

Раздел III

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

План строения человека такой же, как у всех млекопитающих (рис. 142). В теле человека выделяют голову, шею, туловище и две пары конечностей — верхние и нижние.

Большинство показателей, характеризующих телосложение человека (рост, масса, окружность головы, грудной клетки, длина конечностей и многое другое), сильно колеблется. Это зависит от многих причин, в том числе генетических, экологических, условий питания и т. п. У человека ярко выражен половой диморфизм. Это относится как к первичным половым признакам (строение половых органов), так и ко вторичным, развивающимся под влиянием половых гормонов. Так, длина тела у мужчин составляет в среднем $174,5 \pm 6,6$ см, у женщин — $162,6 \pm 6,1$ см, масса тела — соответственно $71,7 \pm 10$ кг и $56,7 \pm 8,6$ кг. Подобные различия касаются и более частных признаков. Например, у мужчин по сравнению с женщинами относительная длина туловища меньше, а конечности длиннее. Плечи более широкие, таз более узкий, меньше развита подкожная жировая клетчатка. У мужчин больше волос на теле и расположены они иначе, чем у женщин.

Независимо от половых различий люди разделяются по форме тела. Выделяют три основных типа телосложения (или соматотипа): мезоморфный, брахиморфный и долихоморфный. К *мезоморфному типу* телосложения (от греч. «мезос» — средний) относятся люди, чьи анатомические пропорции приближаются к средним параметрам нормы (их называют также нормостениками). В массе тела велик удельный вес мышц и костей, голова кубической формы, широкие плечи и грудная клетка, мускулистые руки и ноги. Количество подкожного жира минимально.

К *брахиморфному типу* (от греч. «брахис» — широкий) относятся люди обычно невысокого роста, у которых преобладают передне-задние размеры (гиперстени-



Рис. 142. План строения человека и млекопитающего (лошади)

ки). Они отличаются круглой головой, большим животом, относительно слабыми руками и ногами. На плечах и бедрах откладывается большое количество жира. Считают, что тучность сопутствует такому типу конституции. У гиперстеников относительно крупные внутренние органы (печень, легкие, селезенка). Сердце расположено поперечно благодаря высокому стоянию диафрагмы.

Люди, относящиеся к третьему — *долихоморфному* (от греч. «долихос» — длинный) типу, отличаются стройностью, легкостью, относительно более длинными конечностями, слабо развитыми мышцами и тонкими костями. Подкожный жировой слой почти отсутствует. У людей этого

типа (астеников) часто худое вытянутое лицо, длинные тонкие руки и ноги, высокий лоб, узкая грудная клетка, сердце расположено почти вертикально.

Конечно, большинство людей не относится к крайним вариантам описанных типов, и в их телосложении сочетаются признаки разных типов. Это указывает как на сложность генетического контроля признаков, характеризующих телосложение, так и на значительное влияние условий среды при формировании структуры тела (например, физических нагрузок, питания и др.).

Вместе с тем прослеживается явная связь между определенным соматическим типом человека и предрасположенностью к ряду заболеваний, а также с характером поведения. Так, туберкулезом чаще болеют асте-

ники, чем люди коренастые. Инфаркт миокарда чаще поражает лиц мезоморфного телосложения. Несомненна связь между типом телосложения и физиологическими процессами, уровнем обмена веществ, однако вопрос этот мало изучен. Различия в поведении также достаточно отчетливы. Гиперстеников характеризует расслабленность в движениях, любовь к комфорту, легкость в общении и выражении чувств, тяга к людям в тяжелую минуту. Нормостеников отличает уверенность в осанке и движениях, любовь к приключениям, равнодушие к похвалам или неодобрению, агрессивность и настойчивость, тяга к действию в тяжелую минуту. Наконец, у астеников мы наблюдаем заторможенность в движениях, скованность в осанке, необщительность, скрытность, тягу к одиночеству в трудную минуту. Характерно, что выбор профессии также в значительной мере определяется соматотипом.

Не исключено, что связь между типом телосложения и темпераментом обусловлена плейотропным действием генов, контролирующих телосложение.

Независимо от конкретных механизмов таких связей очевидно, что человек — целостная система, в которой взаимодействуют и тонко регулируются морфогенетические, физиологические и метаболические процессы.

Рассмотрим подробнее строение человека, функционирование систем его тканей и органов и регуляцию их деятельности.

ПОКРОВ ТЕЛА

Снаружи тело человека одето кожей. Кожа является самостоятельным сложным органом, выполняющим важные и разнообразные функции. К ним относятся: защитная, дыхательная, терморегуляционная, выделительная, метаболическая. Кожа представляет собой также огромное рецепторное поле осязательной, болевой, температурной чувствительности, через которое осуществляется связь организма с внешней средой. В коже находится большое количество нервных окончаний, особенно на пальцах рук, ладонях, подошвах, губах, наружных половых органах. Нервные окончания, берущие начало в коже, образуют в соединительнотканной основе кожи (дерме) нервные сплетения, выходя из которых чувствительные нервные волокна — дендриты — оканчиваются в телах чувствительных ней-

ронов спинно-мозговых узлов и чувствительных узлов некоторых черепно-мозговых нервов.

Кожа состоит из *эпидермиса*, который развивается из наружного зародышевого листка — эктодермы, и *дермы*, имеющей мезодермальное происхождение (рис. 143). По типу строения эпидермис — это многослойный плоский ороговевающий эпителий, толщина которого больше на участках, подвергающихся повышенному механическому давлению (ладони, подошвы). Эпидермис содержит клетки, вырабатывающие пигмент меланин, от количества которого зависит цвет кожи. Меланин поглощает ультрафиолетовые лучи, тем самым защищая другие клетки от их повреждающего действия. Наружный слой эпидермиса, состоящий из мертвых клеток (чешуек), богатых белком кератином, играет защитную функцию. Он отличается плотностью, упругостью, непроницаем для воды и бактерий. Слущивающиеся роговые чешуйки замещаются новыми в процессе физиологической регенерации эпидермиса (см. также с. 75).

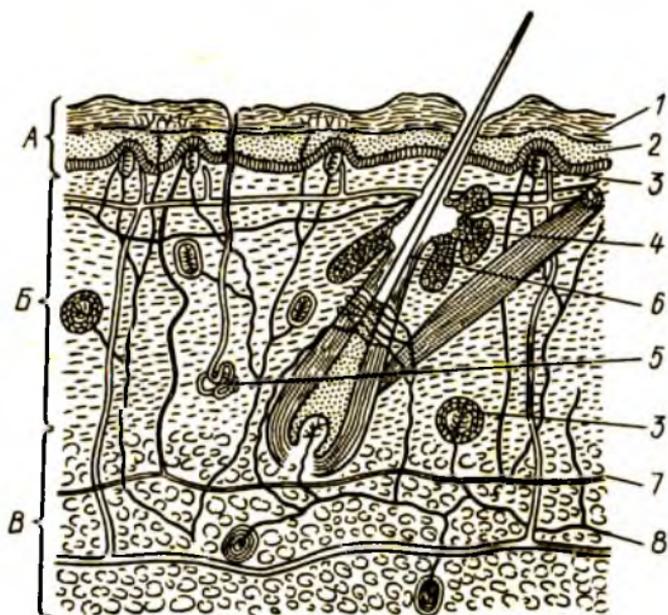


Рис. 143. Строение кожи человека. А — надкожица (эпидермис); Б — собственно кожа (дерма); В — подкожная жировая клетчатка:

1 — роговой слой эпидермиса, 2 — слой живых клеток эпидермиса, 3 — рецепторы кожи, 4 — сальные железы, 5 — потовые железы, 6 — корень волоса, 7 — кровеносный сосуд, 8 — нерв

Дерма толщиной 1—2,5 мм образована соединительной тканью, содержащей пучки прочных и эластичных волокон, обуславливающих механические свойства кожи. В дерму погружаются образованные эпителиальными клетками эпидермиса кожные железы — потовые и сальные, а также корни волос. В дерме имеются гладкомышечные клетки, связанные с волосяными луковицами. В результате их сокращения меняется положение волоса.

К производным эпидермиса относятся *ногти*.

Чрезвычайно важна функция желез кожи. *Потовые железы*, которых насчитывается 2,0—2,5 млн., за сутки выделяют около 500 мл жидкости, в том числе минеральные соли и продукты азотистого обмена. Выделительная функция кожи резко усиливается при некоторых заболеваниях почек, когда основным путем выведения мочевины и других продуктов обмена веществ становится деятельность потовых желез. Потоотделение служит фактором терморегуляции, поскольку благодаря испарению пота кожа охлаждается. Терморегулирующая функция кожи осуществляется также путем изменения просвета сосудов.

Изменной потовой железой является *молочная железа*. Эта железа недоразвита у мужчин, а у женщин в среднем достигает массы 150—200 г. У кормящих женщин масса железы возрастает до 300—400 г.

Функции кожи зависят от состояния всего организма и прежде всего от состояния нервной и эндокринной систем. При заболеваниях внутренних органов в коже появляется болевая чувствительность в зонах, строго соответствующих конкретному органу.

ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Скелет. Опорой тела служит скелет (от греч. «скелетон» — высохший, высушенный). Кости скелета защищают внутренние органы от механических повреждений, к ним прикрепляются мышцы. В состав скелета входит более 200 костей, которые составляют осевой скелет и добавочный. К осевому скелету относятся: позвоночный столб (26 костей), череп (29 костей), грудная клетка (25 костей); к добавочному: кости верхних (64) и нижних (62) конечностей. Кости скелета представляют собой рычаги, приводимые в движение мышцами.

Кости образованы костной тканью, состоящей из

клеток и плотного межклеточного вещества. Межклеточное вещество на 67 % состоит из неорганических веществ, в основном из соединений кальция и фосфора. Кость выдерживает большие нагрузки на сжатие и на излом. Это обусловлено особенностями ее строения. Различают компактное (плотное) и губчатое костное вещество (рис. 144). Компактное вещество образовано плотно прилегающими костными пластинками, формирующими сложно организованные цилиндрические структуры. Губчатое вещество состоит из перекладин (балок), образованных межклеточным веществом и расположенных дугообразно, соответственно направлениям, по которым кость испытывает давление силы тяжести и растяжение прикрепляющимися к ней мышцами. Цилиндрическое строение плотного вещества и сложная система перекладин губчатого вещества кости делают ее прочной и упругой. В трубчатых костях повышению их прочности служат и различия в структуре по направлению от центра к концам. Трубчатая кость в центре отличается большей твердостью и меньшей эластичностью, чем на концах. По направлению к суставной поверхности структура трубчатой кости меняется от компактной к губчатой. Такое изменение строения обеспечивает плавную передачу напряжения от кости через хрящ на поверхность сустава.

Снаружи кость одета *надкостницей*, которую пронизывают кровеносные сосуды, питающие кость. В надко-

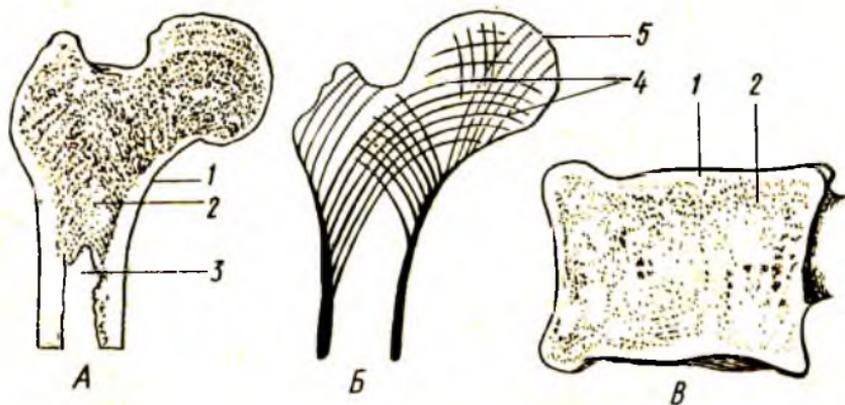


Рис. 144. Строение кости. А — продольный распил через верхний конец бедренной кости; Б — схема главных направлений, по которым располагаются перекладины в верхнем конце бедренной кости: 1 — плотное вещество, 2 — губчатое вещество, 3 — полость кости, 4 — линии сдвигания, 5 — линии растяжения

стнице имеется много чувствительных нервных окончаний, сама же кость нечувствительна.

Полость трубчатых костей заполнена красным костным мозгом, который в течение жизни заменяется желтым (жировой тканью).

Кости отличаются друг от друга по форме и строению. Выделяют кости трубчатые, плоские, смешанные и воздухоносные. Среди трубчатых различают длинные (плечевая, бедренная, кости предплечья, голени) и короткие (кости пясти, плюсны, фаланги пальцев). Губчатые кости состоят из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества. Они имеют форму неправильного куба или многогранника и располагаются в местах, где большая нагрузка сочетается с подвижностью (например, надколенник).

Плоские кости участвуют в образовании полостей, поясов конечностей и выполняют функцию защиты (кости крыши черепа, грудина).

Смешанные кости имеют сложную форму и состоят из нескольких частей, имеющих разное происхождение. К смешанным костям относятся позвонки, кости основания черепа.

Воздухоносные кости имеют в своем теле полость, выстланную слизистой оболочкой и заполненную воздухом. Таковы, например, некоторые части черепа: лобная, клиновидная, верхняя челюсть и некоторые другие.

Форма и рельеф костей зависят от характера прикрепления к ним мышц. Если мышца прикрепляется к кости с помощью сухожилия, то в этом месте формируется бугор, отросток или гребень. Если же мышца непосредственно срастается с надкостницей, то образуется углубление.

Соединение костей. Существуют три группы соединения костей: непрерывные, полусуставы и прерывные соединения — суставы. Такое деление отражает филогенез позвоночных животных. У низших (первичноводных) позвоночных животных кости соединены в основном непрерывно. С выходом позвоночных на сушу для новых условий передвижения потребовалось развитие конечностей как системы рычагов (см. рис. 61) и подвижное соединение составляющих их костей.

Непрерывными называются соединения костей с помощью различных видов соединительной ткани. Таковы швы — соединения краев костей крыши черепа между собой тонкими прослойками соединительной ткани. Кос-

ти могут соединяться и с помощью хряща, например рукоятка грудины с ее телом.

Полусуставы также представляют собой хрящевые соединения, но в толще хряща имеется небольшая полость. К ним относятся соединения позвонков, лобковых костей.

Суставы — это прерывные соединения костей, обязательно включающие следующие элементы: суставные поверхности костей, покрытые хрящом; суставную капсулу, или сумку; суставную полость; полостную жидкость (рис. 145). Сустав обычно укреплен связками. Суставная жидкость продуцируется клетками, выстилающими внутреннюю поверхность суставной сумки. Жидкость облегчает скольжение суставных поверхностей костей и служит питательной средой для суставного хряща. Количество полостной жидкости, заполняющей узкую щель между суставными поверхностями, очень невелико.

Суставы различают по числу и форме суставных поверхностей костей и по возможному объему движений, т. е. по числу осей, вокруг которых может совершаться движение. Так, по числу поверхностей суставы подразделяют на простые (две суставные поверхности) и сложные (более двух), по форме — на плоские (межзапястные, запястно-пястные, предплюсно-плюсневые суставы), шаровидные (плечевой, тазобедренный), эллипсоидные (между затылочной костью и первым шейным позвонком) и т. д.

По характеру подвижности различают одноосные, т. е. с одной осью вращения (блоковидные, например, межфаланговые суставы пальцев), двуосные, т. е. с двумя осями (эллипсоидные) и трехосные (шаровидные) суставы. К этим последним, как указывалось, относятся плечевой и тазобедренный суставы.

Скелет головы, или череп, условно подразделяют на мозговой и лицевой. Мозговой отдел (черепная коробка) служит вместилищем для мозга и защищает его от повреждений. Лицевой отдел является костной основой лица, включает начальные отделы пищевари-

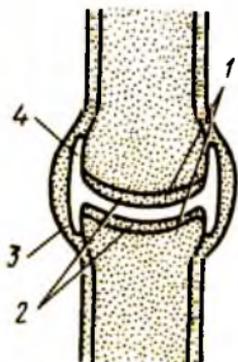


Рис. 145. Схема строения сустава:
1 — суставные поверхности костей, 2 — суставной хрящ, 3 — суставная сумка, 4 — суставная полость

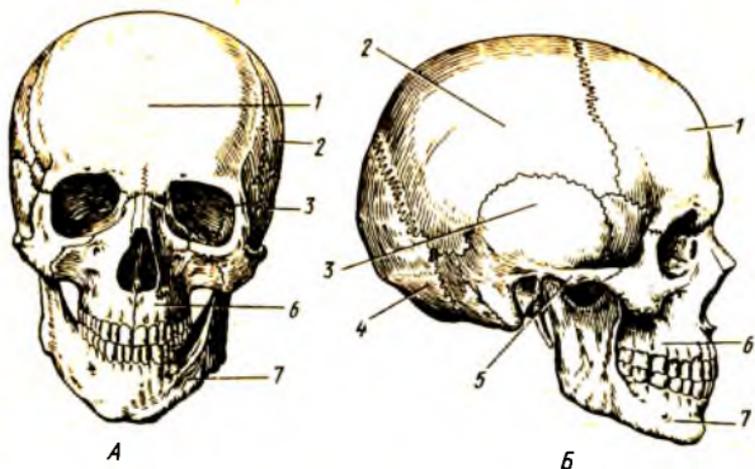


Рис. 146. Череп человека. А — вид спереди, Б — вид сбоку:

1 — лобная кость, 2 — теменная кость, 3 — височная кость, 4 — затылочная кость, 5 — скуловая кость, 6 — верхняя челюсть, 7 — нижняя челюсть

тельного тракта и дыхательных путей и образуетместилище для органов чувств (рис. 146).

Черепная коробка образована неподвижно соединенными плоскими костями. Спереди располагается большая непарная лобная кость, сверху — две теменные, с боковых сторон — височные, а сзади — непарная затылочная кость, в которой имеется так называемое большое затылочное отверстие. Через это отверстие соединяются головной и спинной мозг. На внутренней поверхности костей черепной коробки находятся ямки и возвышения. Ямки соответствуют мозговым извилинам, а возвышения между ними — бороздам коры головного мозга.

Лицевой отдел черепа состоит из верхней и нижней челюстей, нёбных, носовых, скуловых и других костей. Все эти кости, исключая нижнечелюстную, неподвижно соединены друг с другом. На нижней челюсти имеется подбородочный выступ — важная отличительная черта челюсти человека.

