

Серия «Безопасность жизнедеятельности»

Министерство образования и науки Российской Федерации
ГОУ ВПО «Новосибирский государственный педагогический университет»
ГОУ ВПО «Московский педагогический государственный университет»

Н. Ф. Лысова, Г. А. Корощенко, С. Р. Савина

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Учебное пособие

Рекомендовано УМО по образованию
в области подготовки педагогических кадров в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений

Новосибирск – Москва
2011

УДК 611я73-1 + 612я73-1
ББК 28.860я73-1 + 28.903я73-1 Л 887
Л88

Рецензенты:

К. А. Шошенко, доктор медицинских наук, профессор
(ГУ НИИ физиологии СО РАМН)

Н. Г. Иглина, кандидат биологических наук,
доцент (Новосибирский государственный педагогический университет)

Научные редакторы серии:

Р. И. Айзман, доктор биологических наук,
профессор Новосибирского государственного педагогического университета,
заслуженный деятель науки РФ

С. В. Петров, кандидат юридических наук, почетный сотрудник МВД РФ,
профессор Московского института открытого образования,
директор информационно-аналитического центра
безопасности жизнедеятельности

Московского педагогического государственного университета

Л88
Лысова Н. Ф.

Анатомия и физиология человека: учебное пособие / Н. Ф. Лысова,
Г. А. Корошенко, С. Р. Савина. — Новосибирск: АРТА, 2011. — 272 с. (Серия
«Безопасность жизнедеятельности».)

ISBN 978-5-902700-23-4

В учебном пособии кратко представлена морфологическая характеристика тканей, органов и систем организма человека и особенности их функционирования и регуляции. Особое внимание уделено нервным и гормональным механизмам контроля деятельности физиологических систем, обеспечивающих постоянство внутренней среды организма и его взаимосвязь с окружающим миром. Во всех темах уделяется внимание биологическим естественным системам защиты организма.

Учебное пособие содержит теоретический материал и приложение с методическими рекомендациями для изучения курса, словарь основных терминов, тестовые задания по всем темам и некоторые практические работы, с которыми студенты могут справиться самостоятельно. К пособию прилагается компакт-диск с видеоматериалом по изучаемым темам.

Учебное пособие предназначено для преподавателей, аспирантов и студентов педагогического направления всех профилей и является базовой теоретической основой для изучения дисциплин специальной предметной подготовки. Оно также может быть использовано учителями общеобразовательных учреждений и учащимися старших классов.

УДК 611я73-1 + 612я73-1
ББК 28.860я73-1 + 28.903я73-1 Л 887

ISBN 978-5-902700-23-4

© Лысова Н. Ф., Корошенко Г. А.,
Савина С. Р., 2011
© Издательство «АРТА», 2011

Уважаемые коллеги!

Представляем вам уникальную по масштабам и охвату проблем серию новых учебно-методических материалов, подготовленную совместными усилиями сотрудников Новосибирского государственного педагогического университета, Московского педагогического государственного университета, Московского института открытого образования, Оренбургского государственного педагогического университета, Уральского государственного педагогического университета.

Большой межвузовский авторский коллектив и его руководители проделали важную и актуальную работу в соответствии с положениями указа Президента РФ Д. А. Медведева № 537 от 12 мая 2009 г. «О Стратегии национальной безопасности РФ до 2020 года». Этот концептуальный документ стал основой дальнейшего развития нормативной и учебно-методической базы обеспечения безопасности личности, общества и государства.

В материалах, изданных до 2011 г., сложные события последних лет и положения Стратегии национальной безопасности, естественно, не были отражены. Недостаточно были представлены некоторые сферы социальной безопасности, а также современные инновационные технологии обучения. При переходе на новые образовательные стандарты и программы всем педагогам и специалистам по безопасности, несомненно, пригодятся эти комплексные и добротно оформленные учебно-методические материалы.

Данный издательский проект посвящается всем труженикам, занятым в сфере обеспечения безопасности нашего народа. И тем, кого уже нет с нами, и тем, кто на заслуженном отдыхе, и тем, кто продолжает свою почетную и гуманную миссию.

Желаем вам, дорогие коллеги, крепкого здоровья и успешной работы на благо нашей великой России!

Проректор МПГУ
профессор И. М. Ващенко

Ректор НГПУ
профессор А. Д. Герасёв

Оглавление

Введение	5
Глава 1.Ткани. Общие свойства возбудимых тканей	7
Глава 2. Общий принцип регуляции функций в организме	27
Глава 3. Функциональная анатомия спинного и головного мозга.....	35
Глава 4. Анализаторы. Органы чувств. Сенсорные системы. Кожа.....	51
Глава 5. Опорно-двигательный аппарат.....	69
Глава 6. Внутренняя среда. физиология крови.....	88
Глава 7. Морфофункциональные особенности эндокринных желёз	97
Глава 8. Анатомия и физиология сердечно-сосудистой системы	111
Глава 9. Функциональная структура дыхательной системы и физиология дыхания	127
Глава 10. Анатомия и физиология пищеварения.....	137
Глава 11. Морфофункциональные особенности мочевыделительной системы.....	153
Глава 12. Морфофункциональные особенности мужской и женской половых систем.....	162
Глава 13. Обмен веществ и превращение энергии. Терморегуляция	170
Литература	186

ПРИЛОЖЕНИЕ

Рабочая программа.....	187
Рекомендации по изучению дисциплины	198
Практикум	201
Словарь.....	213
Тестовые задания	243

Введение

Анатомия и физиология человека относятся к биологическим наукам.

Анатомия — это наука, изучающая форму и пропорции тела человека, его частей, отдельных органов, строение (макро- и микроскопическое) и развитие организма человека в связи с его функциями и влиянием окружающей среды. *Физиология* — это наука, изучающая процессы, протекающие в органах и системах человека, в их взаимосвязи с окружающей средой, при различных состояниях организма. Анализируя особенности строения тела человека и его функции, анатомия и физиология в итоге изучают целостный человеческий организм.

В древние времена людей, способных лечить тайными обрядами, боялись, называли шаманами, колдунами, знахарями, жрецами. Тех из них, кто работал открыто, сдал официальный научный экзамен и получил диплом, стали называть врачами. Их усилиями возникла наука о внутреннем устройстве организма — анатомия.

Для изучения человека врачи и ученые вскрывали тело умершего и изучали его. В Древнем Египте жрецы с помощью высушивания и мумифицирования умели сохранять тела умерших на длительное время. В Древней Греции и Древнем Риме вскрытие умерших считалось грехом и было запрещено. В Средние века в Европе иногда разрешали проводить вскрытия тел казненных преступников. Но чаще врачи, ученые и художники делали это тайно, боясь расправы со стороны церковных фанатиков. Лишь к XVII веку вскрытия стали легальными.

Основоположниками научной анатомии являются Леонардо да Винчи (1452–1519), Андрей Везалий (1514–1564) и Уильям Гарвей (1578–1657). Леонардо, заинтересовавшись анатомией как художник, а затем увлекся ею как наукой. Везалий уделил основное внимание открытию и описанию новых анатомических фактов, которые изложил в обширном и богато иллюстрированном труде *De humani corporis fabrica* («О строении человеческого тела») (1543). Английский врач и физиолог Гарвей не ограничивался простым описанием структуры, а подходил с исторической (эмбриология) и функциональной (физиология) точек зрения. Он считал, что всякое животное происходит из яйца и доказал цикличность кровообращения.

Для изучения строения тела человека анатомия использовала различные методы, которые можно разделить на две группы: препаровочные и беспрепаровочные.

Большой вклад в разработку препаровочных методов внес российский хирург Н. И. Пирогов (1810–1881). Он предложил метод исследования замороженных тканей организма человека. Это дало возможность точно описать расположение органов, создать подробные анатомические атласы.

