взаимодействие нервных и гуморальных механизмов регуляции состава и количества выводимой мочи обеспечивает *водно-солевой гомеостаз*.

Гигиена мочевыделительной системы играет очень важную роль в сохранении здоровья и трудоспособности каждого человека. Нарушение правил личной гигиены может приводить к воспалению мочевого пузыря, мочеиспускательного канала и мочевыводящих путей.

Часто причиной заболеваний почек и мочевыводящих путей становятся так называемые восходящие инфекции. Возбудители заболеваний проникают через мочеиспускательный канал в мочевой пузырь и, распространяясь по органам мочевыделительной системы, вызывают их воспаление. Поэтому важно содержать наружные половые органы в чистоте, обмывать их теплой водой с мылом утром и вечером перед сном. Для этих целей следует иметь специальное полотенце, которое необходимо менять не реже одного раза в неделю. Обязательной должна стать частая смена нижнего белья.

Болезнетворные микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, попавшие в выделительную систему в результате перенесенной ангины, также способны вызвать воспаление почек. Это заболевание (пиелонефрит) характеризуется повышением температуры, нарушениями белково-жирового обмена, болями, отеками, выделением крови с мочой.

К расстройствам функций почек могут привести нарушения обмена веществ, прием некоторых антибиотиков, злоупотребление алкоголем. В случае нарушения обмена веществ в почках откладываются соли и образуются «камни». Травмируя

слизистую оболочку мочевыводящих путей, они вызывают нестерпимую боль и затрудняют отток мочи.

Таким образом, в предотвращении инфекционных поражений почек и их осложнений важную роль играет личная гигиена и профилактика острых и хронических заболеваний.

Водно-солевой гомеостаз

- ? 1. Каким образом регулируется выделительная функция почек? 2. Как скажется на деятельности почек увеличение содержания в крови вазопрессина? Адреналина? 3. Как изменится мочеобразование при повышении диастолического давления? 4. Может ли ангина привести к воспалению почек? 5. Почему в почках могут откладываться соли и образовываться «камни»? 6. Какую роль в профилактике острых и хронических заболеваний почек играет личная гигиена?

Поддержание постоянства объема и химического состава жидкостей внутренней среды осуществляется благодаря выделительной функции различных органов и систем — почек, желудочно-кишечного тракта, легких, кожи.

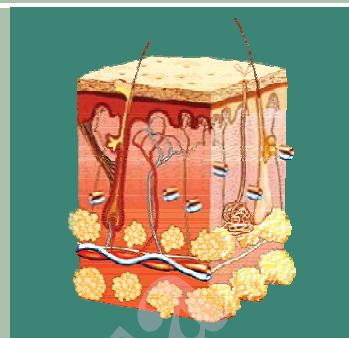
Наиболее важным и высокоспециализированным выделительным органом человека являются почки. Их структурная и функциональная единица — нефрон — имеет вид чашеобразной капсулы с отходящим от нее канальцем. Благодаря двум противоположным по направленности процессам — фильтрации и реабсорбции, протекающим в нефронах, из крови удаляются конечные продукты обмена, но сохраняются вещества, полезные для организма.

Почка как элемент мочевыделительной системы является ключевым органом в поддержании водно-солевого гомеостаза. Именно благодаря работе почек наш организм сохраняет соли и воду в нужных концентрациях.

Выделение почкой с мочой ненужных и ядовитых веществ регулируется нервным и гуморальным путями. Ведущая роль в регуляции мочеобразования принадлежит ряду гормонов и симпатическому отделу автономной нервной системы, под контролем которого находится тонус кровеносных сосудов почек. Процессы образования и выведения мочи также находятся под контролем центральной нервной системы, в частности коры больших полушарий.

Глава 11

Покровная система



Наружным покровом нашего тела является **кожа**. Будучи прочной и упругой, она защищает ткани и органы от механических воздействий внешней среды. Кожа практически непроницаема для микроорганизмов. Наличие чувствительных нервных окончаний позволяет ей выполнять рецепторную функцию. Благодаря имеющемуся в ней пигменту меланину кожа способна защищать лежащие под ней органы и ткани от действия ультрафиолетовых лучей.

Через кожный покров с потом удаляются из организма вода, минеральные соли и другие продукты обмена. Кожа играет важную роль в поддержании постоянной температуры тела. Через нее выводится до 90 % образовавшегося в организме тепла.

Таким образом, покровная система — кожа — участвует в поддержании температурного и водно-солевого гомеостаза, осуществляет связь организма с внешней средой.

§ 47. Строение и функции кожи

Строение кожи. В коже различают тонкий наружный слой — эпидермис и внутренний — дерму (собственно кожу), переходящую в подкожную жировую клетчатку (рис. 68).

Эпидермис образован поверхностно расположенным роговым слоем и более глубоко лежащим ростковым. Поверхностный слой состоит из мертвых, ороговевших клеток, которые постоянно слущиваются.

В слое эпидермиса, прилежащем к дерме, происходит деление новых клеток, заменяющих отмершие.

Клетки глубокого слоя эпидермиса вырабатывают и накапливают меланин — пигмент, который определяет цвет кожи. Под влиянием солнечного излучения образование меланина увеличивается, поэтому при загаре наша кожа темнеет.

Производными кожи являются ногти, образованные элементами рогового слоя. Ногтевое ложе находится на конечной фаланге пальца. Покрывающая его ногтевая пластинка прозрачна, за исключением корня ногтя, где заметна белая

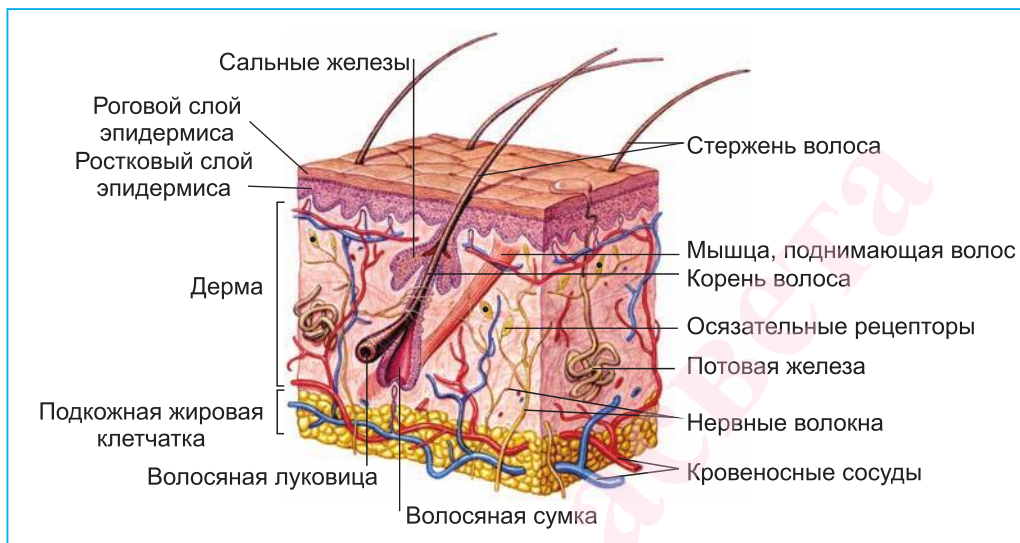


Рис. 68. Строение кожи

луночка. В ногтевой пластинке нет нервных окончаний и кровеносных сосудов, но ногтевое ложе богато ими. Ногти защищают кончики пальцев, являясь опорой для мягких тканей.

Дерма (собственно кожа) представлена соединительной тканью с большим количеством волокон, придающих ей упругость. Здесь расположены кровеносные и лимфатические сосуды, нервы, а также осязательные, холодовые, тепловые и болевые рецепторы. В дерме находятся потовые и сальные железы, а также волосяные луковицы.

Потовые железы залегают в самом глубоком слое дермы. Они имеют вид клубочков, длинные выводные протоки которых открываются на поверхности кожи. Больше всего потовых желез на ладонной части кистей, на подошве стоп, в подмышечной впадине.

Продуктом деятельности потовых желез является пот — бесцветная, солоноватая на вкус жидкость. Она содержит NaCl, мочевину, мочевую кислоту, аммиак, некоторые аминокислоты. Пот выделяется даже в условиях полного функционального покоя. Только за сутки с поверхности кожи испаряется в среднем 500 см^3 пота. В жаркое время и при напряженной мышечной работе — значительно больше.

Сальные железы имеют вид разветвленных пузырьков. В отличие от потовых желез, выделяющих секрет во внешнюю среду без нарушения своей це-

лостности, эпителий сальных желез в процессе выделения кожного сала разрушается.

Кожное сало состоит из продуктов распада эпителиальных клеток, витаминов А, D и др. Под влиянием пота кожное сало разлагается с образованием жирных кислот, обладающих характерным запахом. За сутки сальные железы взрослого человека выделяют до 20 г этого секрета.

Выводные протоки сальных желез чаще всего открываются в волосяные сумки. Кожное сало смазывает растущие волосы и кожу, предохраняя их от высыхания и смачивания водой. Благодаря жировой смазке волосы выглядят эластичными и блестящими.

Волосы — роговые производные кожи. В волосе различают две части: стержень и корень. *Стержень* находится над поверхностью кожи, а *корень* скрыт в ее толще. Корень с расширением на конце (волосяной луковицей) располагается в волосяном мешке, образованном узким удлинённым каналом — сумкой. К сумке прикрепляются мышцы, поднимающие волос.

Цвет волос зависит от количества в них меланина. Когда пигмент исчезает, волосы становятся седыми.

Это интересно. Волосы человека очень прочные. По этому показателю они занимают промежуточное положение между медью и железом. При поперечном сечении в $0,002 \text{ мм}^2$ один волос выдерживает груз до 100 г. Девичья коса может выдержать груз массой 20 т.

Подкожная жировая клетчатка образована рыхлой соединительной тканью, между волокнами которой располагаются жировые клетки. За счет этого слоя образуется своеобразная подушка, смягчающая механические воздействия, а также препятствующая потере тепла.

Роль кожи в поддержании температурного гомеостаза. Для нормальной жизнедеятельности человеку необходимо поддерживать температуру тела в пределах $36\text{—}37^\circ\text{C}$. Это достигается регулированием процессов образования и отдачи тепла — *терморегуляцией*.

Образование тепла в организме происходит за счет биохимических процессов, происходящих в сердце, печени, почках и других органах. Значительно возрастает выработка тепла в результате работы скелетных мышц.

При повышении температуры окружающей среды обмен веществ в организме рефлекторно снижается, что ведет к уменьшению теплопродукции. Понижение внешней температуры стимулирует рецепторы, воспринимающие холод. В результате рефлекторно усиливается сокращение мышц и повышается теплопродукция. Примером может служить озноб, являющийся проявлением регуляции температуры тела путем повышения теплообразования в мышцах.

Чем ниже температура атмосферного воздуха и чем выше скорость его движения, тем больше организм теряет тепла. Теплоотдача усиливается еще больше, если в наружном воздухе при низкой температуре и ветре много водяных паров.

В уменьшении теплоотдачи и сохранении тепла большое значение имеет подкожный жировой слой. Чем больше жира в подкожной основе, тем лучше организм сохраняет температуру тела.

При снижении температуры окружающей среды кровеносные сосуды кожи рефлекторно сужаются. Количество протекающей по ним крови уменьшается, и соответственно уменьшается отдача тепла с поверхности тела. При этом снабжение кровью внутренних органов возрастает, что позволяет сохранять тепло внутри организма (рис. 69).

При повышении температуры окружающей среды происходит расширение кровеносных сосудов кожи и, как следствие, увеличение количества циркулирующей в них крови. Это способствует потере тепла организмом. Когда температура воздуха выше температуры тела, расширение сосудов кожи не может усилить теплоотдачу. В этом случае температура тела остается прежней благодаря усилению потоотделения. На испарение 1 г пота затрачивается 2437 Дж энергии, в результате чего организм охлаждается. Чем воздух теплее и суше, тем быстрее испаряется пот. В атмосфере, насыщенной водяными парами, испарение прекращается. Поэтому человек чувствует себя некомфортно во влажном воздухе даже при сравнительно невысокой температуре (около $+30^{\circ}\text{C}$).

Поддержание постоянной температуры тела обеспечивается нейрогуморальными механизмами регуляции. Важная роль в терморегуляции принадлежит ги-

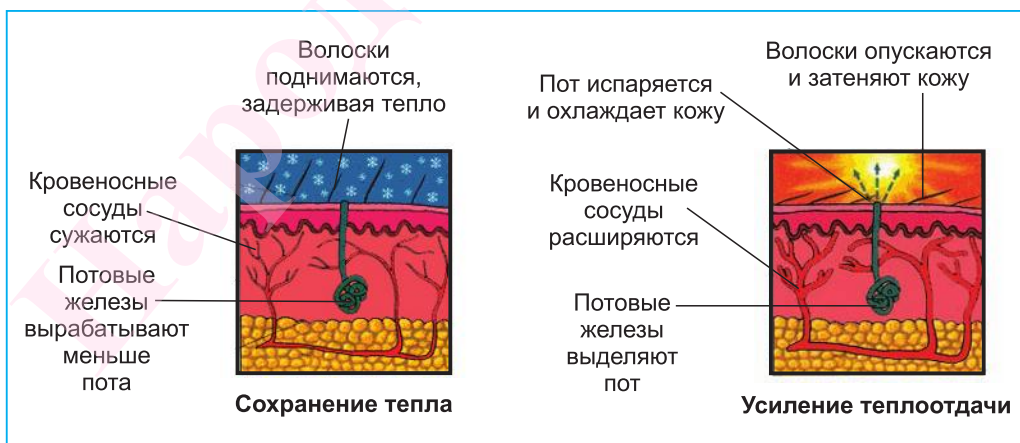


Рис. 69. Механизмы теплоотдачи организма

поталамусу. Его ядра контролируют процессы теплоотдачи и теплообразования. Разрушение гипоталамуса сопровождается потерей способности поддерживать постоянную температуру тела.

Гуморальные факторы терморегуляции — биологически активные вещества — регулируют уровень теплопродукции и теплоотдачи посредством изменения интенсивности обменных процессов в клетках и тканях организма.

Эпидермис • Меланин • Дерма • Потовые и сальные железы •
Подкожная жировая клетчатка • Терморегуляция

- ? 1. Перечислите основные функции кожи. Какова роль кожи в обмене веществ? 2. Из каких слоев состоит кожа? Опишите строение эпидермиса. 3. Какова роль сальных и потовых желез? Рецепторов кожи? 4. Что представляют собой волосы и ногти? 5. Собаки в жаркую погоду широко открывают пасть, высовывают язык и учащенно дышат. Объясните это с физиологической точки зрения. 6. Почему в горячих цехах и при физических нагрузках в жаркое время рекомендуется пить слегка подсоленную воду? 7. Почему человек, долго находящийся в холодной воде, синееет и дрожит? 8. Почему в тесной обуви ноги зимой мерзнут, а в жаркую погоду сильно нагреваются и потеют? 9. Почему высокая и низкая температуры воздуха в районах с сухим климатом переносятся легче, чем в районах с повышенной влажностью?

§ 48. Гигиена кожи. Принципы закаливания

Гигиена кожи. Одно из важных условий здоровья человека — чистая кожа. На каждом квадратном сантиметре грязной кожи можно обнаружить 30 000—50 000 микроорганизмов, среди которых есть и болезнетворные. Нередки случаи, когда яйца паразитических червей с кожи рук заносятся в рот и вызывают тяжелые заболевания. Только мытье рук теплой водой с мылом обеспечивает удаление с поверхности кожи всех накопившихся на ней продуктов выделения и микроорганизмов.

С поверхности кожи необходимо регулярно удалять секреты сальных и потовых желез, так как слущивающиеся клетки эпидермиса склеиваются кожным салом и закупоривают протоки сальных и потовых желез.

Умываться следует водой комнатной температуры. Горячая вода снижает эластичность кожи, делает ее дряблой, а холодная — стимулирует выделение сальных желез и нарушает нормальный отток кожного сала. Все это способствует закупорке выводных протоков сальных желез и образованию черных точек — угрей.

Редкий прием душа или ванны, нечастая смена белья, а также употребление в пищу острых и пряных продуктов способствуют усиленному потоотделению и появлению неприятного запаха тела.

Мыть волосы надо не реже одного раза в неделю, используя для этого соответствующие шампуни. Необходимо защищать волосы в жаркую погоду, так как на солнце они пересыхают, становятся ломкими и выпадают. Не рекомендуется ходить без головного убора и в холодную погоду. Это вызывает охлаждение кожи головы, нарушает кровоснабжение волос, что также приводит к их выпадению.

Следует еженедельно стричь ногти на руках и два раза в месяц — на ногах. В противном случае под ногтями скапливается грязь, в которой имеются болезнетворные микроорганизмы.

Роль закаливания в сохранении здоровья человека. Закаливание — целенаправленное использование климатических факторов в целях повышения сопротивляемости организма к неблагоприятным воздействиям внешней среды.

В результате закаливания приспособительные реакции организма постепенно становятся все более быстрыми и точными. У закаленного человека улучшается деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем, снижается чувствительность к холоду. Значительно быстрее, чем у незакаленных людей, расширяются или сужаются кровеносные сосуды кожи. Этим достигается высокая устойчивость организма к колебаниям температуры внешней среды.

Закаливание стимулирует размножение клеток кожи, что ведет к ее утолщению, усилению пигментации — повышению защитных свойств. Закаливание укрепляет иммунитет, предупреждает заболевания органов дыхания.

Первое требование к закаливанию — постепенность. Постепенно следует снижать температуру воды или воздуха и увеличивать продолжительность закаливающих процедур. Не менее важна систематичность закаливания. Закаливать организм нужно с раннего детства и до глубокой старости. Даже непродолжительный перерыв в закаливании ведет к угасанию выработанных реакций.

Одно из правил закаливания — использование разнообразных факторов внешней среды — воздуха, солнца и воды.

Закаливание воздухом может проводиться в различных климатических условиях и в любое время года. Закаливающий эффект достигается лишь в том случае, если температура воздуха значительно отличается от температуры кожи, и чем больше эта разница, тем сильнее воздух влияет на организм.

Закаливание лучше начинать в теплые весенние или летние дни, в тени, когда температура воздуха не ниже +20 °С. Во время дождя воздушные ванны можно принимать на террасе, под навесом. Продолжительность первой процеду-

ры воздействия воздуха на частично или полностью обнаженное тело составляет 5—10 мин, постепенно увеличиваясь до 1,5 ч и более ежедневно.

Закаливание солнцем. Под действием ультрафиолета кожа темнеет, образуется загар. При этом в поверхностных клетках кожи, как вы уже знаете, увеличивается содержание меланина, предохраняющего ткани нашего тела от избыточного излучения.

Солнечные ванны нужно принимать в первой половине дня с 9 до 11 ч. Продолжительность первого сеанса не должна превышать 5 мин. Каждый последующий удлиняют на 3—5 мин, постепенно доводя время приема ванны до 30—40 мин. После приема солнечных ванн рекомендуется 10—15 мин отдохнуть в тени, после чего желательно принять душ.

На время солнечной ванны голову накрывают светлой панамой или зонтиком. Между приемом пищи и солнечной ванной должно пройти не менее 2 ч.

Закаливание водой. Вода как средство закаливания действует сильнее, чем воздух. Это объясняется высокой теплопроводностью воды, почти в 30 раз превосходящей теплопроводность воздуха.

Начинать закаливание водой рекомендуется с обтираний мокрым полотенцем или губкой. Их смачивают, отжимают, чтобы по телу не стекала вода, и в течение 2—3 мин быстро, энергично обтирают все тело в направлении сверху вниз. После обтирания следует насухо вытереться грубым полотенцем до появления ощущения приятной теплоты. Температура воды для обтирания вначале должна быть +33 °С, затем ее ежедневно снижают на 0,5 °С, доводя до +18 °С.