Скелет туловища (рис. 147) состоит из позвоночника и грудной клетки. Позвоночник включает 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 4—5 копчиковых позвонков. Крестцовые позвонки срастаются в крестец. Позвоночник образует изгибы, два из которых обращены выпуклостями вперед, а два — назад. Наличие изгибов отличает человека от других позвоночных и

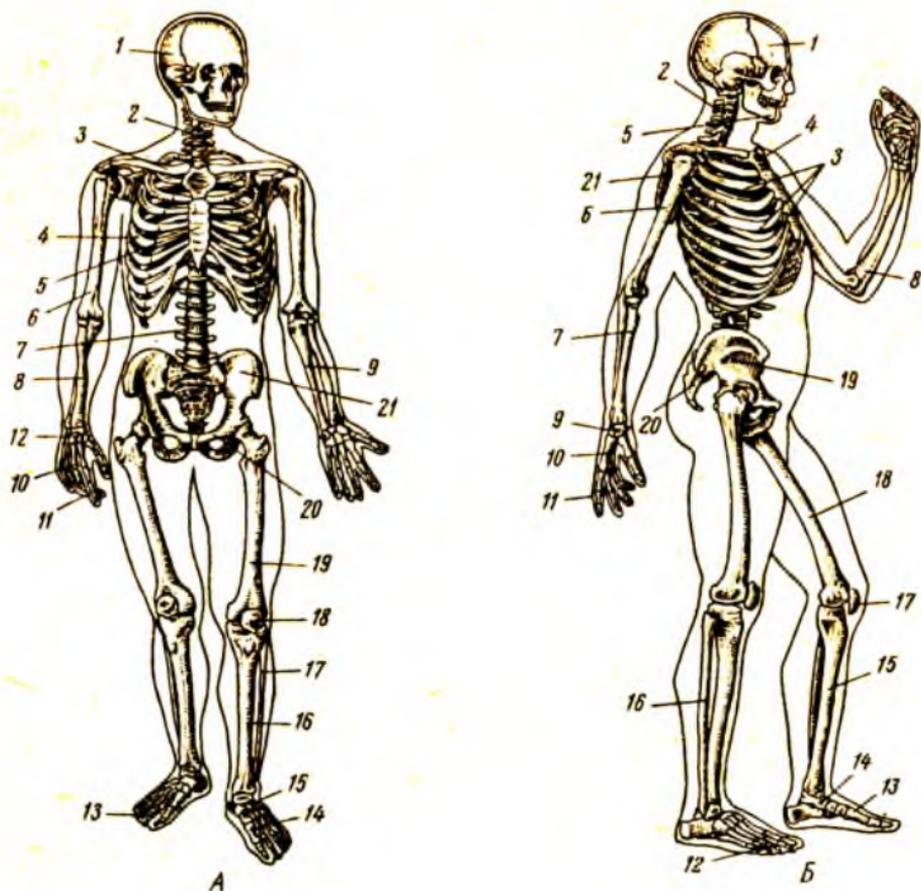


Рис. 147. Скелет человека:

А — вид спереди: 1 — череп, 2, 7 — позвоночник, 3 — ключица, 4 — грудная клетка, 5 — грудина, 6 — плечевая кость, 8 — лучевая кость, 9 — локтевая кость, 10 — пясть, 11 — фаланги пальцев руки, 12 — запястье, 13 — фаланги пальцев ноги, 14 — плюсна, 15 — предплюсна, 16 — большая берцовая кость, 17 — малая берцовая кость, 18 — коленная чашечка, 19 — бедренная кость, 20 — лобковая кость, 21 — подвздошная кость; **Б** — вид сбоку: 1 — лобная кость, 2 — позвоночник, 3 — ребра, 4 — грудина, 5 — нижняя челюсть, 6 — плечевая кость, 7 — лучевая кость, 8 — локтевая кость, 9 — запястье, 10 — пясть, 11 — фаланги пальцев руки, 12 — фаланги пальцев ноги, 13 — плюсна, 14 — предплюсна, 15 — большая берцовая кость, 16 — малая берцовая кость, 17 — коленная чашечка, 18 — бедренная кость, 19 — подвздошная кость, 20 — крестец, 21 — лопатка

связано с вертикальным положением тела и прямохождением. Их функциональная роль заключается в ослаблении различного рода ударов, сотрясений и т. п., благодаря чему они не достигают головного мозга. Каждый позвонок имеет тело и ряд отростков. Отростки, соединяясь, образуют дугу, в которой заключен спинной мозг. Между позвонками расположены упругие межпозвоночные диски. Позвоночник обладает большой подвижностью, его движения осуществляются вокруг трех осей.

Грудные позвонки, ребра и грудина образуют грудную клетку. У человека обычно имеются 12 пар плоских дугообразно изогнутых ребер. Сзади они подвижно сочленяются с грудными позвонками, а спереди (кроме двух нижних) соединяются с грудиной. Движения ребер участвуют в дыхательных движениях человека.

Пояс верхних конечностей состоит из пары лопаток и пары ключиц. Лопатки — плоские кости треугольной формы, лежащие на задней поверхности грудной клетки. Вместе с плечевой костью лопатка образует плечевой сустав. Ключица одним концом соединена с верхним концом грудины, другим — с лопатками.

Пояс нижних конечностей состоит из таза и свободных конечностей — ног. Тазовый пояс образован двумя массивными тазовыми костями, каждая из которых, в свою очередь, состоит из трех сросшихся костей — подвздошной, седалищной, лобковой. Тазовый пояс вместе с крестцом образует таз, защищающий органы брюшной полости. У женщин размеры таза больше, чем у мужчин, больше и величина нижнего отверстия, что связано с деторождением. На боковых поверхностях тазовых костей находятся впадины, в которые погружается головка бедренной кости, образуя тазобедренный сустав. Скелет нижней конечности включает бедренную кость, две кости голени (большую и малую берцовые) и стопу, состоящую из 26 мелких костей. В связи с прямохождением стопа человека приобрела сводчатую форму, обеспечивающую пружинистую походку.

МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

Мышцы человека, как и скелет, происходят из мезодермы. Различают два типа мышц — гладкие и поперечно-полосатые (скелетные). К поперечно-полосатым относится и сердечная мышца. (Особенности ее строения и функционирования рассматриваются в разделе «Система кровообращения».)

Гладкие мышцы входят в состав стенок полых внутренних органов — пищевода, желудка, кишечника, кровеносных и лимфатических сосудов, трахеи и бронхов, мочевого пузыря, матки и некоторых других. Гладкие мышцы состоят из отдельных веретеновидных клеток длиной от 50 до 400 мкм и толщиной от 2 до 10 мкм.

Поперечно-полосатые мышцы, за небольшим исключением, прикрепляются к костям скелета, обеспечивают

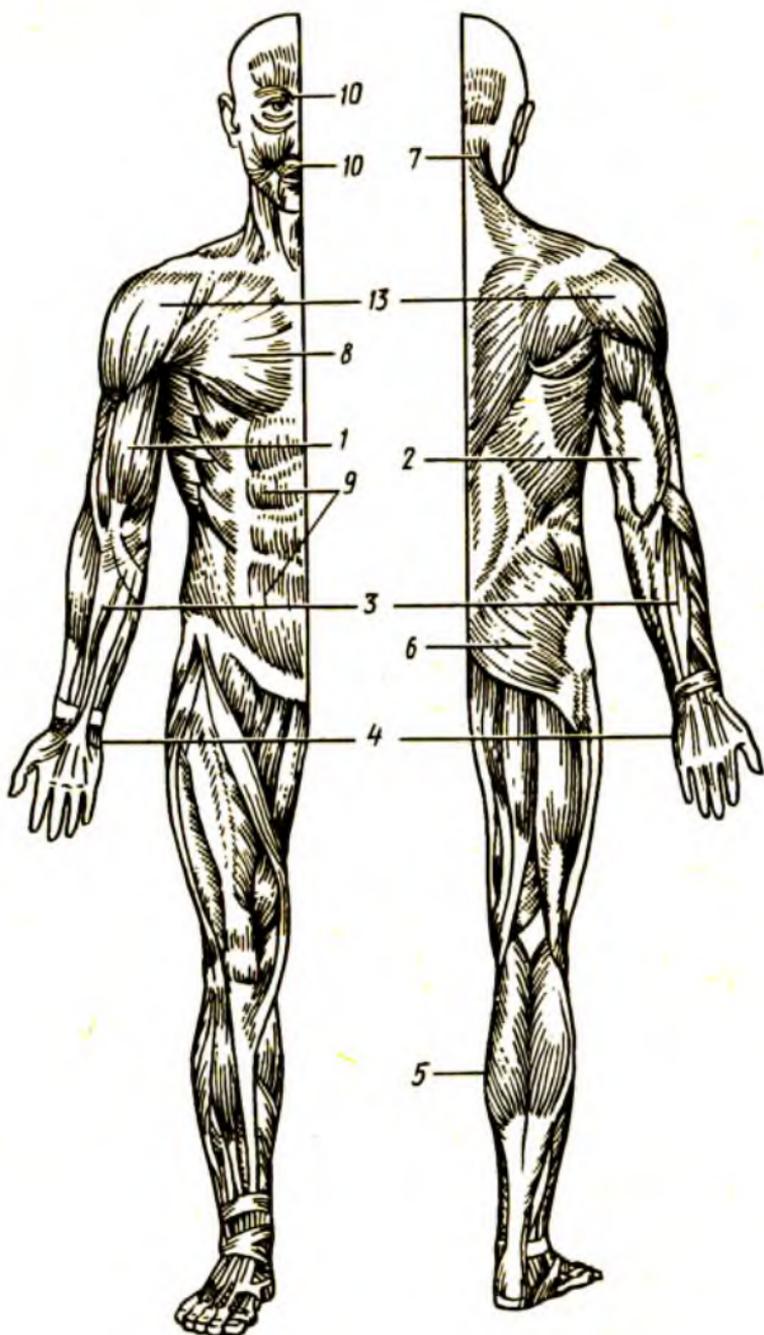


Рис. 148. Скелетные мышцы тела человека:

1 — двуглавая мышца, 2 — трехглавая мышца, 3 — мышцы предплечья, 4 — мышцы кисти, 5 — икроножная мышца, 6 — ягодичная мышца, 7 — мышцы затылка, 8 — большая грудная мышца, 9 — мышцы брюшного пресса, 10 — мимические мышцы лица

положение тела в пространстве и его движение. Вместе со скелетом мышцы придают телу форму.

Насчитывают более 400 скелетных мышц (рис. 148). Их суммарная масса составляет от 30 до 40 % общей массы тела взрослого человека. Поперечно-полосатые мышцы состоят из мышечных волокон длиной от 1 мм до нескольких сантиметров. Мышечные волокна представляют собой цилиндрические структуры с большим количеством ядер, расположенных по периферии. Характерный признак скелетных мышечных волокон — их поперечная исчерченность, т. е. регулярная сменяемость темных и светлых дисков по длине волокна (рис. 149).

Для сокращения и расслабления мышц требуется затрата энергии. В качестве источника энергии служат молекулы АТФ.

Скелетные мышцы делят на группы по месту расположения (мышцы головы, мышцы туловища, мышцы верхней и нижней конечностей). В свою очередь, каждая из этих групп делится на более мелкие, например среди мышц головы различают мимические и жевательные; среди мышц туловища — мышцы спины, мышцы живота, мышцы тазового дна. По форме мышцы бывают веретенообразные (на конечностях), лентовидные (передняя стенка живота), круговые (круговая мышца рта) и др. Большое разнообразие формы мышц обусловлено разнообразием их функций: в зависимости от мест прикрепления они выполняют роль сгибателей, разгибателей, вращателей, поднимателей, сжимателей и ряд других. В результате тело человека обладает высокой подвижностью.

Регуляция любого движения осуществляется центральной нервной системой на основе безусловных и условных рефлексов (см. с. 437). В каждом мы-

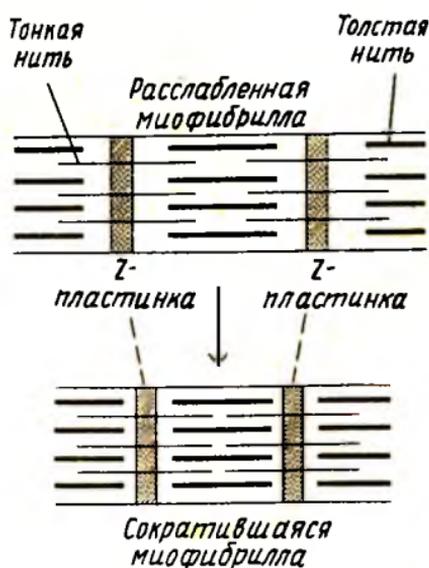


Рис. 149. Сокращение скелетной мышцы.

Вверху — расслабленная миофибрилла, внизу — сократившаяся миофибрилла. Тонкая нить — актин, толстая нить — миозин, Z — пластинка-перегородка, разделяющая миофибриллу на участки

шечном волокне имеется чувствительное нервное окончание, импульсы от которого поступают в задние рога спинного мозга или в чувствительные ядра головного мозга. Каждое мышечное волокно несет на себе двигательные нервно-мышечные концевые пластинки, или моторные (двигательные) бляшки, берущие начало в мотонейронах передних рогов спинного мозга. Чувствительные нервные окончания воспринимают информацию о тоне (напряжении) мышечных волокон, степени их сокращения и передают ее в спинной и головной мозг. Через ядра спинного мозга и черепно-мозговых нервов она поступает в кору головного мозга. Здесь в области передней центральной извилины находится зона двигательного анализатора (моторная зона). Кора осуществляет условно-рефлекторную регуляцию произвольных движений, т. е. движений, которые выработались у человека в процессе индивидуального опыта. Обучение новым формам движения возможно только при сохранности моторной зоны коры головного мозга (см. рис. 167). Движения, ставшие вследствие многократного повторения автоматическими, регулируются нижележащими, подкорковыми ядрами головного мозга. В регуляции безусловно-рефлекторных движений принимает участие мозжечок. Кора осуществляет связь с подкорковыми ядрами и мозжечком, т. е. выполняет интегрирующую функцию в регуляции движений.

СИСТЕМА ПИЩЕВАРЕНИЯ

Строение органов пищеварения. При поступлении в организм пища подвергается механической и химической обработке. Эти процессы происходят в органах пищеварения (рис. 150), которые состоят из пищевода, желудка, кишечника, желез. Расщепление пищи невозможно без ферментов, вырабатываемых пищеварительными железами.

Каждый фермент действует при определенных условиях, лучше всего при температуре 38—40 °С. Ее повышение подавляет активность, а иногда и разрушает фермент. На ферменты оказывает влияние и химическая среда: одни из них активны только в кислой среде (например, пепсин), другие — в щелочной (птиалин и ферменты сока поджелудочной железы).

Пищеварительный канал имеет длину около 8—10 м, и на всем протяжении он образует расширения — поло-

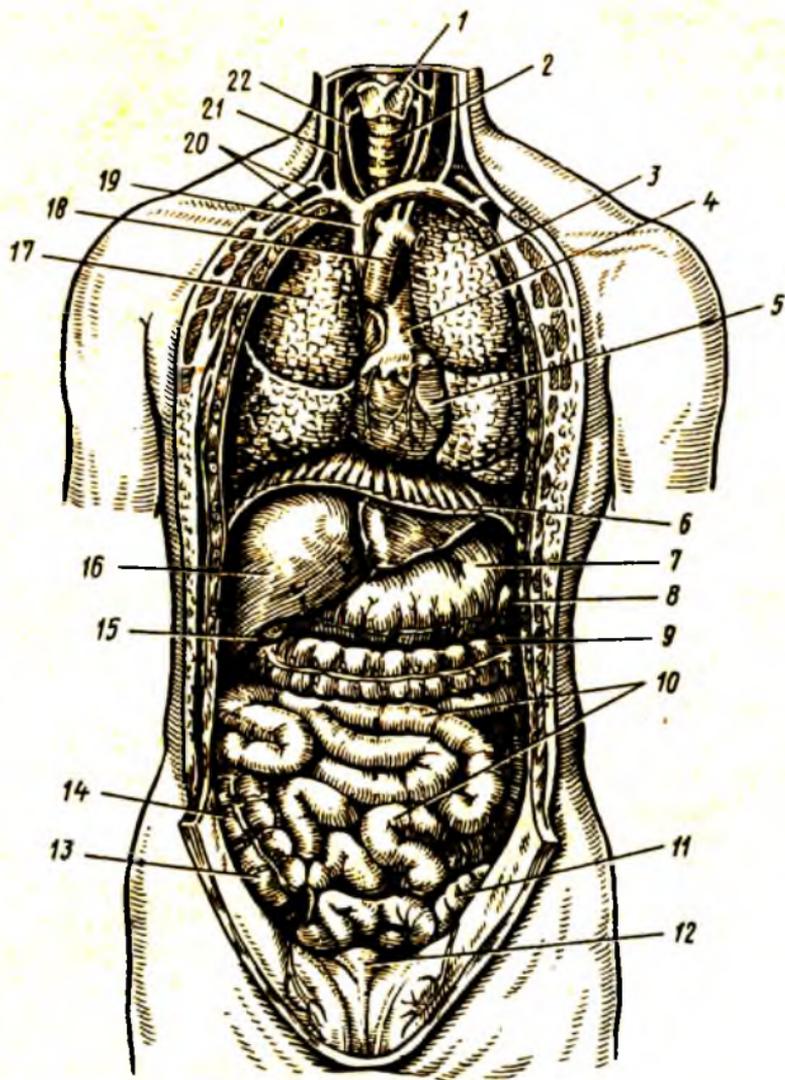


Рис. 150. Расположение внутренних органов человека:

1 — гортань, 2 — трахея, 3 — левое легкое, 4 — легочный ствол, 5 — сердце, 6 — диафрагма, 7 — желудок, 8 — селезенка, 9 — поперечная ободочная кишка, 10 — тонкая кишка, 11 — сигмовидная ободочная кишка, 12 — мочевого пузыря, 13 — слепая кишка, 14 — восходящая ободочная кишка, 15 — желчный пузырь, 16 — печень, 17 — правое легкое, 18 — восходящая аорта, 19 — верхняя полая вена, 20 — подключичная артерия и вена, 21 — внутренняя яремная вена, 22 — общая сонная артерия

сти и сужения. Стенка пищеварительного канала состоит из трех слоев: внутреннего, среднего и наружного. Внутренний представлен слизистым и подслизистым слоями. Клетки слизистого слоя — самые поверхностные, обращены в просвет канала и вырабатывают слизь,

а в расположенном под ним подслизистом слое залегают пищеварительные железы. Внутренний слой богат кровеносными и лимфатическими сосудами. Средний слой включает гладкую мускулатуру, которая, сокращаясь, передвигает пищу по пищеварительному каналу. Наружный слой состоит из соединительной ткани, образующей серозную оболочку, к которой прикрепляется брыжейка.

Пищеварительный канал подразделяют на следующие отделы: ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник.

Ротовая полость снизу ограничена дном, образованным мышцами, спереди и снаружи — зубами и деснами, сверху — твердым и мягким нёбом. Задний отдел мягкого нёба выпячивается в виде язычка. Сзади и по бокам ротовой полости мягкое нёбо формирует складки — нёбные дужки, между которыми лежат нёбные миндалины. Миндалины есть у корня языка и в носоглотке, в совокупности они образуют лимфоидное глоточное кольцо, где частично задерживаются проникающие с пищей микробы. В полости рта находится язык, состоящий из поперечно-полосатой мышечной ткани, покрытой слизистой оболочкой. В этом органе различают корень, тело и кончик. На его поверхности расположены нитевидные, грибовидные и листовидные сосочки, в которых оканчиваются вкусовые рецепторы. Рецепторы корня языка воспринимают горький вкус, рецепторы кончика — сладкий, а рецепторы боковых поверхностей — кислый и соленый. У человека язык вместе с губами и челюстями выполняет функцию устной речи.

В ячейках челюстей находятся зубы, механически перерабатывающие пищу. У человека 32 зуба, они дифференцированы: в каждой половине челюсти имеются два резца, один клык, два малых коренных и три больших коренных. В зубе выделяют коронку, шейку и корень. Часть зуба, выступающая на поверхность челюсти, называется коронкой. Она состоит из дентина — вещества, близкого к кости, и покрыта эмалью, обладающей значительно большей плотностью, чем дентин. Суженная часть зуба, лежащая на границе между коронкой и корнем, называется шейкой. Часть зуба, находящаяся в лунке, именуется корнем. Корень, как и шейка, состоит из дентина и с поверхности покрыт веществом, напоминающим кость, — цементом. Внутри зуба имеется полость, заполненная рыхлой соединительной

тканью с нервами и кровеносными сосудами, образующими пульпу.

Слизистая оболочка рта богата железами, выделяющими слизь. В ротовую полость открываются протоки трех пар крупных слюнных желез: околоушной, подъязычных, подчелюстных и множества мелких. Слюна на 98—99% состоит из воды; из органических веществ в ней содержится белок муцин и ферменты пталин и мальтаза.

Ротовая полость сзади переходит в воронкообразную *глотку*, соединяющую рот с пищеводом. В глотке перекрещиваются пищеварительные и дыхательные пути. Акт глотания происходит в результате сокращения поперечно-полосатых мышц, и пища попадает в *пищевод* — мышечную трубку длиной около 25 см. Пищевод проходит через диафрагму и на уровне 11-го грудного позвонка открывается в желудок.

Желудок — это сильно расширенный отдел пищеварительного канала, расположенный в верхней части брюшной полости под диафрагмой. В нем выделяют входную и выходную части, дно, тело, а также большую и малую кривизну. Слизистая оболочка складчатая, что при заполнении пищей позволяет желудку растягиваться. В средней части желудка (в его теле) находятся железы. Они образованы тремя видами клеток, которые выделяют либо ферменты, либо соляную кислоту, либо слизь. На выходной части желудка железы, выделяющие кислоту, отсутствуют. Выходное отверстие замыкается сильной запирающей мышцей — сфинктером. Пища из желудка поступает в *тонкий кишечник* длиной 5—7 м. Его начальный отдел — двенадцатиперстная кишка, далее идут тощая и подвздошная. Двенадцатиперстная кишка (около 25 см) имеет форму подковы, в нее открываются протоки печени и поджелудочной железы.

Печень — самая крупная железа пищеварительного тракта. Она состоит из двух неравных долей и располагается в брюшной полости, справа под диафрагмой; левая доля печени прикрывает большую часть желудка. Вся венозная кровь от кишечника, желудка, селезенки и от поджелудочной железы поступает в печень через воротную вену. Здесь кровь освобождается от вредных продуктов. На нижней поверхности печени расположен *желчный пузырь* — резервуар, в котором скапливается желчь, вырабатываемая печенью.