Бепрепаровочные методы используются при изучении живого организма. С помощью *соматометрического метода* производится измерение длины и массы тела, соотношения размеров органов и т.д. Важное значение имеют наблюдение и наружный осмотр тела. Это относится к *соматоскопическому методу* исследования. Его используют для определения степени развития отдельных групп мышц, формы грудной клетки, состояния позвоночника и др. *Эндоскопический метод* дает возможность исследовать с помощью световодной техники внутреннюю поверхность полых органов (пищевода, желудка, сердца, сосудов, трахеи и др.). *Рентгенологический метод* позволяет изучить структуру органов, их топографию в различные периоды жизни человека.

В настоящее время в современной анатомии применяются различные высокотехнологичные методы. Так, с помощью компьютерной томографии можно послойно исследовать органы человека в рентгеновских лучах, а ультразвуковой томограф позволяет исследовать внутренние органы с помощью ультразвука.

Основу физиологических методов составляют наблюдения и *экспериментальные методы*. На первых этапах развития физиологии использовались в основном *острые эксперименты* (опыты) на животных, которые допускали хирургические операции с изоляцией органов для изучения их функций и изменений в организме, что сопровождалось гибелью животных. От острых опытов ученые перешли к *хроническим экспериментам*. Большой вклад в разработку этих экспериментов внес выдающийся российский физиолог И. П. Павлов (1849–1936). На оперированных собаках он изучал работу пищеварительных желёз путем выведения их протоков наружу с помощью фистул. Это позволило ему выяснить их нервную и гуморальную регуляцию. В настоящее время широко используются *инструментальные методы* в физиологии, которые позволяют измерять температуру тела, артериальное давление крови, исследовать химический состав крови и других жидкостей организма. С помощью электрокардиографа стало возможным изучение работы сердца. Электроэнцефалограф позволяет оценить электрическую активность различных отделов головного мозга. Наряду со сложными инструментальными методами существуют и более простые (*метод функциональных проб*), позволяющие оценить резервы систем организма, работоспособность и тренированность человека. Физиология XX–XXI вв. характеризуется значительными достижениями в области раскрытия деятельности органов, систем и организма в целом. Особенностью современной физиологии является глубокий аналитический подход к исследованиям мембранных и клеточных процессов. Знания о количественных взаимоотношениях между различными процессами дают возможность осуществлять их *математическое моделирование* и выяснить, как они будут протекать в живом организме при различных воздействиях и в различных условиях среды.

Анатомия и физиология человека изучают практически здоровых людей, у которых строение и функции не нарушены. В то же время существует индивидуальная изменчивость в виде наиболее часто встречающихся случаев (размеры, масса органов и тела, интенсивность обменных процессов и т.д.). Резко выраженные отклонения от «нормы» являются аномалиями.

Изучение этого курса позволит:

- овладеть основными понятиями анатомии и физиологии;
- иметь представление о расположении, особенностях строения и функционирования нервной, эндокринной, висцеральных, сенсорных и моторных систем;
- ознакомиться с существующими естественными механизмами защиты органов и систем;
- иметь представление о деятельности организма во взаимосвязи с окружающей средой;
- овладеть навыками работы с муляжами, таблицами, схемами.

Знание анатомии и физиологии человека необходимо для изучения медико-биологических дисциплин, оказания первой медицинской помощи, профилактики заболеваний, формирования здорового образа жизни и др., для подготовки педагогов различного профиля.

Глава 1

ТКАНИ. ОБЩИЕ СВОЙСТВА ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

1.1. Общая характеристика тканей

Все органы состоят из различных тканей, тесно связанных между собой. **Тканью** называют исторически сложившуюся систему клеток и неклеточных структур, обладающую общностью строения, функций и происхождения.

Каждая ткань развивается из определенного эмбрионального зачатка, имеет типичное положение в организме, обладает специфическими морфофизиологическими и биохимическими свойствами. Ткани — это не просто скопление клеток. Клетки в тканях находятся в определенной взаимосвязи, функция каждой из них направлена на выполнение функций данной ткани.

Возникнув в эмбриогенезе, ткани продолжают развиваться и во взрослом организме. В связи с этим клетки в тканях могут находиться на разных этапах зрелости (дифференцировки) — молодые клетки, созревающие и зрелые клетки.

Морфологически ткани построены из клеток и межклеточного вещества. Межклеточное вещество также является продуктом деятельности определенных клеток. Оно состоит из: 1) аморфного вещества; 2) волокон (*коллагеновых, ретикулярных, эластических*). Межклеточное вещество может быть неодинаково представлено в различных тканях.

Существует несколько классификаций тканей. Наиболее распространена в настоящее время морфофункциональная классификация. В ней выделяют четыре группы тканей:

- 1) эпителиальные;
- 2) соединительные (или ткани внутренней среды организма);
- 3) мышечные;
- 4) нервная ткань.

1.2. Эпителиальные ткани (эпителии)

Эпителиальные ткани являются пограничными — располагаются на поверхностях, граничащих с внешней средой (эпителии кожного типа), а также выстилают стенки полых органов (эпителии кишечного типа) и замкнутых полостей тела (эпителии серозных полостей). Эпителий, выстилающий сосуды изнутри, называется *эндотелием*. Комплексы эпителиальных клеток в форме трубок, мешочков и других структур образуют железы (железистый эпителий).

Пограничное расположение эпителиев определяет их функции. Эпителиальные ткани участвуют в обмене веществ между организмом и внешней средой, защите организма от негативных влияний среды, выполняют функции секреции, всасывания, выделения. Структурными компонентами эпителиальной ткани являются клетки *эпителиоциты* и *базальная мембрана*.

Основные отличительные особенности эпителиальных тканей:

- 1) большое разнообразие клеток;
- 2) эпителиоциты располагаются на базальной мембране — особой неклеточной структуре;

Таблица 1.1. Морфологическая классификация эпителиальных тканей

Название эпителия	Особенности строения	Примеры расположения
Однослойный		
1. Однорядный	• Имеет малую толщину; • клетки плоские с неровными краями, на свободной поверхности имеются микроворсинки; • могут содержать более одного ядра	• Покрывает серозные оболочки (околосердечную сумку, листки плевры, брюшину и др.)
А) плоский		
Б) кубический		
В) призматический (цилиндрический)	• Форма клеток близка к усеченной низкой призме; • ядра округлой формы; • на апикальной поверхности имеются микроворсинки	• Выстилает проксимальные и дистальные почечные каналы
2. Многорядный	• Представлен различными популяциями клеток; • основными клетками являются призматические эпителиоциты, имеющие ярко выраженную полярность, ядра эллипсоидной формы; • в кишечнике и желчном пузыре этот эпителий каемчатый (клетки имеют микроворсинки)	• Покрывает слизистые оболочки желудка, кишечника (покрывает поверхность ворсинок и образует стенку крипт), желчного пузыря, маточных труб. • Встречается в крупных выводных протоках желёз, желчных протоках
Многослойный		
1. Плоский	• Состоит из 4-5 слоев (блестящий слой выявляется только в сильно ороговевающих участках эпидермиса), последний — роговой слой состоит из плоских роговых чешуек	• Покрывает верхний слой кожи (эпидермис), входит в состав некоторых участков слизистой ротовой полости
А) ороговевающий		
Б) неороговевающий	• Состоит из 3 слоев (поверхностный образован плоскими клетками, которые, заканчивая жизненный цикл, слущиваются с поверхности эпителия)	• Покрывает снаружи роговицу, конъюнктивы, выстилает ротовую полость (частично), глотку, пищевод, влагалище, часть мочеиспускательного канала
2. Переходный	• Состоит из трех слоев клеток различного типа (базальный, промежуточный, поверхностный); • форма клеток и толщина эпителиального пласта зависят от степени растяжения органа	• Выстилает мочевыводящие пути — лоханки почек, мочеточники, мочевой пузырь

3) клетки на базальной мембране располагаются пластами (пласты состоят из плотно расположенных клеток с четко выраженными границами);

4) преобладание клеток над межклеточным веществом (между клетками практически нет или выявляется незначительный объем межклеточного вещества);

5) полярность клеток — в клетке отчетливо различаются базальная (внутренняя), прилегающая к базальной мембране, и апикальная (наружная) части (полюсы), которые отличаются по составу органелл и включений;

6) отсутствие кровеносных и лимфатических сосудов (сосуды не внедряются в толщу эпителия, питание осуществляется путем диффузии веществ через базальную мембрану из соединительной ткани);

7) наличие органелл специального назначения (в частности, на апикальной поверхности многих эпителиоцитов могут находиться микроворсинки и реснички);

8) высокая способность клеток к регенерации.