Обливания производят в течение 1—2 мин водой с температурой около 34 °С, постепенно понижая ее до +24 °С.

Купание в открытых водоемах оказывает наиболее сильное воздействие на организм, благодаря сочетанию многих факторов. Его можно начинать при температуре воды +20—22 °С и воздуха +21—24 °С. Длительность купаний вначале не должна превышать 2—3 мин, а затем может увеличиваться до 15—25 мин. Лучшее время для купания с 9 до 11 ч утра и с 16 до 18 ч вечера. Не следует купаться натошак или сразу же после еды.

Гигиена кожи • Закаливание

- ? 1. Почему важно соблюдать чистоту кожи? 2. Какую роль играет закаливание в сохранении здоровья человека? 3. Перечислите принципы закаливания. 4. С чего следует начинать закаливание? 5. В какое время летом следует принимать солнечные ванны? 6. Какую физиологическую роль выполняет загар? 7. Какой из видов закаливания обладает наиболее выраженным действием?

§ 49. Первая помощь при повреждениях кожи

Первая помощь при ожогах. Активный образ жизни предполагает посещение леса для сбора ягод и грибов, ловлю рыбы, выезды на дачу, туристические походы. А какой же поход без костра! Однако при неосторожном обращении с огнем возможен ожог кожи.

При ожогах I степени пораженный участок кожи краснеет и припухает. В этом случае рекомендуется охладить обожженное место под струей воды или другим способом. Затем промыть его водным раствором питьевой соды и приложить содовую примочку.

При ожогах II степени на покрасневшей и припухшей поверхности образуются пузыри, наполненные жидкостью. Вскрывать их нельзя, так как нарушится целостность кожи и в организм смогут проникнуть болезнетворные микроорганизмы. На пузыри следует наложить стерильную повязку, при необходимости принять обезболивающее и обратиться за медицинской помощью.

При ожогах III степени происходит омертвление подкожных тканей, а при IV степени обожженные участки кожи и тканей обугливаются. В таких случаях пораженную поверхность необходимо закрыть сухой стерильной повязкой (она в некоторой степени выполнит защитную функцию кожи) и как можно быстрее доставить пострадавшего в больницу.

Если загорелась одежда, нельзя бегать, так как движение только раздувает огонь. Нужно сбросить горящую одежду или погасить ее, катаясь по полу, снегу или земле. Сбить пламя можно, набросив на горящего одеяло или пальто. При этом его голова должна оставаться открытой.

Иногда люди получают химические ожоги. Если ожог вызван щелочью, поврежденный участок тела в течение нескольких минут промывают под струей проточной воды, а затем обильно орошают 1—2-процентным раствором борной или уксусной кислот.

При ожогах кислотами после обмывания водой пораженные места обрабатывают слабым (2-процентным) раствором питьевой соды, после чего на обожженную поверхность накладывают влажную повязку с тем же раствором.

Помните! Нельзя наносить на место ожога йод или спирт. Эти вещества усиливают ожог и замедляют заживление ран.

Первая помощь при отморожениях. Кто зимой откажется от возможности совершить лыжную прогулку, покататься на коньках, поиграть в снежки? Все любят зимний отдых, но при низкой температуре воздуха, в условиях повышенной влажности или сильном ветре можно получить отморожение. Опасность отморожения увеличивается при продолжительном пребывании на холоде в промокшей

или тесной одежде и обуви. Обычно отмораживают кончики ушей и носа, щеки, пальцы рук и ног.

При первых признаках переохлаждения следует вернуться в теплое помещение, а если этого сделать нельзя, найти место, укрытое от ветра. В случае утраты чувствительности и бледности кожных покровов (I степень отморожения) надо чистыми руками или носовым платком растереть пострадавший участок тела до покраснения кожи и появления ощущения потепления. Снегом растирать кожу нельзя, так как при этом наступает еще большее охлаждение, а острые льдинки могут вызвать повреждение кожи. Не следует растирать поврежденные участки варежками, поскольку при этом также возрастает вероятность травмирования и инфицирования.

После растирания на отмороженные участки тела накладывают ватно-марлевые или шерстяные повязки. Пострадавшему дают горячее питье.

Отморожение II степени вызывает значительные болевые ощущения. В течение 2—3 сут после поражения на коже появляются желтоватые пузыри. Образуется отек, захватывающий не только охлажденную, но и расположенные рядом области.

Отморожение III степени сопровождается очень сильными болями. Теряется чувствительность пораженной области. Кожа пораженного участка принимает синюшную окраску. Образовавшиеся пузыри наполнены мутной, кровянистой жидкостью. Растирать обмороженные участки и вскрывать пузыри ни в коем случае нельзя! Надо наложить на них повязку с дезинфицирующей мазью и как можно быстрее доставить пострадавшего в лечебное учреждение.

При отморожении IV степени происходит омертвление кожи. Пострадавшего необходимо срочно направить в больницу.

Первая помощь при тепловом и солнечном ударах. Перегревание организма может привести к *тепловому удару*. При повышении температуры воздуха выше +35 °С, высокой относительной влажности воздуха (выше 80 %) и низкой двигательной активности (например, длительное лежание на пляже) резко снижается отдача тепла организмом. Температура поверхностных тканей и внутренних органов повышается, и человек перегревается. В результате этого нарушается координация движений, появляется головная боль, могут возникнуть тошнота и рвота, учащаются пульс и дыхание, расширяются зрачки, усиливается потоотделение, возможен обморок.

Солнечный удар может произойти при чрезмерном воздействии на организм солнечного излучения. Его признаками являются головная боль, резкое покраснение кожи, головокружение. В тяжелых случаях возможны рвота, потеря сознания, судороги и даже смерть.

Пострадавшего следует срочно отвести в прохладное, затемненное и хорошо вентилируемое место, освободить тело от лишней одежды. На лицо, голову, шею положить холодный компресс или пакет из полиэтилена со льдом. Можно сделать влажное обертывание, дать попить воды, после чего обязательно вызвать врача или доставить пострадавшего в больницу.

Для предупреждения теплового и солнечного ударов в жару рекомендуется надевать легкую хлопчатобумажную одежду, хорошо пропускающую воздух и впитывающую влагу, светлый головной убор. В жаркие дни следует сократить потребление белковой пищи и увеличить прием овощей и фруктов. Избегайте переполнения желудка, пейте минеральную воду.

Ожог • Отморожение • Тепловой и солнечный удары

- ? 1. Какие действия вы предпримете при оказании первой помощи пострадавшему от ожогов? Отморожений? Теплового и солнечного ударов? 2. Почему при ожогах и отморожениях нельзя вскрывать образовавшиеся на коже пузыри? 3. Почему в летние солнечные дни рекомендуют носить светлую одежду и головные уборы?

Кожа — наружный покров тела животных и человека. Она образована тонким наружным слоем — эпидермисом и внутренним — дермой, который переходит в подкожную жировую клетчатку.

Кожа выполняет самые разнообразные функции. Благодаря наличию многочисленных капилляров и потовых желез она обеспечивает поддержание постоянной температуры тела. Присутствие в коже высокочувствительных рецепторов делает ее важным участником процессов познания и приспособления организма к условиям окружающей среды. Кожа является барьером, не допускающим или ограничивающим вторжение в организм чужеродных веществ. Будучи прочной и упругой, она предохраняет лежащие под ней ткани и органы от механических повреждений, вызываемых давлением, трением, ударами.

Защищая организм от внешних воздействий и участвуя в обмене веществ, выделении, терморегуляции, кожа способствует поддержанию температурного и водно-солевого гомеостаза организма.

Чистота кожи — залог здоровья. Закаливание стимулирует размножение клеток кожи, ведет к ее утолщению, пигментации — повышению защитных свойств.

Глава 12

Репродуктивная система. Индивидуальное развитие человека



Репродукция (от лат. *re* — приставка, указывающая на повторное действие, *produco* — произвожу) — воспроизведение себе подобных — важнейшее свойство всего живого. Большинству многоклеточных организмов свойственно половое размножение, в котором участвуют мужские и женские половые клетки. Половые клетки вырабатываются в железах *репродуктивных органов*. Кроме них, в этих железах образуются половые гормоны. Они обеспечивают нормальное протекание беременности, рост и развитие плода.

Оплодотворение у человека внутреннее, происходит в половых путях женщины. В момент оплодотворения мужская *половая* клетка сливается с женской и образуется одноклеточный организм — *зигота* (от греч. *zygotos* — спаренный). Зигота содержит наследственную информацию обоих родителей. Внутриматочное развитие нового организма продолжается 10 лунных месяцев (280 суток) и заканчивается его рождением.

§ 50. Репродуктивные органы

Мужская половая система представлена семенниками (яичками), семенными пузырьками, предстательной железой, семявыносящими протоками и половым членом (рис. 70).

Половые клетки — сперматозоиды — образуются в семенниках. *Семенники* лежат вне таза, в кожно-мышечном образовании — *мошонке*. Положение семенников вне полости тела обеспечивает оптимальный температурный режим для созревания сперматозоидов (около +35 °С). Предстательная железа и семенные пузырьки вырабатывают семенную жидкость, смешиваясь с которой сперматозоиды приобретают подвижность.

Кроме сперматозоидов, в половых железах вырабатываются гормоны андрогены (об этом уже говорилось на странице 50), которые оказывают стимулирующее влияние на рост половых органов, развитие вторичных половых признаков, созревание сперматозоидов, половое поведение.

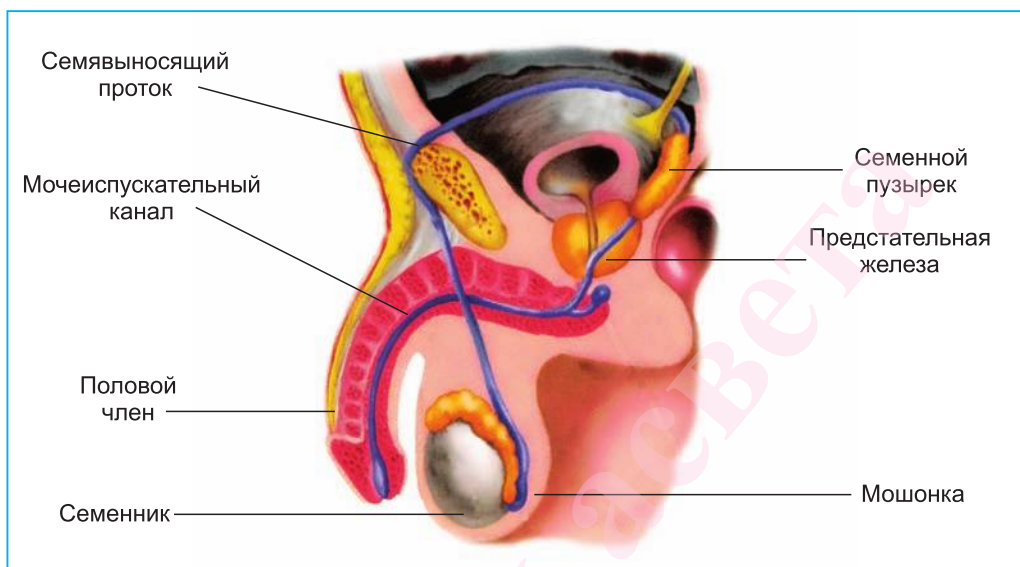


Рис. 70. Мужская половая система

Образование сперматозоидов начинается в период полового созревания. Зрелый сперматозоид состоит из головки, средней части и хвоста. Хвост сперматозоида обеспечивает его движение.

Предстательная железа и *семенные пузырьки* вырабатывают семенную жидкость — питательную среду для сперматозоидов. В *семенной жидкости* сперматозоиды приобретают подвижность, необходимую для перемещения к яйцеклетке.

Во время полового акта сперматозоиды направляются через *семявыносящий проток* в мочеиспускательный канал, откуда попадают в женские половые пути.

Женская половая система представлена яичниками, маточными трубами (яйцеводами), маткой и влагалищем (рис. 71). *Влагалище* прикрыто малыми и большими половыми губами, между которыми находится клитор. Это наружные половые органы женского организма.

Яичники — парные половые железы, расположенные в полости таза. В них происходит созревание яйцеклеток и образуются уже известные вам гормоны эстрогены. Они стимулируют развитие и функцию женских половых органов, нормальный рост молочных желез. Влияют на рост костей, определяя особенности телосложения женщин, водно-солевой обмен и др. Эстрогены, как и андрогены, вырабатываются корой надпочечников.

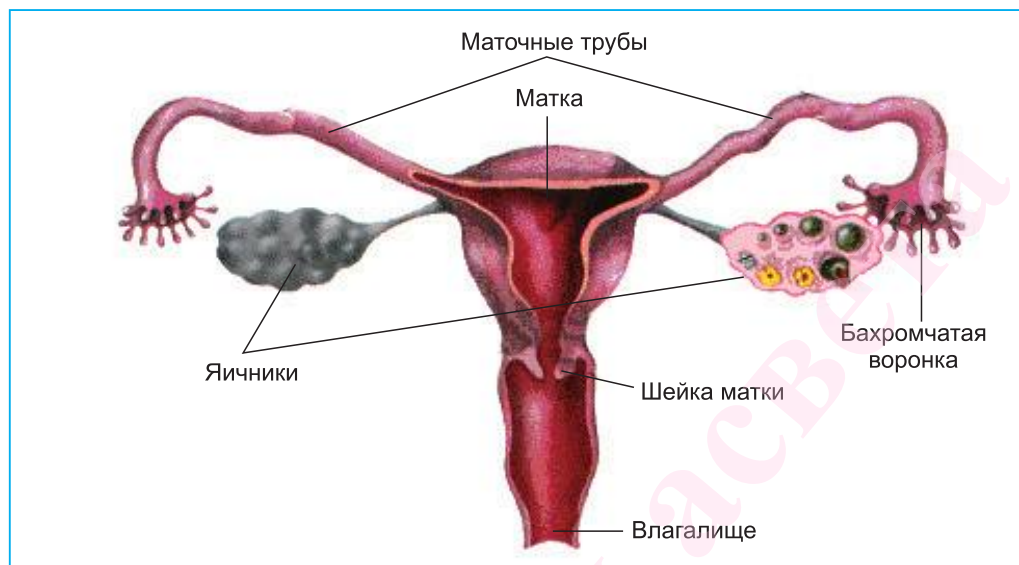


Рис. 71. Женская половая система

Это интересно. При рождении девочки в ее яичниках насчитывается до 2 млн клеток-предшественников яйцеклеток. В процессе развития большая часть из них гибнет, и к моменту половой зрелости в яичнике насчитывается всего 400 — 500 будущих яйцеклеток. Таков детородный фонд женского организма.

После наступления половой зрелости в особых образованиях (фолликулах) внутри яичника ежемесячно созревает по 1 (реже 2) яйцеклетке. Фолликул выпячивается на поверхности яичника и лопается (рис. 72). Из него выходит яйцеклетка, которая попадает в брюшную полость. Этот процесс называется овуляцией.

На месте лопнувшего фолликула развивается желтое тело — временная эндокринная железа. Она продуцирует гормон прогестерон, который обеспечивает подготовку слизистой оболочки матки к приему зародыша. Если оплодотворение не состоялось, желтое тело яичника рассасывается.

Яйцеклетка значительно крупнее сперматозоида. Она содержит запасы питательных веществ и соединения, регулирующие стадии зародышевого развития. В отличие от сперматозоидов яйцеклетка не способна к самостоятельному движению.

Из яичника яйцеклетка попадает в брюшную полость, а оттуда через бахромчатую воронку в маточную трубу. Внутренняя поверхность маточной трубы выстлана особым видом эпителия. Он имеет реснички, колебания которых вместе с сокращениями мышечной стенки трубы способствуют продвижению яйцеклетки.

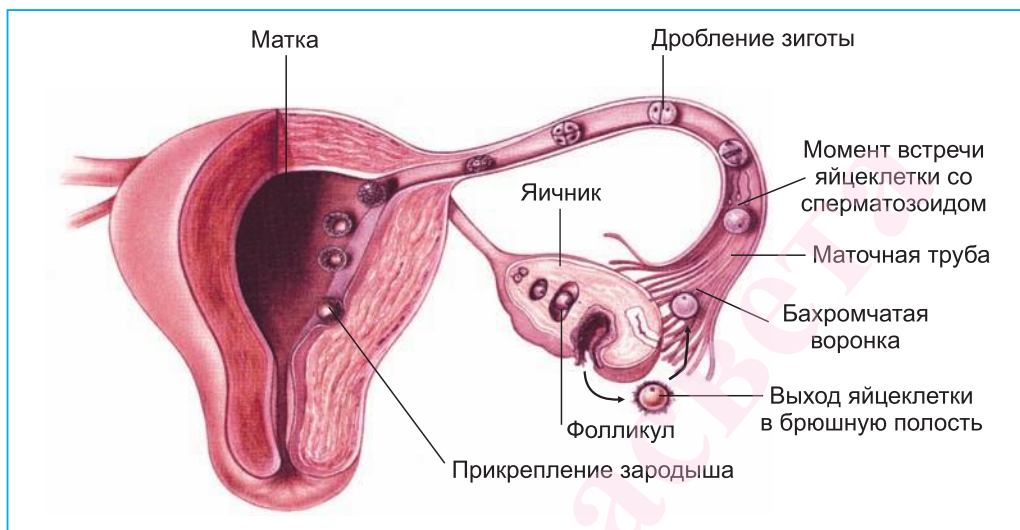


Рис. 72. Основные этапы созревания яйцеклетки

Продолжительность жизни *сперматозоида* достигает 3 сут, в то время как яйцеклетка сохраняет способность к оплодотворению всего 24 ч. Чтобы оплодотворение произошло, она должна встретиться со сперматозоидом именно в этот промежуток времени.

В маточной трубе только один из 300 000—500 000 сперматозоидов проникает в яйцеклетку и оплодотворяет ее. С момента слияния их ядер яйцеклетка становится зиготой.

Это интересно. Пол ребенка зависит от того, какую из половых хромосом отца, X или Y, наследует будущий организм (все яйцеклетки имеют только X-хромосому). Если в зиготе оказались две X-хромосомы — родится девочка, если XY — мальчик.

Из яйцевода зигота проникает в матку. *Матка* — полый мышечный орган, в котором развивается плод. Она выстлана слизистой оболочкой, богатой кровеносными сосудами. Матка заканчивается шейкой, открывающейся во влагалище.

Если оплодотворение не состоялось, яйцеклетка погибает. Разросшаяся и готовая принять оплодотворенную яйцеклетку слизистая оболочка матки отторгается, ее кровеносные сосуды разрываются, и кровь вместе с частицами слизистой оболочки через влагалище выделяется наружу — начинается *менструация* (от лат. *mens* — месяц). Она повторяется у девушек и женщин в среднем через 28 дней, т. е. каждый лунный месяц. В случае оплодотворения яйцеклетки и прикрепления зародыша к стенке матки очередная менструация не наступает.

Репродукция • Репродуктивные органы • Оплодотворение • Зигота •
Сперматозоиды • Семенники • Яйцеклетка • Яичники • Матка

- ? 1. Что такое репродукция? Репродуктивные органы? 2. Какую роль в процессах жизнедеятельности играют гормоны половых желез? 3. Где образуются половые клетки? Чем они отличаются от других клеток организма? 4. Чем объясняется больший размер яйцеклетки по сравнению со сперматозоидом? 5. Почему яички и яичники — железы смешанной секреции? 6. Что такое оплодотворение? Где и как оно происходит?

§ 51. Беременность. Роды

Беременность: развитие зародыша и плода. *Беременность* — это состояние женщины, в матке которой развивается плод — будущий ребенок. Нормальная беременность продолжается около 9 календарных, или 10 лунных, месяцев. За это время из микроскопической зиготы формируется ребенок массой около 3 кг и ростом 48—52 см.