Основную массу печени составляют эпителиальные (железистые) клетки, продуцирующие желчь. Желчь поступает в печеночный проток, который, соединяясь с протоком желчного пузыря, образует общий желчный проток, открывающийся в двенадцатиперстную кишку. Желчь вырабатывается непрерывно, но когда пищеварения не происходит, она накапливается в желчном пузыре. В момент пищеварения она поступает в двенадцатиперстную кишку. Цвет желчи желто-бурый, обусловленный пигментом билирубином, образующимся в результате распада гемоглобина. Желчь горькая на вкус, содержит 90 % воды и 10 % органических и минеральных веществ.

Кроме эпителиальных клеток в печени имеются клетки звездчатой формы, обладающие фагоцитарными свойствами. Печень участвует в процессе обмена углеводов, накапливая в своих клетках гликоген (животный крахмал), который здесь же может расщепляться до глюкозы. Печень регулирует поступление глюкозы в кровь, тем самым поддерживая концентрацию сахара на постоянном уровне. В ней синтезируются белки фибриноген и протромбин, участвующие в свертывании крови. Одновременно она обезвреживает некоторые ядовитые вещества, образующиеся в результате гниения белков и поступающие с током крови из толстого кишечника. В ней же расщепляются аминокислоты, в результате чего образуется аммиак, который превращается здесь в мочевины. Работа печени по обезвреживанию ядовитых продуктов всасывания и обмена веществ составляет ее барьерную функцию.

Поджелудочная железа вырабатывает поджелудочный (панкреатический) сок, который поступает в двенадцатиперстную кишку. Сок имеет щелочную реакцию и содержит несколько ферментов, участвующих в расщеплении белков, жиров и углеводов.

Тонкий отдел кишечника начинается двенадцатиперстной кишкой, которая переходит в тощую, продолжающуюся в подвздошную. Слизистая стенка тонкой кишки содержит много трубчатых желез, выделяющих кишечный сок, и покрыта тончайшими выростами — ворсинками. Их общее количество достигает 4 млн., высота ворсинок около 1 мм, совместная всасывающая поверхность примерно 200 м² (рис. 151). Поверхность ворсинки покрыта однослойным эпителием; в центре ее проходят лимфатический сосуд и артерия, распадающиеся

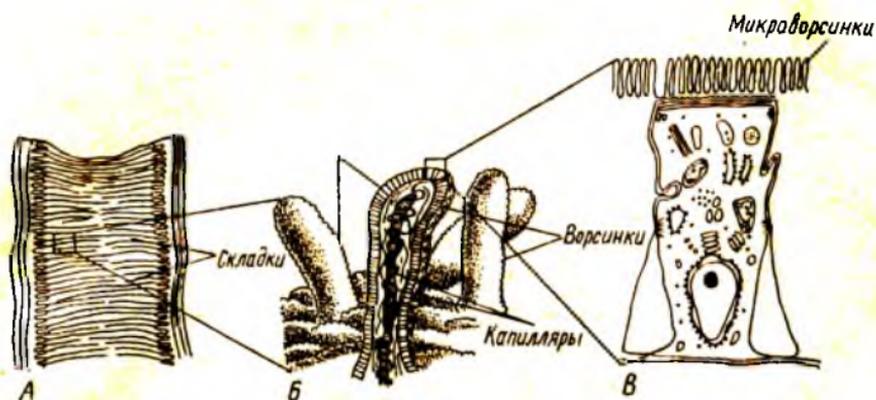


Рис. 151. Схема строения слизистой оболочки тонкого кишечника. *А* — слизистая оболочка кишечника образует множество складок; *Б* — от внутренней поверхности кишечника отходят пальцевидные выросты — ворсинки. Внутри каждой ворсинки проходят артерия, вена, капилляры и лимфатический сосуд; *В* — мембраны клеток, образующих поверхность ворсинок, формируют микроворсинки. Складки, ворсинки и микроворсинки образуют всасывающую поверхность, равную по площади теннисному корту

на капилляры. Благодаря мышечным волокнам и нервным разветвлениям ворсинка способна сокращаться. Это осуществляется рефлекторно в ответ на соприкосновение с пищевой кашицей и усиливает циркуляцию лимфы и крови в период пищеварения и всасывания. Тощая и подвздошная кишка с их ворсинками — основное место всасывания питательных веществ.

Толстая кишка имеет сравнительно небольшую длину — около 1,5—2 м и объединяет слепую (с червеобразным отростком), ободочную и прямую кишку. Слепую кишку продолжает ободочная, в которую впадает подвздошная кишка. Слизистая оболочка толстого кишечника имеет полулунные складки, но ворсинок в ней нет. Брюшина, покрывающая толстую кишку, имеет жировые кольцеобразные складки. Конечный отдел пищеварительной трубки — прямая кишка, заканчивающаяся анальным отверстием.

Переваривание пищи. В ротовой полости пища размельчается зубами и смачивается слюной. Слюна, обволакивая пищу, облегчает ее проглатывание. Фермент птиалин расщепляет крахмал до промежуточного продукта — дисахарида мальтозы, а фермент мальтаза превращает ее в простой сахар — глюкозу. Действуют они лишь в щелочной среде, но их работа продолжается также в нейтральной и слабокислой среде в желудке до

тех пор, пока пищевой комок не пропитается кислым желудочным соком.

В желудке происходит дальнейшее переваривание пищи. Желудочный сок содержит ферменты пепсин, липазу и соляную кислоту. Пепсин действует лишь в кислой среде, расщепляя белки до пептидов. Липаза желудочного сока разлагает только эмульгированный жир (жир молока).

Желудочный сок выделяется в две фазы. Первая начинается в результате раздражения пищей рецепторов ротовой полости и глотки, а также зрительных и обонятельных рецепторов (вид, запах пищи). Возникшее в рецепторах возбуждение по центростремительным нервам поступает в пищеварительный центр, расположенный в продолговатом мозгу, а оттуда — по центробежным нервам — к слюнным железам и железам желудка. Сокоотделение в ответ на раздражение рецепторов глотки и рта является безусловным рефлексом, а сокоотделение в ответ на раздражение обонятельных и вкусовых рецепторов — условным рефлексом. Вторая фаза секреции вызывается механическими и химическими раздражениями. При этом раздражителями служат мясные, рыбные и овощные отвары, вода, соль, фруктовый сок.

Пища из желудка небольшими порциями продвигается в двенадцатиперстную кишку, куда поступает желчь, поджелудочный и кишечный соки. Скорость поступления пищи из желудка в нижележащие отделы неодинакова: жирная пища задерживается в желудке долго, молочная и содержащая углеводы переходит в кишечник быстро.

Поджелудочный сок — бесцветная жидкость щелочной реакции. Он содержит ферменты — трипсин и некоторые другие, которые расщепляют пептиды до аминокислот. Амилаза, мальтаза и лактаза действуют на углеводы, превращая их в глюкозу, лактозу и фруктозу. Липаза расщепляет жиры на глицерин и жирные кислоты. Продолжительность отделения поджелудочной железой сока, его количество и переваривающая сила зависят от характера пищи.

Всасывание. После механической и химической (ферментативной) переработки пищи продукты расщепления — аминокислоты, глюкоза, глицерин и жирные кислоты — всасываются в кровь и лимфу. Всасывание — сложный физиологический процесс, осуществля-

емый ворсинками тонкого отдела кишечника и идущий только в одном направлении — из кишечника в ворсинки. Через эпителий стенок кишечника не просто происходит диффузия: он активно пропускает в полость ворсинки лишь некоторые вещества, например глюкозу, аминокислоты, глицерин; нерасщепленные жирные кислоты нерастворимы и всасываться ворсинками не могут. Большую роль при всасывании жиров играет желчь: жирные кислоты, соединяясь с щелочами и желчными кислотами, омыляются и образуют растворимые соли жирных кислот (мыла), которые легко проходят через стенки ворсинок. В дальнейшем их клетки из глицерина и жирных кислот синтезируют жир, свойственный человеческому организму. Капельки этого жира в отличие от глюкозы и аминокислот, поступающих в кровеносные сосуды, всасываются лимфатическими капиллярами ворсинки и разносятся лимфой.

Незначительное всасывание некоторых веществ начинается еще в желудке (сахара, растворенные соли, алкоголь, некоторые фармацевтические препараты). Пищеварение в основном заканчивается в тонком кишечнике; железы толстого кишечника выделяют преимущественно слизь.

В толстом отделе кишечника главным образом всасывается вода (около 4 л за сутки). В этом отделе кишечника обитает огромное количество бактерий, при их участии расщепляется целлюлоза растительных клеток (клетчатка), которая проходит весь пищеварительный тракт без изменения. Бактерии синтезируют некоторые витамины из группы В и витамин К, необходимые организму человека.

СИСТЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ

Постоянное движение крови по сосудам обеспечивается деятельностью сердца. Кровь, отдавшая кислород органам и тканям, поступает в правую половину сердца и направляется им в легкие. В легких кровь насыщается кислородом, возвращается к сердцу, поступая в левую его половину, и вновь разносится по всему организму. Кровообращение обеспечивает ткани помимо кислорода питательными веществами, регуляторами физиологических функций — гормонами, а также выводит из организма продукты обмена веществ. Система кровообращения включает сердце, артерии, вены и капилляры.

Строение и деятельность сердца. Сердце представляет собой полый четырехкамерный мышечный орган, имеющий форму конуса, расположенный в грудной полости (средостении). Он делится на правую и левую половины сплошной перегородкой. Каждая из половин состоит из двух отделов: *предсердия* и *желудочка*, соединяющихся между собой отверстием, которое закрывается створчатым предсердно-желудочковым клапаном. В левой половине клапан состоит из двух створок, в правой — из трех. Клапаны открываются в сторону желудочков. Этому способствуют сухожильные нити, которые одним концом прикрепляются к створкам клапанов, а другим — к сосочковым мышцам, расположенным на стенках желудочков. Во время сокращения желудочков сухожильные нити не дают выворачиваться клапанам в сторону предсердия (рис. 152).

В правое предсердие кровь поступает из верхней и нижней полых вен и венечных вен самого сердца, в левое предсердие впадают четыре легочные вены. Желудочки дают начало сосудам: правый — легочному стволу, который делится на две ветви и несет венозную кровь в правое и левое легкое, т. е. в малый круг кровообращения; левый желудочек дает начало левой дуге — аорте, по которой артериальная кровь поступает в большой круг кровообращения. На границе левого желудочка и аорты, правого желудочка и легочного ствола имеются полулунные клапаны (по три створки в каждом). Они закрывают просветы аорты и легочного ствола и пропускают кровь из желудочков в сосуды, но препятствуют обратному току крови из сосудов в желудочки.

Стенка сердца включает три слоя: внутренний — *эндокард*, образованный клетками эпителия, средний — *миокард* — мышечный и наружный — *эпикард*, состоящий из соединительной ткани и покрытый серозным эпителием. Снаружи сердце покрыто соединительно-тканной оболочкой — околосердечной сумкой, или перикардом, также выстланным с внутренней стороны серозным эпителием. Между эпикардом и сердечной сумкой находится полость, заполненная жидкостью. Миокард образован особой поперечно-полосатой мышечной тканью, сокращающейся произвольно. Для сердечной мышцы характерна *автоматия* — способность сокращаться под действием импульсов, возникающих в самом сердце. Это связано с особыми клетками, залегающими в сердечной мышце, в которых ритмично появляются возбуждения.

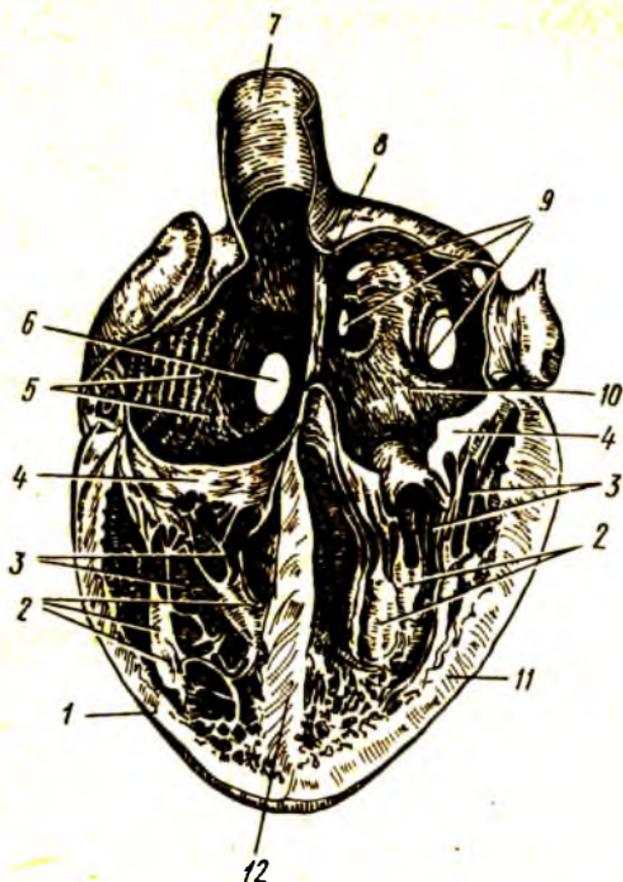


Рис. 152. Схема строения сердца (вертикальный разрез):

1 — мышечная стенка правого желудочка, 2 — сосочковые мышцы, от которых отходят сухожильные нити (3), прикрепляющиеся к клапану (4), расположенному между предсердием и желудочком, 5 — правое предсердие, 6 — отверстие нижней полой вены; 7 — верхняя полая вена, 8 — перегородка между предсердиями, 9 — отверстия четырех легочных вен; 10 — левое предсердие, 11 — мышечная стенка левого желудочка, 12 — перегородка между желудочками

Автоматическое сокращение сердца продолжается и при его изоляции из организма. При этом возбуждение, поступившее в одну точку, переходит на всю мышцу и все ее волокна сокращаются одновременно.

В работе сердца различают три фазы. Первая — *сокращение предсердий*, вторая — *сокращение желудочков — систола*, третья — одновременное расслабление предсердий и желудочков — *диастола*, или пауза. В последней фазе оба предсердия заполняются кровью из вен и она свободно проходит в желудочки. Поступив-

шая в желудочки кровь давит на клапаны предсердий с нижней стороны, и они закрываются. При сокращении обоих желудочков в их полостях нарастает давление крови и она поступает в аорту и легочную артерию (в большой и малый круги кровообращения). После сокращения желудочков наступает их расслабление. За паузой следует сокращение предсердий, затем желудочков и т. д.

Период от одного сокращения предсердий до другого называют *сердечным циклом*. Каждый цикл длится 0,8 с. Из этого времени на сокращение предсердий приходится 0,1 с, на сокращение желудочков — 0,3 с, а общая пауза сердца длится 0,4 с. Если частота сердечных сокращений увеличивается, время каждого цикла уменьшается. Это происходит в основном за счет укорочения общей паузы сердца. При каждом сокращении оба желудочка выбрасывают в аорту и легочную артерию одинаковое количество крови (в среднем около 70 мл), которое называется *ударным объемом крови*.

Работа сердца регулируется нервной системой в зависимости от воздействия внутренней и внешней среды: концентрации ионов калия и кальция, гормона щитовидной железы, состояния покоя или физической работы, эмоционального напряжения. К сердцу как к рабочему органу подходят два вида центробежных нервных волокон, относящихся к вегетативной нервной системе. Одна пара нервов (*симпатические волокна*) при раздражении усиливает и учащает сердечные сокращения. При раздражении другой пары нервов (*ветви блуждающего нерва*) импульсы, поступающие к сердцу, ослабляют его деятельность.

Работа сердца связана с деятельностью других органов. Если возбуждение в центральную нервную систему передается от работающих органов, то из центральной нервной системы оно передается на нервы, усиливающие функцию сердца. Так рефлекторным путем устанавливается соответствие между деятельностью различных органов и работой сердца. Сердце сокращается 60—80 раз в минуту.

Кровообращение. Движение крови по сосудам называется кровообращением. Кровь движется по кровеносным сосудам — полым трубкам различного диаметра, которые, не прерываясь, переходят в другие, образуя замкнутую кровеносную систему. Различают три вида сосудов: артерии, вены и капилляры (рис. 153).

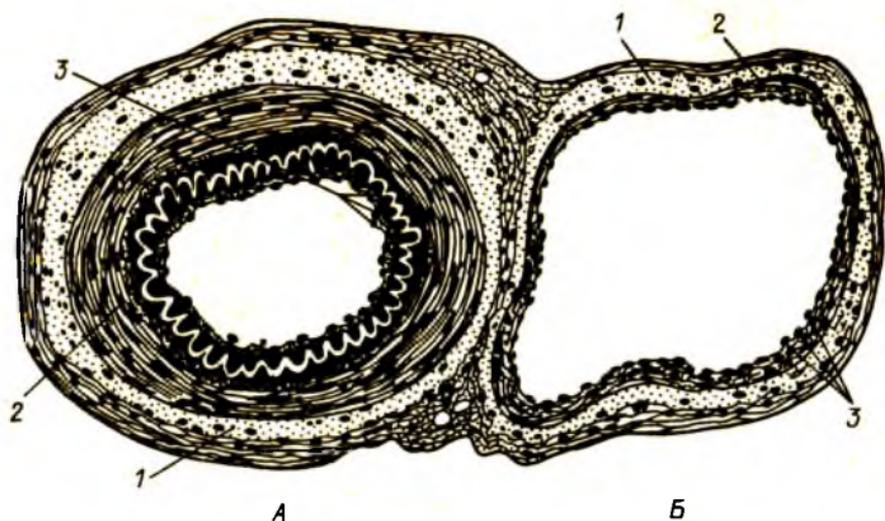


Рис. 153. Строение стенок сосудов А — поперечный разрез артерии; Б — поперечный разрез вены:
 1 — наружный соединительно-тканый слой, 2 — средний мышечный слой, 3 — внутренний слой

Артериями называются сосуды, по которым кровь течет от сердца к органам. Самый крупный из них — *аорта*. Она берет начало от левого желудочка и разветвляется на артерии. Распределяются артерии в соответствии с двусторонней симметрией тела: в каждой половине есть сонная артерия, подключичная, подвздошная, бедренная и т. д. От них отходят ветви к костям, мышцам, суставам, внутренним органам.

В органах артерии ветвятся на сосуды более мелкого диаметра. Самые мелкие из артерий называются *артериолами*, которые, в свою очередь, распадаются на *капилляры*. Стенки артерий довольно толстые и состоят из трех слоев: наружного соединительно-тканного, среднего гладкомышечного с наибольшей толщиной и внутреннего, образованного одним слоем плоских клеток. Капилляры — самые тонкие кровеносные сосуды в организме человека. Их диаметр составляет 4—20 мкм. Наиболее густая сеть капилляров в мышцах, где на 1 мм² ткани их насчитывается более 2000. Кровь по ним движется гораздо медленнее, чем в аорте. Стенки капилляров состоят только из одного слоя плоских клеток — эндотелия. Через такой тонкий слой и происходит обмен веществ между кровью и тканями.

Перемещаясь по капиллярам, артериальная кровь постепенно превращается в венозную, поступающую в

более крупные сосуды — вены, по которым кровь оттекает от органов и тканей к сердцу. Стенка *вен*, как и артерий, трехслойная, но средний слой содержит гораздо меньше мышечных и эластических волокон, чем в артериях, а внутренняя стенка образует карманоподобные клапаны, расположенные по направлению тока крови и способствующие ее продвижению к сердцу.

Распределение вен также соответствует двусторонней симметрии тела: каждая сторона имеет по одной крупной вене. От нижних конечностей венозная кровь собирается в бедренные вены, которые объединяются в более крупные подвздошные, дающие начало нижней полой вене. От головы и шеи венозная кровь оттекает по двум яремным венам, по одной с каждой стороны, а от верхних конечностей — по подключичным венам; последние, сливаясь с яремными венами, образуют безымянную вену на каждой стороне, которые соединяются в верхнюю полую вену.

Кровь от кишечника и желудка оттекает к печени, образуя систему воротной вены, и в составе печеночной вены поступает в нижнюю полую вену.

Все артерии, вены и капилляры в организме человека объединяются в два круга кровообращения: большой и малый.