Базальная мембрана состоит из белка коллагена и аморфного вещества, образованного углеводно-белково-липидным комплексом. Эти компоненты вырабатываются эпителием и соединительной тканью. Кроме барьерной функции (отделение эпителиальных клеток от соединительной ткани) базальная мембрана выполняет трофическую функцию — обеспечивает диффузию питательных веществ и продуктов метаболизма из подлежащей соединительной ткани и обратно. Это имеет существенное значение в связи с отсутствием в эпителии кровеносных сосудов. Базальная мембрана прочно сцепляется с подлежащей соединительной тканью и придает эпителиям дополнительную механическую прочность.

Имеются различные классификации эпителиальных тканей. В частности, выделяют покровный и железистый эпителии. Кроме того, существует морфологическая, функциональная, топографическая и генетическая классификации. Наиболее распространенной является *морфологическая классификация* (табл. 1.1, рис. 1.1), где главным образом учитывается отношение клеток к базальной мембране и их форма. Согласно данной классификации, выделяют две основные группы эпителиев — *однослойные* и *многослойные*. В однослойных эпителиях все клетки располагаются на базальной мембране, а в многослойных с ней непосредственно связан только один нижний слой клеток. В зависимости от формы клеток эпителии также делятся на несколько разновидностей.

Покровные эпителии отделяют внешнюю и внутреннюю среды организма. Многие из них постоянно испытывают влияние агрессивной внешней среды, значительные механические повреждения. Это сопровождается постоянной гибелью эпителиальных клеток и их восстановлением. Эпителии, выполняющие преимущественно защитную функцию (обладающие устойчивостью к действию механических, химических и биологических факторов) обычно имеют значительную толщину и являются многослойными. В тех участках, где на ткань воздействуют резкие механические нагрузки и защитная функция должна быть выражена в наибольшей степени, многослойный эпителий *ороговеет*. Чем выше нагрузки, тем толще эпителий и его ороговение становится более значительным. Для защиты эпителия от микробов, частиц пыли или действия среды служит выделение на его поверхность постоянно обновляемого слоя слизи, ослабляющей или нейтрализующей действие негативного фактора.

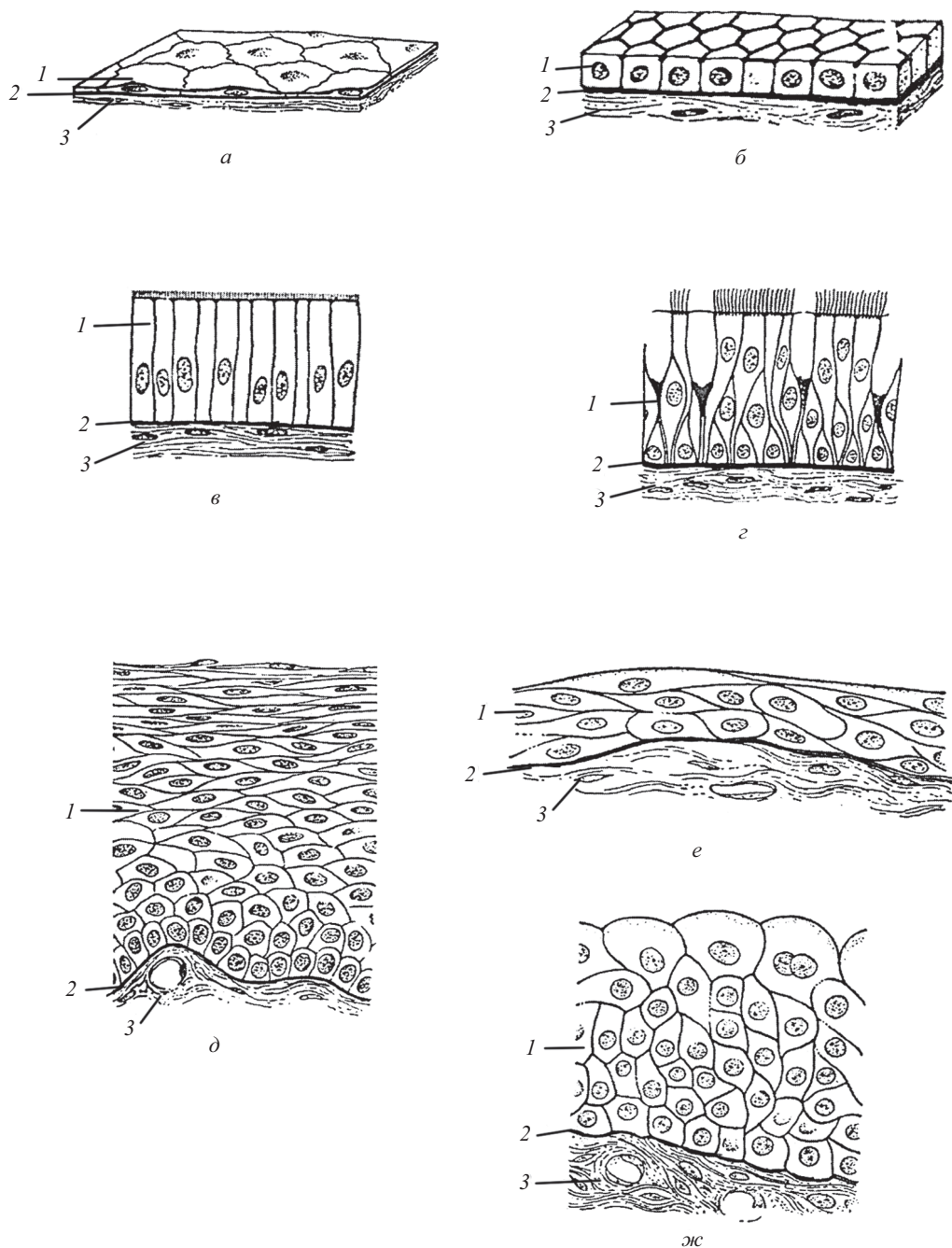


Рис. 1.1. Эпителиальные ткани:

a — однослойный плоский; *б* — однослойный кубический; *в* — однослойный цилиндрический каемчатый; *г* — однослойный многоядный мерцательный; *д* — многослойный плоский неороговеваяющий; *е* — многослойный переходный в растянутом состоянии; *ж* — многослойный переходный в обычном состоянии;

1 — эпителиальные клетки; 2 — базальная мембрана; 3 — рыхлая соединительная ткань

Эпителии, обеспечивающие функцию активного всасывания, как правило, однослойные. В тех случаях, когда деятельность эпителиев связана с процессами диффузии веществ, они обычно однослойные плоские. Наличие ресничек, или микроворсинок (образующих щеточную каемку) на апикальной части клеток связано с функциями транспорта на поверхности эпителия или всасывания соответственно.

1.2.1. Железистые эпителии

Железистые эпителии состоят из железистых клеток (*гландулоцитов*), расположенных на базальной мембране. Их основной функцией является образование и выделение специфических продуктов — секретов. Периодические изменения, происходящие в железистой клетке, связанные с образованием, накоплением, выделением секрета и восстановлением ее для дальнейшей секреции, называются *секреторным циклом*.

Среди железистых эпителиев выделяют эпителии, клетки которых выводят свой секрет в полости ряда внутренних органов или на поверхность кожи и слизистых оболочек (*внешняя, или экзокринная секреция*). Также выделяются эпителии, клетки которых выводят свой секрет в межклеточное вещество тканей внутренней среды (*внутренняя, или эндокринная секреция*).