Признаками наступления беременности у женщины является прекращение менструаций, набухание молочных желез. В начале беременности у многих отмечаются слабость, сонливость, тошнота, иногда рвота, изменение вкуса, учащенное мочеиспускание. Ко 2—3-у месяцу беременности, эти симптомы, как правило, исчезают.

Образовавшаяся в результате слияния сперматозоида и яйцеклетки зигота начинает делиться и превращается в *зародыш*, или *эмбрион*.

На 4-й неделе беременности начинается закладка органов. В этот период появляются зачатки конечностей и основных систем органов. Их рост и становление функций продолжают вплоть до родов.

В ходе беременности вне тела зародыша развиваются специализированные органы, обеспечивающие его рост и развитие. Это, в первую очередь, *плацента* (детское место), которая по внешнему виду напоминает диск, прочно прикрепленный к слизистой оболочке матки (рис. 73).

Связь зародыша с плацентой осуществляется через *пуповину* — упругий тяж, по которому от плаценты к ребенку проходят две артерии



Рис. 73. Расположение плаценты и пуповины

и вена. Артерии обеспечивают доставку кислорода и питательных веществ от плаценты плоду, а вены несут кровь к плаценте для очистки и насыщения кислородом.

Кровь матери никогда не смешивается с кровью плода. Через плаценту плод получает все необходимые для своего развития вещества: глюкозу, белки, жиры, гормоны, витамины, воду и минеральные соли, кислород и даже антитела. От плода по артериям в плаценту поступают вода, углекислый газ, мочеви́на, мочева́я кислота, гормоны и др.

Благополучие плода полностью зависит от здоровья матери, условий ее труда, отдыха и питания. В случае неразумного, а скорее преступного поведения беременной женщины, — курения, употребления алкогольных напитков, наркотиков, в организм будущего ребенка могут поступить ядовитые вещества. Накапливаясь в тканях и органах, они вызывают различные пороки развития и даже могут привести к гибели плода.

Роды. Беременность заканчивается *родами* — физиологическим актом изгнания из полости матки плода, а также плаценты с оболочками и околоплодными водами. Незадолго до назначенного срока у женщины появляются признаки, свидетельствующие о приближении родов. Примерно за 2—3 недели начинает опускаться живот. Предлежащая часть плода (чаще голова) прижимается ко входу в таз. Беременная замечает, что ей стало легче дышать.

В начале родов появляются **родовые схватки** — регулярные сокращения матки. К схваткам присоединяются **потуги** (одновременные сокращения мускулатуры матки, мышц брюшного пресса и диафрагмы), в результате которых ребенок выталкивается в малый таз, а затем наружу. Но мать и ребенок еще связаны пуповиной. Пуповину перевязывают около живота новорожденного, а затем перерезают ее. После этого ребенок начинает дышать самостоятельно.

После рождения ребенка в молочных железах женщины в течение 2—3 дней вырабатывается **молозиво**. Затем вместо него образуется настоящее, зрелое молоко. Оно содержит все необходимые для роста и развития ребенка вещества. Продолжительность грудного вскармливания составляет в среднем от 4 до 10 месяцев.

Через несколько недель (иногда месяцев) после родов созревание яйцеклеток в яичниках возобновляется, и женщина вновь становится способной к зачатию ребенка.

Беременность • Эмбрион • Плацента • Роды

- ? 1. Каковы признаки беременности? Как долго она продолжается? 2. Чем и как питается человеческий зародыш? 3. Откуда плод получает кислород? 4. Какие процессы характерны для плодного периода внутриутробного развития? 5. Как протекают роды?

§ 52. Половое созревание. Планирование семьи

Переходный период. С 10—11 лет начинается особый период в жизни ребенка — подростковый возраст. В это время происходит глубокая перестройка работы всех систем организма, связанная с повышенным образованием гормонов и сопутствующим этому процессу половым созреванием.

Этап полового созревания — это время в жизни человека, в течение которого его организм достигает биологической зрелости. Сроки наступления полового созревания и его интенсивность различны и зависят от многих факторов. К ним относятся: состояние здоровья, характер питания, климат, бытовые и социально-экономические условия. Немаловажную роль в этом играют наследственные особенности.

Ведущая роль в половом созревании принадлежит железам внутренней секреции. Под влиянием гормонов гипофиза усиливается рост тела, активизируется деятельность щитовидной железы, надпочечников и половых желез. Повышается возбудимость автономной нервной системы.

Переходный период (от подросткового возраста к юношескому) — жизненный этап, когда происходит окончательное формирование половых органов и половых желез, появляются характерные вторичные половые признаки.

У девочек половое созревание наступает раньше, чем у мальчиков. У них с 8—9-летнего возраста в области молочных желез, на бедрах, ягодицах начинает откладываться жировая ткань, отчего формы тела округляются сначала в области бедер и туловища, а затем в области плечевого пояса и рук.

В 13—15 лет наблюдается быстрый рост тела, увеличиваются размеры костей таза, появляются волосы на лобке и в подмышечных впадинах.

Характерные изменения происходят в половых и других органах и системах. Увеличивается матка, в яичниках созревают фолликулы, появляются менструации. В 16—17 лет в основном заканчивается формирование скелета по женскому типу, наступает время окончательного становления менструальной функции. Девушки в 19—20 лет анатомически и физиологически готовы к выполнению детородной функции.

У мальчиков половое созревание начинается с 10—11 лет. К этому времени усиливается рост полового члена и яичек. В 12—13 лет меняется форма гортани и ломается голос. В 13—14 лет по мужскому типу формируется скелет, интенсивно растут кости плечевого пояса, но замедляется рост костей таза. В 15—16-летнем возрасте появляются волосы на лице, в подмышечных впадинах, на лобке, увеличивается продукция яичками сперматозоидов.

Резкое усиление деятельности половых желез, структурные и функциональные изменения в организме сказываются на состоянии нервной системы подростков.

Меняются психика и поведение, их эмоциональное состояние становится весьма подвижным и изменчивым. Повышенная чувствительность нередко сочетается с черствостью, застенчивость — с нарочитой развязностью. Часто у подростков проявляется чрезмерная критичность и нетерпимость к родительской опеке, чужому мнению. В этот период могут наблюдаться снижение работоспособности, невротические реакции, раздражимость, плаксивость (особенно у девочек перед менструацией).

Менструация. Нормальным считается начало менструаций не раньше 11—12 и не позднее 17—18 лет. Завершаются менструации к 45—54 годам.

Менструация длится в среднем от 2 до 5 дней. За это время выделяется около 50—150 мл крови. Если менструации установились, то они повторяются примерно через каждые 26—30 дней. Цикл считается нормальным, когда менструации наступают через равные промежутки времени, длятся одинаковое количество дней и протекают с одинаковой интенсивностью. Если менструации очень болезненны, следует обратиться к врачу.

Во время менструации девушка должна избегать переохлаждения, тяжелых физических нагрузок.

Нужно понимать, что появление первой менструации свидетельствует только о начале половой зрелости. И хотя девочка уже может забеременеть, ее организм еще не созрел для нормальной половой жизни и вынашивания плода.

Поллюция (от лат. *pollutio* — марание, пачканье) — непроизвольное извержение семени, возникающее у юношей с наступлением периода полового созревания. Чаще всего поллюции происходят во сне.

Появление первой поллюции (15—16 лет) свидетельствует о том, что у юноши начали вырабатываться сперматозоиды. Смешиваясь с выделениями семенных пузырьков и предстательной железы, они удаляются в виде ночных непроизвольных извержений спермы.

Поллюции обычно происходят несколько раз в месяц. С их помощью организм освобождается от избытка семенной жидкости и полового напряжения. Это естественная реакция организма, создающая физиологические условия для полового воздержания.

Планирование семьи. После окончания школы и получения образования наступает период создания своей собственной семьи.

Наиболее благоприятный возраст для заключения брака, беременности и родов — 19—25 лет. Беременность в более раннем возрасте опасна осложнениями. Они, как правило, сказываются на здоровье и плода, и матери. У несовершеннолетних беременность значительно чаще протекает с осложнениями, выше у них и смертность новорожденных.

За раннюю половую жизнь девочка, как правило, расплачивается гинекологическими заболеваниями, хроническими воспалительными процессами.

В подавляющем большинстве случаев ранняя половая жизнь — это внебрачная жизнь. Случайные половые связи расшатывают не только физическое, но и психическое здоровье. Для того чтобы избавиться от нежелательного ребенка, девушки часто решаются на искусственное прерывание беременности. Каждая шестая из женщин, сделавших аборт до рождения первого ребенка, страдает впоследствии бесплодием.

Человеку дано неизмеримо больше, чем гормонально обусловленное половое влечение. Разум и воля позволяют управлять инстинктами, рассматривать половую близость не только как физиологическую потребность и способ испытать удовольствие, а как проявление любви.

В цивилизованном обществе, исходя из финансовых возможностей, устройства быта и других факторов, рождение детей в семье планируют. Решают, когда и сколько их должно быть. Беременность женщины и рождение ребенка в этом случае желанны, а не случайны. Поэтому стоит вопрос о необходимости предупреждения нежелательной беременности.

В настоящее время существует достаточно много способов *контрацепции* (предохранения от беременности).

Наиболее эффективны противозачаточные таблетки. Они содержат в небольших количествах синтетические женские половые гормоны, задерживающие созревание яйцеклетки. Это *химический* способ контрацепции.

К химическим контрацептивам также относятся вводимые во влагалище перед половым актом пасты и таблетки. Они содержат вещества, губительно действующие на сперматозоиды.

При *механической* контрацепции женщины используют колпачки, а мужчины — презервативы. Оба средства препятствуют контакту сперматозоидов с яйцеклеткой.

Современные внутриматочные средства (спирали) — особые приспособления из биологически инертных материалов — не препятствуют оплодотворению, но не позволяют зародышу укрепиться в слизистой оболочке матки.

Существует и *физиологический* метод предупреждения беременности. Он заключается в определении сроков созревания и выхода яйцеклетки из яичника по температуре тела. В этот период, как правило, используют механические средства контрацепции. Физиологический метод предохранения недостаточно эффективен, так как по разным причинам (стресс, болезнь, прием лекарств, дальние поездки и др.) у женщины может произойти нарушение цикла. Поэтому точное определение срока выхода яйцеклетки (овуляции) становится невозможным.

Переходный период • Менструация • Поллюция •
Планирование семьи • Контрацепция

- ? 1. Когда начинается половое созревание у девочек? У мальчиков? 2. О чем свидетельствуют менструации? Поллюции? 3. Каковы последствия внебрачных связей? 4. Чем опасна беременность для несовершеннолетней девушки? 5. Назовите средства предупреждения нежелательной беременности. 6. В каком возрасте законодательством Республики Беларусь разрешена регистрация брачного союза?

§ 53. Заболевания, передающиеся половым путем. ВИЧ-инфекция

Понятие о заболеваниях, передающихся половым путем. Беспорядочные половые отношения опасны так называемыми *венерическими* (устаревшее название) заболеваниями. Они передаются главным образом половым путем и поражают органы мочеполовой системы. Каждое из этих заболеваний вызывается специфическим возбудителем. Причем заразиться может любой человек: врожденного или приобретенного иммунитета к этим болезням не существует.

Печальную известность получили такие заболевания, как трихомоноз, сифилис, гонорея и СПИД.

Трихомоноз является одним из самых распространенных заболеваний, передающихся половым путем. Только в течение года в мире регистрируется 170—180 млн случаев заражения трихомонозом. Возбудители этого заболевания — одноклеточные жгутиковые организмы — вызывают воспаление слизистых оболочек мочеполовых путей, жжение, зуд, выделения.

Сифилис. Возбудитель сифилиса — *бледная трепонема*, попав на слизистую оболочку половых органов, начинает размножаться и быстро накапливаться в больших количествах. Через 4—5 недель в месте внедрения бактерии образуется язва округлой формы с блестящей поверхностью и уплотнением в основании. Спустя несколько дней после возникновения язвы увеличиваются ближайшие к ней лимфатические узлы (первичный сифилис). И язва, и увеличенные лимфоузлы безболезненны, поэтому человек часто не замечает их или же, заметив, не придает им особого значения. Тем не менее он уже болен и инфицирует своего партнера. Заражение сифилисом может происходить также и через предметы личной гигиены (мочалку, полотенце).

Размножаясь, трепонемы постепенно распространяются по всему организму. Для этого периода заболевания (вторичный сифилис) характерно появление

сыпи на коже и слизистых оболочках. Наблюдаются общая слабость, недомогание, боль в мышцах, суставах и костях.

Постепенно возбудитель отступает в отдельные очаги организма, где накапливается в значительных количествах. В третичном периоде в местах скопления трепонем возникают тяжелые поражения тканей: сначала сильный отек, потом омертвление и распад, а затем рубцы. Такие поражения тканей могут образовываться в любом участке тела. Поражение нервных клеток и сосудов головного мозга ведет к нарушению речи, потере памяти и способности к чтению, письму, вплоть до полного слабоумия.

Лечение сифилиса может растянуться на несколько лет. Но и после его окончания больной должен систематически проходить контрольные обследования.

Гонорея — заболевание, вызываемое бактерией *гонококк*. Попадая на слизистую оболочку мочеиспускательного канала и усиленно размножаясь, гонококк вызывает ее воспаление, сопровождающееся отеком и обильным выделением гноя.

Широкое распространение гонореи объясняется тем, что у женщин ее симптомы выражены слабо или отсутствуют. Однако это не означает, что женщины не болеют. На слизистой оболочке влагалища и матки заразившихся появляются типичные очаги воспаления.

Гонорея может привести к бесплодию, поскольку она вызывает появление рубцов в предстательной железе у мужчин, матке и маточных трубах — у женщин.

Острый период заболевания продолжается 1—3 недели, а затем оно переходит в хроническую форму. Хроническая гонорея может протекать много лет, периодически обостряясь под влиянием провоцирующих факторов.

Синдром приобретенного иммунодефицита (СПИД) — патологическое состояние, возникающее вследствие заражения *вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ)*. У больного поражается иммунная система и, как следствие, ослабляются защитные силы организма. Впервые СПИД был официально зарегистрирован в США в 1981 г. В настоящее время он распространен практически во всех странах мира. Количество инфицированных превысило десятки миллионов человек и продолжает увеличиваться.

Источником инфекции являются носители вируса. У них ВИЧ обнаруживается в крови, сперме, слюне, грудном молоке, слезной жидкости. Передача заболевания происходит при половых контактах, от матери к плоду во время беременности и родов, при кормлении грудью, при переливании крови, инъекциях, использовании инфицированных медицинских инструментов и т. д.

Мишенью для ВИЧ являются клетки, имеющие на своих мембранах особый рецептор. Вирус встраивается в генетический аппарат этих клеток и долгое вре-

мя может не проявлять себя. Однако в дальнейшем значительная часть таких клеток разрушается. Больной становится беззащитным перед возбудителями «рядовых» инфекций, которые для здорового человека не представляют никакой угрозы.

Медицина пока не располагает высокоэффективными средствами, позволяющими защитить человечество от ВИЧ. Разработанные к настоящему времени фармакологические препараты и схемы лечения могут лишь на некоторое время задержать развитие заболевания. В связи с этим важнейшее значение приобретают профилактические мероприятия: правильное половое воспитание, обследование доноров, использование шприцев разового пользования и др.

В связи со смертельной опасностью СПИДа в ряде стран предусмотрена уголовная ответственность за преднамеренное (умышленное) заражение ВИЧ.

Трихомоноз • Сифилис • Гонорея • СПИД

- ? 1. Какую опасность для человека представляют заболевания, передающиеся половым путем? 2. Какие органы и системы поражает бледная трепонема? 3. Какие периоды выделяют у больных сифилисом? 4. Чем отличается ВИЧ-инфекция от СПИДа? 5. Можно ли заразиться СПИДом от бессимптомного вирусоносителя? 6. Опасны ли для развития плода заболевания, передающиеся половым путем?

§ 54. Влияние алкоголя, никотина и токсических веществ на процессы развития

Свидетельства употребления человеком веществ, обладающих наркотическим (от греч. *narke* — оцепенение) действием, встречаются начиная с истории первобытного общества. Эти вещества парализуют центральную нервную систему и вызывают возбужденное состояние. Они изменяют сознание, вызывают *галлюцинации* (от лат. *hallucinatio* — бред, видение), *эйфорию* (от греч. *euphoria* — приподнятое настроение). Среди веществ, имеющих наркотические свойства, наибольшее распространение в обществе получили алкоголь и никотин. О вреде наркотиков вы сможете прочитать в § 63.

Алкоголь обладает ярко выраженными наркотическими свойствами. К сожалению, его употребление иногда начинается уже в подростковом возрасте. Особенно быстро формируется пристрастие к алкоголю у женщин. Причем у них вероятность стать алкоголиком намного выше, чем у мужчин.

Пьющий человек не просто привыкает к спиртному, у него происходит перестройка всех систем организма. Употребление алкоголя ведет к алкоголиз-

му — тяжелому психосоматическому заболеванию, сопровождающемуся прогрессирующим ослаблением умственных и физических способностей. Снижается сообразительность, развивается забывчивость, нарушается координация движений, трясутся руки. К тому же алкоголик не может ни на чем сосредоточиться, кроме мыслей о спиртном. Он попадает в психическую и физическую зависимость от алкоголя — становится его рабом. Алкоголик пренебрегает нравственными нормами. Основными чертами его характера становятся черствость, эгоизм, бесцеремонность.

Действие алкоголя проявляется не только в опьянении, но и в алкогольных психозах (при систематическом употреблении). Их наиболее распространенная форма получила название «белой горячки». При этом у больного возникают зрительные и слуховые галлюцинации угрожающего содержания, безотчетный страх, подозрительность и т. д. Спасаясь от воображаемых «врагов», алкоголик может выброситься из окна, причинить себе или окружающим тяжелые физические и моральные травмы.

У родителей, систематически употребляющих алкоголь, часто рождаются дети с уродствами, недостаточной массой тела. Они предрасположены к различным заболеваниям, отстают в умственном и физическом развитии. Особенно характерны для детей алкоголиков плохая память и «расторможенность» — неспособность сосредоточиться, четко действовать по заранее намеченному плану. Понятно, что им трудно получить хорошее образование и овладеть сложной профессией.

Никотин — это наркотенное вещество, содержащееся в табаке. В 1492 г. Христофор Колумб открыл для Европы не только Америку, но и табак. В то время табак считался чудо-лекарством чуть ли не от всех болезней. Только к XVIII в. появились первые медицинские исследования, доказывающие опасность курения. *Во-первых*, психическая зависимость от никотина развивается значительно быстрее, чем от алкоголя. *Во-вторых*, курение для организма даже более вредно, чем алкоголь. Это связано с пагубным воздействием никотина и других веществ, выделяющихся при сгорании табака, на кровеносные сосуды. Ученые установили, что в табачном дыме содержится около 1200 вредных для организма веществ — синильная кислота, сажа, мышьяк, аммиак, ацетилен, сероводород, оксид углерода, канцерогенное (вызывающее злокачественные образования) вещество *бензопирен*. Курящие болеют раком гортани и легких чаще некурящих примерно в 6—10 раз, раком пищевода — в 2—6 раз. Значительно чаще, чем некурящие, они страдают хроническим бронхитом и туберкулезом легких.

Никотин вызывает перерождение внутренней оболочки сосудов. При этом их просвет уменьшается, а значит, ухудшается снабжение кислородом и питательными веществами различных тканей и органов. Повреждение никотином сосудов

сердца приводит к ишемической болезни сердечной мышцы — инфаркту миокарда. Результатом длительного курения может стать инсульт — острое нарушение мозгового кровообращения. В настоящее время заболеваемость и смертность от ишемической болезни сердца вышли на первое место среди всех других заболеваний, так что эта болезнь может называться «эпидемией эпохи».