Большой круг кровообращения начинается в левом желудочке и оканчивается в правом предсердии. Из левого желудочка отходит аорта, которая направляется вверх и влево, образуя дугу, а затем — вниз вдоль позвоночника. От дуги аорты ответвляются артерии меньшего диаметра, которые направляются в соответствующие отделы. От луковицы аорты отходят также венечные артерии, питающие сердце. Часть аорты, находящаяся в грудной клетке, называется грудной аортой, а часть ее, расположенная в брюшной полости, — брюшной. От брюшной аорты сосуды отходят к внутренним органам. В поясничном отделе брюшная аорта разветвляется на подвздошные артерии, которые разделяются на более мелкие артерии нижних конечностей.

Малый круг кровообращения начинается в правом желудочке и оканчивается в левом предсердии. Из правого желудочка выходит легочный ствол, несущий венозную кровь в легкие. Здесь легочные артерии распадаются на сосуды более мелкого диаметра, переходящие в капилляры. Кровь, насыщенная кислородом, оттекает по четырем легочным венам в левое предсердие.

Кровь движется по сосудам благодаря ритмичной работе сердца. Во время сокращения желудочков кровь под давлением нагнетается в аорту и легочный ствол. Здесь развивается самое высокое давление — 150 мм рт. ст. По мере продвижения крови по артериям давление снижается до 120 мм рт. ст., а в капиллярах — до 22 мм. Самое низкое давление в венах; в крупных венах оно ниже атмосферного.

Кровь из желудочков выбрасывается порциями, а непрерывность ее течения обеспечивается эластичностью стенок артерий. В момент сокращения желудочков сердца стенки артерий растягиваются, а затем в силу эластической упругости возвращаются в исходное состояние еще до очередного поступления крови из желудочков. Благодаря этому кровь продвигается вперед. Ритмические колебания диаметра артериальных сосудов, вызываемые работой сердца, называются *пульсом*. Он легко прощупывается в местах, где артерии лежат на кости (лучевая, тыльная артерия стопы). Считая пульс, можно определить частоту сердечных сокращений и их силу. У взрослого здорового человека в состоянии покоя частота пульса равна 60—70 ударам в минуту. При различных заболеваниях сердца возможна аритмия — перебой пульса.

С наибольшей скоростью кровь течет в аорте — около 0,5 м/с. В дальнейшем скорость движения падает и в артериях достигает 0,25 м/с, а в капиллярах — приблизительно 0,5 мм/с. Медленное течение крови в капиллярах и большая протяженность последних благоприятствуют обмену веществ (общая длина капилляров в организме человека достигает 100 тыс. км, а общая поверхность всех капилляров тела — 6300 м²). Большая разница в скорости течения крови в аорте, капиллярах и венах обусловлена неодинаковой шириной общего сечения кровяного русла в его различных участках. Самый узкий такой участок — аорта, а суммарный просвет капилляров в 600—800 раз превышает просвет аорты. Этим объясняется замедление тока крови в капиллярах.

Движение крови по сосудам регулируется нервно-гуморальными факторами. Импульсы, посылаемые по нервным окончаниям, могут вызывать или сужение, или расширение просвета сосудов. К гладкой мускулатуре стенок сосудов подходят два вида сосудодвигательных нервов: сосудорасширяющие и сосудосуживающие.

Импульсы, идущие по этим нервным волокнам, возникают в сосудодвигательном центре продолговатого мозга.

При обычном состоянии организма стенки артерий несколько напряжены и их просвет сужен. Из сосудодвигательного центра по сосудодвигательным нервам непрерывно поступают импульсы, которые и обуславливают постоянный тонус. Нервные окончания в стенках сосудов реагируют на изменения давления и химического состава крови, вызывая в них возбуждение. Это возбуждение поступает в центральную нервную систему, результатом чего служит рефлекторное изменение деятельности сердечно-сосудистой системы. Таким образом, увеличение и уменьшение диаметров сосудов происходит рефлекторным путем, но тот же эффект может возникнуть и под влиянием гуморальных факторов — химических веществ, которые находятся в крови и поступают сюда с пищей и из различных внутренних органов. Среди них имеют значение сосудорасширяющие и сосудосуживающие. Например, гормон гипофиза — вазопрессин, гормон щитовидной железы — тироксин, гормон надпочечников — адреналин суживают сосуды, усиливают все функции сердца, а гистамин, образующийся в стенках пищеварительного тракта и в любом работающем органе, действует противоположно: расширяет капилляры, не действуя на остальные сосуды (рис. 154). Значительный эффект на работу сердца оказывает изменение содержания в крови калия и кальция. Повышение содержания кальция увеличивает

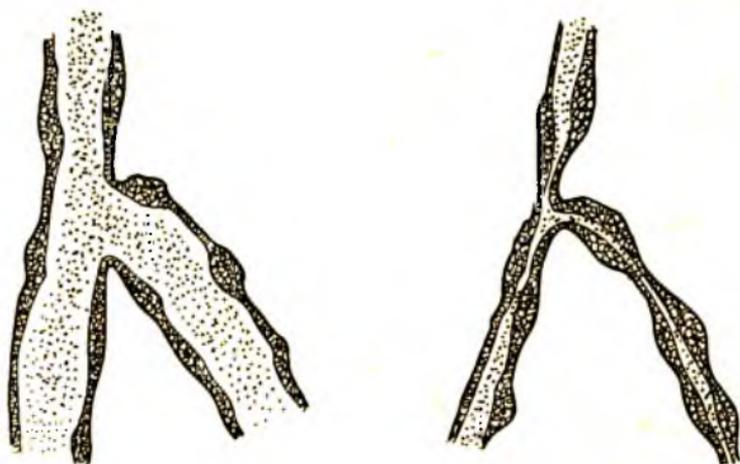


Рис. 154. Капилляры в расширенном (слева) и суженном (справа) состоянии

частоту и силу сокращений, повышает возбудимость и проводимость сердца. Калий вызывает прямо противоположное действие.

Расширение и сужение сосудов в различных органах существенно влияет на перераспределение крови в организме. В работающий орган, где сосуды расширены, направляется крови больше, в неработающий орган — меньше. Депонирующими органами служат селезенка, печень, подкожная жировая клетчатка. В случае кровопотери кровь из этих органов поступает в общий кровоток, что позволяет поддерживать кровяное давление.

Лимфообращение. Движение лимфы по сосудам называется лимфообращением. Лимфатическая система способствует дополнительному оттоку жидкости из органов. Стенки лимфатических сосудов тонкие и, подобно венам, имеют клапаны. Движение лимфы очень медленное (0,3 мм/мин) и происходит благодаря сокращению мышц тела и стенок лимфатических сосудов. Она движется лишь в одном направлении — от органов к сердцу. Лимфатические капилляры (рис. 155) переходят в более крупные сосуды, которые собираются в правый и левый грудные протоки, впадающие в крупные

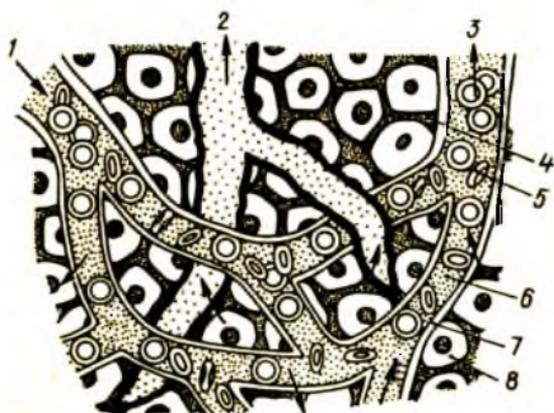


Рис. 155. Схема взаимоотношений между кровеносными и лимфатическими капиллярами и клетками ткани. Кровеносные капилляры открыты с обоих концов, лимфатические капилляры кончаются слепо. Стрелки показывают направление тока жидкостей:

1 — артериола, 2 — лимфатический капилляр, 3 — венула, 4 — межклеточная (тканевая) жидкость, 5 — эритроцит, 6 — плазма крови, 7 — капилляр, 8 — тканевая клетка

вены. По ходу лимфатических сосудов располагаются лимфатические узлы: в паху, в подколенной и подмышечной впадинах, под нижней челюстью. В состав лимфатических узлов входят клетки, обладающие фагоцитарной активностью. Клетки лимфатических узлов участвуют в образовании антител и лимфоцитов. Важное значение в выработке иммунитета имеют миндалины (лимфоидные скопления в области зева) и лимфатические узлы пищеварительного канала.

СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Строение органов дыхания. Дыханием называется процесс газообмена между организмом и окружающей средой. Важнейший механизм газообмена у животных и человека — диффузия. При диффузии молекулы перемещаются из области их высокой концентрации в область низкой концентрации за счет их собственной кинетической энергии. Однако перемещаться путем диффузии молекулы могут лишь на малые расстояния (до 1 мм). При переносе веществ на большие расстояния в организме животных используются различные системы вентиляции и транспорта газов. Перенос кислорода из окружающей среды к клеткам, где он вступает в химические реакции, включает ряд стадий: 1) вентиляцию легких (доставка кислорода в альвеолы); 2) диффузию кислорода из альвеол в кровь легочных капилляров; 3) перенос его кровью к капиллярам тканей; 4) диффузию из капилляров в окружающие ткани. Первая и вторая стадии называются *легочным* (внешним) *дыханием*, а четвертая — *тканевым дыханием*.

Обмен газов между кровью и воздухом осуществляется дыхательной системой, включающей воздухоносные пути и легкие (рис. 156). Воздухоносные пути начинаются *носовой полостью*, далее следуют гортань, трахея, бронхи. Воздух через наружные отверстия (ноздри) поступает в полость носа, которая разделена костно-хрящевой перегородкой на две половины. Через внутренние отверстия полость носа сообщается с *носоглоткой*. Внутренняя поверхность полости носа покрыта слизистой оболочкой, верхний слой которой образован ресничным эпителием. Слизь вместе с осевшими на ней пылевыми частицами удаляется движением ресничек. В верхней части носовой полости находятся окончания обонятельного нерва, воспринимающие различные за-

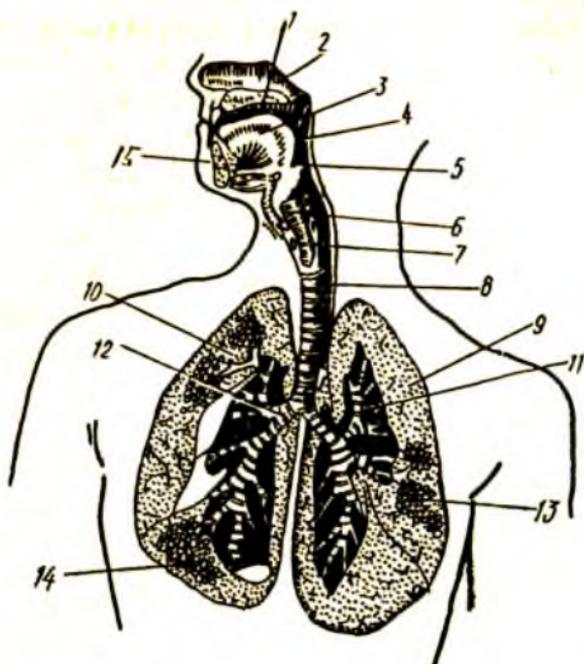


Рис. 156. Строение органов дыхания:

- 1 — ротовая полость, 2 — носовая полость, 3 — язык, 4 — глотка, 5 — надгортанник, 6 — гортань, 7 — пищевод, 8 — трахея, 9, 10 — легкие, 11, 12 — бронхи, 13, 14 — альвеолы, 15 — нижняя челюсть

пахи. Из носоглотки и глотки воздух поступает в *гортань*, которая состоит из нескольких хрящей, укрепленных связками (щитовидный, перстневидный, два черпаловидных и надгортанник), и подъязычной кости. От отростков черпаловидных хрящей и внутренней поверхности щитовидного хряща протягиваются голосовые связки, между которыми находится голосовая щель. Колебания голосовых связок, вызванные движениями голосовых мышц во время выдоха, создают звук. В воспроизведении членораздельной речи кроме голосовых связок принимают участие также язык, губы, щеки, мягкое нёбо, надгортанник.

На уровне 6—7-го шейного позвонков гортань переходит в дыхательное горло — *трахею*. Она состоит из хрящевых полуколец, которые препятствуют спадению ее стенок. Эти полукольца сзади объединены между собой соединительно-тканной перепонкой с переплетающимися гладкими мышечными волокнами. Нижний конец трахеи делится на два *бронха*, которые затем многократно ветвятся, образуя в легких бронхиальное

дерево. Самые тонкие веточки называются *бронхиолами*. Бронхиолы переходят в альвеолярные ходы, на стенках которых находятся многочисленные тонкостенные выпячивания — *альвеолы*, оплетенные густой сетью капилляров. Между стенками альвеол и капилляров происходит газообмен. Изнутри альвеолы выстланы слоем белков, фосфолипидов и гликопротеидов, который называется *сурфактантом*. Его основная функция — поддержание поверхностного натяжения стенки альвеолы, ее способности к растягиванию при входе и противодействие спадению при выходе. Сурфактант обладает также бактерицидными свойствами.

Легкие занимают почти весь объем грудной полости и представляют собой упругие губчатые органы. В центральной части легкого располагаются ворота, куда входят бронх, легочная артерия, нервы, а выходят легочные вены. Правое легкое делится бороздами на три доли, левое — на две. Снаружи легкие покрыты плеврой, которая состоит из двух листков: внутреннего, покрывающего легкое, и наружного, выстилающего внутреннюю полость грудной клетки. Между этими листками находится замкнутая *плевральная полость* с небольшим количеством жидкости. Жидкость уменьшает трение листков при дыхательных движениях легких.

Вентиляция легких. Количество воздуха, поступающего в легкие при каждом спокойном вдохе и выходящего при спокойном выдохе, называется *дыхательным объемом*. У взрослого человека он равен 500 см^3 . Легочная вентиляция — это количество воздуха, проходящего за одну минуту через легкие, или произведение дыхательного объема на число дыхательных движений (14—15 в 1 мин). В покое у взрослого человека она составляет около 7 л воздуха в минуту. При глубоком вдохе человек может вдохнуть еще 1500 см^3 воздуха (*дополнительный воздух*), а после обычного выдоха он способен выдохнуть 1500 см^3 *резервного воздуха*. Сумма объемов дыхательного, резервного и дополнительного воздуха составляет жизненную емкость, т. е. количество воздуха, которое человек может выдохнуть после самого глубокого вдоха. В среднем у взрослого человека она равна $3000—4500 \text{ см}^3$. Жизненная емкость легких возрастает у спортсменов, особенно у пловцов и гребцов, и может достигать 8 л. С возрастом жизненная емкость легких уменьшается вследствие снижения эластичности легких и подвижности грудной клетки. Легкие не спадаются

даже при максимальном выдохе, так как в них остается еще около 1500 см^3 воздуха, который называется *остаточным*.

Газообмен в легких и тканях. Вдыхаемый атмосферный воздух содержит около 79 % азота, 21 % кислорода и 0,03 % диоксида углерода. В основе газообмена в легких лежит разность концентрации газов: концентрация кислорода в поступившем в альвеолы воздухе выше, чем в легочных капиллярах (его парциальное давление в альвеолах составляет 100 мм рт. ст., а в капиллярах — 40 мм). Поэтому кислород из альвеол диффундирует через стенки кровеносных капилляров в кровь, насыщает ее и проникает в эритроциты, где вступает в непрочное соединение с гемоглобином, образуя оксигемоглобин. При взаимодействии гемоглобина с кислородом концентрация свободного кислорода в плазме понижается, что способствует диффузии новых порций кислорода из альвеол и полному насыщению гемоглобина кислородом (рис. 157).

Теоретически 1 г гемоглобина может связать 1,39 мл O_2 . Однако часть гемоглобина находится в неактивном состоянии и реально связывается 1,34 мл O_2 . Поскольку в 1 л крови содержится в среднем 150 г гемоглобина (158 г у мужчин и 140 г у женщин), то в указанном объеме находится 0,2 л O_2 . Эта величина называется кислородной емкостью крови. При уменьшении парциального давления O_2 во вдыхаемом воздухе и снижении концентрации его в плазме крови количество оксигенированного гемоглобина падает.

Насыщенная кислородом кровь по капиллярам поступает в органы и ткани. Газообмен в тканях происходит по тому же принципу, что и в легких: кислород из тканевых капилляров, где его концентрация высокая, переходит в тканевую жидкость с более низкой концентрацией кислорода. Из тканевой жидкости он проникает в клетки и сразу же вступает в реакции окисления, поэтому в клетках свободного кислорода практически нет. По тем же законам диоксид углерода из клеток через тканевую жидкость поступает в капилляры. Выделяющийся CO_2 способствует диссоциации оксигемоглобина и сам вступает в соединение с гемоглобином, образуя карбоксигемоглобин. В оттекающей от органов венозной крови CO_2 находится как в связанном, так и в растворенном состоянии в виде угольной кислоты, которая в капиллярах легких легко распадается на H_2O и CO_2 .

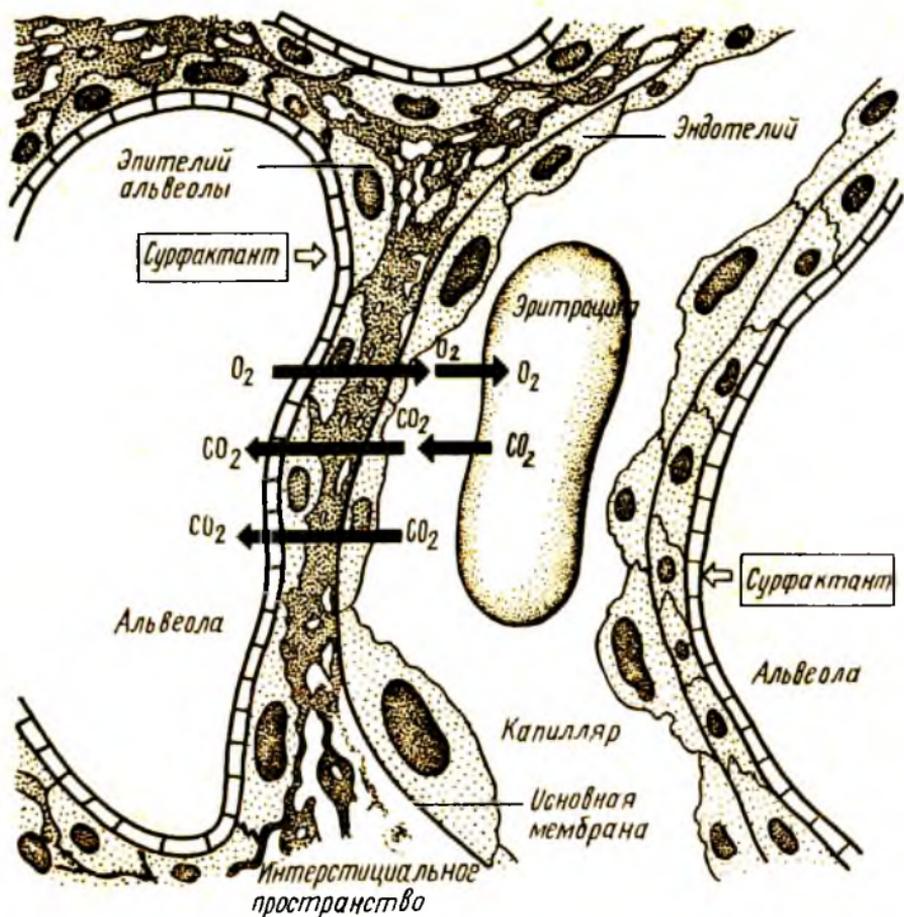


Рис. 157. Обмен газов между кровью и альвеолярным воздухом

Углекислотная кислота может также вступать в соединения с солями плазмы, образуя бикарбонаты. В легких, куда поступает венозная кровь, кислород снова насыщает кровь, а CO_2 из зоны высокой концентрации (легочных капилляров) переходит в зону низкой концентрации (альвеолы).

Для нормального газообмена воздух в легких должен постоянно сменяться, что достигается ритмическими актами вдоха и выдоха, за счет движений межреберных мышц и диафрагмы.

Нервная и гуморальная регуляция дыхания. После вдоха всегда следует выдох, после выдоха — вдох. Такая последовательность обусловлена регулирующей функцией центральной нервной системы. В продолговатом мозге расположены дыхательные центры — центр вдоха и центр выдоха. При выдохе во время спадения

легких раздражаются рецепторы, находящиеся в альвеолах. Возникшее здесь возбуждение по блуждающему нерву передается в центр вдоха, который приходит в возбуждение и посылает нервные импульсы в спинной мозг, а оттуда по центробежным нервам импульсы поступают к наружным межреберным мышцам и диафрагме. Сокращаясь, они вызывают расширение грудной клетки, и происходит вдох. Следовательно, *вдох* — это рефлекс на раздражение, вызванное выдохом. Теперь центр вдоха не получает раздражений и не посылает возбуждение в дыхательные мышцы. Происходит их расслабление, грудная клетка спадается и наступает *выдох* — рефлекс на раздражение, вызванное вдохом. Во время вдоха при растяжении легких раздражаются другие рецепторы альвеол, от них возбуждение поступает в центр выдоха, а оттуда по блуждающему нерву — к межреберным мышцам, сокращение которых еще больше уменьшает объем грудной клетки.