Существуют различные классификации желёз. В частности, железы могут быть *одноклеточными* или *многоклеточными* (в зависимости от количества клеток, формирующих железу). По химическому составу выделяемого секрета железы делят на *белковые, серозные, слизистые, смешанные (белково-слизистые)* и *сальные*. По способу выведения секрета из железы и строению выделяют *экзокринные* (имеют выводной проток) и *эндокринные* железы (не имеют выводных протоков, выделяют свои секреты в кровь).

Железистые эпителии образуют различные по строению и функциям железы организма. Гландулоциты могут встраиваться в пласты клеток покровного эпителия или располагаться отдельно, формируя железы. Железы, в свою очередь, могут быть встроены в структуру других органов (например, железы желудка, кишечника и т.п.) или формировать самостоятельные органы (печень, поджелудочная железа).

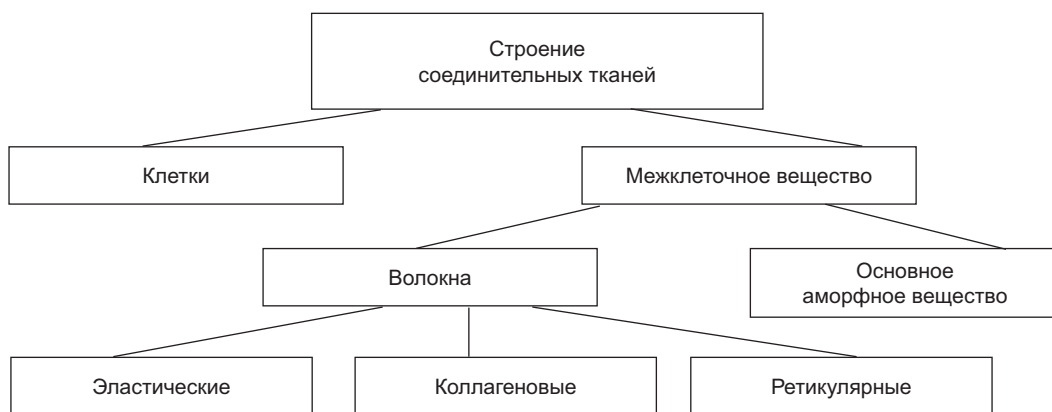
1.3. Соединительные ткани (ткани внутренней среды организма)

1.3.1. Общая характеристика соединительных тканей

В данную группу объединяются ткани, различные по строению и выполняемым функциям, но обладающие рядом общих свойств. Общей функцией всех соединительных тканей является поддержание внутренней среды организма (гомеостатическая).

Можно выделить следующие структурно-функциональные особенности соединительных тканей:

- 1) внутреннее расположение в организме;
- 2) преобладание межклеточного вещества над клетками;
- 3) многообразие клеточных форм;
- 4) общий источник происхождения;
- 5) хорошая регенеративная способность.



Функциональные особенности разных соединительных тканей тесным образом связаны с их строением. Они отражаются на форме клеток, структуре межклеточного вещества, на соотношении клеточных и механических элементов, из которых первые хорошо развиты в тканях трофического значения — крови и лимфе, вторые — в тканях с механической функцией (хрящевой, костной).

Функциями соединительных тканей являются, в частности, следующие:

- 1) трофическая (обеспечение других тканей питательными веществами);
- 2) опорная (формирование стромы и капсул органов; входит в состав органов, выполняющих роль опорных и защитных структур — сухожилий, связок, хрящей, костей);
- 3) защитная (механическая, неспецифическая и специфическая иммунологическая);
- 4) регуляторная (влияние на деятельность других тканей за счет биологически активных веществ и контактных взаимодействий);
- 5) пластическая и др.

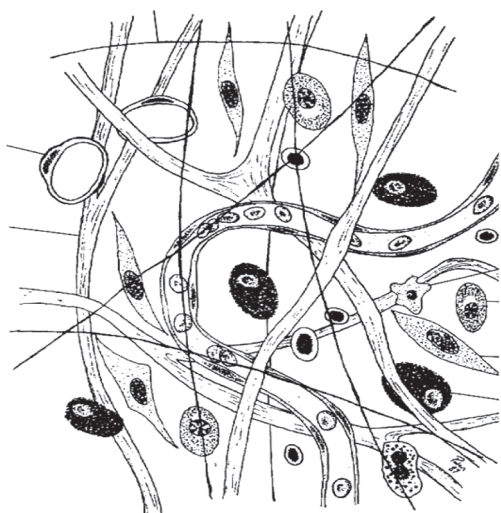
Классификация соединительных тканей:

1. Кровь и лимфа.
2. Собственно соединительные ткани:
 - 1) Волокнистые соединительные ткани:
 - А. Рыхлая волокнистая соединительная ткань.
 - Б. Плотные волокнистые соединительные ткани:
 - а) оформленная;
 - б) неоформленная.
 - 2) Соединительные ткани со специальными свойствами:
 - А. Жировая.
 - Б. Ретикулярная.
 - В. Слизистая.
3. Скелетные ткани:
 - 1) Хрящевая ткань:
 - А. Гиалиновый хрящ.
 - Б. Эластический хрящ.
 - В. Волокнистый хрящ.
 - 2) Костная ткань:
 - А. Грубоволокнистая.
 - Б. Пластинчатая.

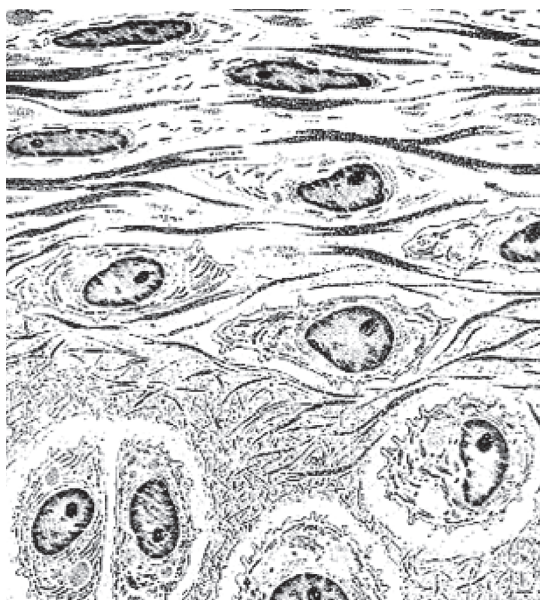
1.3.2. Собственно соединительная ткань

В организме эта ткань занимает значительный объем. Она сопровождает кровеносные сосуды вплоть до капилляров, всегда подстилает эпителиальную ткань, заполняет промежутки между органами и тканями в органах. Является средой, через которую происходит обмен веществ внутри организма. Вместе с кровью составляет единую систему трофического и защитного значения. В оболочках органов эта ткань приобретает механическую функцию.

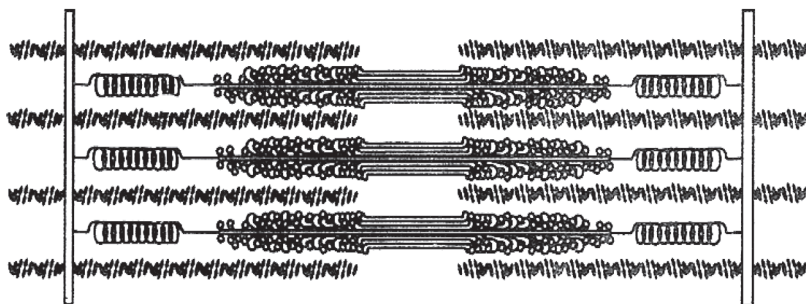
Волокнистые соединительные ткани. Эти ткани являются наиболее распространенными в организме, и особенно *рыхлая волокнистая соединительная ткань* (рис. 1.2, *а*). Она является типичным представителем собственно соединительных тканей. Название ткани связано с тем, что ее клетки и волокна располагаются рых-



а



б



в

Рис. 1.2. Строение соединительных тканей
(*а* — рыхлая соединительная ткань, *б* — хрящевая ткань)
и поперечнополосатой мышечной ткани (*в* — участок миофибриллы)

ло, а преобладающим компонентом является аморфное вещество. Клеточный состав ткани непостоянен. Это связано, в частности, с непрерывным развитием клеток, изменением количества клеток в очагах воспаления. Рыхлая соединительная ткань обнаруживается во всех органах, так как она сопровождает кровеносные и лимфатические сосуды, образует строму многих органов. Она выполняет все функции, свойственные соединительным тканям, связывая их между собой, способствуя поддержанию гомеостаза.