У некоторых курящих возникает заболевание эндартериит, или перемежающаяся хромота. Больной может пройти лишь несколько шагов. Затем в мышцах одной или обеих ног возникают онемение и резкая боль. При прекращении движения боль через некоторое время проходит, но при попытке идти дальше возобновляется. Это происходит потому, что сосуды больного способны обеспечить конечность кровью лишь в покое, без нагрузки. Со временем снабжение мышц необходимыми веществами становится недостаточным даже в покое и происходит омертвление тканей, что грозит ампутацией.

У женщин курение вызывает осложнения беременности. Если беременная курит, то вероятность рождения умственно неполноценного ребенка достигает 75—80 %. Согласно данным международной статистики, смертность новорожденных у курящих женщин на 40 % выше, чем у некурящих.

Курящий вредит не только себе, но и окружающим. Человек, который в течение часа находился в прокуренном помещении, получает такую же дозу ядовитых веществ, как и выкуривший четыре сигареты. Жены курильщиков живут в среднем на 3—4 года меньше жен мужчин, не имеющих этой вредной привычки.

Токсические вещества. Одурачивающий эффект способны вызывать и некоторые вещества, широко применяемые в быту: бензин, ацетон, клей, синтетические моющие средства. Запретить их распространение по вполне понятным причинам невозможно. Вместе с тем их систематическое употребление с целью одурачивания (токсикомания) ведет к возникновению зависимости. Многие из этих веществ оказывают чрезвычайно вредное воздействие на различные органы: легкие, которым приходится вступать в контакт с ядовитыми парами, и печень, которая вынуждена обезвреживать отравляющие вещества. Отсюда и название этих веществ — *токсические* (от греч. *toxikón* — яд).

Каждому человеку необходимо знать о губительных последствиях воздействия на организм и психику наркотических и токсических веществ. Главное, не допустить может быть самой страшной ошибки в жизни, приняв предложение попробовать то или иное из них. Первую рюмку спиртного человек обычно выпивает по примеру или по принуждению окружающих — знакомых, друзей, родственников. Некоторых толкает на это любопытство или глупое стремление обязательно все в жизни испытать на себе. Прежде чем так поступить, подумайте.

Помните! Ваше здоровье — в ваших руках.

Алкоголь • Никотин • Токсические вещества

- ? 1. В чем состоит вредное действие табака и алкоголя на нервную и сердечно-сосудистую системы? 2. Какое влияние оказывают алкоголь и никотин на организм беременной женщины? 3. Каковы вредные последствия курения для органов дыхания? 4. Какие вредные вещества получает организм человека при курении? 5. Как вы думаете, мужской или женский организм более устойчив к действию наркотических веществ? Почему?

В мужских и женских половых железах вырабатываются половые клетки (соответственно сперматозоиды и яйцеклетки) и половые гормоны. Мужские половые железы (семенники, или яички) находятся в мошонке, женские (яичники) — в брюшной полости.

Зрелая яйцеклетка выходит из яичника в брюшную полость, а оттуда через бахромчатую воронку попадает в маточную трубу (яйцевод). В ней происходит оплодотворение. Оно заключается в слиянии содержимого сперматозоида с яйцеклеткой и образовании одноклеточного организма — зиготы. Из нее развивается зародыш, или эмбрион. Все необходимые для своего развития вещества эмбрион получает из организма матери. К концу второго месяца развития он превращается в плод, который имеет все органы и системы, характерные для организма взрослого человека.

Беременность длится около 10 лунных месяцев (280 суток) и заканчивается родами. С этого момента начинается этап внематочного развития ребенка.

С 8—9 лет у девочек и 10—11 у мальчиков начинается половое созревание, которое завершается к 18—20 годам.

Следует помнить, что курение, употребление спиртных напитков и других наркотических веществ может не только ухудшить состояние физического и психического здоровья, но в будущем оказать пагубное влияние на потомство.



Глава 13

Сенсорные системы

Для осуществления простых и сложных рефлекторных актов, включая психическую деятельность, человеку необходима информация о внешней среде. Этой информацией нас снабжают **сенсорные** (от лат. *sensus* — чувство, ощущение, восприятие) **системы**, или **анализаторы**. Именно они причастны к формированию ощущений и отражению в сознании человека событий и явлений повседневной жизни.

Сенсорные системы не всегда дают объективное представление об окружающей нас действительности. Несовершенство органов чувств, особые состояния сознания, физические причины могут привести к искаженному восприятию действительности, обманам восприятия. Такие явления называются *иллюзиями*. Они бывают температурными, зрительными, слуховыми и др.

§ 55. Строение и общая характеристика сенсорных систем

Сенсорные системы. Все сенсорные системы построены по единому принципу и состоят из трех отделов: периферического, проводникового и центрального.

Периферический отдел представлен органом чувства. В его состав входят рецепторы — окончания чувствительных нервных волокон или специализированные клетки. Они обеспечивают преобразование энергии раздражителя в нервные импульсы.

Рецепторы различаются по месту расположения (внутренние и наружные), строению и особенностям восприятия энергии раздражителя (одни воспринимают механические, другие — химические, третьи — световые стимулы).

Помимо рецепторов органы чувств включают в себя вспомогательные структуры, выполняющие защитную, опорную и некоторые другие функции. Например, вспомогательный аппарат глаза представлен глазодвигательными мышцами, веками и слезными железами.

Проводниковый отдел сенсорной системы состоит из чувствительных нервных волокон, образующих в большинстве случаев специализированный нерв. Он доставляет информацию от рецепторов в центральный отдел сенсорной системы.

И наконец, *центральный отдел* расположен в коре больших полушарий головного мозга. Здесь находятся высшие сенсорные центры, обеспечивающие

окончательный анализ поступившей информации и формирование соответствующих ощущений.

Таким образом, **сенсорная система** — это совокупность специализированных структур нервной системы, которые осуществляют процессы приема и обработки информации из внешней и внутренней среды, а также формируют ощущения.

Различают зрительную, слуховую, вестибулярную, вкусовую, обонятельную и другие сенсорные системы.

Зрительная сенсорная система. Ее периферическая часть представлена органом зрения (глазом), проводниковая — зрительным нервом, а центральная — зрительной зоной, расположенной в затылочной доле коры больших полушарий.

Световые лучи от рассматриваемых предметов действуют на светочувствительные клетки глаза и вызывают в них возбуждение. Оно передается по зрительному нерву в кору больших полушарий. Здесь в затылочных долях возникают зрительные ощущения формы, окраски, величины, расположения и направления движения предметов.

Слуховая сенсорная система играет очень важную роль. Ее деятельность лежит в основе обучения речи. Она представлена ухом — органом слуха (периферический отдел), слуховым нервом (проводниковый отдел) и слуховой зоной, расположенной в височной доле коры больших полушарий (центральный отдел).

Вестибулярная сенсорная система обеспечивает пространственную ориентацию человека. С ее помощью мы получаем информацию об ускорениях и замедлениях, возникающих при движении. Она представлена органом равновесия, вестибулярным нервом и соответствующей зоной в височных долях коры больших полушарий.

Ощущение положения тела в пространстве особенно необходимо летчикам, аквалангистам, акробатам и др. При повреждении органа равновесия человек не может уверенно стоять и ходить.

Вкусовая сенсорная система осуществляет анализ действующих на орган вкуса (язык) растворимых химических раздражителей. С ее помощью определяется пригодность пищи.

Наш язык покрыт слизистой оболочкой, складки которой содержат *вкусовые почки* (рис. 74). Внутри каждой почки расположены рецепторные клетки с микроворсинками.

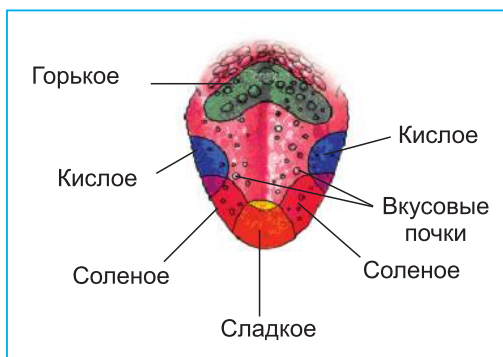


Рис. 74. Зоны вкусовых ощущений на языке

Рецепторы связаны с нервными волокнами, которые входят в мозг в составе черепных нервов. По ним импульсы достигают задней части центральной извилины коры головного мозга, где и формируются вкусовые ощущения.

Различают четыре основных вкусовых ощущения: горькое, сладкое, кислое и соленое. Кончик языка проявляет наиболее высокую чувствительность к *сладкому*, края — *соленому* и *кислому*, а корень — к *горьким* веществам.

Обонятельная сенсорная система осуществляет восприятие и анализ химических раздражителей, находящихся во внешней среде.

Периферический отдел обонятельной сенсорной системы представлен эпителием носовой полости, в котором имеются рецепторные клетки с микроворсинками. Аксоны этих чувствительных клеток образуют обонятельный нерв, который направляется в полость черепа (рис. 75). По нему возбуждение проводится к обонятельным центрам коры больших полушарий, где и осуществляется распознавание запахов (вернитесь к рисунку 15).

Существенную роль в познании внешнего мира у человека играет **осязание**. Оно обеспечивает способность воспринимать и различать форму, размер и характер поверхности предмета. Рецепторы, участвующие в процессах восприятия раздражителей, действующих на кожу, весьма разнообразны. Они реагируют не

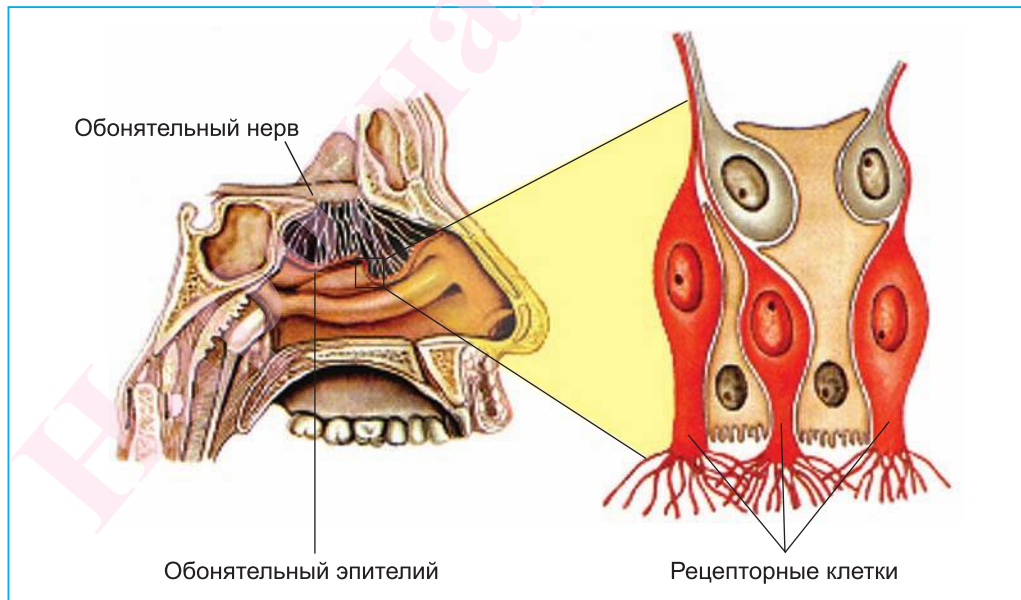


Рис. 75. Орган обоняния

только на прикосновения, но также на тепло, холод и болевые воздействия. Больше всего тактильных рецепторов на губах и ладонной поверхности пальцев рук, меньше всего — на туловище. Возбуждение от рецепторов по чувствительным нейронам передается в зону кожной чувствительности коры больших полушарий, где возникают соответствующие ощущения.

Сенсорная система (периферический, проводниковый и центральный отделы) • Зрительная, слуховая, вестибулярная, вкусовая и обонятельная сенсорные системы • Осязание

- ? 1. Из каких отделов состоит зрительная сенсорная система? 2. В каком отделе сенсорной системы формируются ощущения? 3. Деятельность какой сенсорной системы лежит в основе речи? 4. Какие функции выполняет вестибулярная система? 5. Где располагаются периферические и центральные части вкусового и обонятельного анализаторов? 6. Почему кусочек сахара, положенный на сухой язык, не вызывает вкусовых ощущений? 7. Как устроена и функционирует обонятельная сенсорная система? 8. Почему насморк нередко сопровождается потерей аппетита? 9. Где у человека расположено больше всего тактильных рецепторов?

§ 56. Строение и функции органа зрения

Орган зрения — глаз — является важнейшим из органов чувств. Благодаря ему человек получает до 90 % всей информации об окружающем мире.

Основная часть глаза — **глазное яблоко**. Оно расположено в углублении черепа — *глазнице*, от стенок которой к его поверхности подходят глазодвигательные мышцы. Сзади и сбоку глаз защищен от внешних воздействий костными стенками глазницы, а спереди — веками и ресницами. Во внутреннем углу глаза находится слезная железа. Слезы увлажняют и дезинфицируют глаза.

Глазное яблоко состоит из трех оболочек: наружной, средней и внутренней (рис. 76). Наружная оболочка — *склера* — непрозрачна. Это плотное образование белого цвета. Спереди склера переходит в прозрачную *роговицу*, в которой происходит наиболее сильное преломление световых лучей.

Средняя, сосудистая, оболочка состоит из *ресничного тела*, *радужки* и собственно *сосудистой оболочки*. Последняя содержит большое количество кровеносных сосудов, обеспечивающих питание глазного яблока.

Передний отдел сосудистой оболочки — радужка, имеет форму диска с отверстием посередине — *зрачком*. В зависимости от содержания в ней меланина цвет радужки колеблется от голубого до почти черного.

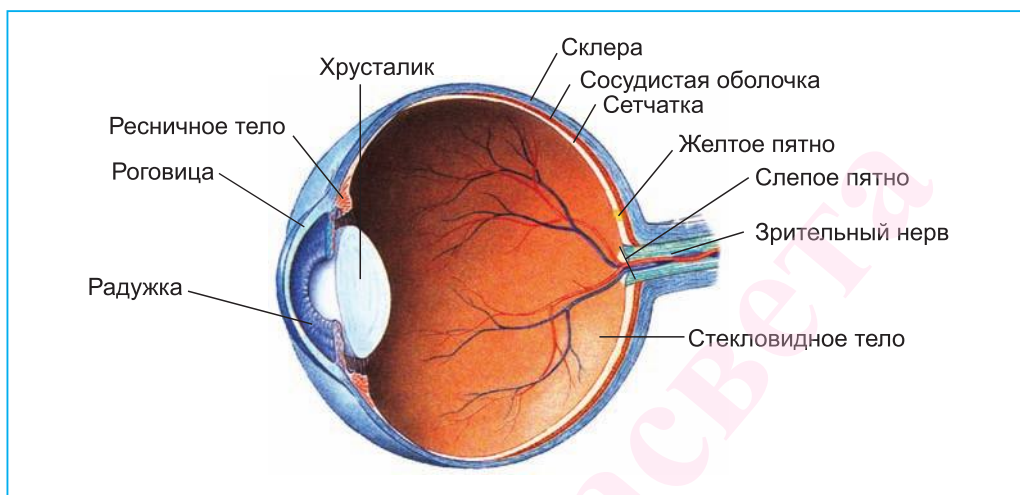


Рис. 76. Орган зрения

За зрачком располагается *хрусталик* — прозрачное, эластичное образование, имеющее форму двояковыпуклой линзы.

Полость глаза позади хрусталика заполнена прозрачной желеобразной массой — *стекловидным телом*.

Внутренняя оболочка глаза — *сетчатка* — содержит светочувствительные клетки — фоторецепторы, названные из-за их формы колбочками и палочками (рис. 77). В сетчатке насчитывается примерно 125 млн палочек и 6 млн колбочек.

Под влиянием света в фоторецепторах изменяется обмен веществ и возникает возбуждение, которое распространяется по *зрительному нерву* в кору больших полушарий головного мозга.

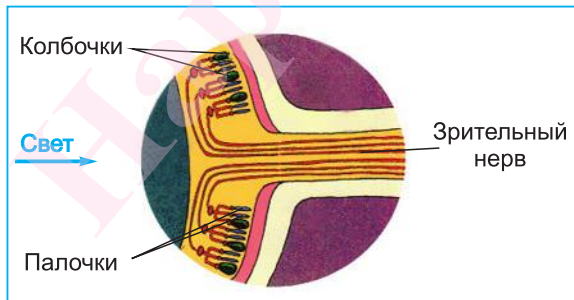


Рис. 77. Светочувствительные рецепторы

Палочки возбуждаются быстро даже слабым сумеречным светом, но не могут воспринимать цвет. Колбочки возбуждаются медленнее и только ярким светом. Они воспринимают цвет, форму и детали предметов.

Большая часть колбочек расположена в центральной части сетчатки — *желтом пятне*.

Оно является местом наилучшего видения. Сбоку от желтого пятна находится участок без светочувствительных рецепторов. Это место выхода зрительного нерва — *слепое пятно*. По мере удаления от желтого пятна число колбочек уменьшается, а число палочек возрастает.

Это интересно. Способность различать цвета объясняется трехкомпонентной теорией, согласно которой в сетчатке глаза человека имеется три типа колбочек (каждая из которых содержит один из пигментов — иодопсин, хлоролаб, эритлаб), воспринимающих излучение с определенной длиной волны. Первый тип обладает максимумом возбуждения в сине-фиолетовой, второй — в красно-оранжевой, третий — в желто-зеленой области спектра света. При смешении в глазу испытуемого трех цветов (зеленого, красного и синего) в различных комбинациях можно получить все остальные цвета, в том числе и белый.

Аккомодация. Человек с нормальным зрением одинаково четко видит предметы, отстоящие от него на разном расстоянии. Это возможно благодаря процессу *аккомодации* (от лат. *accommodatio* — приспособление, приноровление), в основе которого лежит изменение кривизны хрусталика и, следовательно, его преломляющей способности.

При рассматривании близко расположенных предметов хрусталик становится более выпуклым. Когда взгляд устремляется *вдаль*, хрусталик уплощается и его преломляющая сила уменьшается. Таким образом, благодаря хрусталику изображение всегда проецируется точно на сетчатку.

Наиболее часто встречающимся дефектом зрения является близорукость, при которой глаза хорошо видят только близко расположенные предметы. Лучи, идущие от удаленных предметов, собираются не на сетчатке, а перед ней. Это обусловлено слишком длинной осью глаза или излишней кривизной хрусталика. В этом случае назначают очки с рассеивающими двояковогнутыми линзами. Пользоваться очками необходимо не только для коррекции зрения, но и для того чтобы избежать его дальнейшего ухудшения.

С возрастом хрусталик постепенно утрачивает свою эластичность и, как следствие, способность изменять кривизну. Это отражается на его преломляющей силе — она уменьшается, и лучи, достигающие сетчатки, оказываются не сфокусированными. Аккомодационных способностей оказывается недостаточно для четкой проекции изображения при чтении книг и газет. Описанные изменения характеризуются как старческая дальнозоркость. Для ее коррекции используют очки с собирательными двояковыпуклыми линзами. Встречается и врожденная дальнозоркость, связанная с патологией структур глаза.

Для человека характерно зрение сразу двумя глазами — *бинокулярное*. Интересно, что при взгляде на какой-либо предмет у нас не возникает ощущения двух предметов, хотя суммарно количество изображений соответствует двум.

Объясняется это тем, что при рассматривании объектов двумя глазами их изображения попадают на идентичные участки сетчаток, и в восприятии два изображения сливаются в одно. В том, что это действительно так, можно убедиться, слегка надавив сбоку на один глаз: при этом нарушается соответствие сетчаток и изображение начинает двоиться.

Благодаря бинокулярному зрению мы можем более точно воспринимать изображение в объеме и определять расстояние до интересующих нас объектов. Для оценки расстояния имеет значение и то, что образ предмета на сетчатке будет тем больше, чем он ближе. Согласованная работа обоих глаз обеспечивает *стереоскопическое (объемное)* зрение, которое позволяет получить более точное представление о воспринимаемом объекте.