Деятельность дыхательных центров регулируется и гуморальными факторами. В частности, повышение концентрации CO_2 в крови, притекающей к головному мозгу, возбуждает дыхательные центры, что вызывает увеличение глубины и частоты дыхания. Этот механизм действует и при первом вдохе новорожденного.

В момент отделения плаценты в крови ребенка резко нарастает концентрация CO_2 , а это возбуждает дыхательный центр и он посылает импульсы к наружным межреберным мышцам и диафрагме, сокращение которых вызывает вдох.

В регуляции дыхания принимают участие и оказывают влияние на его параметры величины рН и концентрации O_2 , действующие на хеморецепторы. Хеморецепторы находятся в нервных ганглиях стенок сосудов, в частности, в стенке дуги аорты. Импульсы от этих ганглиев поступают в дыхательные центры по волокнам блуждающего нерва.

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

В процессе диссимиляции, или катаболизма, в организме образуются продукты распада, которые не могут быть использованы организмом и подлежат выведению: вода, соли, мочевины, мочевины, мочевая кислота и др. Основная роль в их выведении принадлежит специализированным органам выделения — почкам (рис. 158).

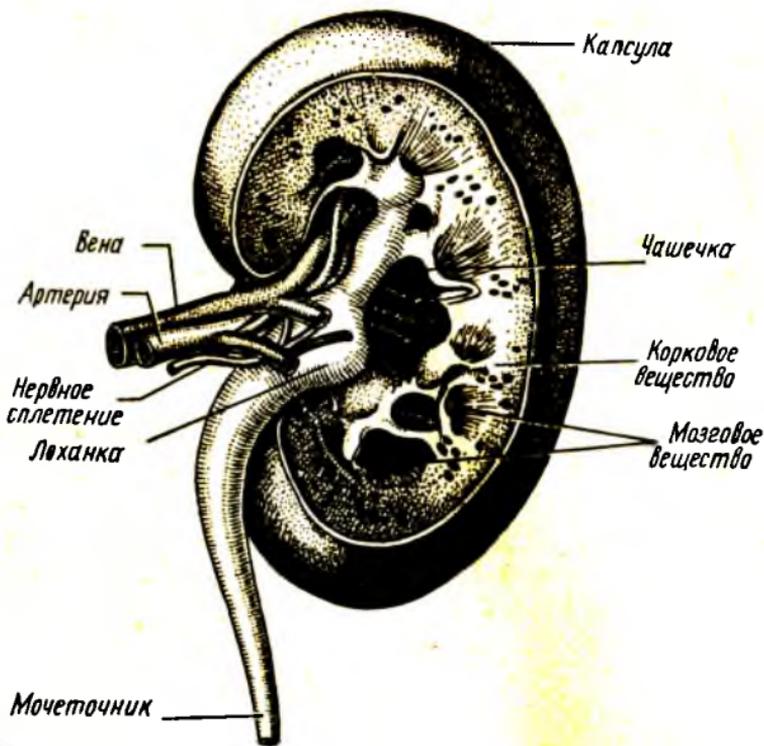


Рис. 158. Схема строения почки человека

Строение почек. Почки — парные органы, расположенные в брюшной полости с обеих сторон позвоночника. Они имеют бобовидную форму, вогнутый край их обращен к позвоночнику, в нем проходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы и мочеточник. Почка покрыта капсулой из соединительной ткани. На разрезе почки выделяют два слоя: наружный темно-красный — корковый, где расположены почечные тельца — *нефроны*, и внутренний, более светлый — мозговой, в котором проходят *почечные канальцы*, впадающие в находящуюся в центре почки *почечную лоханку*. Из нее берет начало мочеточник, впадающий в мочевой пузырь.

Нефрон — структурная и функциональная единица почки (рис. 159). В его состав входит *капсула Боумена-Шумлянского*, состоящая из однослойного эпителия и образующая двухслойную чашу. В эту чашу погружен *мальпигиев клубочек*, состоящий из капиллярных петель. Между стенками капсулы находится полость, от которой в корковом слое начинается извитой мочевой каналец первого порядка. Выпрямляясь, он переходит в мозговой слой. Здесь каналец образует *петлю Генле* и

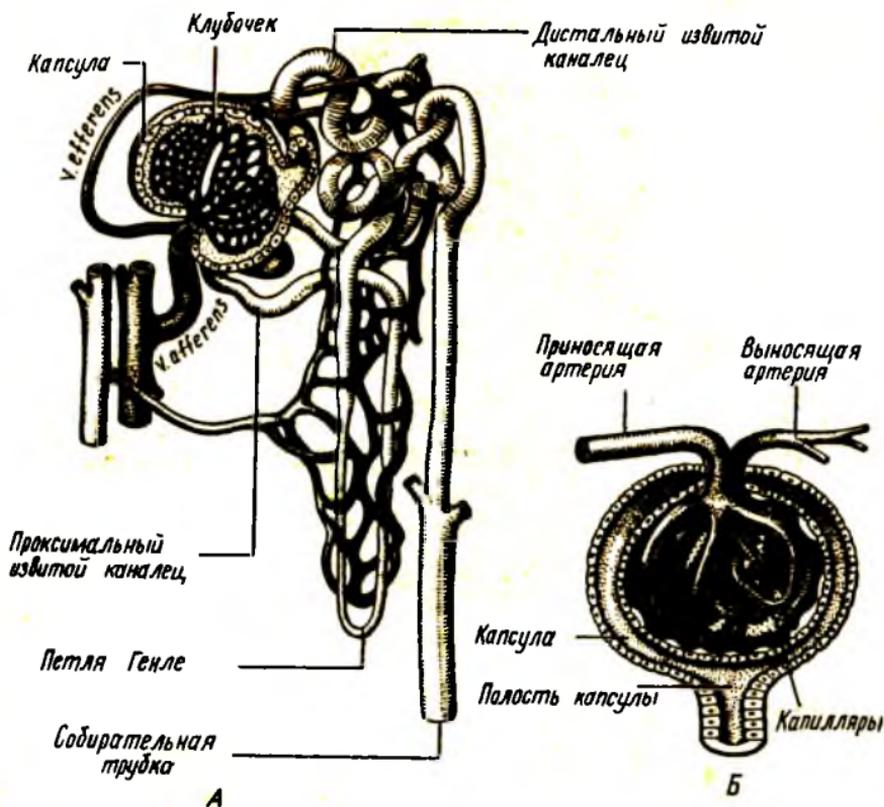


Рис. 159. Схема строения нефрона: А — нефрон; Б — мальпигиев клубочек

вновь возвращается в корковое вещество, продолжаясь в извитой каналец второго порядка. В дальнейшем он выпрямляется и впадает в собирательную трубочку. Трубочки сливаются друг с другом и открываются общими протоками в почечную лоханку. Длина одного нефрона около 30—35 мм. В каждой почке их насчитывается примерно 1—1,2 млн. Общая длина всех канальцев — 70—100 км, а их поверхность составляет 6 м².

Почки густо пронизаны кровеносными сосудами. Вступая в почку, почечная артерия ветвится на мелкие сосуды, которые заканчиваются артериолами, входящими в капсулу нефрона. Приносящая артериола в полости капсулы распадается на капилляры, образуя мальпигиев клубочек. Затем капилляры клубочка вновь сливаются в артериолу, которая выходит из капсулы. Эта артериола называется выносящим сосудом, по нему кровь оттекает от клубочка. После выхода из капсулы артериола вторично разветвляется на капиллярную сеть, густо оплетающую извитые канальцы первого и второго по-

рядка. Далее капилляры сливаются в вены, которые, соединяясь, образуют почечную вену, впадающую в нижнюю полую вену. Следовательно, в почке артерии дважды распадаются на сеть капилляров, несущих артериальную кровь: на капилляры, образующие мальпигиев клубочек в капсуле, и капилляры извитых канальцев.

Функция почек. Почки очищают плазму крови от продуктов обмена веществ. Кроме того, через почки выводятся вещества, необходимые для жизнедеятельности организма, — вода, ионы натрия, кальция, фосфаты — в том случае, когда их концентрация в крови превышает нормальную. Таким образом, *функция почек заключается в избирательном удалении различных веществ с целью поддержания относительного постоянства химического состава плазмы крови и внеклеточной жидкости.*

Процесс образования мочи включает две фазы. В капсуле мальпигиевых клубочков фильтруются вещества, приносимые кровью, через стенки капилляров в полость капсулы. Фильтрация происходит в результате разности давлений крови в капиллярах и капсуле. Высокое кровяное давление в капиллярах создается тем, что диаметр приносящего сосуда больше, чем выносящего. Это обеспечивает фильтрацию растворенных в плазме веществ в капсулу: неорганических солей, мочевины, мочевой кислоты, глюкозы, аминокислот. Жидкость, поступающая в просвет капсулы, называется *первичной мочой*. По составу она близка плазме крови, но отличается от нее отсутствием белков. В сутки через почки проходит до 1500—1700 л крови и образуется 150—170 л первичной мочи. Из организма же выводится всего лишь около 1—1,5 л так называемой *вторичной, или конечной, мочи*, образующейся во второй фазе мочеобразования. Во время второй фазы в почечных канальцах идет процесс обратного всасывания воды и некоторых составных частей — сахара, аминокислот, в ней меньше концентрации хлористого натрия, чем в крови, а концентрация мочевины увеличена почти в 60—70 раз, т. е. до 2 % (в плазме ее 0,03 %). Из почек моча выводится через мочеточники — трубки длиной до 30 см и шириной 3—6 мм, соединяющие почечную лоханку с мочевым пузырем. Мочевой пузырь лежит в полости таза и представляет собой резервуар емкостью до 750 мл.

Функции почек регулируются импульсами парасимпатического (блуждающего) и симпатического нервов.

Первый расширяет кровеносные сосуды, второй — сужает. Это отражается на скорости образования первичной мочи, обратного всасывания воды и натрия из вторичной мочи. Всасывание воды из первичной мочи усиливается антидиуретическим гормоном гипофиза, а гормон надпочечников адреналин вызывает уменьшение образования мочи, так как суживает почечные сосуды. Обратное всасывание солей натрия и калия в канальцах нефронов регулируется гормоном коры надпочечников альдостероном.

ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

Половая система человека осуществляет репродуктивную функцию. Главная ее часть — половые железы: у мужчин — яички, или семенники, у женщин — яичники.

Мужская половая система. Она подразделяется на внутренние и наружные половые органы. К внутренним мужским половым органам относятся: *половые железы* — яички, покрытые плотной соединительно-тканной оболочкой и содержащие канальцы общей длиной до 300—400 м, в которых в течение всей жизни образуются сперматозоиды; *придатки яичка*, где накапливаются зрелые сперматозоиды; *семенные пузырьки*, *предстательная* и *куперова железы*, образующие секреты, создающие определенную химическую среду для сперматозоидов. Сперматозоиды вместе с секретом придаточных желез представляют собой *сперму*. Наружные половые органы включают *мошонку*, в которой находятся яички и их придатки, и *половой член*, или пенис, служащий для введения спермы в половые пути женщины (рис. 160). Мошонка представляет собой выпячивание стенки тела, куда спускаются яички накануне или вскоре после рождения.

Внутренние половые органы выполняют эндокринные функции. В канальцах семенников помимо сперматогенного эпителия находятся так называемые поддерживающие и интерстициальные клетки, одна из функций которых — образование мужского полового гормона — *тестостерона*. Предстательная железа секретирует гормоны, регулирующие обмен веществ в клетках — *простагландины*.

Женская половая система. Она также делится на внутренние и наружные половые органы. Внутренние

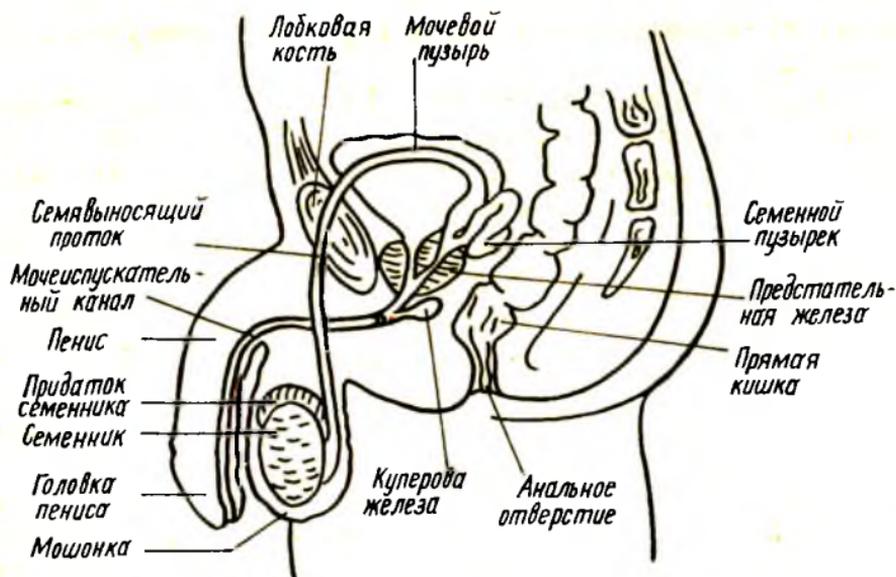


Рис. 160. Мужская половая система

половые органы включают половые железы — *яичники*, *маточные трубы*, *матку* и *вагалище*, расположенные в малом тазу. Наружные состоят из *больших* и *малых половых губ* и *клитора* — небольшого по размерам органа, по строению сходного с пенисом (рис. 161).

Яичники, подобно семенникам у мужчин, выполняют две функции: образование половых клеток (яйцеклеток)

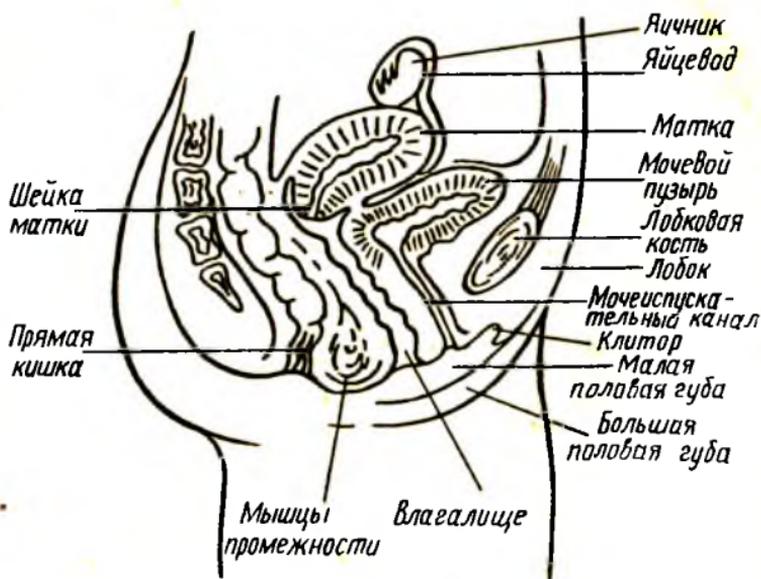


Рис. 161. Женская половая система

и выработка женских половых гормонов, поступающих в кровь.

Яичники содержат овоциты I порядка, окруженные слоем эпителиальных клеток. Такие образования называются *фолликулами*. У новорожденной девочки к моменту рождения в обоих яичниках содержится от 800 тыс. до 1 млн. фолликулов. Большая часть их погибает и ко времени наступления половой зрелости сохраняются лишь 400—500 фолликулов. По мере созревания овоцит претерпевает два мейотических деления, стенка фолликула лопается и зрелая яйцеклетка выходит в брюшную полость. Оттуда она с током жидкости попадает в маточную трубу. Отверстие маточной трубы окружено бахромой, отростки которой, а также слизистая оболочка трубы покрыты ресничным эпителием. Благодаря движению ресничек эпителия и перистальтическим движениям стенок трубы яйцеклетка засасывается в трубу и продвигается в сторону матки.

ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

Яйцеклетка оплодотворяется в трубе. Здесь же начинает развиваться зародыш и осуществляются первые деления дробления зиготы. Спустя несколько дней зародыш спускается в полость матки, где и прикрепляется к ее стенке.

Матка представляет собой полый мышечный орган с эластичными стенками. Ее функция — обеспечить развитие зародыша и вытолкнуть его наружу во время родов. Полость матки выстлана эпителием, который, разрастаясь, вместе с внезародышевой частью эмбриона образует *детское место*, или *плаценту*. Через плаценту зародыш снабжается необходимыми питательными веществами и кислородом, поскольку кровеносные сосуды матки и эмбриона здесь объединяются.

К концу третьей недели развития зародыш вступает в стадию органогенеза, во время которой формируются основные системы органов: нервная, пищеварительная, кровеносная. В этот период зародыш крайне чувствителен к разного рода неблагоприятным воздействиям — лекарственным препаратам, алкоголю, никотину, инфекциям. Например, заболевание краснухой между 4—12-й неделями беременности может привести к нарушению формирования сердца у зародыша, органов зрения, слуха и др. В последующие сроки беременности проис-

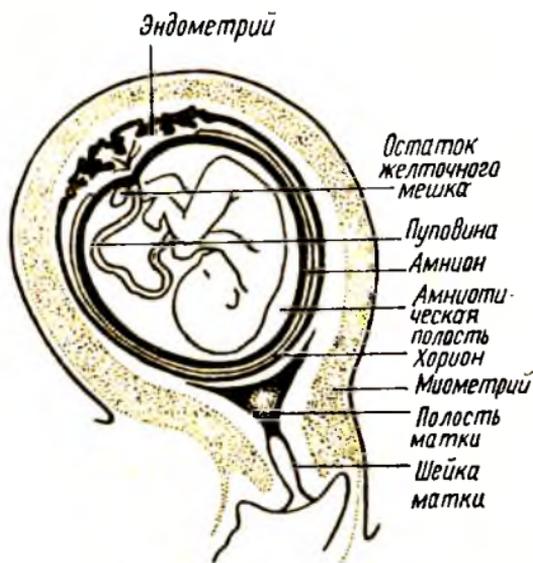


Рис. 162. Эмбриональное развитие человека.

Плод в матке незадолго до родов

ходят рост и дальнейшая дифференцировка органов и тканей.

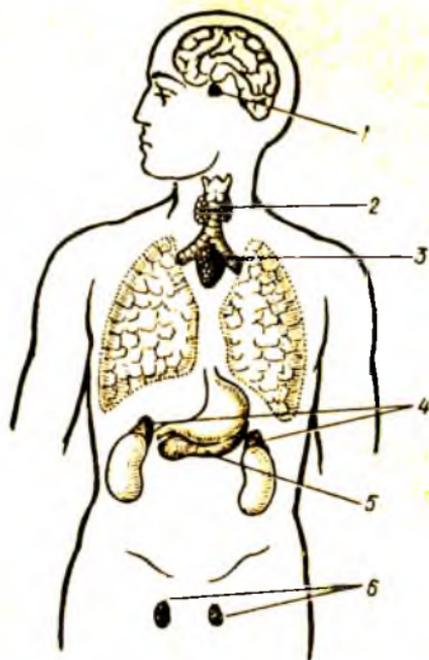
Зародыш окружен оболочками (рис. 162) и соединен с телом матери пуповиной, в которой проходят кровеносные сосуды. Роды происходят примерно через 270 дней после оплодотворения яйцеклетки. Этот сложный процесс регулируется рядом гормонов. Главную роль играет усиление секреции гормонов корой надпочечников плода, что повышает чувствительность матки к другим гормонам, вызывающим ее сокращение.

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Высокодифференцированные клетки, ткани и органы человека нуждаются в координации их деятельности, без чего организм не может существовать как единое целое. Такая координация осуществляется, в частности, железами внутренней секреции с помощью вырабатываемых ими биологически активных веществ — *гормонов*. Своё название железы внутренней секреции получили из-за неимения выводных протоков, поэтому образуемые ими гормоны выделяются непосредственно в кровь. К железам внутренней секреции относятся гипофиз, надпочечники, щитовидная, поджелудочная железы, парашитовидные, половые железы и некоторые другие

Рис. 163. Схема расположения важнейших желез внутренней секреции:

1 — гипофиз (нижний мозговой придаток), 2 — щитовидная железа, 3 — вилочковая железа, 4 — надпочечники, 5 — поджелудочная железа, 6 — половые железы



(рис. 163). Они объединяются в эндокринную систему организма. По химическому строению гормоны делятся на три большие группы: белки и пептиды; производные аминокислот; жироподобные вещества — стероиды. К белковым гормонам относятся инсулин, гормоны передней доли гипофиза. Производные аминокислот — гормон щитовидной железы — тироксин и гормон мозгового вещества надпочечников — адреналин.