Эту ткань отличает многообразие клеточных форм. Наибольшей по численности популяцией клеток являются *фибробласты*. Их функции заключаются в образовании межклеточного вещества путем синтеза и выделения в межклеточную среду белков коллагена и эластина, а также *гликозаминогликанов* (из них в дальнейшем происходит образование различных типов волокон и аморфного вещества). Вторыми по численности клетками данной ткани являются *макрофаги (гистиоциты)*. Эти клетки осуществляют защитную функцию — посредством фагоцитоза крупных частиц, участвуя в различных иммунных реакциях. Макрофаги также синтезируют и выделяют в межклеточную среду около ста различных биологически активных веществ.

Рыхлая соединительная ткань содержит все компоненты межклеточного вещества — основное (аморфное) и волокна. Аморфное вещество состоит, в частности, из белков и углеводов, воды, неорганических ионов. Белки представлены в основном коллагеном, а также альбуминами и глобулинами. Углеводы представлены в основном гликозаминогликанами — гиалуроновой кислотой, хондроитинсульфатом, гепарином и др. Углеводные компоненты удерживают воду. В зависимости от содержания воды, присутствия определенных типов гликозаминогликанов ткань может быть более или менее плотной. Аморфное вещество обеспечивает транспорт веществ из крови клетками и обратно, в том числе транспорт из соединительной ткани в эпителиальную. Оно образуется в основном за счет деятельности фибробластов, а также плазмы крови.

Волокнистые ткани содержат все типы волокон — коллагеновые, эластические и ретикулярные. Их соотношение может быть различно. Так, в рыхлой волокнистой соединительной ткани преобладают *коллагеновые волокна*. Эти волокна имеют различную толщину (от 1–3 до 10 мкм и более), отличаются высокой прочностью и растяжимостью. Они придают высокие механические свойства соединительной ткани, обеспечивают взаимодействие между клетками и межклеточным веществом и др. В их состав входят белок коллаген и углеводный компонент. *Эластические волокна* характеризуются высокой эластичностью (способностью растягиваться и сокращаться), но невысокой прочностью. Они тоньше коллагеновых (0,2–10 мкм), в отличие от них ветвятся и не образуют пучки, содержат белок эластин. Такие волокна находятся прежде всего в тех органах, которые постоянно изменяют объем — в легких, сосудах. *Ретикулярные волокна* имеют небольшую толщину (0,1–2 мкм). Разветвляясь, они образуют мелкопетлистые сети, в связи с чем и получили свое название. По своему составу эти волокна близки к коллагеновым — состоят из коллагена и углеводного компонента (в ретикулярных волокнах этот компонент выражен в большей степени). По своим физическим свойствам они занимают промежуточное положение между коллагеновыми и эластическими волокнами. Основная функция ретикулярных волокон — опорная. Кроме рыхлой соединительной ткани они так-

же встречаются в других разновидностях соединительной ткани. Больше всего они представлены в кроветворных органах, составляя их строуму.

Плотная соединительная ткань имеет механическое значение. Преобладающим элементом в ней является межклеточное вещество. Оно отличается высоким содержанием волокон (преимущественно коллагеновых) и малым содержанием основного аморфного вещества. Плотная соединительная ткань входит в состав сухожилий и связок. Коллагеновые волокна в сухожилиях располагаются правильными параллельными пучками, что обеспечивает их прочность на разрыв. Эластические волокна, входящие в состав связок, пучкового расположения не имеют.

Ткани со специальными свойствами. Эти ткани выполняют ряд специализированных функций и характеризуются строго определенной топографией (за исключением широко распространенной в организме жировой ткани). Их клетки способны вырабатывать межклеточное вещество, содержащее волокна. Ряд клеток, численно преобладающих в отдельных видах этих тканей (например, жировые и пигментные клетки), в умеренных количествах могут встречаться и в рыхлой соединительной ткани.

Ретикулярная ткань состоит из ретикулярных клеток и ретикулярных волокон. Образует строуму большинства кроветворных органов. Она выполняет опорную функцию, а также участвует в кроветворении. Ее клетки способны накапливать твердые частицы, могут превращаться в клетки, захватывающие из внутренней среды организма вредные вещества (подобно гистиоцитам рыхлой соединительной ткани).

Жировую ткань делят на белую и бурую. Белая жировая ткань распространена в различных частях тела, во внутренних органах и имеет неодинаковую возрастную и индивидуальную выраженность. Она выполняет функцию теплозащиты, механической защиты некоторых органов, является депо воды, жирорастворимых витаминов. Бурая жировая ткань встречается только у новорожденных детей в определенных местах. Ее основная функция заключается в теплообразовании.

Слизистая соединительная ткань встречается только в эмбриональном периоде (в том числе в составе пупочного канатика). Состоит в основном из межклеточного вещества.

Пигментная соединительная ткань сходна с рыхлой соединительной тканью, но содержит большее количество пигментных клеток, имеет большое количество кровеносных сосудов. Эта ткань расположена в радужке, сосудистой оболочке глаза.

1.3.3. Скелетные ткани

В эту группу входят скелетные и хрящевые ткани. Они объединены общей опорной функцией, источником происхождения и сходством строения. Эти ткани образованы клетками и преобладающим по объему межклеточным веществом, имеющим значительную механическую прочность.

Хрящевые ткани. На долю этих тканей у взрослого человека приходится около 2 % массы. Благодаря плотности промежуточного вещества (см. рис. 1.2, б) они достигают большой прочности. Кроме того, обладают и эластичностью. Это обеспечивает более тесное соприкосновение друг с другом костей, концы которых покрыты хрящом. Через плотное межклеточное вещество хрящевой ткани не проникают ни клеточные элементы соединительной ткани, ни кровеносные сосуды и нервы, поэто-

му питание хряща осуществляется диффузно через надхрящницу. Кроме этого надхрящница обеспечивает защиту и регенерацию хрящевой ткани при ее повреждении. Специфические особенности хрящевых тканей связаны со свойствами аморфного вещества, которое состоит из протеинов (белковых структур) и углеводов, образующих прочное соединение — *хондромукоид*. В его составе обнаруживается типичная для хрящевой ткани хондроитинсерная кислота. Также здесь содержится значительное количество минеральных веществ. В зависимости от строения межклеточного вещества хрящевые ткани подразделяются на гиалиновую, эластическую и волокнистую.

Гиалиновая хрящевая ткань широко распространена в организме. Образует хрящи носа, трахеи, крупных бронхов, вентральные концы ребер, покрывает суставные поверхности, образует скелет плода. Хрящевые клетки располагаются в особых полосках межклеточного вещества — изогенных группах (могут содержать до 8–12 клеток). Большую долю межклеточного вещества составляет аморфное вещество, меньшую — коллагеновые волокна. Гиалиновый хрящ тверд, упруг и прозрачен. С возрастом в нем откладываются известковые соли, хрящ становится более хрупким и ломким.

Эластическая хрящевая ткань характеризуется наличием в межклеточном веществе как коллагеновых, так и эластических волокон. Содержание аморфного вещества невелико. Образует хрящи ушной раковины, наружного слухового прохода евстахиевой трубы, некоторые хрящи гортани и др. В отличие от гиалиновой менее прозрачна, имеет желтоватый цвет. Не подвергается обызвествлению, однако эластичность в пожилом возрасте также снижается.