Склера • Роговица • Радужка • Зрачок • Хрусталик • Стекловидное тело •
Сетчатка • Колбочки • Палочки • Желтое и слепое пятна • Близорукость •
Дальнозоркость

- ? 1. Какое значение имеет зрение для человека? 2. Глаз — это орган чувства или сенсорная система? 3. При ярком свете зрачок рефлекторно сужается, а при слабом — расширяется. Какой эффект при этом достигается? 4. Где находятся зрительные рецепторы? Какие рецепторы более чувствительны к свету: палочки или колбочки? 5. Как вы думаете, почему говорят: «Ночью все кошки серы»? 6. Какова функция хрусталика? 7. С какими нарушениями связаны близорукость и дальнозоркость? Каковы причины дальнозоркости у пожилых людей? 8. Как можно исправить близорукость? Дальнозоркость? 9. Как можно оценить остроту зрения у человека? 10. Можно ли, прицеливаясь при стрельбе, одинаково четко видеть мишень и мушку оружия?

§ 57. Гигиена зрения

Предупреждение нарушений функций глаз. Для нормального функционирования глаз необходимо соблюдать некоторые несложные правила. Так, при письме свет должен падать с левой стороны (при условии, что работающий — правша, и с правой — для левши). Не рекомендуется читать во время приема пищи, лежа, на ходу, в движущемся транспорте, так как при этом постоянно изменяется расстояние между глазами и книгой (мобильным телефоном, ноутбуком) и наступает быстрое утомление аккомодационного аппарата. Предпочтительно естественное дневное освещение, не стоит применять в качестве настольных ламп светильники с «дневным» светом. Через каждые 30—40 мин занятий необходимо устраивать

10—15-минутный отдых. Длительность просмотра телепередач не должна превышать 30—40 мин в день, при этом от экрана следует находиться не ближе 2,5 м. В вечернее время суток при просмотре телевизионных программ следует включать неяркое освещение.

Технический прогресс сделал доступным практически для каждой семьи приобретение персональных компьютеров и игровых приставок. Они не только способствуют своевременному получению разнообразной информации, но и используются как средства развлечения. Хотя современные компьютеры снабжены относительно безопасными жидкокристаллическими экранами, они могут оказывать неблагоприятное воздействие на организм. Для некоторых пользователей характерны болезненное пристрастие к посещению Интернет-сайтов и продолжительные игры. За этим занятием многие проводят более 3—4 ч в сутки, что не может не сказаться на состоянии их здоровья. У заядлых геймеров отмечается покраснение глаз, падает острота зрения и сужается поле. Возникают ощущения усталости, песка в глазах, общий дискомфорт. Это состояние врачи определяют как «компьютерный зрительный синдром». Основная причина перечисленных расстройств — дрожание и мелькание изображения, постоянное изменение расстояния от глаз до экрана, а также порой длительное пребывание в непроветриваемом помещении.

Для школьников непрерывная длительность занятий с компьютером не должна превышать 20 мин в 5—7-х классах, 25 мин в 8—9-х, 30 мин на первом и 20 мин на втором часу занятий в 10—11-х классах. Через каждые 20—25 мин работы следует делать перерыв и специальные упражнения для глаз.

Несоблюдение гигиенических норм приводит к нарушениям аккомодации глаз. Начало развития близорукости проявляется в том, что ранее хорошо видимые предметы воспринимаются как нечеткие, расплывчатые. Близорукость, как правило, развивается под влиянием длительной напряженной работы при недостаточном освещении рабочего места. Ей способствует также неправильная посадка, чтение мелкого или плохо напечатанного шрифта.

Для близоруких людей характерно прищуривание глаз при рассматривании предметов. Чрезмерное приближение предмета к глазам (чтобы сделать его изображение на сетчатке более четким) — значительная нагрузка на мышечный аппарат глаза. Нередко мышцы не справляются с такой напряженной работой, и развивается косоглазие.

При неосложненной близорукости зрение нередко восстанавливается без каких-либо специальных мероприятий. Этому способствует снижение нагрузки на глаза, выполнение специальных упражнений и т. п. Для тренировки зрения рекомендуется каждый час в течение 3 мин попеременно смотреть то вдаль, то на близко расположенный предмет.

Ухудшение зрения, а порой даже слепота могут быть спровоцированы инфекционными заболеваниями. Нередки случаи, когда болезнетворные микроорганизмы проникают в слизистую оболочку глаза и вызывают ее воспаление — конъюнктивит. Часто конъюнктивит является следствием попадания инфекции в глаза с грязных рук, при пользовании несвежим полотенцем. Он проявляется покраснением и резью в глазу, слизисто-гнойными выделениями, слезотечением, светобоязнью.

К расстройству зрения могут привести недостаток витамина А, а также никотин, алкоголь и различные токсические вещества. Попад в организм, они могут вызывать поражение зрительного нерва и, как следствие, потерю зрения.

Первая помощь при повреждении глаз. Игры с острыми и колющими предметами, воспламеняющимися и взрывчатыми веществами, драки — наиболее частые причины травм глаз. В мастерских и химических лабораториях все должно строго соблюдать технику безопасности (пользоваться защитными экранами, очками). Нельзя сдвигать со стола опилки и стружки, так как они могут попасть в глаза. При ушибе нужно приложить к глазу марлевую салфетку или носовой платок, смоченные холодной кипяченой водой. Промокать выступившие слезы следует только чистой салфеткой или носовым платком.

При попадании щелочи, кислоты, ядовитых веществ необходимо промывать глаза чистой проточной водой в течение нескольких минут, а затем срочно обратиться к врачу.

При тяжелых ранениях нельзя промывать глаза или пытаться самостоятельно удалить инородное тело. В этом случае на глаз следует наложить стерильную повязку и отправить пострадавшего в больницу.

Косоглазие • Конъюнктивит

- ? 1. Почему не рекомендуется читать в движущемся транспорте? 2. С какой стороны должен падать свет при письме? Почему? 3. Какие профилактические меры используются при длительном чтении или письме? 4. Что является причиной конъюнктивита? 5. Какие действия вы предпримете при попадании в глаза щелочи? Кислоты? Ядовитых веществ?

§ 58. Строение и функции органа слуха

Строение органа слуха. Периферическая часть слуховой сенсорной системы представлена наружным, средним и внутренним ухом (рис. 78). Слуховые рецепторы находятся в улитке внутреннего уха, которая расположена в височной кости. Звуковые колебания передаются к ним через систему вспомогательных образований, входящих в состав наружного и среднего уха.

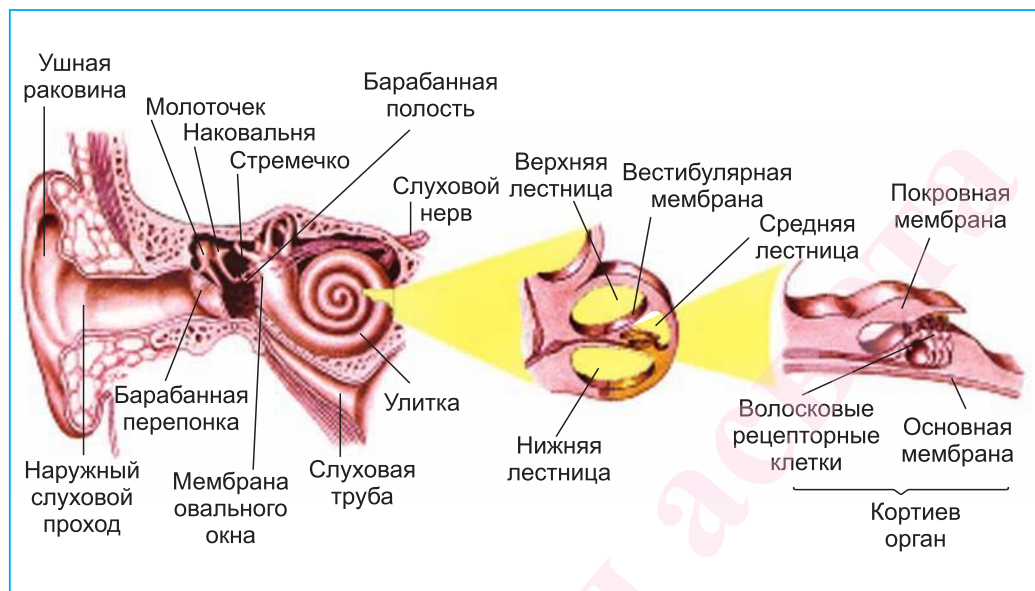


Рис. 78. Орган слуха

Наружное ухо состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода. У человека ушные мышцы развиты слабо и *ушная раковина* практически неподвижна.

Наружный слуховой проход содержит видоизмененные потовые железы, вырабатывающие ушную серу — вязкий секрет, обладающий бактерицидными свойствами.

На границе между наружным и средним ухом находится *барабанная перепонка*. Она имеет форму конуса с вершиной, направленной в полость среднего уха. Барабанная перепонка воспроизводит звуковые колебания, пришедшие по наружному слуховому проходу из внешней среды, и передает их в среднее ухо.

Среднее ухо представлено тремя слуховыми косточками (*молоточек*, *наковальня* и *стремечко*), расположенными в *барабанной полости*. Последняя через *слуховую трубу* соединяется с носоглоткой.

Рукоятка *молоточка* вплетена в барабанную перепонку, а *стремечко* соединяется с мембраной овального окна внутреннего уха.

Система *слуховых косточек*, работающих, как рычаги, увеличивает давление звуковой волны примерно в 50 раз. Это особенно важно для передачи во внутреннее ухо слабых звуковых волн. Громкий звук вызывает сокращение мышц, ограничивающих подвижность косточек, и давление на мембрану овального окна снижается. Эти процессы возникают рефлекторно, без участия сознания.

Слуховая труба поддерживает одинаковое давление в барабанной полости и в носоглотке. Во время глотания или зевания давление в глотке и барабанной полости выравнивается. В результате улучшаются условия для вибрации барабанной перепонки, и мы слышим лучше.

За средним ухом начинается **внутреннее ухо**, расположенное в глубине височной кости черепа. Оно представляет собой систему лабиринта, в состав которого входит улитка. Она имеет вид спирально изогнутого канала, имеющего 2,5 завитка. Двумя мембранами (вестибулярной и основной) канал делится на *верхнюю, среднюю и нижнюю* лестницы, заполненные особыми жидкостями.

На основной мембране расположен звуковоспринимающий аппарат — *Кортиев орган с волосковыми рецепторными клетками*.

Как же мы воспринимаем звуки? Воздушные звуковые волны попадают через наружный слуховой проход на барабанную перепонку и приводят ее в движение. Колебания барабанной перепонки передаются **слуховым косточкам**. Работая, как рычаги, косточки усиливают звуковые волны и **сообщают** их улитке. В ней колебания передаются с помощью жидкостей с **верхней** на **нижнюю** лестницы. Это влечет за собой изменение положения рецепторных волосковых клеток Кортиева органа и в них возникает возбуждение.

От рецепторных клеток возбуждение передается по слуховому нерву в слуховые зоны височных долей коры **больших** полушарий головного мозга. Здесь осуществляется распознавание звуков, и формируются соответствующие ощущения.

Это интересно. Для высших животных характерен бинауральный слух (от лат. *bini* — два, *auris* — ухо) — улавливание звука двумя ушами. Звуковые колебания, идущие сбоку, доходят до одного уха чуть раньше, чем до другого. Благодаря этому время поступления в центральную нервную систему импульсов от правого и левого уха различается, что и дает возможность с высокой точностью определять местоположение источника звука.

Если у человека одно ухо не слышит, то он определяет направление звука вращением головы, пока звук не окажется наиболее четко различимым здоровым ухом.

Самый высокий звук, который способен услышать человек, находится в пределах 20 000 колебаний в секунду (Гц), самый низкий — 12—14 Гц. У детей верхняя граница слуха достигает 22 000 гц, у **пожилых** людей — около 15 000 гц.

У многих позвоночных верхняя граница слуха выше, чем у человека. У собак, например, она доходит до 38 000 гц, у кошек — 70 000 гц, а у летучих мышей — 100 000 гц и выше.

Гигиена слуха. Несмотря на то что основные элементы слуховой сенсорной системы находятся глубоко в височной кости черепа, для сохранения хорошего слуха необходимо соблюдать некоторые гигиенические правила. В наружном слуховом проходе могут скапливаться грязь и ушная сера. Они вызывают раздражение и зуд, ухудшают слышимость. Ни в коем случае нельзя извлекать серу

из ушей спичкой, карандашом или булавкой. Эти действия могут привести к повреждению барабанной перепонки.

В холодную и ветреную погоду необходимо беречь уши от переохлаждения. При инфекционных заболеваниях (ангина, грипп, корь и др.) микроорганизмы из носоглотки с носовой слизью попадают через слуховую трубу в среднее ухо и могут вызвать его воспаление (отит). При болях в ухе нужно немедленно обратиться к врачу.

Шум, громкие резкие звуки вредны для слуха. Если человек долго подвергается воздействию шума, у него может снизиться острота слуха. Серьезную опасность для слуха представляет систематическое использование наушников для прослушивания музыки. Нежелательно пользоваться наушниками на ходу, поскольку человек в этот момент изолирован от внешних раздражителей и не может своевременно среагировать, например, на приближающийся автомобиль. Чрезмерно интенсивные звуки ускоряют наступление утомления, приводят к развитию бессонницы.

Наружное ухо • Среднее ухо • Внутреннее ухо

- ? 1. Как строение наружного и среднего уха связано с выполняемыми ими функциями? 2. Как человек определяет направление звука? 3. Почему при действии очень сильных звуков рекомендуют совершать глотательные движения? 4. Объясните поговорку: «Когда я ем, я глух и нем». 5. Где расположены рецепторы слуховой сенсорной системы? 6. Что может явиться причиной воспаления среднего уха? 7. Почему с возрастом снижается острота слуха?

С помощью сенсорных систем, или анализаторов, человек получает информацию об окружающем его мире.

Вы познакомились со строением и функциями ряда анализаторов. Все они организованы по единому принципу: рецепторы, проводники и аналитический центр в коре головного мозга. Рецепторы каждой сенсорной системы специализируются на восприятии определенных раздражителей, точнее энергии этих раздражителей, и обладают высокой чувствительностью именно к ним. Раздражитель (свет, звук, температура и т. д.) вызывает возбуждение рецепторов, которое по нервным волокнам поступает к коре больших полушарий, где проводится его окончательный анализ и формируется образ раздражителя — ощущение.

Сенсорные системы взаимодействуют друг с другом. Благодаря этому границы восприятия внешнего мира существенно расширяются. Получаемая с помощью анализаторов информация обеспечивает психическую деятельность и поведение человека.



Глава 14

Поведение и психика

Поведение — это совокупность целенаправленных действий, определяемых биологическими потребностями и социальными мотивами. Сочетание биологических и социальных потребностей придает поведению человека уникальные черты, позволяющие противопоставить его всему остальному животному миру.

Возникновение любой потребности связано с появлением в структурах центральной нервной системы очага возбуждения. В случае устойчивого возбуждения этот очаг становится *доминантным* и определяет дальнейшее поведение человека.

Различают наследственные и приобретенные формы поведения.

§ 59. Поведение и психика человека

Безусловные и условные рефлексы. Человек рождается с определенным, уже готовым набором поведенческих актов — *безусловных рефлексов*. Это видовые, стереотипные реакции организма на действие различных (внутренних и внешних) раздражителей. Они играют важную роль в поведении, обеспечивают поддержание условий для нормальной жизнедеятельности, а также лежат в основе произвольных движений. К ним относятся пищевые (жевание, сосание, глотание, отделение слюны, желудочного сока и др.), оборонительные (одергивание руки от горячего предмета, кашель, чихание и др.), половые (обеспечивающие размножение) и некоторые другие рефлексы.

В процессе индивидуального развития формируются новые, более сложные приспособительные поведенческие реакции — *условные рефлексы* (как следует из названия для их образования требуются определенные условия). Условные рефлексы строго индивидуальны и различаются даже у близнецов.

Биосоциальное значение условных рефлексов выражается в своевременном уходе от опасности, ориентировке во времени и пространстве, т. е. адаптации организма к воздействиям среды. Так, условно-рефлекторное отделение слюны, желудочного сока и сока поджелудочной железы при виде и запахе пищи создают оптимальные условия для ее переваривания.

Механизм образования условных рефлексов. Согласно представлениям И. П. Павлова, образование условного рефлекса связано с установлением

временной связи между разными группами нервных клеток (центрами) коры больших полушарий головного мозга. К настоящему времени установлено, что в образовании временной связи участвуют и подкорковые структуры. Это положение существенно расширяет и дополняет наши знания о природе условных рефлексов.

В случае предъявления условного, а затем сразу безусловного раздражителей на уровне коры больших полушарий оказываются возбужденными сразу два нервных центра. Предполагают, что доминантный очаг возбуждения, возникший в центре безусловного рефлекса, как магнит «притягивает» к себе возбуждение из центра условного раздражителя. В результате между ними возникает функциональная временная связь. После многократных предъявлений условного и безусловного раздражителей она становится настолько прочной, что впоследствии даже один изолированно действующий условный раздражитель способен вызвать возбуждение в обоих нервных центрах.

Чтобы выработать условный рефлекс, надо подкреплять условный раздражитель безусловным, т. е. таким, который вызывает безусловный рефлекс.

Базой условного рефлекса служат нейроны коры и подкорковых образований головного мозга. Установлена возможность разных уровней замыкания рефлекторной связи (кора — кора, кора — подкорка, подкорка — подкорка) при доминирующей роли коры.

Выработка условного рефлекса проходит поэтапно. Начальный этап характеризуется тем, что рефлекс возникает не только в ответ на предъявление того условного раздражителя, на который он вырабатывался, но и других раздражителей, сходных с ним по физическим параметрам. На следующем этапе, в процессе закрепления условного рефлекса, ответную реакцию вызывает только тот раздражитель, который использовался в качестве условного.

Торможение условных рефлексов. Условные рефлексы способны тормозиться. Если после выработки пищевого слюноотделительного рефлекса перестать подкреплять условный раздражитель действием безусловного, то спустя некоторое время наступает *угасание* условного рефлекса. Слюны будет выделяться все меньше и меньше, пока условно-рефлекторное слюноотделение не прекратится полностью. Произойдет так называемое *внутреннее* торможение условного рефлекса.

Наряду с внутренним существует *внешнее* торможение. Оно вызывается неожиданным посторонним воздействием и всегда начинается с ориентировочной реакции, которую И. П. Павлов назвал рефлексом «Что такое?». В основе этого торможения лежит возникновение в коре больших полушарий нового временно доминантного очага возбуждения, который вызывает снижение возбудимости всех

других активных до этого момента участков коры. В результате текущая условно-рефлекторная реакция ослабевает или исчезает вовсе.

Рефлекторный характер психики. Начало изучения психической деятельности было положено французским ученым Р. Декартом. В дальнейшем природу психических явлений с позиции физиологии объяснил русский ученый и мыслитель-материалист И. М. Сеченов. В его ставшем классическим труде «Рефлексы головного мозга» обоснована универсальность принципа рефлекторной деятельности. Он экспериментально доказал, что «работа головного мозга носит такой же рефлекторный характер, как и работа любого другого органа».

И. П. Павлов создал учение о *высшей нервной деятельности*, под которой он понимал деятельность коры больших полушарий и ближайших к ней подкорковых центров, обеспечивающую наиболее совершенное приспособление животных и человека к окружающей среде.

Для человека внешний мир — это не только биологическая среда, а мир явлений и предметов, созданных в ходе их общественной истории. Именно внешний мир, с которым взаимодействует человек, определяет содержание его психики.