Гормоны половых желез и коры надпочечников — производные стероидов.

Гормоны действуют в чрезвычайно малых концентрациях. Их особенность — специфическое влияние на строго определенный тип обменных процессов или на определенную группу клеток. Гормоны могут изменять интенсивность обмена веществ, влияют на рост и дифференцировку тканей, определяют наступление полового созревания. Влияние гормонов на клетки осуществляется разными путями. Некоторые из них действуют на клетки, связываясь с белками-рецепторами на их поверхности и изменяя активность находящихся в мембране ферментов. Другие проникают в ядро и активируют определенные гены. Синтез информационной РНК и следующий за этим синтез ферментов изменяют интенсивность или направленность обменных процессов.

Гипофиз. Значение гипофиза в жизнедеятельности организма очень велико, так как он контролирует функции многих желез внутренней секреции. Гипофиз состоит из трех долей: передней, средней и задней.

Передняя продуцирует гонадотропные (гонады — половые железы, «тропос» — место) гормоны, стимулирующие деятельность мужских и женских половых же-

лез, адренкортикотропный гормон, регулирующий деятельность коры надпочечников и выработку ею гормонов. Эта доля гипофиза выделяет также тиреотропный гормон, необходимый для функционирования щитовидной железы.

В развитии организма большую роль играет соматотропный гормон, или гормон роста. При недостаточном его образовании в детском возрасте процессы роста замедляются и человек остается карликом. В случае избыточного поступления в кровь гормона роста в период полового созревания развивается гигантизм. Избыточное выделение этого гормона у взрослых после завершения роста организма ведет к заболеванию, сопровождающемуся увеличением в размерах костей лица, кистей, ступней, разрастанием надбровных дуг.

Задняя доля гипофиза вырабатывает гормон, контролирующий обратное всасывание воды из почечных канальцев, средняя доля гипофиза регулирует кожную пигментацию.

Щитовидная железа. Располагается на передней стороне шеи, поверх щитовидного хряща. В ней образуется гормон тироксин. В состав этого гормона входит йод, который щитовидная железа извлекает из крови.

Тироксин участвует в регуляции энергетического обмена, синтеза белка, роста и развития. При увеличении выделения этого гормона повышается температура тела, человек худеет, несмотря на то что потребляет большое количество пищи. У него повышается артериальное давление, появляются мышечная дрожь, слабость, усиливается нервная возбудимость. Это заболевание лечат хирургическим путем — удаляют часть железы или применяют препараты, подавляющие синтез тироксина. При недостаточной деятельности щитовидной железы возникает микседема — заболевание, которое характеризуется понижением обмена веществ, падением температуры тела, замедлением пульса, вялостью движений. Масса тела увеличивается, кожа становится сухой, отечной. Причиной этого заболевания может быть или недостаточная активность самой железы, или недостаток в пище йода. В последнем случае йодная недостаточность компенсируется путем увеличения самой железы, вследствие чего развивается зоб. Если недостаточность функции железы проявляется в детском возрасте, то развивается болезнь — кретинизм. Дети, страдающие этим заболеванием, слабоумны, у них задерживает-

ся физическое развитие. В щитовидной железе есть клетки, образующие еще один гормон — кальцитонин, регулирующий обмен кальция и фосфора.

Паращитовидные железы располагаются на задней поверхности щитовидной железы. Они вырабатывают гормон, регулирующий концентрацию кальция в крови и тканях. Падение содержания кальция в крови приводит к усилению секреции паращитовидных желез, что способствует выделению в кровь кальция из костей. Этот гормон обуславливает всасывание кальция в кишечнике, высвобождение его из костей и обратное всасывание из первичной мочи в почечных канальцах. Удаление или поражение паращитовидных желез ведет к спазмам мышц, судорогам. Объясняется это снижением концентрации кальция в крови.

Поджелудочная железа содержит островки эндокринной ткани, которые секретируют гормон инсулин, регулирующий уровень глюкозы в крови. Повышение секреции инсулина ведет к увеличению потребления глюкозы клетками тканей и отложению в печени и мышцах гликогена, снижению концентрации глюкозы в крови. Недостаточность эндокринной функции поджелудочной железы нарушает использование глюкозы тканями, повышает ее уровень в крови и ведет к развитию диабета. Углеводный обмен восстанавливается при введении в организм инсулина. Поджелудочная железа вырабатывает также гормон глюкагон, который действует прямо противоположно инсулину. Он необходим для расщепления гликогена до глюкозы. Секреция этого гормона приводит к повышению уровня глюкозы в крови.

Надпочечники. Эти железы находятся в брюшной полости вблизи верхнего полюса почек и состоят из двух слоев — мозгового и коркового.

Мозговое вещество образует гормоны адреналин и норадреналин. Они повышают артериальное давление, учащают ритм сердечных сокращений, увеличивают содержание глюкозы в крови, уменьшают количество гликогена в печени и ускоряют свертывание крови. Секреция адреналина усиливается при напряженной мышечной или умственной работе, эмоциональном напряжении.

Кора надпочечников вырабатывает несколько гормонов. В их числе есть альдостерон, регулирующий обмен Na^+ , K^+ , а также секрецию канальцами почки H^+ . Другие гормоны коры надпочечников — кортикостерон и кортизон — оказывают влияние на углеводный и бел-

ковый обмен. Они имеют также противовоспалительное действие, в связи с чем их синтетические производные широко применяются в медицине. Развитие и функцию коры надпочечников регулирует адренокортикотропный гормон гипофиза.

Вилочковая железа. Вилочковая железа, или тимус, располагается за грудиной, в верхнем отделе средостения. В тимусе образуются лимфоциты, осуществляющие реакции клеточного иммунитета и регулирующие функцию других лимфоцитов, вырабатывающих антитела. В нем вырабатываются также гормоны (тимозины), модулирующие иммунные и ростовые процессы.

Регуляция деятельности желез внутренней секреции. Физиологические процессы в организме характеризуются ритмичностью, т. е. закономерной повторяемостью через определенные промежутки времени.

У млекопитающих и человека наблюдаются половые циклы, сезонные колебания физиологической активности щитовидной железы, надпочечников, половых желез, суточные изменения двигательной активности, температуры тела, частоты сердцебиения, обмена веществ и т. д. В сложной инстинктивной деятельности животных большую роль играет нервно-гуморальная регуляция. От нее зависят добыча пищи, размножение, запасание корма, спасение от врагов и т. д.

Выделение гормонов железами внутренней секреции регулируется нервно-рефлекторными и гуморальными механизмами. Центральная железа внутренней секреции — гипофиз, которая контролирует деятельность желез внутренней секреции, в свою очередь, находится под контролем промежуточного мозга. В промежуточном мозге находятся ядра, управляющие обменом веществ и состоянием внутренней среды организма. Взаимодействие гипофиза с железами внутренней секреции осуществляется по принципу обратной связи. Так, усиленное выделение щитовидной железой тироксина тормозит выработку тиреотропного гормона гипофиза, который регулирует секрецию тироксина. Вследствие этого количество тироксина в крови падает. Уменьшение количества тироксина в крови ведет к прямо противоположному эффекту. Точно так же адренокортикотропный гормон гипофиза регулирует выработку гормонов корой надпочечников.

В ряде случаев два или несколько гормонов оказывают на функцию клетки или органа совокупное дейст-

вие. Выше упоминалось, что в эндокринной части поджелудочной железы помимо инсулина образуется гормон, активирующий распад гликогена, — глюкагон. Таким же действием обладает адреналин. С другой стороны, гормоны могут влиять на какой-либо физиологический процесс прямо противоположно друг другу. Так, если инсулин снижает уровень сахара в крови, то адреналин повышает этот уровень. Биологические эффекты некоторых гормонов, в частности кортикостероидных, заключаются в том, что они создают условия для проявления действия другого гормона.

Помимо приведенных примеров влияния на обменные процессы и жизнедеятельность организма гормоны обладают многими другими свойствами. Следует помнить, что одна и та же клетка подвергается действию многих гормонов. Поэтому конечный биологический результат будет зависеть не от одного, а от многих гормональных влияний. Таким образом, эндокринная регуляция жизнедеятельности организма является комплексной и строго сбалансированной. Изменения физиологических и биохимических реакций под действием гормонов способствуют приспособлению животных к постоянно меняющимся условиям внешней среды.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Высшей интегрирующей и координирующей системой в организме человека является нервная система. Помимо обеспечения согласованной деятельности внутренних органов она осуществляет связь организма с внешней средой.

Нервная система состоит из нервных клеток, или *нейронов*. Их насчитывается 25 млрд. в головном мозге и 25 млн. на периферии. Различают центральную нервную систему (головной и спинной мозг) и периферическую, представленную отходящими от головного и спинного мозга нервами и нервными клетками, лежащими вне головного и спинного мозга. По функции вся нервная система подразделяется на соматическую и вегетативную (или автономную). *Соматическая нервная система* осуществляет преимущественно связь организма с внешней средой: восприятие раздражений, регуляцию движений поперечно-полосатой мускулатуры и др., *вегетативная* — регулирует обмен веществ и работу внутренних органов: биение сердца, тонус сосудов, пери-

стальтические сокращения кишечника, секрецию различных желез и т. п. Обе они функционируют в тесном взаимодействии, однако вегетативная нервная система обладает некоторой самостоятельностью (автономностью), управляя произвольными функциями.

На разрезе мозга видно, что он состоит из серого и белого вещества. *Серое вещество* представляет собой скопление нейронов. В спинном мозге оно находится в центре, окружая спинно-мозговой канал. В головном мозге, наоборот, серое вещество расположено по его поверхности, образуя *кору* и отдельные скопления, получившие название *ядер*, которые сосредоточены в белом веществе. *Белое вещество* находится под серым и составлено *нервными волокнами*, покрытыми оболочками. Нервные волокна, соединяясь, слагают нервные пучки, а несколько таких пучков образуют отдельные нервы. Нервы, по которым возбуждение передается из центральной нервной системы к органам, называются *центробежными* или *двигательными*, а нервы, проводящие возбуждение с периферии в центральную нервную систему, называются *центростремительными* или *чувствительными*.

Головной и спинной мозг одеты тремя оболочками: твердой, паутинной и сосудистой. *Твердая* — наружная, соединительно-тканная, выстилает внутреннюю полость черепа и позвоночного канала. *Паутинная* расположена под твердой — это тонкая оболочка с небольшим количеством нервов и сосудов. *Сосудистая* оболочка сращена с мозгом, заходит в борозды и содержит много кровеносных сосудов. Между сосудистой и паутинной оболочками образуются полости, заполненные жидкостью.

В ответ на раздражение нервная ткань приходит в состояние *возбуждения* — процесс, вызывающий или усиливающий деятельность органа. Свойство нервной ткани передавать возбуждение называется *проводимостью*. Скорость проведения возбуждения колеблется от 0,5 до 100 м/с и зависит от типа нервного волокна. С максимальной скоростью возбуждение передается по чувствительным волокнам, берущим начало в мышцах, и по двигательным волокнам скелетных мышц. Чувствительные волокна, проводящие ощущения прикосновения и давления (от кожи), обладают меньшей проводимостью: скорость импульса составляет 50 м/с. По волокнам, передающим сигнал боли, возбуждение идет со

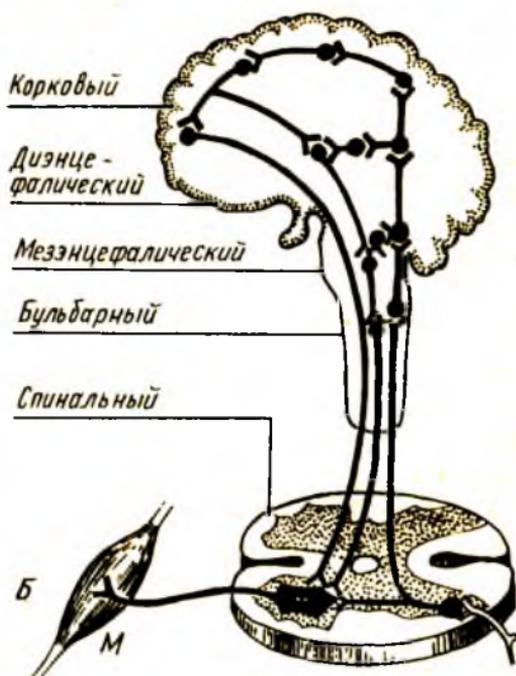
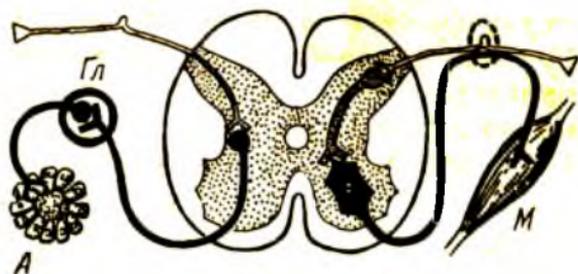


Рис. 164. Рефлекторная дуга. А — дуга вегетативного (левая часть рисунка) и соматического (правая часть) рефлексов; Б — уровни «многоэтажной» рефлекторной дуги.

Обозначения: Гл — симпатический ганглий, М — мышца

скоростью 1 м/с. Возбуждение проводится по нервным волокнам изолированно и не переходит с одного волокна на другое, чему препятствуют оболочки, покрывающие нервные волокна. В основе возбуждения лежит изменение концентрации анионов и катионов по обе стороны мембраны нервной клетки (и ее отростков).

Деятельность нервной системы носит рефлекторный характер. Ответная реакция на раздражение, осуществляемая нервной системой, называется *рефлексом*. Путь, по которому нервное возбуждение воспринимается и передается к рабочему органу, называется *рефлекторной дугой*. Она состоит из пяти отделов: 1) рецепторов, воспринимающих раздражение; 2) чувствительного (центростремительного) нерва, передающего возбуждение к центру; 3) нервного центра, где возбуждение переключается с чувствительных нейронов на двигательные;

4) двигательного (центробежного) нерва, несущего возбуждение от центральной нервной системы к рабочему органу; 5) рабочего органа, реагирующего на полученное раздражение (рис. 164).

Процесс торможения противоположен возбуждению: он прекращает деятельность, ослабляет или препятствует ее возникновению. Возбуждение в одних центрах нервной системы сопровождается торможением в

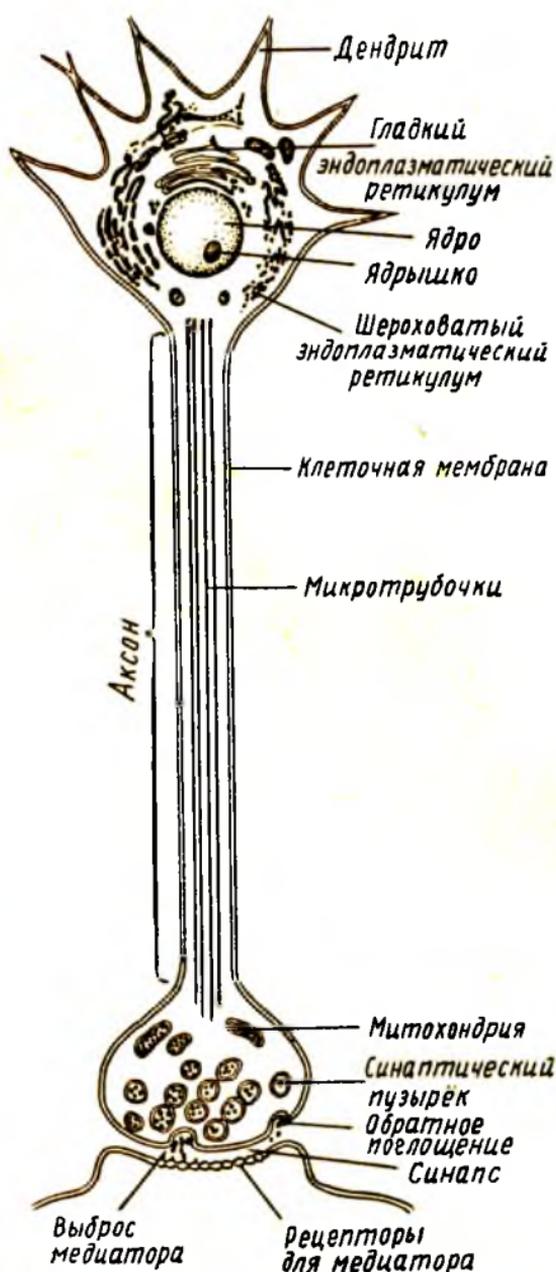


Рис. 165. Синапс между окончанием двигательного нервного волокна (аксона) и воспринимающей клеткой

других: нервные импульсы, поступающие в центральную нервную систему, могут задерживать те или иные рефлексы. Оба процесса — возбуждение и торможение — взаимосвязаны, что обеспечивает согласованную деятельность органов и всего организма в целом. Например, во время ходьбы чередуется сокращение мышц сгибателей и разгибателей: при возбуждении центра сгибания импульсы следуют к мышцам-сгибателям, одновременно с этим центр разгибания тормозится и не посылает импульсы к мышцам-разгибателям, вследствие чего последние расслабляются, и наоборот. Для выполнения своих функций — восприятия информации, переработки ее и передачи двигательного импульса на исполнительный орган — отростки нервных клеток образуют с нейронами и другими клетками особые соединения — *синапсы* (рис. 165). При поступлении сигнала к окончанию аксона там освобождается химическое вещество, которое вызывает возбуждение или торможение в соседней клетке. Такие вещества называются *медиаторами*, к ним относятся, например, ацетилхолин, норадреналин и др.

Спинальный мозг

Строение спинного мозга. Спинальный мозг находится в позвоночном канале и имеет вид белого тяжа. В центре его проходит спинно-мозговой канал, вокруг которого сосредоточено серое вещество — скопление нервных клеток, образующих контур бабочки. Серое вещество окружено белым веществом — скоплением пучков отростков нервных клеток.

В сером веществе различают передние, задние и боковые рога. В *передних рогах* залегают *двигательные нейроны*, в *задних* — *вставочные*, которые осуществляют связь между чувствительными и двигательными нейронами. Чувствительные нейроны лежат вне тяжа, в спинно-мозговых узлах по ходу чувствительных нервов. От двигательных нейронов передних рогов отходят длинные отростки — *аксоны*, образующие передние корешки и продолжающиеся далее в двигательные нервные волокна. К задним рогам подходят аксоны чувствительных нейронов, формирующие задние корешки, которые поступают в спинной мозг и передают туда возбуждение с периферии. Здесь возбуждение переключается на вставочный нейрон, а от него — на короткие

отростки двигательного нейрона, с которого затем по аксону оно сообщается рабочему органу.

В межпозвоноковых отверстиях двигательные и чувствительные корешки соединяются, образуя смешанные нервы, которые затем распадаются на передние и задние ветви. Каждая из них состоит из чувствительных и двигательных волокон. Таким образом, на уровне каждого позвонка от спинного мозга в обе стороны отходит всего 31 пара спинно-мозговых нервов смешанного типа. Белое вещество спинного мозга образует проводящие пути, которые тянутся вдоль спинного мозга, соединяя как отдельные его сегменты друг с другом, так и спинной мозг с головным. Одни проводящие пути называются восходящими или чувствительными, передающими возбуждение в головной мозг, другие — нисходящими или двигательными, проводящими импульсы от головного мозга к определенным сегментам спинного мозга.

Функции спинного мозга. Спинной мозг выполняет две функции — *рефлекторную* и *проводниковую*.

Каждый рефлекс осуществляется через посредство строго определенного участка центральной нервной системы — нервного центра. *Нервным центром* называют совокупность нервных клеток, расположенных в одном из отделов мозга и регулирующих деятельность какого-либо органа или системы. Например, центр коленного рефлекса находится в поясничном отделе спинного мозга, центр мочеиспускания — в крестцовом, а центр расширения зрачка — в верхнем грудном сегменте спинного мозга. Жизненно важный двигательный центр диафрагмы локализован в III—IV шейных сегментах. Другие центры — дыхательный, сосудодвигательный — расположены в продолговатом мозге. В дальнейшем будут рассмотрены еще некоторые нервные центры, контролирующие те или иные стороны жизнедеятельности организма. Нервный центр состоит из вставочных нейронов. В нем перерабатывается информация, которая поступает с соответствующих рецепторов, и формируются импульсы, передающиеся на исполнительные органы — сердце, сосуды, скелетные мышцы, железы и т. д. В результате их функциональное состояние изменяется. Для регуляции рефлекса, его точности необходимо участие и высших отделов центральной нервной системы, включая кору головного мозга.