Волокнистая хрящевая ткань характеризуется содержанием мощных пучков из параллельно расположенных коллагеновых волокон. Обладает в связи с этим большой механической прочностью. В организме встречается в ограниченных местах: составляет часть межпозвоночных дисков, межсуставных дисков и менисков, локализуется в местах прикрепления связок и сухожилий к гиалиновым хрящам.

Костные ткани. Состоят из клеток и межклеточного вещества, в котором содержится большое количество минеральных солей, главным образом фосфат кальция. Минеральные вещества составляют около 70 % костной ткани (придают ей высокую прочность), органические — 30 % (обеспечивают эластичность). Межклеточное вещество состоит из основного (аморфного) вещества и коллагеновых волокон. Среди минеральных веществ преобладают фосфорнокислые соли кальция. Они откладываются как в аморфном веществе, так и в волокнах. Обеспечивая прочность костей, соли кальция являются также одновременно депо кальция и фосфора в организме.

Функции костных тканей:

- 1) опорная;
- 2) механическая;
- 3) защитная (механическая защита);
- 4) участие в минеральном обмене.

На основе расположения коллагеновых волокон костные ткани делятся на две разновидности: грубоволокнистую костную ткань и пластинчатую костную ткань. *Грубоволокнистая костная ткань* характеризуется неупорядоченным расположением коллагеновых волокон. Пучки волокон толстые, извилистые. Такая ткань образу-

ет кости в пренатальном и раннем постнатальном периодах. У взрослого человека она сохраняется лишь на месте прикрепления сухожилий к кости, в зарастающих швах черепа, а также в составе тканевого регенерата на месте переломов костей.

Пластинчатая костная ткань — наиболее распространенная разновидность костной ткани во взрослом организме. Она состоит из костных пластинок, каждая из которых содержит параллельно расположенные тонкие коллагеновые волокна. Волокна соседних пластинок лежат под прямым углом друг к другу, что способствует равномерному распределению действующих на них нагрузок. Между пластинками располагаются клетки костной ткани.

Пластинчатая костная ткань образует компактное и губчатое вещество кости. В *компактном веществе* костные пластинки располагаются в определенном порядке, образуя *остеоны* — структурные единицы кости. Они состоят из 5–20 цилиндрических пластинок, вставленных одна в другую. *Губчатое вещество* находится под компактным и образует балки (перекладки), которые располагаются в различных направлениях. Эти направления соответствуют направлению линий сжатия и растяжения костной ткани, что способствует повышению прочности кости.

На развитие костной ткани и ее состояние влияет ряд факторов, в частности социальные (питание и др.), а также факторы окружающей среды. Недостаток в пище витаминов А, С, D приводит к нарушению синтеза коллагеновых волокон и к распаду уже существующих, что проявляется хрупкостью и усиленной ломкостью костей. Недостаточное образование витамина D в коже приводит к нарушению минерализации костной ткани и сопровождается недостаточной прочностью костей, их гибкостью (например, при рахите). Избыточное содержание витамина А способствует резорбции (разрушению) костей. На состояние костной ткани оказывают влияние уровень половых гормонов, баланс гормонов щитовидной и паращитовидной желёз (кальцитонина и паратгормона). С возрастом происходит снижение органических и увеличение неорганических компонентов костной ткани, что приводит к повышению ломкости костей.

1.4. Мышечные ткани

Мышечные ткани представляют собой группу тканей различного происхождения и строения, объединенных на основании общего признака — выраженной сократительной способности. Благодаря этому они могут выполнять свою основную функцию — перемещать тело или его части в пространстве. Они приводят в движение рычаги скелета, обеспечивают ритмическую деятельность миокарда и циркуляцию крови в сосудах, активно участвуют в регуляции перистальтики, работе сфинктеров, поддерживают тонус полых внутренних органов.

Любая разновидность мышечной ткани помимо сократительных элементов (мышечных клеток и мышечных волокон) включает в себя клеточные элементы и волокна рыхлой волокнистой соединительной ткани и сосуды, которые обеспечивают трофику. Мышечная ткань подразделяется по строению на *поперечнополосатую* (исчерченную) и *гладкую* (неисчерченную). Поперечнополосатая мышечная ткань подразделяется на скелетную и сердечную мышечные ткани. Сердечная мышечная ткань, в свою очередь, — на типическую и атипическую мышечные ткани. В анатомическом смысле гладкомышечная ткань не образует мышцы (как органы).

Поперечнополосатые мышечные ткани. Структурно-функциональная единица этой ткани — *мышечное волокно*, являющееся комплексным образованием. В состав мышечного волокна входят сократительные элементы *миофибриллы*, которые объединяются в пучки. По своему строению миофибриллы неоднородны, в их состав входят волокна, состоящие из белка *актина* и *миозина*: *актиновые* (тонкие) и *миозиновые* (толстые) *миофиламенты* (см. рис. 1.2, в). Вследствие их особого упорядоченного взаиморасположения мышечные волокна обладают поперечной исчерченностью (под микроскопом видно, что они располагаются в виде чередующихся светлых и темных полос). Процесс сокращения осуществляется при взаимодействии актиновых и миозиновых миофиламентов. К этой группе относят скелетную и сердечную мышечные ткани.

Скелетная мышечная ткань по своей массе превышает любую другую ткань организма и является самой распространенной мышечной тканью. Структурно-функциональной единицей данной ткани является мышечное волокно. Всего в скелетных мышцах человека содержится порядка 300 миллионов мышечных волокон. Мышечные элементы вместе с соединительнотканными элементами формируют орган — скелетную мышцу. Мышечные волокна образуют в мышцах пучки. Диаметр волокон обуславливается их принадлежностью к определенной мышце, полом, возрастом, состоянием питания, уровнем физической нагрузки. От расположения в мышце волокон зависит диапазон движений, необходимых для различных двигательных функций. Скелетные мышцы находятся под контролем соматической нервной системы, сокращаются произвольно и быстро.

Структурно-функциональной единицей *сердечной мышечной ткани* являются *кардиомиоциты*. По строению и функциям они подразделяются на две основные группы:

- 1) *типические* (или *сократительные*) *кардиомиоциты*, образующие своей совокупностью миокард;
- 2) *атипические кардиомиоциты*, составляющие проводящую систему сердца.

Сократительные кардиомиоциты соединяются встык друг с другом с помощью вставочных дисков. При этом формируется длинная цепочка клеток, напоминающих мышечное волокно, — так называемые *функциональные мышечные волокна*. Атипические кардиомиоциты имеют более упрощенную структуру, обладают слабой сократимостью, обильно иннервированы. Они обеспечивают генерирование биопотенциалов, их проведение и передачу на сократительные кардиомиоциты. Атипические кардиомиоциты входят в состав *проводящей системы сердца*. Характер сокращения сердечной мышечной ткани — ритмический произвольный, иннервация идет из вегетативной нервной системы.

Гладкая мышечная ткань. Эта ткань локализуется в стенках полых органов (желудка, кишечника, дыхательных путей, органов мочеполовой системы), кровеносных сосудов. Структурно-функциональной единицей является *миоцит* — клетка, как правило, веретенообразной формы, окруженная базальной мембраной. Базальная пластинка состоит из коллагеновых, ретикулярных и эластических волокон, а также аморфного вещества, которое является продуктом синтеза самих миоцитов. Таким образом, миоцит обладает не только сократительной, а также секреторной функцией, особенно на стадии дифференцировки. Компоненты базаль-

ных пластин соседних миоцитов соединяются друг с другом, объединяя отдельные клетки в функциональные мышечные волокна и сети (*функциональные синтиции*). Кроме механической связи между миоцитами имеется также функциональная связь, которая обеспечивается щелевидными контактами в местах тесного соприкосновения миоцитов. Благодаря механическим и функциональным контактам обеспечивается содружественное сокращение большого числа миоцитов. Группы мышечных волокон и окружающая их волокнистая соединительная ткань формируют пучки. Их совокупность образует мышцу.