Под **психикой** понимают функции головного мозга, которые отражают явления внешнего и внутреннего мира человека. Психика находится в тесном единстве с различными процессами, происходящими в организме. Она характеризуется активностью, целостностью, развитием, саморегуляцией, адаптацией. Посредством психических процессов осуществляется познание окружающего мира, усвоение знаний и навыков, обучение. На этой основе формируется индивидуальное поведение человека. Практически все виды деятельности человека так или иначе связаны с психикой.

**Поведение • Доминантный очаг • Условные и безусловные рефлексы •
Высшая нервная деятельность • Психика**

- ? 1. Дайте определение понятия «поведение». 2. Приведите примеры известных вам условных рефлексов. Объясните, как они образовались. 3. Объясните, почему при виде и запахе лимона у вас начинают «течь слюнки». 4. Чем условные рефлексы отличаются от безусловных? 5. Каков механизм образования условных рефлексов? 6. Какое значение имеют условные рефлексы для животных и человека? 7. Новорожденный ребенок, когда его первый раз прикладывают к материнской груди, сразу начинает совершать сосательные движения. Какой это рефлекс: условный или безусловный? 8. Какое значение для человека имеет соблюдение режима дня?

§ 60. Сон и сновидения

Значение сна. Третью часть своей жизни мы проводим во сне. Сон наступает при прекращении или резком ограничении поступления импульсов в мозг. Он может возникать при стимуляции клеток мозга раздражителями чрезмерной силы или под влиянием однообразно действующих стимулов.

Как считает современная наука, *сон* — это особое функциональное состояние организма человека, которое характеризуется обездвиженностью, почти полным отсутствием реакций на раздражения и снижением активности ряда физиологических процессов.

Сон необходим каждому человеку. Доказательством его биологической значимости является тот факт, что человек «так и не смог отучиться от этой привычки».

Физиологическое состояние спящего человека характеризуется целым рядом особенностей. У него урежается дыхание, снижаются обмен веществ, величина кровяного давления, частота сердечных сокращений и мышечный тонус. Во время сна ослабевает контакт организма с внешней средой — снижаются слух, обоняние, кожная чувствительность, заторможены условные рефлексy и, как следствие, становится невозможной целенаправленная деятельность.

Сон является одной из фаз суточного биоритма (сон — бодрствование). Он выполняет приспособительную функцию — создает условия для переработки информации, полученной во время бодрствования. Считается, что сон обеспечивает протекание в мозге восстановительных процессов. Клетки и ткани нашего организма во время сна обретаюT определенную долю независимости и могут осуществлять местную саморегуляцию.

Медленный (глубокий) и быстрый (поверхностный) сон. Нормальный (физиологический) сон состоит из двух качественно различных фаз — медленного и быстрого сна. *Медленный сон* характеризуется снижением всех функций человеческого организма, отсутствием сновидений и быстрых движений глаз. Однако и в состоянии медленного глубокого сна человек может быстро проснуться при воздействии важных для него раздражителей.

Периодически, каждые 80—90 мин, медленный сон сменяется *быстрым*, который составляет примерно 20 % от всего времени сна. Если человека в это время разбудить, то он сообщает, что видел сновидения.

Сновидения — это более или менее яркие и сложные события, картины, живые образы, возникающие у спящего человека. Они являются результатом деятельности остающихся активными во время сна нервных центров.

Одной из основных функций сновидений, как считают ученые, является стабилизация эмоционального состояния человека.

Жизнь человека наполнена различными событиями. В сновидениях отражаются уже имевшие место или еще не произошедшие события. Во сне мы видим то, что хотелось бы осуществить, или, наоборот, то, чего опасаемся. И нет ничего удивительного в том, что некоторые сны оказываются «вещными» — предвестниками реальных событий. Это вовсе не мистика, а просто совпадение событий сновидения и последующей реальности. Часто подобные сновидения вызываются раздражителями, которые поступают в наш мозг во время сна или извлекаются из памяти.

Это интересно. Известный немецкий химик Ф. Кеккуле писал: «Учитесь видеть сны». И для этого у него были все основания. Однажды во сне он увидел танцующие молекулы, которые чем-то напоминали змей. Вдруг одна из них сама себя укусила за хвост, образовав кольцо. Проснувшись и вспомнив сон, ученый предложил свою знаменитую формулу бензола — кольцо из шести атомов углерода.

В аналогичной ситуации оказался гениальный русский химик Д. И. Менделеев. Он увидел во сне таблицу, отражающую порядок расположения химических элементов в соответствии с их свойствами.

Вспомните роман А. С. Пушкина «Евгений Онегин», в котором героиня — Татьяна Ларина увидела «чудный сон» — сложное переплетение реальных событий, ее собственных ощущений и переживаний.

Систематические исследования роли сновидений были предприняты австрийским врачом-психиатром З. Фрейдом. Рассматривая сновидения как особый и весьма важный язык мозга, он отмечал, что они являются продуктом нашей собственной психической активности.

Гигиена сна. Что следует делать для того, чтобы сон был полноценным? Ложиться спать и вставать утром в определенное время. Благодаря этому нехитрому действию вырабатывается условный рефлекс на время, и засыпание, равно как и пробуждение, происходят быстрее и легче.

Сколько времени требуется для сна? Универсального ответа на этот вопрос нет. Все зависит от индивидуальных особенностей каждого человека. Одним необходимо для восстановления сил не менее 9 ч сна, другим достаточно 6 ч. Известно, что Бехтерев, Гете, Шиллер спали по 5 ч в сутки, а Эдисон — всего 2—3 ч.

Непосредственно перед сном не рекомендуются напряженная умственная работа, подвижные шумные игры и развлечения: все это возбуждает нервную систему и нарушает сон. Полезно немного погулять на свежем воздухе, принять теплый душ. Кушать следует не позже чем за 1,5—2 ч до отхода ко сну.

Спать рекомендуется в хорошо проветриваемом помещении, зимой — при открытой форточке, летом — при открытом окне.

Медленный и быстрый сон • Сновидения

- ? 1. Какое значение имеет сон в жизни человека? 2. Как изменяются функции организма в разные фазы сна? 3. Что такое сновидения? Какова их роль? 4. Почему у новорожденных детей и подростков разная потребность в продолжительности сна? 5. Дайте физиологическую трактовку пословицам: «Сон — лучшее лекарство» и «Утро вечера мудренее».

§ 61. Деятельность мозга и психические функции

Мозг является фундаментом, на основе деятельности которого строятся все психические процессы, определяющие наше поведение. Например, приступая к выполнению домашнего задания по математике, вы, как правило, осмысливаете условие задачи, пытаетесь решить ее самостоятельно или советуетесь с друзьями, родителями. В любом случае ваша деятельность носит *сознательный характер*. Вы осуществляете целенаправленный контроль над своими поступками и оцениваете их результаты.

Сознание возникло у человека в процессе эволюции на основе потребности в общении, передаче опыта и знаний. Передача информации от одного человека другому может происходить лишь при помощи символов, знаков, звуков, жестов. Основной формой общения у человека стала *речь*. А благодаря общению возникает и сознание — главное свойство и продукт психики.

Сознание в своей относительно примитивной форме свойственно и животным. Просто оно иного, более низкого уровня и проявляется в другой форме. Человек обладает сложной и, возможно, наиболее совершенной его разновидностью. Человеческое *сознание* — это форма психического отражения действительности, представленная в виде знаний об окружающем мире. Иными словами это мысленные образы, представления и понятия, которые с помощью слов, символов, образов художественных произведений или мелодий могут быть переданы как знания. Поэтому понятие сознания охватывает и познавательные процессы. Ощущение и восприятие, внимание, память, мышление — все это функции мозга, с помощью которых человек постоянно обогащает свои знания.

Ощущение — первый этап в познании мира. Это элементарный, рефлекторный по природе психофизиологический процесс. Он заключается в отражении мозгом отдельных качеств и свойств предметов, различных явлений при их воздействии на рецепторы органов чувств. Ощущения бывают зрительными, слуховыми, кожными (тактильными), вкусовыми и др.

Это интересно. Ощущения зависят от индивидуальных особенностей человека, состояния его нервной системы, характера профессиональной деятельности. Например, музыкальный слух — это врожденная индивидуальная повышенная чувствительность к звуковым колебаниям: опытный автослесарь по звуку работающего мотора может определить характер неисправности. Красильщики тканей способны различать до 40 оттенков только черного цвета.

Переработка информации в мозге не всегда сопровождается осознанием стимула. Если осознание происходит, говорят об ощущении. Понимание ощущения приводит к восприятию.

Восприятие — это процесс приема и преобразования информации, обеспечивающий отражение объективной реальности и ориентировку в окружающем мире. Если в ощущении отражаются отдельные качества и свойства предметов, то в процессе восприятия из отдельных ощущений формируется представление о предмете как целом. Другими словами, *восприятие* — это формирование психических образов.

В процессе восприятия происходит не только анализ новой информации, но и сопоставление ее с уже имеющейся, хранящейся в памяти. Восприятие — это не оценка ощущений, а качественно новая ступень чувствительного познания — обобщение информации.

Иногда воспринимаемые нами объекты получают искаженную органами чувств оценку. Например, два абсолютно одинаковых по линейным размерам столбика черного и белого цвета воспринимаются нами как разные по величине. Кажется, что белый больше черного. В таких случаях говорят об иллюзиях восприятия.

Внимание — направленность психической деятельности на определенный объект. Внимание не имеет собственного содержания. Оно проявляется в сосредоточенности на чем-либо. Без внимания возможно ощущение, но не восприятие. Чем больше наше внимание будет привлечено новизной, яркостью, необычностью предмета или события, тем больше вероятность того, что они будут восприняты. Внимание — основа и непременное условие для обучения.

Вниманием можно управлять, его нужно тренировать и совершенствовать. Неумение человека сосредоточиться, повышенная отвлекаемость — свидетельства рассеянности внимания. Тренировка внимания важна как для профессиональной деятельности, так и для воспитания волевых качеств личности.

Память — это процесс накопления, хранения и последующего воспроизведения прошлого опыта. С позиций физиологии память — это накопление и упрочнение временных связей в головном мозге. Память позволяет воскресить в сознании образы и события прошлого, воспроизвести явления, которые в данный момент не действуют на человека.

Качественная особенность памяти — способность запоминать не частные свойства и признаки объекта, а его общие характеристики. Человек не абсолютно (фотографически) воспроизводит объект. Образы воспринятых ранее жизненных ситуаций, сюжеты прочитанных книг, увиденных телепередач, как правило, воспроизводятся в новых связях, комбинациях и сочетаниях.

Без памяти невозможно обучение, сохранение опыта и закрепление вновь освоенных форм поведения. Память служит основой мышления. Для того чтобы мыслить, нужно комбинировать образы или понятия, четко представлять отсутствующие предметы или прошлые события. Это означает, что они должны присутствовать в нашей памяти.

Мышление — высшая ступень человеческого познания. Оно обеспечивает познавательные функции без непосредственного чувственного контакта с объектами.

Мышление осуществляется на основе билатеральной (полушарной) организации мозга. Левое полушарие характеризуется в большей степени словесно-логическим, а правое — наглядно-образным мышлением. При этом левое полушарие обрабатывает информацию аналитически и последовательно, а правое — одновременно и целостно. Каждое из них вносит свой уникальный вклад в мышление и сознание.

Познавательные способности человека значительно отличаются от таковых у животных. Во многом это связано с использованием речи. Слово обобщает наиболее важные черты и признаки объектов в *понятиях*. Оно воспринимается нами не как отдельные звуки, а как информация, несущая определенное смысловое значение.

Речь — один из видов коммуникативной деятельности человека. Она регулируется, главным образом, левым полушарием головного мозга. Зоны коры, ответственные за понимание смысла речи, расположены в височной доле. При нарушении их работы (например, в результате инсульта) человек теряет способность различать, узнавать слова, вследствие чего утрачивается и способность к осмысленной речи. В лобной доле головного мозга расположены области, обеспечивающие произнесение слов. При их повреждении человек не может сказать ни одного слова, хотя понимает их смысл.

Речь имеет индивидуальный характер, эмоциональную окраску, отражает профессиональное мастерство, культуру и интеллект.

Различают внешнюю и внутреннюю речь. *Внешней* считаются устная (диалогическая и монологическая) и письменная речь.

Внутренняя речь — это разговор человека с самим собой. Она не направлена на общение с другими людьми и формируется на основе внешней речи у детей в возрасте около трех лет.

Влияние алкоголя и токсических веществ на психику и поведение человека. Вы уже знаете о вредном влиянии различных наркотических и токсических веществ на нервную систему. Совершенно очевидно, что их употребление негативно влияет на психику и поведение человека: затрудняет восприятие, приво-

дит к ухудшению реакции, снижает эффективность запоминания. Это начальные симптомы деградации личности и первые шаги к неадекватному поведению. Так как разрушенные нейроны не восстанавливаются, лечить подобные заболевания очень сложно. Единственно правильное решение — навсегда отказаться от вредных привычек.

Сознание • Ощущение • Восприятие • Внимание •
Память • Мышление • Речь

- ? 1. Что такое сознание? Обладают ли сознанием животные? 2. Чем восприятие отличается от ощущения? Что первично? 3. Можно ли тренировать и совершенствовать ощущения? 4. Каковы функции восприятия? 5. Возможно ли восприятие предметов и явлений окружающего мира без внимания? 6. Существует ли связь между памятью и воображением? 7. Какую роль в восприятии играет прошлый опыт? 8. Что такое память? Что способствует более длительному запоминанию? 9. Как вы думаете, чем отличается память человека от памяти животных? 10. Какова роль воображения в жизни человека? 11. Какие виды мышления вам известны? 12. Какие виды речи выделяют в психологии? Чем они отличаются?

Человек — уникальное творение природы. Он представляет собой особое существо, в котором тесно переплелись биологические и социальные качества.

В основе поведения и высших психических процессов человека лежит деятельность коры больших полушарий головного мозга. Работа мозга протекает при одновременном участии обоих полушарий. Его основная задача — обеспечить интеграцию синхронно протекающих процессов возбуждения и торможения в различных нервных центрах.

Поведенческая деятельность формируется с учетом окружающей обстановки (восприятие и ощущение) и прошлого жизненного опыта (память). На основании этой информации происходит построение модели действий (мышление).

Необычайно важную роль в нашей повседневной жизни и творчестве играет речь. Благодаря ей становятся возможными общение между людьми, передача опыта другим поколениям. На основе общения возникает сознание — высшая форма отражения действительности.

Сила человеческого интеллекта, способность абстрактно мыслить, находить неординарные подходы к решению различных задач — все это становится возможным благодаря согласованной работе всех отделов мозга, интеграции текущих процессов возбуждения и торможения.



Глава 15

Основы здорового образа жизни

Предпосылкой для развития всех сторон жизнедеятельности человека и полноценного выполнения им социальных обязанностей является здоровый образ жизни. Для его формирования необходимы не только социальные, но и целенаправленные и постоянные усилия самого человека. Только в случае создания соответствующей культуры отношения к собственному здоровью, понимания того, что здоровье зависит от нас самих, можно избежать многих смертельно опасных заболеваний и до глубокой старости сохранить ясный ум и бодрость.

§ 62. Культура отношения к собственному здоровью. Соблюдение санитарно-гигиенических норм и правил здорового образа жизни

Вы уже знаете, насколько сложно и целесообразно устроен наш организм, какими огромными ресурсами он обладает (противостоит инфекциям, способен заживлять раны и т. д.). Но самое ценное из всего, что у нас есть, — это жизнь, а самое главное в жизни — это здоровье.

Как вы уже знаете, здоровье — это состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов.

К сожалению, последние десятилетия характеризуются уменьшением числа людей, здоровье которых полностью соответствовало бы данной формулировке. С каждым годом все меньше и меньше становится абсолютно здоровых детей, школьников и студентов. Средняя продолжительность жизни в Беларуси равна 65—70 годам, что является крайне низким показателем для европейской страны.

Наше государство озабочено сложившейся ситуацией. Поэтому в последние годы выделяются огромные средства на строительство спортивных сооружений, развитие массового спорта, здравоохранения и общей культуры населения.

По данным экспертов Всемирной организации здравоохранения, состояние здоровья человека на 20—25 % обусловлено экологическими факторами, на 15—20 % — наследственными особенностями организма, на 5—10 % — уровнем развития медицины и на 50 % — образом жизни.

Таким образом, наше благополучие в значительной степени зависит от личной культуры и поведения.

При изучении условий быта и трудовой деятельности долгожителей было установлено, что для их образа жизни свойственно рациональное питание, соблюдение правил личной и общественной гигиены, оптимальное сочетание труда и отдыха, повышенная двигательная активность, закаливание и отказ от вредных привычек. Все эти условия **здорового образа жизни** хорошо известны каждому человеку. Тем не менее рассмотрим наиболее важные из них подробнее.

Первым по значению фактором, от которого зависит состояние здоровья, считается сбалансированное, полноценное, регулярное питание. Это знали даже в глубокой древности. Уже тогда считалось, что «есть надо для того, чтобы жить, а не жить для того, чтобы есть». «Чрезмерное увлечение едой — есть животность, а невниманье к еде — неблагоразумие», — говорил по этому же поводу лауреат Нобелевской премии академик И. П. Павлов.

Непрерывное условие **здорового образа жизни** — соблюдение правил личной и общественной гигиены. Для нормального протекания жизненных процессов важно соблюдать гигиену кожи, тела и полости рта. Очищение кожи от продуктов сальных и потовых желез, слущивающегося эпителия и различных загрязнений имеет большое значение для профилактики кожных заболеваний. Особое внимание следует уделять чистоте рук.

Обязательным условием хорошего самочувствия является оптимальная двигательная активность (рис. 79). Древнегреческий врач Гиппократ утверждал: «Гимнастика, физические упражнения, ходьба должны прочно войти в повседневный быт каждого, кто хочет сохранить работоспособность, здоровье и полноценную радостную жизнь».

К сожалению, то что было понятно древним грекам, не так уж очевидно для современного человека. Только за последнее столетие двигательная активность людей уменьшилась более чем в 100 раз. А ведь необходимость в движении заложена в наших генах. Дефицит физической активности опасен в любом возрасте. Он приводит к выраженным изменениям во всех системах и органах — снижается сопротивляемость инфекциям, падает умственная и физическая работоспособность, ускоряются процессы старения и развития заболеваний.



Рис. 79. Двигательная активность — один из факторов здорового образа жизни

Любому здравомыслящему человеку, независимо от его национальной принадлежности, пола и возраста, присуще желание быть красивым, сильным и здоровым. Наш организм эволюционно наделен рядом приспособительных и компенсаторных возможностей, позволяющих ему сохранять и поддерживать состояние здоровья. Давайте поможем ему в этом!

Здоровье • Здоровый образ жизни

- ? 1. Дайте определение понятию «здоровье». 2. Почему утверждают, что здоровье — одна из основных жизненных ценностей? 3. Какую роль играет здоровый образ жизни в сохранении здоровья? 4. Какими факторами определяется здоровый образ жизни? 5. Что труднее — сберечь здоровье или вернуть его? 6. Как вы понимаете выражение: «Хочешь быть здоровым — будь им!» 7. Объясните высказывание: «Завтрак съешь сам, обед раздели с другом, а ужин отдай врагу». Согласны ли вы с ним?

§ 63. Факторы риска развития заболеваний. Вредные привычки

В своей жизни мы постоянно сталкиваемся с самыми различными факторами риска развития заболеваний, некоторые из которых могут полностью разрушить наше здоровье. Давайте вспомним наиболее типичные из них: загрязнение воздуха, воды, почвы, пищевых продуктов, шум, воздействие электромагнитных по-

лей, радиации. Не менее опасными являются гипокинезия, несбалансированное питание, переедание и связанное с ним ожирение, стрессы, нарушение режима сна и отдыха, длительное переохлаждение, употребление наркотиков и алкоголя, курение.

Как это ни парадоксально, здоровье практически напрямую зависит от наших привычек — характерных форм поведения, которые в определенных условиях приобретают характер потребностей.