Нервные центры спинного мозга непосредственно связаны с рецепторами и исполнительными органами

тела. Двигательные нейроны спинного мозга обеспечивают сокращение мышц туловища и конечностей, а также дыхательных мышц — диафрагмы и межреберных. Помимо двигательных центров скелетной мускулатуры в спинном мозге находится ряд вегетативных центров.

Еще одна функция спинного мозга — проводниковая. Пучки нервных волокон, образующих белое вещество, соединяют различные отделы спинного мозга между собой и головной мозг со спинным. Различают восходящие пути, несущие импульсы к головному мозгу, и нисходящие, несущие импульсы от головного мозга к спинному. По первым возбуждение, возникающее в рецепторах кожи, мышц, внутренних органов, проводится по спинно-мозговым нервам в задние корешки спинного мозга, воспринимается чувствительными нейронами спинно-мозговых узлов и отсюда направляется либо в задние рога спинного мозга, либо в составе белого вещества достигает ствола, а затем коры больших полушарий. Нисходящие пути проводят возбуждение от головного мозга к двигательным нейронам спинного мозга. Отсюда возбуждение по спинно-мозговым нервам передается к исполнительным органам.

Деятельность спинного мозга находится под контролем головного мозга, который регулирует спинно-мозговые рефлексы.

Головной мозг

Строение головного мозга. Головной мозг расположен в мозговом отделе черепа (рис. 166). Средняя его масса 1300—1500 г (иногда до 2000 г). После рождения человека масса мозга составляет 350—390 г и рост его продолжается до 20 лет. Для сравнения укажем, что масса головного мозга orangутана и гориллы равняется всего 400—500 г. Состоит он из пяти отделов: переднего (большие полушария), промежуточного, среднего, заднего и продолговатого мозга, из которых последние четыре отдела составляют ствол головного мозга. Внутри головного мозга находятся четыре сообщающиеся между собой полости — мозговые желудочки. Они заполнены спинно-мозговой жидкостью. I и II желудочки расположены в больших полушариях, III — в промежуточном мозге, а IV — в продолговатом. У человека полушария достигают высокого развития, составляя 80% массы мозга. Филогенетически более древняя часть — ствол

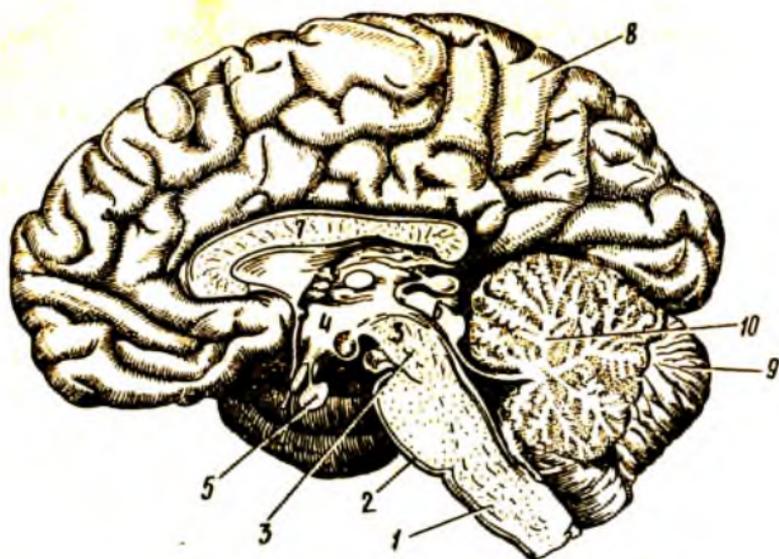


Рис. 166. Продольный разрез головного мозга:

1 — продолговатый мозг, 2 — мост, 3 — средний мозг, 4 — промежуточный мозг, 5 — гипофиз (нижний мозговой придаток), 6 — четверохолмие, 7 — мозолистое тело, 8 — правое полушарие, 9 — полушарие мозжечка, 10 — червячок

головного мозга. Он включает продолговатый мозг, мозговой (варолиев) мост, средний и промежуточный мозг. В белом веществе ствола залегают многочисленные ядра серого вещества. Ядра 12 пар черепно-мозговых нервов также находятся в стволе мозга. Стволовая часть мозга прикрыта полушариями головного мозга.

Продолговатый мозг — продолжение спинного и повторяет его строение: на передней и задней поверхностях здесь также залегают борозды. Он состоит из белого вещества — проводящих пучков, где рассеяны скопления серого вещества — ядра, от которых берут начало черепные нервы — с IX по XII пары, в их числе языкоглоточный (IX пара), блуждающий (X пара), иннервирующий органы дыхания, кровообращения, пищеварения и другие системы, подъязычный (XII пара). Вверху продолговатый мозг продолжается в утолщение — варолиев мост, а с боков от него отходят нижние ножки мозжечка. Сверху и с боков почти весь продолговатый мозг прикрыт большими полушариями и мозжечком.

В сером веществе продолговатого мозга залегают жизненно важные центры, регулирующие сердечную деятельность, дыхание, глотание, осуществляющие защитные рефлексы (чихание, кашель, рвота, слезотече-

ние), секрецию слюны, желудочного и поджелудочного сока и др. Повреждение продолговатого мозга может быть причиной смерти вследствие прекращения сердечной деятельности и дыхания.

Задний мозг включает варолиев мост и мозжечок. *Варолиев мост* снизу ограничен продолговатым мозгом, сверху переходит в ножки мозга, боковые его отделы образуют средние ножки мозжечка. В веществе варолиева моста находятся ядра с V по VIII пары черепно-мозговых нервов (тройничный, отводящий, лицевой, слуховой).

Мозжечок расположен кзади от моста и продолговатого мозга. Поверхность его состоит из серого вещества (кора). Под корой мозжечка находится белое вещество, в котором имеются скопления серого вещества — ядра. Весь мозжечок представлен двумя полушариями, средней частью — червем и тремя парами ножек, образованных нервными волокнами, с помощью которых он связан с другими отделами головного мозга. Основная функция мозжечка — безусловно-рефлекторная координация движений, определяющая их четкость, плавность и сохранение равновесия тела, а также поддержание тонуса мышц. Через спинной мозг по проводящим путям импульсы от мозжечка поступают к мышцам.

Контролирует деятельность мозжечка кора больших полушарий.

Средний мозг расположен впереди варолиева моста, он представлен четверохолмием и ножками мозга. В центре его проходит узкий канал (водопровод мозга), соединяющий III и IV желудочки. Мозговой водопровод окружен серым веществом, в котором лежат ядра III и IV пар черепно-мозговых нервов. В ножках мозга продолжают проводящие пути от продолговатого мозга и варолиева моста к большим полушариям. Средний мозг играет важную роль в регуляции тонуса и осуществлении рефлексов, благодаря которым возможны стояние и ходьба. Чувствительные ядра среднего мозга находятся в буграх четверохолмия: в верхних заключены ядра, связанные с органами зрения, в нижних — ядра, связанные с органами слуха. При их участии осуществляются ориентировочные рефлексы на свет и звук.

Промежуточный мозг занимает в стволе самое высокое положение и лежит впереди от ножек мозга. Состоит из двух зрительных бугров, надбугорной, подбугорной области и коленчатых тел. По периферии проме-

жуточного мозга находится белое вещество, а в его толще — ядра серого вещества. Зрительные бугры — главные подкорковые центры чувствительности: сюда по восходящим путям поступают импульсы со всех рецепторов тела, а отсюда — к коре больших полушарий. В подбугорной области (*гипоталамус*) находятся центры, совокупность которых представляет собой высший подкорковый центр вегетативной нервной системы, регулирующей обмен веществ в организме, теплоотдачу, постоянство внутренней среды. В передних отделах гипоталамуса располагаются парасимпатические центры, в задних — симпатические. В ядрах коленчатых тел сосредоточены подкорковые зрительные и слуховые центры.

К коленчатым телам направляется II пара черепно-мозговых нервов — зрительные. Ствол мозга связывают с окружающей средой и с органами тела черепно-мозговые нервы. По характеру воздействия они могут быть чувствительными (I, II, VIII), двигательными (III, IV, VI, IX, XII) и смешанными (V, VII, IX, X пары).

Передний мозг состоит из сильно развитых полушарий и соединяющей их срединной части. Правое и левое полушария отделены друг от друга глубокой щелью, на дне которой лежит мозолистое тело. *Мозолистое тело* соединяет оба полушария посредством длинных отростков нейронов, образующих проводящие пути. Полости полушарий представлены боковыми желудочками (I и II). Поверхность полушарий образована *серым веществом*, или *корой головного мозга*, состоящими из нейронов и их отростков. Под корой залегает *белое вещество* — *проводящие пути*. Проводящие пути соединяют отдельные центры в пределах одного полушария либо правую и левую половины головного и спинного мозга, либо разные этажи центральной нервной системы. В белом веществе находятся также скопления нервных клеток, образующих подкорковые ядра серого вещества. Частью больших полушарий является *обонятельный мозг* с отходящей от него парой обонятельных нервов (I пара).

Общая поверхность коры полушарий составляет 2000—2500 см², ее толщина — 2,5—3 мм. Кора включает нервные клетки, расположенные шестью слоями. У трехмесячного зародыша поверхность полушарий гладкая, но кора растет быстрее, чем мозговая коробка, поэтому кора образует складки — *извилины*, ограниченные *бороздами*; в них заключено около 70 % поверхнос-

ти коры. Борозды делят поверхность полушарий на доли. В каждом полушарии различают четыре доли: *лобную, теменную, височную* и *затылочную*. Самые глубокие борозды — центральные, отделяющие лобные доли от теменных, и боковые, которые отграничивают височные доли от остальных; теменно-затылочная борозда обособляет теменную долю от затылочной. Кпереди от центральной борозды в лобной доле находится передняя центральная извилина, позади нее — задняя центральная извилина. Нижняя поверхность полушарий и стволовая часть мозга называется *основанием мозга*.

Функции головного мозга. В кору больших полушарий головного мозга поступает информация от большого количества разнообразных высокоспециализированных рецепторов, способных улавливать самые незначительные изменения во внешней и внутренней среде.

Рецепторы, расположенные в коже, реагируют на изменения во внешней среде. В мышцах и сухожилиях находятся рецепторы, сигнализирующие в мозг о степени натяжения мышц, движениях суставов. Имеются рецепторы, реагирующие на изменения химического и газового состава крови, осмотического давления, температуры и др. В рецепторе раздражение преобразуется в нервные импульсы. По чувствительным нервным путям импульсы проводятся к соответствующим чувствительным зонам коры головного мозга, где и формируется специфическое ощущение — зрительное, обонятельное и др.

Функциональную систему, состоящую из рецептора, чувствительного проводящего пути и зоны коры, куда проецируется данный вид чувствительности, И. П. Павлов назвал *анализатором*.

Анализ и синтез полученной информации осуществляются в строго определенном участке — зоне коры больших полушарий (рис. 167). Важнейшие зоны коры — двигательная, чувствительная, зрительная, слуховая, обонятельная. *Двигательная зона* расположена в передней центральной извилине впереди центральной борозды лобной доли, зона кожно-мышечной чувствительности — позади центральной борозды, в задней центральной извилине теменной доли. *Зрительная зона* сосредоточена в затылочной доле, *слуховая* — в верхней височной извилине височной доли, а *обонятельная* и *вкусовая зоны* — в переднем отделе височной доли.

В нашем сознании деятельность анализаторов отра-

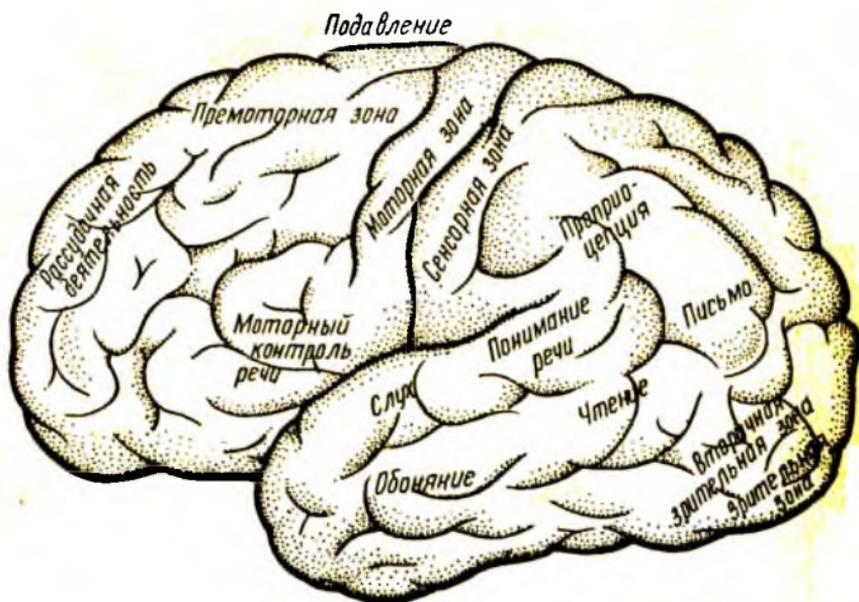


Рис. 167. Функциональные зоны коры головного мозга

жает внешний материальный мир. Это дает возможность приспосабливаться к условиям среды путем изменения поведения.

Кора выполняет две основные функции: взаимодействие организма с внешней средой (поведенческие реакции) и объединение функций организма, т. е. нервная регуляция всех органов. Деятельность коры головного мозга человека и высших животных определена И. П. Павловым как *высшая нервная деятельность*, представляющая собой условно-рефлекторную функцию коры головного мозга.

Условные рефлексы вырабатываются в течение индивидуальной жизни животных и человека. Поэтому условные рефлексы строго индивидуальны: у одних особей они могут быть, у других отсутствуют. Для возникновения таких рефлексов необходимо совпадение во времени действия условного раздражителя с действием безусловного. Лишь многократное совпадение этих двух раздражителей приводит к образованию временной связи между двумя центрами.

У человека и млекопитающих новые условные рефлексы формируются в течение всей жизни, они замыкаются в коре головного мозга и носят временный характер, так как представляют временные связи организма с условиями среды, в которых он находится.

Различные раздражители внешней среды, действующие на организм, могут вызвать в коре не только образование условных рефлексов, но и их торможение. Если торможение возникает сразу при первом же действии раздражителя, его называют безусловным.

Высшая нервная деятельность. Поведение человека связано с условно-безусловной рефлекторной деятельностью. На основе безусловных рефлексов начиная со второго месяца после рождения у ребенка вырабатываются условные рефлексы: по мере его развития, общения с людьми и влияния внешней среды в больших полушариях головного мозга постоянно возникают временные связи между различными их центрами. Главное отличие высшей нервной деятельности человека — мышление и речь, которые появились в результате трудовой общественной деятельности. Благодаря слову возникают обобщенные понятия и представления, способность к логическому мышлению. Как раздражитель слово вызывает у человека большое количество условных рефлексов. На них базируются обучение, воспитание, выработка трудовых навыков, привычек.

Основываясь на развитии речевой функции у людей, И. П. Павлов создал учение о первой и второй сигнальных системах. *Первая сигнальная система* существует и у человека, и у животных. Эта система, центры которой находятся в коре головного мозга, воспринимает через рецепторы непосредственные, конкретные раздражители (сигналы) внешнего мира — предметы или явления. У человека они создают материальную основу для ощущений, представлений, восприятий, впечатлений об окружающей природе и общественной среде, и это составляет базу конкретного мышления. Но человеку свойственна вторая сигнальная система, связанная с функцией речи, со словом слышимым (речь) и видимым (письмо). Посредством слова передаются сигналы о конкретных раздражителях, и в этом случае слово служит принципиально новым раздражителем — сигналом сигналов.

При обобщении различных явлений человек открывает закономерные связи между ними — законы. Способность человека к обобщению составляет сущность отвлеченного мышления, которое отличает его от животных. Мышление — результат функции всей коры головного мозга.

Вторая сигнальная система возникла в результате

совместной трудовой деятельности людей, при которой речь стала средством общения между ними. На этой основе возникло и развивалось дальше словесное человеческое мышление. Головной мозг человека представляет собой центр мышления и связанный с мышлением центр речи.

Вегетативная нервная система

Вегетативная нервная система контролирует функционирование гладкой мускулатуры, сердца, других внутренних органов и желез. Тем самым она отвечает за нервную регуляцию постоянства внутренней среды организма. Вегетативная нервная система называется автономной потому, что не находится под непосредственным контролем сознания в отличие от произвольной, сознательно управляемой соматической системы, обеспечивающей связи организма с окружающей средой.

Вегетативная нервная система функционально делится на два отдела — симпатический и парасимпатический.

Симпатическая нервная система начинается нейронами, лежащими в боковых рогах грудных и поясничных сегментов спинного мозга. Отростки этих клеток покидают спинной мозг в составе его передних корешков и оканчиваются в нервных узлах, находящихся по обе стороны позвоночника. Эти нервные узлы соединены нервными волокнами и образуют симпатические стволы, или симпатические нервные цепочки. Отростки расположенных здесь нервных клеток или в виде самостоятельных нервов, или в составе спинно-мозговых нервов направляются к внутренним органам и составляющим их тканям.

Парасимпатическая нервная система начинается нейронами, лежащими в стволе мозга и в поясничном отделе спинного мозга. Их отростки идут к внутренним органам в составе черепно-мозговых и тазовых нервов и оканчиваются в нервных узлах, находящихся вблизи внутренних органов или в самих органах. Важная особенность вегетативной нервной системы — ее способность реагировать на изменение концентрации химических веществ в жидкостях организма. Некоторые из рецепторов вегетативной нервной системы способны воспринимать давление в просвете органа (например, в артериях) или степень наполнения органа (например,

в мочевом пузыре). Другие рецепторы воспринимают изменение концентрации водородных ионов (рН) и электролитный состав внутренних органов и т. д. Благодаря этому она играет большую роль в поддержании постоянства внутренней среды организма.

По своему влиянию на физиологические функции симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы антагонисты. Так, преобладающее влияние симпатических нервов приводит к увеличению частоты сердечных сокращений и ударного объема сердца, снижению двигательной активности кишечника, расслаблению желчного пузыря и бронхов, сокращению сфинктеров желудочно-кишечного тракта. Стимуляция парасимпатических волокон оказывает противоположный эффект: частота и сила сокращений сердца уменьшаются, перистальтика кишечника усиливается, желчный пузырь и бронхи сокращаются, а сфинктеры желудочно-кишечного тракта расслабляются.

Нередко оба отдела вегетативной нервной системы в ответ на раздражение действуют совместно. Например, при повышении артериального давления возбуждаются барорецепторы, локализованные в дуге аорты. В результате частота и сила сокращений сердца снижаются. Это происходит как вследствие повышения активности парасимпатических нервных волокон, так и одновременного снижения активности симпатических волокон.

Существуют также органы, снабжаемые только симпатическими или только парасимпатическими нервами.

ОРГАНЫ ЧУВСТВ

Ощущение вкуса возникает в результате раздражения рецепторов языка специфическими веществами. В слизистой оболочке мягкого нёба и языка находятся вкусовые почки, или луковицы. Каждая вкусовая луковица состоит из 30—80 чувствительных клеток. Вкусовые луковицы на языке входят в состав грибовидных сосочков. Поверхность языка проявляет неодинаковую чувствительность к различным вкусовым раздражителям. Сладкое лучше воспринимается кончиком языка и слабее у его основания, горькое — у основания, к соленому более чувствителен кончик языка, кислое лучше ощущается боковой поверхностью языка.

Ощущение вкуса возникает лишь в том случае, когда

вещество, входящее в контакт с вкусовой почкой, растворимо в воде. Вещества, не растворимые в воде, безвкусны.

В процессе эволюции вкус формировался как механизм, определяющий выбор пищи. Например, положительная реакция на сахар характерна для животных, питающихся растительной и смешанной пищей, плотоядные к сахару безразличны.

Органы обоняния находятся в эпителии верхней части полости носа. Частицы, вошедшие через ноздри, достигают этих органов путем диффузии через слизь, покрывающую чувствительные клетки. Обонятельные клетки располагаются поодиночке, от них отходят волоски, выступающие в слой слизи.