Гладкая мышечная ткань находится под контролем вегетативной нервной системы, сокращается непроизвольно, постепенно и способна долго находиться в состоянии сокращения (потребляя при этом небольшое количество энергии, долго не утомляясь). Такой тип сократительной деятельности называется *тоническим*. Это обеспечивает поддержание тонуса полых внутренних органов и сосудов.

1.5. Нервная ткань

Нервная ткань является основой органов нервной системы. Она имеет следующие структурно-функциональные особенности:

1) состоит из двух основных типов нервных клеток — *нейронов* и *глиоцитов* (клеток *нейроглии*);

2) межклеточное вещество отсутствует;

3) не подразделяется на морфологические подгруппы.

Функциями нервной ткани являются:

1) восприятие различных раздражений и преобразование (трансформация) их в нервные импульсы;

2) проведение нервных импульсов, их обработка и передача на рабочие органы. Перечисленные функции выполняют нейроны — функционально ведущие структурные компоненты нервной ткани. Клетки нейроглии способствуют выполнению перечисленных функций.

В нейронах выделяют *клеточное тело* и *отростки* (рис. 1.3), обеспечивающие проведение нервных импульсов.

1. *Аксон* (нейрит), проводящий импульсы от клеточного тела на другие нервные клетки или рабочие органы. Это длинный, маловетвящийся отросток (может давать по своему ходу единичные боковые ответвления). Длина аксона может быть очень значительной (десятки сантиметров).

2. *Дендриты*, проводящие импульсы к клеточному телу. Они, как правило, короче аксона, интенсивно

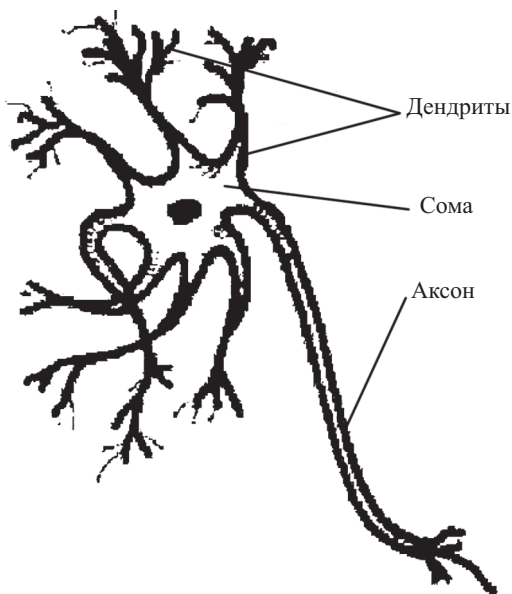


Рис. 1.3. Общая схема строения нейрона

ветвятся. Дендриты образуют рецепторную поверхность, воспринимают сигналы, приходящие к нервной клетке. Также они получают сигналы от других нейронов через межнейронные контакты (синапсы), расположенные на них в области особых цитоплазматических выпячиваний — *дендритных шипиков*.

В любой клетке имеется только один аксон, дендрит может быть один или более. В зависимости от количества отростков нейроны делятся на несколько типов:

- 1) *униполярные* — с одним отростком (аксоном);
- 2) *псевдоуниполярные* — с одним коротким отростком (аксоном), который делится затем на центральную и периферическую часть;
- 3) *биполярные* — с двумя отростками (аксоном и дендритом);
- 4) *мультиполярные* — более двух отростков (один — аксон, остальные — дендриты).

По функциям нейроны подразделяются на:

- 1) *афферентные* (чувствительные) — воспринимают информацию и передают ее в нервные центры; типичными примерами являются псевдоуниполярные и биполярные нейроны спинномозговых и черепно-мозговых узлов;
- 2) *эфферентные* (двигательные, секреторные) — передают сигналы на рабочие органы (мышцы или секреторные клетки); чаще двигательные нейроны являются униполярными;
- 3) *ассоциативные* (вставочные) — осуществляют связи между нейронами; являются мультиполярными, самыми многочисленными.

Биохимическая классификация нейронов основана на химических особенностях *нейромедиаторов*, используемых нейронами в синаптической передаче нервных импульсов. На основе этого признака выделяют различные группы нейронов: *холинергические* (медиатор — ацетилхолин), *адренергические* (медиатор — норадреналин) и др.

Клетки нейроглии по своему строению также являются отростчатыми, они неодинаковы по величине, форме и количеству отростков. Являясь вспомогательными, они выполняют следующие функции:

- 1) опорную (глиоциты образуют длинные тонкие волокна, формируют каркас);
- 2) трофическую;
- 3) разграничительную;
- 4) секреторную;
- 5) защитную (фагоцитарная, иммунная и репаративная) и др.

Клетки нейроглии в зависимости от размеров и происхождения подразделяются на *макроглию* и *микроглию*, с которой связаны защитные функции (в том числе иммунные). Глиоциты взрослого, в отличие от нейронов, способны к делению. В поврежденных участках мозга они размножаются, заполняя дефекты.

Отростки нейронов и клетки нейроглии образуют *нервные волокна*. Они обеспечивают проведение нервного импульса. Отростки нервных волокон в составе нервного волокна называются *осевыми цилиндрами*, клетки нейроглии — *шванновскими клетками*. На основании морфофункциональных особенностей различают *миелиновые* (мякотные) и *безмиелиновые* (безмякотные) волокна. *Миелин*, входящий в состав оболочки миелиновых волокон, представляет собой комплекс липидов (холестерина, фосфолипидов, гликолипидов) и белков с преобладанием содержания липидов. Миелиновая оболочка способствует электроизоляции нерв-

ного волокна. Нервный импульс проводится по такому волокну быстрее, чем по лишенному миелина. Миелин покрывает не все волокно, в нем имеются промежутки (*перехваты Ранвье*) — это способствует быстрому проведению импульса. Миелинизация нервных волокон начинается во внутриутробном периоде. Нарушение образования миелиновых оболочек является причиной многих серьезных заболеваний нервной системы. Миелин чувствителен к различным неблагоприятным факторам (инфекции, повышенная температура и др.), действие которых может вызвать его распад. Это, в свою очередь, приводит к нарушению проведения нервных импульсов.

Скопления нервных волокон в центральной нервной системе (ЦНС) называют *нервными путями*. Они осуществляют проводящую функцию и образуют там *белое вещество* (по цвету миелиновой оболочки). В периферической нервной системе белое вещество представлено *нервами*. Нервы представляют собой скопления длинных отростков нейронов, покрытые общей (соединительнотканной) оболочкой. В нервной системе выделяют также *серое* (более темное) вещество, образованное, в основном, телами нейронов. Плотные скопления тел нейронов в периферической нервной системе образуют *нервные узлы (ганглии)* и *ядра* в ЦНС. В ЦНС серое вещество образует также *кору* — в этом случае оно располагается слоями на поверхности белого.

1.6. Регенерация тканей

Одним из основополагающих свойств всего живого является способность к самообновлению — регенерации. Она непрерывно происходит во всех живых организмах, обеспечивая замещение старых элементов организма, образование новых клеток, их частей, неклеточных структур.

Регенерация ткани — процесс, обеспечивающий обновление ткани в ходе ее нормальной жизнедеятельности или восстановление после повреждения. Она является важнейшей защитно-приспособительной реакцией тканей. Различают *физиологическую* и *репаративную формы регенерации*. Под физиологической регенерацией подразумевается восстановление клеток после их естественной гибели (например, кроветворение, регенерация эпителия). Под репаративной — восстановление тканей и органов после их повреждения (травм, воспалений, хирургических вмешательств и т.д.).

Выделяют различные уровни регенерации — *внутриклеточный, тканевой, органный* и др. Процесс регенерации развивается в клетках, органах и системах путем прямого и косвенного деления клеток, а также размножения сохранившихся клеточных структур. Регенерация может быть полной и неполной. Регенерация называется *полной*, когда восстановленная ткань по строению и функции соответствует утраченной. *Неполная регенерация* подразумевает замещение поврежденного участка соединительной тканью и образование рубца.