В нашей жизни одни привычки играют положительную роль, способствуя сохранению и укреплению здоровья, а другие — отрицательную. Давайте остановимся на тех, которые особенно вредят здоровью — наркомании, табакокурении и употреблении алкоголя.

Прием *наркотиков* является наиболее опасным, так как быстро вызывает непреодолимую зависимость. Наркомания проявляется в безудержном стремлении к очередному употреблению наркотика для получения состояния приподнятого настроения.

Наркотические вещества поражают внутренние органы наркоманов, у них возникают неврологические и психические расстройства, разрушается личность.

Важно знать, что с течением времени эффект от первоначальной дозы наркотика ослабевает и для достижения желаемого состояния наркоману требуется все большая доза. Следовательно, растет зависимость и от ставшего необходимым вещества, и от торговца наркотиками. «С иглы не соскочишь» — грустная поговорка, которую можно услышать от людей, попавших в эту ужасную зависимость. К сожалению, из десяти лечившихся человек девять снова начинают употреблять наркотики.

Другая распространенная вредная привычка — *табакокурение* — ведет к никотинomanии — зависимости от веществ, содержащихся в табачном дыме. В результате вдыхания продуктов горения табака или курительных смесей развиваются бронхит, рак трахеи, гортани, легких, бронхиальная астма, стенокардия, облитерирующий эндартериит, гастрит и язва желудка.

Доказана смертельная опасность, которую таит в себе систематический прием *алкоголя*. При частом и неумеренном употреблении даже слабоалкогольных напитков (например, пива) развивается цирроз печени, нарушается работа почек, угнетается функция эндокринных желез. Алкоголь пагубно действует на дыхательную и половую системы.

При неконтролируемом потреблении спиртных напитков меняется внешний облик человека: наблюдается преждевременное облысение, выпадение зубов, шаткая походка, дрожание рук.

Моральная деградация, многочисленные болезни (многие из которых смертельны) — вот далеко не полный перечень страшных последствий употребления алкоголя.

Каждый из нас знает, каким эффективным средством восстановления здоровья являются *фармакологические препараты*. В настоящее время медицина располагает огромным арсеналом самых разнообразных лекарств. В умелых руках они избавляют человека от страданий, а в неопытных — могут стать причиной трагедии. Не занимайтесь самолечением. Лекарства следует принимать только по указанию врача.

Здоровье несовместимо с привычками, разрушающими его, поэтому отказ от них — обязательное условие здорового образа жизни.

Задача здравомыслящего человека состоит в том, чтобы использовать все имеющиеся возможности, в том числе свои знания, чувства, эмоции и мысли на благо здоровья. Здоровое тело может быть продуктом только здорового рассудка. Никогда не забывайте о своем здоровье.

**Вредные привычки: наркотики, табакокурение, алкоголь •
Фармакологические препараты**

- ? 1. Какие факторы риска развития заболеваний наиболее опасны? 2. Как вы думаете, отразится ли употребление алкоголя и наркотиков на потомстве человека? 3. Способствует ли сохранению здоровья умение общаться с людьми? 4. В чем польза и вред лекарств? 5. На какой физиологической базе возникли пословицы: «Не учи рыбу плавать», «У кого что болит, тот о том и говорит» или «Больному и мед горький»?

Состояние здоровья определяется наследственными факторами, средой обитания и поведением самого человека. Как правило, именно неразумное поведение приводит к ухудшению здоровья, заболеваниям, а в некоторых случаях и к смерти. Табакокурение, употребление наркотических веществ оказывают самое негативное воздействие практически на все органы тела. Сохранить и укрепить здоровье способны только те, кто заботится о своем питании, физической активности и психическом комфорте. Помните, ваше здоровье — в ваших руках.

Лабораторные и практические работы

Лабораторная работа 1. Микроскопическое строение крови человека и лягушки

Цель: изучить препараты крови человека и лягушки.

Оборудование: препараты крови, микроскоп.

Ход работы

1. Рассмотрите под микроскопом микропрепараты крови человека и лягушки. При окрашивании использованы две краски. Одна из них выявляет ядра, другая — цитоплазму. Поэтому на фоне розовой цитоплазмы в клетке хорошо различимы синие ядра, если они имеются.

2. Рассмотрите и зарисуйте эритроциты человека и лягушки.

Обоснуйте:

- 1) чем эритроциты человека отличаются от эритроцитов лягушки;
- 2) чем отличаются лейкоциты от эритроцитов и как эти отличия связаны с их функцией;
- 3) эритроциты лягушки или человека могут связать и перенести больше газов;
- 4) как следует закончить фразу: «Эволюция эритроцитов позвоночных шла по пути...»?

Лабораторная работа 2. Подсчет пульса в покое и после физической нагрузки

Цель: научиться находить пульс и подсчитывать количество пульсовых колебаний.

Оборудование: секундомер.

Ход работы

1. Дотроньтесь подушечками указательного, среднего и безымянного пальцев до внутренней стороны запястья с боку от большого пальца. Нащупайте лучевую артерию, проходящую непосредственно под кожей. Ее определяют по биению, которое чувствуется под пальцами, — по пульсу.

2. Подсчитайте у своего товарища число сердечных сокращений в покое и после 20 приседаний.

Обоснуйте:

- 1) почему при физических нагрузках возрастает частота пульса и как это связано с работой сердца;
- 2) почему у детей число ударов пульса больше, чем у взрослых здоровых людей?

Практическая работа 1. Строение тканей человеческого организма

Цель: ознакомиться со структурной организацией тканей, их внешним видом при микроскопическом исследовании. Установить связь строения тканей с их функцией.

Оборудование: микроскоп, микропрепараты.

Ход работы

1. Рассмотрите препараты вначале под малым, а затем под большим увеличением микроскопа.

2. Рассмотрите основные структурные элементы тканей. Обратите внимание на упорядоченность расположения клеток, волокон. Если позволяет время, сделайте зарисовки.

В ходе практической работы вы должны изучить следующее.

Микропрепарат «Жировая ткань». Жировая ткань представлена группами жировых клеток, которые разделяются прослойками рыхлой соединительной ткани, образуя дольки. Обратите внимание на: 1) жировые дольки; 2) прослойки рыхлой соединительной ткани; 3) форму жировых клеток; 4) наличие и количество ядер.

Микропрепарат «Поперечный срез диафаза трубчатой кости». При малом увеличении видна надкостница желтого, коричневого или зеленого цвета. Под ней располагаются системы концентрических (вставленных одна в другую) пластинок, в центре каждой из которых проходит центральный канал. При большом увеличении в любой пластинке видны клетки костной ткани и их отростки. Обратите внимание на: 1) надкостницу; 2) системы концентрических пластинок; 3) клетки костной ткани и их отростки.

Микропрепарат «Срез языка». При малом увеличении найдите на продольном срезе мышечные волокна цилиндрической формы с множеством ядер по периферии. При большом увеличении видна поперечная исчерченность волокон. Миофибриллы хорошо заметны на поперечных срезах мышечных волокон. Они имеют вид точек, расположенных в центре волокна. Обратите внимание на: 1) расположение мышечных волокон (сравните продольный и поперечный срезы); 2) ядра волокна; 3) светлые и темные полосы волокна; 4) миофибриллы.

Микропрепарат «Спинной мозг». При малом увеличении видно, что спинной мозг состоит из двух симметричных половин, разграниченных

бороздами. На периферии среза находится белое вещество, а в центре — серое. В сером веществе выделяют передние, задние и боковые рога. Под большим увеличением видно, что в передних рогах локализованы крупные двигательные нейроны. Обратите внимание на: 1) белое вещество; 2) серое вещество; 3) передние, задние и боковые рога; 4) крупные нейроны передних рогов.

Микропрепарат «Срез стенки тонкой кишки». При малом увеличении видны складки слизистой оболочки кишки. При большом увеличении заметны ворсинки, покрытые однослойным плоским эпителием. Обратите внимание на: 1) складки слизистой оболочки; 2) кровеносные сосуды; 3) ворсинки.

Практическая работа 2. Строение и функции скелета человека

Цель: ознакомиться с расположением костей скелета и их сочленением. Установить связь формы и функции.

Оборудование: скелет человека, анатомические атласы.

Ход работы

1. Рассмотрите скелет человека.
2. Определите отделы скелета. Какие типы костей образуют скелет? Чем определяется подвижность костей скелета?
3. Сделайте заключение о связи строения костей с выполняемыми ими функциями.

Попытайтесь ответить на следующие вопросы.

1. На какие отделы делится скелет человека?
2. Какие виды соединения костей преобладают в этих отделах?
3. Назовите суставы скелета, обладающие наибольшей подвижностью?
4. В каких отделах скелета наибольшее число костей? Почему?
5. Какой палец кисти имеет наибольшую подвижность? Что это нам дает?
6. От чего зависит гибкость нашего тела?
7. По каким признакам можно отличить скелет мужчины от скелета женщины?
8. Какие кости имеют наименьшую скорость роста? Почему?
9. Если бы стопа состояла только из одной кости, как это отразилось бы на походке, беге, прыжках, способности сохранять равновесие?

Словарь основных терминов и понятий

Автономная (вегетативная) нервная система — отдел нервной системы, иннервирующий внутренние органы. Автономная нервная система состоит из симпатической и парасимпатической частей.

Адреналин — гормон мозгового вещества надпочечников, секреция которого усиливается в стрессовых ситуациях.

Аксон — отросток нейрона, по которому возбуждение передается к другим нейронам или к рабочему органу.

Альвеола — пузырьвидное образование в легких, оплетенное кровеносными капиллярами.

Анализаторы — сложные системы чувствительных нервных образований, которые воспринимают информацию из окружающей среды и анализируют ее (зрительный, слуховой, вкусовой и др.). Каждый анализатор состоит из трех отделов: периферического (рецепторы), проводникового (нерв) и центрального (соответствующая зона коры головного мозга). В настоящее время наряду с термином анализатор используют понятие «сенсорная система».

Андрогены — мужские половые гормоны, вырабатываемые главным образом семенниками, а также корой надпочечников и яичниками.

Антигены — вещества, которые воспринимаются организмом как чужеродные и вызывают специфический иммунный ответ.

Антитела — белки плазмы крови человека, обладающие способностью связывать антигены. Взаимодействуя с микроорганизмами, антитела препятствуют их размножению и/или нейтрализуют выделяемые ими токсические вещества.

Аорта — главная артерия кровеносной системы; снабжает кровью все ткани и органы тела.

Артерии — кровеносные сосуды, несущие обогащенную кислородом кровь от сердца к органам и тканям тела.

Барабанная перепонка — тонкая мембрана, отделяющая наружный слуховой проход от барабанной полости в ухе человека.

Безусловные рефлексы — относительно постоянные, врожденные реакции организма на воздействия внешнего мира, осуществляемые с помощью нервной системы. Например, мигание, сосание, чихание у новорожденных.

Беременность — физиологический процесс в организме женщины, при котором из оплодотворенной яйцеклетки развивается плод. Продолжается в среднем 280 сут. Завершается родами — рождением ребенка.

Близорукость — недостаток зрения, при котором хорошо видны близкие предметы и плохо — отдаленные.

Блуждающий нерв — крупный парасимпатический нерв, замедляющий ритм и силу сокращений сердца.

Бронхи — воздухопроводящие пути, соединяющие трахею и легкие.

Вены — кровеносные сосуды, несущие кровь от органов и тканей к сердцу.

Витамины — низкомолекулярные органические соединения, обладающие высокой биологической активностью и участвующие в обмене веществ. Человек должен получать витамины с пищей. При их недостатке развиваются авитаминозы — заболевания, связанные с нарушением обмена веществ. Существуют водорастворимые (С, В₁, В₆ и др.) и жирорастворимые (А, Е, D и др.) витамины.

Вкусовой анализатор — воспринимает и анализирует действующие на орган вкуса (язык) растворимые химические раздражители.

Внутреннее ухо — система сообщающихся, заполненных жидкостью каналов и полостей в хрящевом или костном лабиринте у позвоночных животных и человека. Во внутреннем ухе расположены воспринимающие части органов слуха и равновесия — улитка и вестибулярный аппарат.

Возбудимость — способность органов и тканей отвечать на действие раздражителей специфической реакцией — возбуждением, при котором живая система переходит из состояния покоя к активности.

Ворсинки — микроскопические выросты слизистой оболочки кишечника, во много раз увеличивающие всасывательную поверхность.

Воспаление — сложная приспособительная сосудисто-тканевая реакция организма на воздействие различных болезнетворных агентов: физических, химических, биологических.

Всасывание — совокупность процессов, обеспечивающих перенос веществ из пищеварительного тракта во внутреннюю среду организма (кровь и лимфу).

Выделение (эксекреция) — удаление из организма в окружающую среду конечных продуктов обмена веществ — воды, солей и др.

Высшая нервная деятельность — деятельность высших отделов центральной нервной системы, обеспечивающая наиболее совершенное приспособление человека к окружающей среде. Основу высшей нервной деятельности составляют условные рефлексы. Учение о высшей нервной деятельности создано И. П. Павловым.

Гамета — половая клетка.

Ганглий — нервный узел, расположенный за пределами центральной нервной системы. Образован скоплением тел нейронов.

Гемоглобин — красный дыхательный пигмент крови человека. Белок, в состав которого входит железо (II). Находится в эритроцитах. Переносит кислород от органов дыхания к тканям и углекислый газ от тканей к органам дыхания. Ко-

личество гемоглобина в крови человека равно 130—160 г/л, у женщин несколько меньше, чем у мужчин.

Гигиена — область медицины, изучающая влияние условий жизни и труда на здоровье человека. Разрабатывает меры профилактики заболеваний, обеспечения оптимальных условий существования, сохранения здоровья и продления жизни.

Гипоталамус — отдел промежуточного мозга, в котором расположены центры автономной нервной системы. Тесно связан с гипофизом. Гипоталамус регулирует обмен веществ, деятельность сердечно-сосудистой, пищеварительной, выделительной систем и желез внутренней секреции, механизмы сна, бодрствования, эмоций. Осуществляет связь нервной и эндокринной систем.

Гипофиз — железа внутренней секреции, которая вырабатывает гормоны, влияющие на рост и развитие организма, а также на обменные процессы. Гипофиз регулирует деятельность других желез внутренней секреции. Поражения гипофиза приводят к различным заболеваниям — карликовости, гигантизму и др.

Гликоген — полисахарид, образованный молекулами глюкозы. Синтезируется и откладывается в цитоплазме клеток печени и мышц. Иногда гликоген называют животным крахмалом, так как он служит запасным питательным веществом.

Глотка — участок пищеварительного канала, соединяющий ротовую полость с пищеводом, а носовую — с гортанью.

Гомеостаз — относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды организма, а также механизмы, обеспечивающие эту устойчивость.

Головной мозг — отдел ЦНС, расположенный в полости черепа. Включает 5 отделов: продолговатый, задний (мост и мозжечок), средний, промежуточный (таламус и гипоталамус) и конечный мозг (большие полушария и мозолистое тело).

Гонады — половые железы у человека и животных.

Гормоны — биологически активные вещества, вырабатываемые в организме специальными клетками или органами (железами внутренней секреции) и выделяемые в кровь. Гормоны оказывают целенаправленное влияние на деятельность других органов и тканей. С их помощью осуществляется гуморальная регуляция функций организма.

Гортань — начальный отдел воздухоносных путей, защищает их от попадания пищи.

Грудная клетка — совокупность грудных позвонков, ребер и грудины, образующая прочную опору для плечевого пояса. Пространство внутри грудной клетки (грудная полость) отделено от брюшной полости диафрагмой. Внутри грудной полости располагаются легкие и сердце.

Гуморальная регуляция — координация процессов жизнедеятельности в организме, осуществляемая через жидкие среды (кровь, лимфу, тканевую жидкость) с помощью гормонов и различных продуктов обмена веществ.

Дальнозоркость — недостаток зрения, мешающий ясно видеть на близком расстоянии. Зависит от слабой преломляющей силы роговицы и хрусталика или слишком короткой переднезадней оси глаза.

Дендриты — ветвящиеся отростки нейронов, которые проводят нервные импульсы к телу нервной клетки.

Дерма — соединительнотканная часть кожи позвоночных животных и человека, расположенная под наружным слоем — эпидермисом.

Диафрагма — мышечная перегородка, полностью отделяющая грудную полость от брюшной.

Доминанта — сильный, стойкий очаг возбуждения, возникающий в центральной нервной системе. Доминантный очаг оказывает тормозящее влияние на деятельность других нервных центров.

Дыхание — совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода, его использование для окисления органических веществ с освобождением энергии и выделение углекислого газа в окружающую среду.

Дыхательный центр — совокупность нейронов продолговатого и других отделов мозга, обеспечивающих ритмическую деятельность дыхательных мышц.

Железы — органы, выделяющие особые вещества (секреты), которые участвуют в обмене веществ. Различают железы внешней, внутренней и смешанной секреции.

Железы внешней секреции — обычно имеют выводные протоки и выделяют секреты на поверхность тела (потовые, слюнные) или в полости внутренних органов (слюнные, кишечные и др.).

Железы внутренней секреции — не имеют выводных протоков и выделяют вырабатываемые ими вещества в кровь или лимфу (гипофиз, эпифиз, вилочковая, щитовидная и околощитовидные железы и др.).

Железы смешанной секреции — обладают внутри- и внешнесекреторной секрецией (поджелудочная и половые — яичники и семенники).

Желтое пятно — область на сетчатке, расположенная по ходу оптической оси глаза, где сконцентрировано наибольшее количество колбочек.

Желудочный сок — бесцветная жидкость, в состав которой входят пищеварительные ферменты, слизь и раствор соляной кислоты.

Желчь — секрет, вырабатываемый клетками печени. Содержит воду, соли желчных кислот, пигменты, холестерин. Желчь способствует эмульгированию и

всасыванию жиров, усилению сокращений мышц кишечника, активирует ферменты сока поджелудочной железы.

Жизненная емкость легких — сумма дыхательного объема, резервного объема выдоха и резервного объема вдоха. Измеряется спирометром.

Зигота — оплодотворенная яйцеклетка. Начальная стадия развития зародыша.

Зрительный анализатор — совокупность зрительных рецепторов, зрительный нерв и отделы мозга, воспринимающие и анализирующие зрительные раздражения.

Иммунитет — способность организма противостоять действию повреждающих агентов, сохраняя свою целостность и биологическую индивидуальность. Защитная реакция организма.

Иммунная система — группа органов (красный костный мозг, вилочковая железа, селезенка, лимфатические узлы и др.), участвующих в образовании иммунных клеток.

Инфекционные заболевания — болезни, вызываемые болезнетворными микроорганизмами.

Искусственное дыхание — лечебные приемы, используемые при остановке естественного дыхания. Оказывающий помощь активно вдвухает (выдыхает) свой воздух в легкие потерпевшего. В случае отсутствия сердцебиений сочетается с непрямим массажем сердца.

Капилляры — мельчайшие кровеносные сосуды, через стенки которых осуществляется обмен веществ и газов между кровью и тканями организма.

Кариес — постепенное разрушение тканей зуба. Одно из самых распространенных заболеваний человека, проявляющееся в образовании дефекта эмали и дентина.

Клапаны — складки, разделяющие отделы сердца и препятствующие обратному току крови (у человека — трехстворчатый, двустворчатый, или митральный, два полулунных).

Колбочки — светочувствительные колбообразные клетки (фоторецепторы), расположенные в сетчатке глаза человека. Обеспечивают цветное зрение.

Кора больших полушарий головного мозга — слой серого вещества, покрывающий полушария большого мозга. Высший отдел центральной нервной системы, регулирующий и координирующий все жизненно важные функции организма при его взаимодействии с окружающей средой.

Кортиев орган — рецепторная часть слухового анализатора, расположенная во внутреннем ухе и представленная волосковыми клетками, в которых возникают нервные импульсы.