У животных различают пищевую, половую, охранительную, ориентировочную функции обоняния. У птиц, а из млекопитающих — у приматов обонятельный анализатор развит плохо.

Зрение

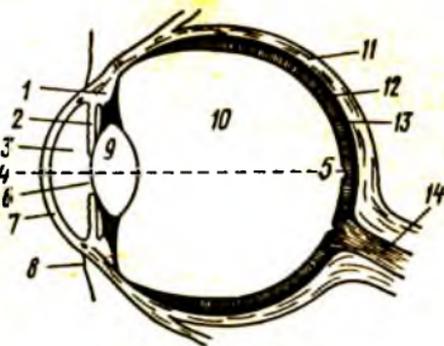
Функция зрения и строение глаза. Основная функция зрения состоит в различении яркости, цвета, формы, размеров наблюдаемых объектов. Наряду с другими анализаторами зрение играет большую роль в регуляции положения тела и в определении расстояния до объекта.

Глаз располагается в глазничной впадине лицевой части черепа. Мышцы, прикрепляющиеся к наружной поверхности глазного яблока, обеспечивают его движение. К вспомогательным защитным образованиям глаза относятся веки с ресницами и слезная железа, с помощью которых увлажняется поверхность глаза и удаляются инородные мелкие частицы.

Форму глазного яблока определяет наружная белочная оболочка глаза — *склера*, спереди переходящая в прозрачную *роговицу* (рис. 168). Под ней находится сосудистая оболочка, кровеносные сосуды которой снабжают сетчатку. Спереди сосудистая оболочка переходит в *радужную оболочку*, регулирующую размер зрачка. Самый внутренний слой — *сетчатка*, состоящая из фоторецептивных клеток — колбочек и палочек. В месте пересечения сетчатки с оптической осью глаза располагается область наилучшего видения — *желтое пятно*, сформированное колбочками. Участок сетчатки, где схо-

Рис. 168. Схема строения глаза:

1 — ресничная мышца, 2 — радужная оболочка, 3 — водянистая влага, 4—5 — оптическая ось, 6 — зрачок, 7 — роговица, 8 — конъюнктура, 9 — хрусталик, 10 — стекловидное тело, 11 — белочная оболочка, 12 — сосудистая оболочка, 13 — сетчатка, 14 — зрительный нерв



дятся отростки чувствительных нейронов, образующих *зрительный нерв*, лишен палочек и колбочек. Это место называется *слепым пятном*. Пространство между роговицей и хрусталиком заполнено жидкостью. *Хрусталик* расположен позади зрачка и прилегает к радужке. К нему подходит ресничная мышца, которая изменяет его кривизну.

Глазное яблоко наполнено стекловидным телом. Это бесцветная прозрачная масса, по консистенции напоминающая студень.

Глаз человека пропускает и преломляет лишь лучи с длиной волны от 400 до 760 мкм. Все преломляющие среды глаза, начиная с роговицы, поглощают ультрафиолетовые лучи. В глазу имеются две преломляющие среды — роговица и хрусталик. Благодаря изменению кривизны хрусталика получается четкое представление о наблюдаемых объектах.

Приспособление глаза к видению различно удаленных предметов называется *аккомодацией*. При аккомодации сокращаются мышцы, которые изменяют кривизну хрусталика. При постоянной избыточной кривизне хрусталика световые лучи преломляются перед сетчаткой и в результате возникает *близорукость*. Если же кривизна хрусталика недостаточна, то световые лучи фокусируются за сетчаткой и возникает *дальнозоркость*.

Светочувствительный аппарат глаза. Восприятие света начинается с возбуждения фоторецепторов — колбочек и палочек, которому предшествуют специфические фотохимические реакции. В колбочках и палочках находятся светочувствительные пигменты. Функция колбочек заключается в восприятии цвета. Более чувствительны к свету палочки: они могут обеспечивать зрение при слабом освещении. Полагают, что восприятие цвета колбочками связано с наличием трех их типов,

которые соответственно реагируют на синий, зеленый и красный цвета. Промежуточные цвета воспринимаются при одновременном раздражении колбочек двух типов или более.

От избыточной освещенности глаз предохраняется путем изменения диаметра зрачка. Помимо этого сетчатка сама способна компенсировать увеличение яркости: существуют колбочки и палочки, функционирующие в разных диапазонах яркостей, происходят перестройка рецепторных областей, фотохимические сдвиги и т. д.

Слух

Человеческое ухо способно воспринимать звуки частотой от 20 до 20 000 Гц. Слуховой анализатор человека наиболее чувствителен к звукам с частотой 2000—4000 Гц. Физически звуки характеризуются *частотой* (числом периодических колебаний в секунду) и *силой* (амплитудой колебаний). Физиологически этому соответствуют *высота звука* и его *громкость*. Третья важная характеристика — *звуковой спектр*, т. е. состав дополнительных периодических колебаний (обертонов), возникающих наряду с основной частотой и превышающих его. Звуковой спектр выражается *тембром* звука. Именно так различают звуки разных музыкальных инструментов и человеческого голоса.

Строение органа слуха. Орган слуха состоит из наружного, среднего и внутреннего уха (рис. 169).

К *наружному уху* относятся слуховая раковина и наружный слуховой проход. Парные слуховые проходы позволяют точнее локализовать источник звука. У человека ушные раковины имеют небольшое значение, у животных их подвижность обеспечивает лучшую ориентировку по отношению к источнику звука. Наружное ухо имеет форму воронки. Его строение существенно влияет на восприятие звуков. Слуховой проход представляет собой резонатор, собственная частота колебаний которого близка к 3000 Гц.

К *среднему уху* относятся *евстахиева труба* и три мелкие косточки — *молоточек*, *наковальня* и *стремечко*. Молоточек соединен с барабанной перепонкой, а стремечко — с мембраной овального окна, разграничивающей среднее и внутреннее ухо. Эти косточки образуют систему рычагов, которые преобразуют колебания воздуха в колебания жидкости.

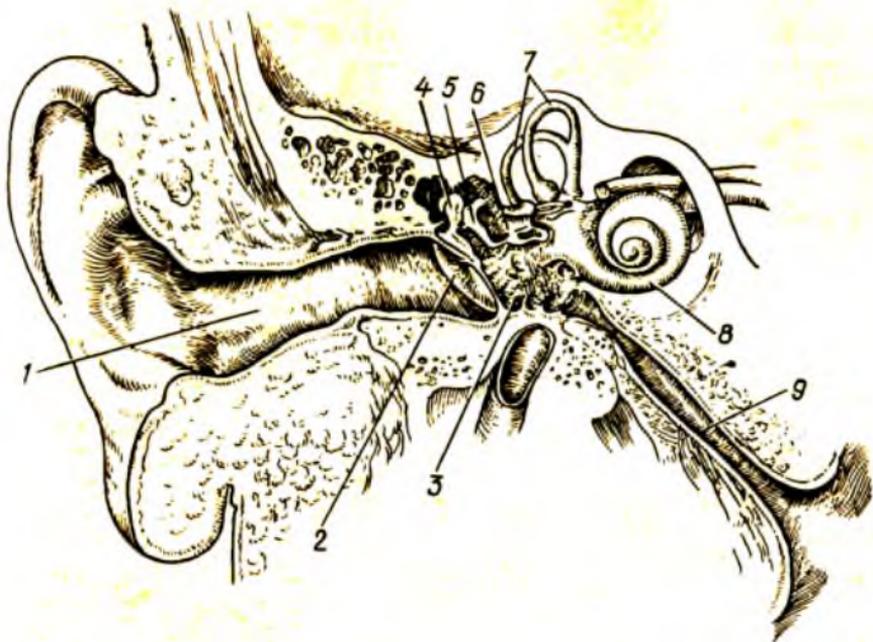


Рис. 169. Схема строения уха:

1 — наружный слуховой проход, 2 — барабанная перепонка, 3 — полость среднего уха, 4 — молоточек, 5 — наковальня, 6 — стремечко, 7 — полукружные каналы, 8 — улитка, 9 — евстахиева труба

Внутреннее ухо состоит из сложной системы сообщающихся между собой каналов и полостей, называемой лабиринтом. Часть лабиринта представлена *улиткой* — спирально закрученной трубкой, состоящей из 2,5 витков (рис. 170). На поперечном разрезе видно, что улитка состоит из трех каналов, разделенных двумя эластичными тонковолокнистыми мембранами. Внутри каналов

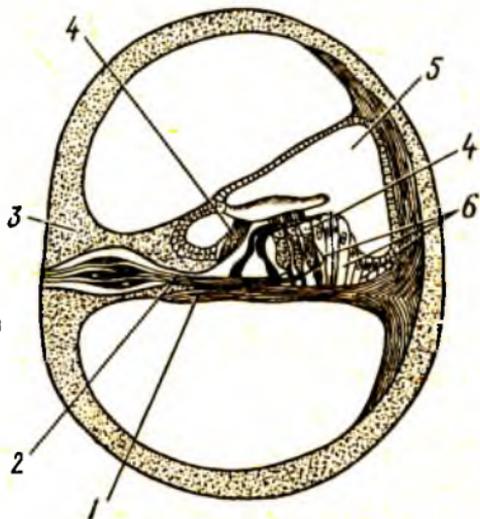


Рис. 170. Поперечный разрез через ход улитки:

1 — основная перепонка, 2 — волокна слухового нерва, 3 — стенка костного канала улитки, 4 — чувствительные клетки (рецепторы), 5 — ход улитки, 6 — поддерживающие клетки

находится жидкость. *Овальное окно* располагается у основания одного из этих каналов. У основания другого канала находится закрытое перепонкой отверстие — *круглое окно*, которое ведет в среднее ухо. На основной мембране расположены рецепторы слуха — *кортиеv орган*, состоящий из рецепторных клеток с выступающими над ними волосками. Над рецепторными клетками нависает другая мембрана — покровная. Колебания мембраны овального окна передаются жидкости, находящейся в каналах. Колебания жидкости воспринимаются эластическими волокнами основной мембраны и, следовательно, рецепторными клетками. При соприкосновении этих клеток с покровной мембраной в них возникают импульсы, которые по слуховому нерву достигают подкорковых образований и далее поступают в височную область коры.

Вестибулярный аппарат

Вестибулярный аппарат регулирует положение тела в пространстве. Рецепторы вестибулярного аппарата находятся в *лабиринте* — в полукружных каналах и двух мешочках — *овальном* и *круглом*. Вестибулярные чувствительные клетки млекопитающих и человека образуют пять рецепторных областей — по одной в полукружных каналах, а также в овальном и круглом мешочках. Раздражителем рецепторов полукружных каналов является ускоренное движение, а рецепторов, находящихся в мешочках, т. е. *отолитовых органах*, — изменение головы относительно направления силы гравитации и линейное ускорение.

Полукружные каналы располагаются в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, внутри которых имеется перепончатый канал. Внутри него и между внутренней стороной костного лабиринта и наружной оболочкой перепончатого находится жидкость. Изменение положения тела в пространстве приводит к движению жидкости, что возбуждает находящиеся здесь рецепторные клетки.

Отолитовый аппарат имеет следующее строение (рис. 171). В мешочках располагаются рецепторные клетки, от которых отходят волоски; пространство между ними заполнено студнеобразной массой. Поверх нее находятся отолиты — кристаллики двууглекислого кальция. При изменении положения тела они оказывают

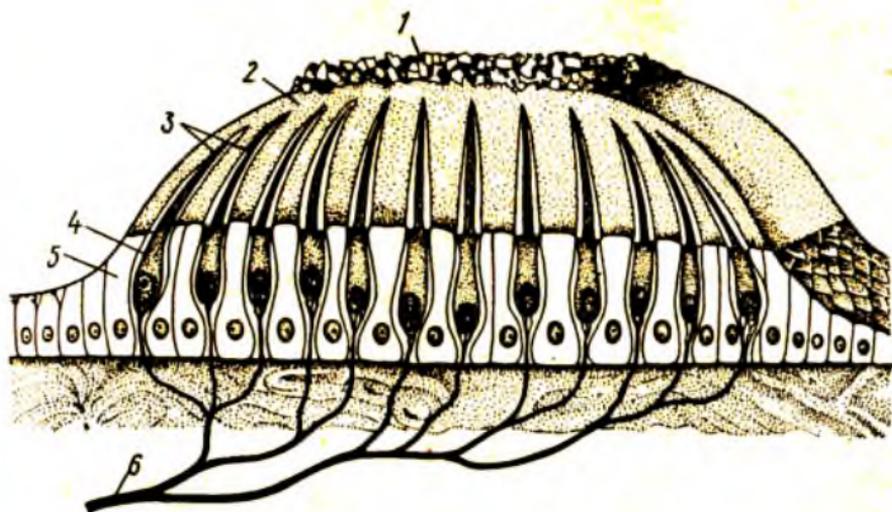


Рис. 171. Схема строения отолитового аппарата:

1 — отолиты, 2 — отолитовая мембрана, 3 — волоски рецепторных клеток, 4 — рецепторные клетки, 5 — опорные клетки, 6 — нервные клетки

давление на рецепторные клетки. В результате их механического раздражения возбуждаются рецепторы и возбуждение передается в центральную нервную систему.

Вестибулярный аппарат тесно связан с вегетативной нервной системой. Поэтому возбуждение вестибулярного аппарата в самолете, на пароходе, на качелях и т. д. сопровождается различными вегетативными рефлексам: изменением артериального давления, дыхания, секреции, деятельности пищеварительных желез и т. д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с целями настоящего издания учебный материал в книге распределяется неравномерно. Основное место отведено изложению общебиологических закономерностей как наиболее трудных для понимания. В остальных разделах приведены только самые необходимые сведения и понятия. Материал систематического обзора живого мира должен послужить основной цели издания — более глубокому пониманию читателем процессов развития жизни на Земле, закономерностей эволюционных преобразований и преемственности групп животных организмов, стоящих на разных уровнях организации.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абрикос 297
Австралопитеки 170, 177
Автоматия сердца 410—411
Авторегуляция 15
Агава мексиканская 272
Агар 243
Агроценозы 220
Адаптация 134, 151, 153, 190
Адреналин 427, 431
АДФ 19, 48, 49, 53
Азот 11, 27, 50, 173, 199, 201, 216—218, 222, 231, 232, 278
Акация 296
Аккомодация 375, 451
Акулы 197, 348
Аллеломорфизм множественный 104, 105, 115
Альбиносы 104
Альвеолы 320, 381, 418, 420
Алюминий 11, 27, 198
Амеба дизентерийная 301
— обыкновенная 12, 300
— первобытная 26, 97
Аминокислоты 19, 20, 21, 33, 34, 41, 43, 46, 49, 65, 228, 408
Аммиак 19, 20, 53, 173, 216, 221, 353, 406
Амнион 346, 362
Амниоты 346, 362—388
Амфибии (см. Земноводные) 88, 89, 91, 95, 166, 167, 173, 175, 183, 212, 342, 346, 355, 367
— личинки 93, 156, 361
Анабиоз 191, 192, 196, 241
Анаболизм 42
Анализаторы 445
Анис 297
Антибиоз 201
Антибиотики 6, 134, 201, 236
Антилопы 148, 183, 386
Антителя 37, 418
Аорта 347, 352, 360, 366, 373, 382, 414
Аппарат вестибулярный 454—455
Аппарат (комплекс) Гольджи 57, 61, 63, 69, 299
Арахис 236, 291
Арбуз 297
Ареал вида 95, 139
— популяции 140
Ароморфозы 153—154, 174
— круглых червей 319, 320
— млекопитающих 169, 194, 388
— плоских червей 309, 310
— позвоночных 163, 164, 344—345, 346, 362
— пресмыкающихся 167, 363
— простейших 300, 304
— птиц 169, 194
— членистоногих 329
Артемия 198
Артерии 409, 413
— жаберные 343, 352, 353
Архозавры 169
Аскарида 66, 202, 319—320
Ассимиляция 12, 42
Асцидия 93, 95

Эпителий 10, 70, 75, 90, 91, 320,
322

Эпифиты 204, 249, 252, 261

Эра архейская 158—161

— кайнозойская 169—170, 376,
388

— мезозойская 167—169, 263,
376

— палеозойская 162—167, 263,
344, 355, 368

— протерозойская 161—162

Эритроциты 31, 75, 90, 142, 382,
421

Эрозия почвы 222

Эукариоты 26, 45, 50, 159, 248

Эфемеры 188, 195

Эхинококк 202

Эхолокация 385

Ядохимикаты 221

Ядрышко 65, 68, 85

Язык 150, 347, 359, 365, 404

Яйцеживорождение 366

Яйцеклетки 80, 81, 84—86, 89, 91,
119, 122, 125, 139, 167, 203, 253

Яйцо куриное 12, 258, 262, 294,
323, 349, 353, 366, 373, 428

Ясень 66

Ячмень 131, 290

Ящерицы 148, 335, 363, 365, 367

Ящур 76

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Раздел I. Общая биология	8
Происхождение и начальные этапы развития жизни на Земле	
Многообразие живого мира. Основные свойства живых организмов	8
Уровни организации живой материи	10
Свойства живых систем	11
Возникновение жизни на Земле	18
Современные представления о возникновении жизни	18
Начальные этапы развития жизни	24
Учение о клетке	28
Химическая организация клетки	28
Строение и функции клетки	54
Неклеточные формы жизни — вирусы	76
Размножение и развитие организмов	79
Формы размножения организмов	79
Индивидуальное развитие организмов (онтогенез)	85
Генетика	99
Основные закономерности наследования признаков	101
Закономерности изменчивости	122
Селекция растений и животных	128
Центры многообразия и происхождения культурных растений. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н. И. Вавилова	130
Методы селекции	132
Закономерности биологической эволюции	134
Учение Ч. Дарвина о происхождении видов	135
Вид и его критерии	138
Естественный отбор и его формы	144
Развитие жизни на Земле	158
Морфологические закономерности эволюции	170
Происхождение человека	174
Организм и среда. Основы экологии	181
Экологические факторы	185
Биоценоз и его регуляция	206
Система живого мира	223
Раздел II. Систематический обзор органического мира	226
Царство дробянки	226
Подцарство бактерии	226

Подцарство синезеленые водоросли	230
Царство грибы	232
Царство растения	237
Общие свойства растений	237
Низшие растения	240
Группа отделов водоросли	240
Отдел лишайники	247
Высшие растения — споровые	251
Отдел моховидные	252
Отдел плауновидные	255
Отдел хвощевидные	257
Отдел папоротниковидные	258
Высшие растения — семенные	261
Отдел голосеменные растения	263
Отдел покрытосеменные (цветковые) растения	266
Ткани высших растений	268
Органы высших растений	273
Вегетативные органы высших растений	274
Органы полового размножения цветковых растений	288
Классы цветковых растений	297
Царство животные (зоология)	298
Беспозвоночные животные	298
Подцарство одноклеточные (простейшие)	298
Тип саркожгутиконосцы	300
Тип инфузории	302
Подцарство многоклеточные	304
Тип кишечнорастные	305
Тип плоские черви	309
Тип круглые, или первичнополостные, черви	316
Тип кольчатые черви	320
Тип моллюски	324
Тип членистоногие	328
Позвоночные животные	341
Тип хордовые	341
Подтип бесчерепные	342
Подтип позвоночные, или черепные	344
Позвоночные с зародышевыми оболочками (амниоты)	362
Р а з д е л III. Анатомия и физиология человека	389
Покров тела	391
Опорно-двигательная система	393
Мышечная система	399
Система пищеварения	402
Система кровообращения	409
Система органов дыхания	418
Выделительная система	423
Половая система	427
Эмбриональное развитие человека	429
Эндокринная система	430
Нервная система	435
Органы чувств	449
Заключение	456
Алфавитный указатель	457

Учебное издание

Мамонтов Сергей Григорьевич

БИОЛОГИЯ

Зав. редакцией **Т. А. Рыкова**

Редактор **Н. А. Соколова**

Мл. редакторы **В. А. Лизунова,**

Г. А. Каленова

Художник **Э. А. Марков**

Художественный редактор **Т. А. Коленкова**

Технический редактор **Л. Ф. Попова**

Корректор **В. В. Кожуткина**

ИБ 8779

Изд. № Х/Е—50. Сдано в набор 01.03.91. Подп. в печать 10.09.91. Формат 84×108¹/₃₂. Бум. газетная. Гарнитура литературная. Печать высокая. Объем 25,20 усл. печ. л. 25,62 усл. кр.-отт. 25,89 уч.-изд. л. Тираж 200 000 экз. Зак. № 1097. Цена 4 руб.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.

«Печатный Двор» 197110, Санкт-Петербург, П-110, Чкаловский пр., 15