Кровь — ткань внутренней среды, межклеточное вещество которой представлено жидкостью (плазмой). В состав крови, кроме плазмы, входят форменные элементы — эритроциты, лейкоциты, тромбоциты.

Кровяное давление — давление крови на стенки кровеносных сосудов и камер сердца, возникающее в результате его сокращений и сопротивления сосудов. Давление в момент сокращения желудочков — систолическое, а во время диастолы — диастолическое.

Кровообращение — движение крови по системе кровеносных сосудов (большому и малому кругам кровообращения), обусловленное главным образом сокращениями сердца.

Лейкоциты — белые клетки крови человека. Играют важную роль в защите организма от инфекций — вырабатывают антитела и поглощают бактерий.

Лимфа — жидкость, циркулирующая по сосудам и узлам лимфатической системы. Содержит небольшое количество белков и лимфоциты. Выполняет защитную функцию, а также обеспечивает обмен веществ между тканями организма и кровью.

Лимфатическая система — совокупность лимфатических сосудов и узлов, по которым движется лимфа.

Лимфоциты — одна из форм незернистых лейкоцитов. Участвуют в развитии и поддержании иммунитета.

Медиатор — химическое вещество, молекулы которого способны реагировать со специфическими рецепторами плазматической мембраны клетки. При этом изменяется ее проницаемость для определенных ионов и возникает активный электрический сигнал. Медиаторы участвуют в передаче возбуждения от одной клетки к другой. Роль медиаторов осуществляют адреналин, ацетилхолин, норадреналин и др.

Медленный сон — фаза сна, характеризующаяся снижением всех функций человеческого организма, отсутствием сновидений.

Миндалины — скопления лимфоидной ткани вокруг глотки, выполняющие защитную роль.

Миокард — мышечная оболочка сердца.

Миофибриллы — сократимые волокна, состоящие из белковых нитей.

Мозжечок — часть заднего мозга человека. Играет ведущую роль в поддержании равновесия тела и координации движений.

Молочные железы — парные кожные железы человека. Развиваются у женщин к периоду половой зрелости. После родов начинают вырабатывать молоко.

Моча — продукт выделения животных и человека, вырабатываемый почками. Состоит из воды (96 %) и содержащихся в ней солей, а также конечных

продуктов обмена белков (мочевины, мочевой кислоты и др.). В процессе мочеобразования вначале получается первичная, а затем — конечная моча.

Надпочечники — парные железы внутренней секреции. Корковый слой надпочечников секретирует кортикостероиды, а также частично мужские и женские половые гормоны; мозговой слой — адреналин и норадреналин. Игр^ают **важную** роль в регуляции обмена веществ и в адаптации организма к неблагоприятным условиям.

Наружное ухо — внешний отдел слухового анализатора.

Нейрон — нервная клетка, основная структурная и функциональная единица нервной системы. Бывают чувствительные, вставочные и двигательные нейроны. Состоят из тела и отростков — дендритов и аксонов, которые участвуют в передаче возбуждения.

Нейрогуморальная регуляция — совместная регуляция функций организма нервным и гуморальным механизмами.

Нервная регуляция — координирующее влияние нервной системы на клетки, ткани и органы, приводящее их деятельность в соответствие с потребностями организма.

Нервные волокна — отростки нервных клеток, проводящие нервные импульсы.

Нервы — пучки нервных волокон, покрытые общей оболочкой.

Нефрон — структурная и функциональная единица почек. Имеет вид чашеобразной капсулы с отходящим от нее канальцем.

Обмен веществ — совокупность химических превращений веществ, включающих процессы их поступления в организм, изменения, накопления и удаления продуктов обмена. Обмен веществ осуществляется при участии ферментов и включает в себя реакции **синтеза** и расщепления.

Обонятельная сенсорная система — осуществляет восприятие и анализ химических раздражителей. Представлена эпителием носовой полости, обонятельным нервом и обонятельными центрами коры больших полушарий.

Оплодотворение — процесс слияния женской и мужской половых клеток. В результате оплодотворения образуется зигота.

Осанка — привычное для каждого человека положение тела при ходьбе, стоянии и сидении.

Осязание — обеспечивает способность воспринимать и различать форму, размер и характер поверхности предмета.

Палочки — светочувствительные клетки (фоторецепторы) в сетчатке глаза. Обеспечивают сумеречное зрение. В отличие от колбочек обладают большей чувствительностью, но не воспринимают цвета.

Парасимпатическая нервная система — отдел автономной нервной системы, центры которой находятся в спинном, продолговатом и среднем мозге. Вместе с симпатической нервной системой участвует в регуляции деятельности всех внутренних органов и желез.

Передний мозг — передний отдел головного мозга позвоночных, подразделяющийся на конечный (большие полушария головного мозга) и промежуточный мозг.

Перикард — околосердечная сумка, соединительнотканый мешок, окружающий сердце.

Печень — пищеварительная железа. Кроме синтеза желчи, участвует в обмене белков и др. Выполняет барьерную функцию.

Питание — поступление в организм человека и усвоение им веществ, необходимых для восполнения энергетических затрат, построения и возобновления тканей. Посредством питания как составной части обмена веществ осуществляется связь организма с внешней средой. Недостаточное и избыточное питание приводит к нарушениям обмена веществ (дистрофии, ожирению).

Плазма — жидкая часть крови, лимфы.

Плацента, детское место, — орган, осуществляющий связь плода с организмом матери. Через плаценту от матери поступают кислород и питательные вещества, а из организма плода удаляются продукты обмена. Выполняет также гормональную и защитную функции.

Плод — зародыш человека в период внутриутробного развития после закладки основных органов и систем (начиная с 9-й недели беременности и до рождения).

Плоскостопие — уплощение свода стопы, вызывающее болезненные ощущения.

Поджелудочная железа — железа смешанной секреции. Ее внешнесекреторная функция состоит в выработке ферментов, участвующих в пищеварении, а внутрисекреторная — в выделении гормонов (инсулина, глюкагона), регулирующих обмен углеводов.

Подкожная жировая клетчатка — разновидность соединительной ткани. Служит энергетическим депо организма.

Потовые железы — железы внешней секреции, участвующие в выделении продуктов обмена, терморегуляции. Расположены в коже.

Почка — орган выделения. Через почки в составе мочи выводятся азотсодержащие продукты обмена веществ.

Проводимость — способность нервных и мышечных клеток не только производить, но и проводить электрический импульс.

Продолговатый мозг — отдел ствола головного мозга, расположенный между варолиевым мостом и спинным мозгом. В продолговатом мозге находятся центры дыхания, кровообращения, чиханья, кашля, глотания и др.

Промежуточный мозг — часть ствола головного мозга, включающая несколько областей (в том числе гипоталамус). В промежуточном мозге находятся высшие центры автономной нервной системы.

Пульс — периодические колебания стенок артерий, происходящие синхронно с сокращениями сердца.

Радужная оболочка (радужка) — тонкая подвижная диафрагма глаза со зрачковым отверстием в центре. Содержит пигментные клетки, определяющие цвет глаз.

Раздражимость — способность клеток, тканей или целого организма отвечать на изменения внешней или внутренней среды.

Рациональное питание — система питания, максимально удовлетворяющая текущие энергетические и пластические потребности организма.

Резус-фактор — белок (антиген), содержащийся в крови людей. Около 85 % населения Земли имеют резус-фактор (Rh^+), остальные — не имеют его (Rh^-). Наличие или отсутствие резус-фактора учитывают при переливании крови.

Рефлекс — ответная реакция организма на изменение условий внешней или внутренней среды, осуществляющаяся при участии нервной системы. Различают безусловные и условные рефлексы.

Рефлекторная дуга — совокупность нервных образований, участвующих в рефлексе. Включает рецепторы, чувствительные волокна, нервный центр, двигательные волокна, исполнительный орган (мышца, железа и др.).

Рецептор — образование, воспринимающее раздражение. Рецепторами могут быть окончания нервных волокон или специализированные клетки (например, палочки и колбочки в сетчатке глаза). Рецепторы преобразуют энергию действующего на них раздражителя в нервные импульсы.

Роговица — передняя прозрачная часть склеры, пропускающая световые лучи.

Роды — сложный физиологический акт изгнания плода и последа (плацента, плодные оболочки и пуповина) из полости матки.

Сальные железы — железы, расположенные в коже и выделяющие секрет, который придает коже и волосам водоотталкивающие свойства и эластичность.

Саморегуляция — способность биологической системы самостоятельно поддерживать на относительно постоянном уровне различные физиологические показатели (кровяное давление, температуру тела, содержание сахара в крови и т. д.).

Свертывание крови — защитная реакция организма, выражающаяся в остановке кровотечения (образовании сгустка) при повреждении сосуда.

Секреция — процесс образования и выделения из клеток желез специальных веществ — секретов.

Селезенка — непарный орган позвоночных животных и человека, расположенный в брюшной полости. Участвует в кроветворении, обмене веществ, выполняет иммунобиологическую и защитную функции.

Семенники (яички) — мужские половые железы, в которых образуются сперматозоиды.

Сердечный цикл — период, включающий одно сокращение и одно расслабление сердца.

Сердце — главный орган кровеносной системы. Состоит из двух половин, каждая из которых включает предсердие и желудочек.

Сетчатка — внутренняя оболочка глаза, в которой находятся светочувствительные рецепторы — палочки и колбочки.

Симпатическая нервная система — отдел автономной нервной системы, включающий нервные клетки грудного и верхнепоясничного отделов спинного мозга и нервные клетки пограничного симпатического ствола, солнечного сплетения, брыжеечных узлов, отростки которых иннервируют все органы. Симпатическая нервная система участвует в регуляции ряда функций организма: по ее волокнам проводятся импульсы, вызывающие усиление обмена веществ, учащение сердцебиений, сужение сосудов, расширение зрачков и др.

Синапс — зона функционального контакта между нейронами и другими образованиями.

Систола — сокращение предсердий или желудочков сердца.

Склера — наружная непрозрачная оболочка, покрывающая глазное яблоко и переходящая в передней части глаза в прозрачную роговицу. Выполняет защитную и формообразующую функции.

Слуховой анализатор — осуществляет восприятие и анализ звуков. Состоит из внутреннего, среднего и наружного уха.

Слюнные железы — железы внешней секреции, открывающиеся в ротовую полость и вырабатывающие слюну.

Сократимость — свойство мышечных волокон изменять свою форму и размеры — выполнять двигательную функцию.

Соматическая нервная система — часть периферической нервной системы, иннервирующая опорно-двигательный аппарат и кожу.

Сперма — вырабатывается мужскими половыми железами. Состоит из спер-

матозоидов (мужских половых клеток) и семенной жидкости, обеспечивающей их подвижность.

Среднее ухо — отдел органа слуха, состоящий из барабанной полости, заполненной воздухом, и трех слуховых косточек — молоточка, наковальни и стремечка. Отделено от наружного слухового прохода барабанной перепонкой.

Стекловидное тело — студенистая масса, заполняющая полость глаза. Является частью оптической системы глаза.

Сустав — подвижное соединение костей, которое дает возможность костям двигаться в разных плоскостях. Бывают одноосевые (только сгибание — разгибание), двухосевые (еще и приведение и отведение) и трехосевые (вращение) суставы.

Терморегуляция — регулирование в организме процессов образования и отдачи тепла.

Тканевая жидкость — один из компонентов внутренней среды организма. Заполняет межклеточные пространства в тканях и органах животных и человека. Служит средой для клеток, из которой они поглощают питательные вещества и в которую отдают продукты обмена.

Торможение — активный физиологический процесс, проявляющийся в прекращении или ослаблении текущей деятельности. Наряду с возбуждением обеспечивает согласованную работу всех органов и систем.

Трахея — часть дыхательных путей, расположенная между гортанью и бронхами. Состоит из хрящевых полуколец, соединенных связками. Разветвляется на два бронха.

Тромбоциты (красные кровяные пластинки) — форменные элементы крови, участвующие в свертывании.

Условные рефлексы — рефлексы, вырабатываемые при определенных условиях (отсюда название) в течение жизни животного и человека. Формируются на основе безусловных рефлексов.

Фагоциты — лейкоциты, способные захватывать и переваривать чужеродные тела (фагоцитоз). Участвуют в выработке иммунитета.

Ферменты — биологические катализаторы, вещества белковой природы.

Фибрин — нерастворимый белок, образующийся из фибриногена при свертывании крови.

Фибриноген — растворимый белок, постоянно присутствующий в крови. Способен превращаться в фибрин.

Форменные элементы крови — эритроциты, лейкоциты, тромбоциты.

Фоторецепторы — палочки и колбочки сетчатки — светочувствительные образования, преобразующие световую энергию в нервные импульсы.

Хрусталик — структура глаза, имеющая вид двояковыпуклой линзы и расположенная позади радужной оболочки. Является частью оптической системы глаза. Обеспечивает преломление и фокусировку световых лучей на сетчатке.

Центральная нервная система (ЦНС) — основной отдел нервной системы, представленный спинным и головным мозгом.

Шов — способ неподвижного соединения костей, при котором многочисленные выступы одной кости входят в соответствующие углубления другой (например, кости черепа).

Щитовидная железа — железа внутренней секреции, которая выделяет гормоны, оказывающие влияние на рост и развитие организма, а также на интенсивность обмена веществ.

Эмбрион — зародыш животных и человека.

Эндокринные железы — железы внутренней секреции, не имеющие выводных протоков и выделяющие гормоны непосредственно в кровь (эпифиз, гипофиз, щитовидная железа, околощитовидные железы, вилочковая железа, надпочечники и др.). Гормоны, выделяемые эндокринными железами, участвуют в нейрогуморальной регуляции функций организма.

Эпидермис — наружный слой кожи.

Эпителий — пласт тесно расположенных клеток, покрывающий поверхность организма (например, кожу), выстилающий все его полости и выполняющий главным образом защитную, выделительную и всасывающую функции. Из эпителия состоит и большинство желез.

Эритроциты — красные клетки крови, содержащие гемоглобин. Переносят кислород от легких к тканям и углекислый газ в обратном направлении. Эритроциты человека не имеют ядра.

Яичники — парная женская половая железа, в которой образуются и созревают яйцеклетки (женские половые клетки). Яичники расположены в брюшной полости, вырабатывают гормоны — эстрогены и прогестерон.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Как пользоваться учебным пособием	4
Введение	5

Глава 1. Общий обзор организма человека

§ 1. Строение клетки	7
§ 2. Свойства клетки	10
§ 3. Ткани	11
§ 4. Органы, системы органов. Организм — единое целое	16

Глава 2. Регуляция функций в организме

§ 5. Нейрогуморальная регуляция функций	20
§ 6. Саморегуляция процессов жизнедеятельности. Гомеостаз	22

Глава 3. Нервная система

§ 7. Строение нервной системы	25
§ 8. Строение и виды нейронов. Рефлекс, рефлекторная дуга	27
§ 9. Строение и функции спинного мозга	29
§ 10. Строение и функции головного мозга	31
§ 11. Строение и значение больших полушарий головного мозга	34
§ 12. Общий план строения автономной нервной системы	37
§ 13. Функции автономной нервной системы	40
§ 14. Гигиена нервной системы	41

Глава 4. Эндокринная система

§ 15. Функции щитовидной железы и надпочечников	45
§ 16. Функции гипофиза	47
§ 17. Железы смешанной секреции	49

Глава 5. Опорно-двигательный аппарат

§ 18. Строение и функции костей. Соединение костей скелета человека	52
§ 19. Скелет головы и туловища человека	56
§ 20. Скелет верхних и нижних конечностей. Первая помощь при вывихах и переломах	59
§ 21. Скелетные мышцы, их строение и функции	62
§ 22. Значение двигательной активности для сохранения здоровья	65

Глава 6. Внутренняя среда организма

§ 23. Компоненты внутренней среды организма	70
§ 24. Состав и функции крови. Эритроциты	72

§ 25. Группы крови и резус-фактор	75
§ 26. Тромбоциты, свертывание крови. Лейкоциты, фагоцитоз	77
§ 27. Иммунная система	80

Глава 7. Сердечно-сосудистая система

§ 28. Строение и работа сердца	84
§ 29. Сосудистая система	88
§ 30. Движение крови по сосудам	92
§ 31. Регуляция кровообращения	94
§ 32. Лимфатическая система	96
§ 33. Первая помощь при кровотечениях. Гигиена сердечно-сосудистой системы	97

Глава 8. Дыхательная система

§ 34. Строение и функции органов дыхания	102
§ 35. Дыхательные движения	105
§ 36. Транспорт газов кровью. Регуляция дыхания	108
§ 37. Гигиена дыхания	110

Глава 9. Пищеварительная система. Обмен веществ

§ 38. Значение питания и пищеварения	114
§ 39. Строение и функции органов пищеварительной системы	116
§ 40. Процессы пищеварения	121
§ 41. Регуляция пищеварения	124
§ 42. Основы рационального питания. Гигиена питания	126
§ 43. Обмен веществ. Витамины	129

Глава 10. Мочевыделительная система

§ 44. Строение почек	133
§ 45. Образование мочи	135
§ 46. Регуляция мочеобразования. Гигиена мочевыделительной системы	137

Глава 11. Покровная система

§ 47. Строение и функции кожи	139
§ 48. Гигиена кожи. Принципы закаливания	143
§ 49. Первая помощь при повреждениях кожи	146

Глава 12. Репродуктивная система. Индивидуальное развитие человека

§ 50. Репродуктивные органы	149
§ 51. Беременность. Роды	153
§ 52. Половое созревание. Планирование семьи	155

- § 53. Заболевания, передающиеся половым путем. ВИЧ-инфекция 158
- § 54. Влияние алкоголя, никотина и токсических веществ на процессы развития.... 160

Глава 13. Сенсорные системы

- § 55. Строение и общая характеристика сенсорных систем 164
- § 56. Строение и функции органа зрения 167
- § 57. Гигиена зрения 170
- § 58. Строение и функции органа слуха..... 172

Глава 14. Поведение и психика

- § 59. Поведение и психика человека 176
- § 60. Сон и сновидения..... 179
- § 61. Деятельность мозга и психические функции 181

Глава 15. Основы здорового образа жизни

- § 62. Культура отношения к собственному здоровью. Соблюдение санитарно-гигиенических норм и правил здорового образа жизни 185
- § 63. Факторы риска развития заболеваний. Вредные привычки 187
- Лабораторные и практические работы 190
- Словарь основных терминов и понятий 193

(Название и номер школы)

Учебный год	Имя и фамилия ученика	Состояние учебного пособия при получении	Оценка ученику за пользование учебным пособием
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			

Учебное издание

Мащенко Михаил Васильевич

Борисов Олег Леонидович

БИОЛОГИЯ

Учебное пособие для 9 класса
учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения

Зав. редакцией *В. Г. Бехтина*. Редактор *Е. В. Литвинович*. Оформление *Е. Г. Дашкевич*. Художественный редактор *Л. А. Дашкевич*. Технический редактор *М. И. Чепловодская*. Компьютерная верстка *Т. В. Свириденко*. Корректоры *В. С. Бабеня, Д. Р. Лосик, Т. Н. Ведерникова, А. В. Алешко*.

Подписано в печать 22.04.2011. Формат 70 × 90¹/₁₆. Бумага офсетная. Гарнитура литературная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 15,21 + 0,29 форз. Уч.-изд. л. 13,65 + 0,35 форз. Тираж 93 000 экз. Заказ 40.

Издательское республиканское унитарное предприятие «Народная асвета»

Министерства информации Республики Беларусь.

ЛИ № 02330/0494083 от 03.02.2009. Пр. Победителей, 11, 220004, Минск.

Республиканское унитарное предприятие «Минская фабрика цветной печати».

ЛП № 02330/0494156 от 03.04.2009. Ул. Корженевского, 20, 220024, Минск.

Правообладатель Народная асвета