Внутренние органы человека обладают хорошей регенеративной способностью. Так, поврежденная паренхима печени восстанавливается в течение 4–5 недель. Клетки мышцы сердца не способны к прямому делению, восстановление функции органа происходит исключительно за счет увеличения массы клеток (гипертрофии). Соединительные ткани хорошо восстанавливаются в условиях физиологической нормы и

при повреждениях. Костная ткань восстанавливается путем размножения клеток в области перелома и образования костной мозоли.

Отмечается невозможность деления зрелых нейронов на клеточном уровне. На внутриклеточном же уровне их отличает высокая регенеративная способность. Так, непрерывно происходят замещение старых структур, синтез ферментов и др.

Высокая регенеративная способность клеток присуща эпителию кожи и слизистых оболочек, костному мозгу. Это связано с тем, что эпителиальные ткани образованы лабильными клеточными популяциями. Как репаративная, так и физиологическая регенерация в них осуществляется благодаря стволовым и другим малодифференцированным клеткам. Способность к регенерации эпителиев различна, зависит от их происхождения и локализации в организме. Так, эпителии почек регенерируют относительно слабо; эпителий кишечника регенерирует быстро — восстанавливается в течение нескольких суток; обновление роговых чешуек эпидермиса происходит каждые 3–4 недели.

Важное значение в регенерации имеет общее состояние организма. Гиповитаминоз, общее истощение, нарушение иннервации, возраст существенно влияют на скорость регенеративных процессов. Факторами, регулирующими регенерацию, в частности, являются гормоны, кейлоны, простагландины и др.

1.7. Общие свойства возбудимых тканей

Среди описанных выше тканей выделяют возбудимые ткани, к которым относятся нервная, мышечная и железистая. *Возбудимые ткани* — это такие ткани, у которых ответ на действие раздражителей проявляется быстро и этот эффект можно измерить. Они обладают рядом общих свойств: возбудимостью, проводимостью, лабильностью.

Возбудимость — это способность ткани приходить в деятельное состояние под влиянием раздражителя. Возбудимость обратно пропорциональна силе раздражителя, т.е. чем меньшую силу необходимо затратить для возникновения ответной реакции, тем выше возбудимость. Следовательно, мерой возбудимости является та минимальная сила, которая вызывает возбуждение. Наиболее возбудимой является нервная ткань. Возбудимость может изменяться в зависимости от условий. Так, снижение поступления кислорода уменьшает возбудимость нервной системы, а кофеин — повышает. Изменяют возбудимость некоторые яды и лекарственные вещества.

Проводимость — способность ткани передавать возбуждение внутри клетки и от одной клетки к другой. Возникновение возбуждения и распространение его связано с изменением электрического заряда живой ткани, т.е. биоэлектрическими явлениями.

Проведение возбуждения в нервной ткани имеет свои особенности. Передача возбуждения от одной клетки к другой осуществляется через синапсы. *Синапс* — это область контакта нервных клеток друг с другом и отростков нейронов с иннервирующими тканями. По характеру ткани, с которой образуется контакт, различают синапсы: нервно-мышечные, нервно-железистые. Так как с помощью синапсов осуществляется связь между отдельными нейронами, то в зависимости от их места расположения на клетках выделяют аксо-аксональные, аксосоматические, аксодендритические синапсы. Количество синапсов на теле одного нейрона достигает 100 и больше, а на дендритах одного нейрона — несколько тысяч. Кроме того, по принципу действия они могут быть электрическими и химическими. У человека обычно встре-

чаются химические синапсы, которые имеют сложное строение (рис. 1.4).

Синапс образован двумя мембранами — пресинаптической и постсинаптической, между ними — синаптическая щель, толщина которой не более 20 нм. Пресинаптическая часть синапса находится на нервном окончании. Нервные окончания в центральной нервной системе имеют вид пуговок, колечек или бляшек. Каждая синаптическая бляшка покрыта *пресинаптической мембраной*. *Постсинаптическая мембрана* находится на теле или отростках нейрона, к которому передается нервный импульс.

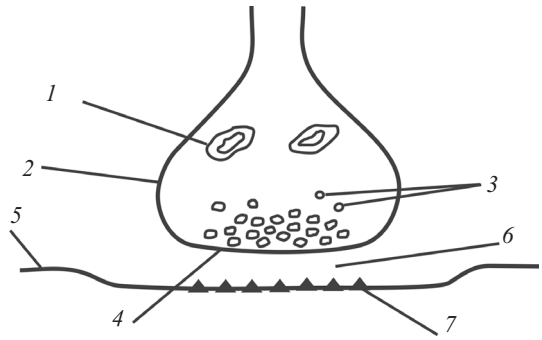


Рис. 1.4. Строение синапса:

1 — митохондрия; 2 — синаптическая бляшка; 3 — синаптические пузырьки с медиатором; 4 — пресинаптическая мембрана; 5 — постсинаптическая мембрана; 6 — синаптическая щель; 7 — рецепторы постсинаптической мембраны, контактирующие с медиатором

Передача закодированной в нервных импульсах информации с одного нейрона на другую клетку осуществляется с помощью *медиаторов* (от лат. *mediator* — посредник) — особых химических веществ, способных вызывать активное состояние постсинаптической мембраны других клеток. Медиатор располагается в синаптических пузырьках в пресинаптической части. При возбуждении нейрона медиаторы выходят в синаптическую щель, диффундируют к постсинаптической мембране, изменяя ее проницаемость к ионам (Na^+ или K^+) и вызывают возбуждение или торможение другой клетки. Передача возбуждения происходит только в одном направлении — от пресинаптической мембраны к постсинаптической мембране. К возбуждающим медиаторам относят ацетилхолин, адреналин или норадреналин. Существуют также особые нейроны, синаптические окончания которых выделяют тормозные медиаторы, вызывающие торможение соседствующего нейрона. К ним относятся гамма-аминомасляная кислота (ГАМ), глицин и другие. На каждой нервной клетке расположено множество возбуждающих и тормозящих синапсов, что создает условия для их взаимодействия и, в конечном счете, для различного характера ответа на пришедший импульс.

Число и размеры синапсов в процессе постнатального развития человека значительно увеличиваются. У взрослого человека число контактов одного нейрона может достигать 10 000. Число межнейронных связей находится в прямой зависимости от процессов обучения: чем интенсивнее идет обучение, тем больше синапсов образуется. Эффективность работы мозга зависит от его внутренней организации и богатства синаптических связей.

Функциональная подвижность (лабильность) — это способность ткани воспроизводить в единицу времени определенное число импульсов без трансформации (изменения). Показателем лабильности является время, в течение которого протекает вспышка тока действия. Чем больше времени требуется для его осуществления, тем ниже лабильность ткани. Самая высокая лабильность отмечается у нервной тка-

ни. Наиболее низкой лабильностью обладают мышечные ткани. Функциональное состояние ткани влияет на ее лабильность. Утомление и патологические процессы приводят к снижению лабильности нервной ткани, а систематические специальные тренировки — к ее повышению.

Биоэлектрические явления в тканях. Любая клетка, в том числе и нервная, может находиться в двух состояниях. Первое — это *покой*, связанный с таким уровнем обмена веществ клетки, который необходим для поддержания жизнедеятельности ее без специфических действий, т.е. состояние без действия раздражителей. Второе состояние — *активное*, проявляющееся в ответ на действие раздражителя. Оно может заканчиваться либо возбуждением, либо торможением. *Возбуждение* — это активный физиологический процесс, возникающий в ответ на действие раздражителя, сопровождающийся различными биофизическими и биохимическими изменениями в клетке и приводящий к возникновению функции или ее повышению. *Торможение* — это активный физиологический процесс, возникающий в ответ на действие раздражителя, сопровождающийся различными биофизическими и биохимическими изменениями в клетке и приводящий к ослаблению функции или ее прекращению.

Рассмотрим, что происходит на клеточных мембранах при этих состояниях. В покое ионов натрия снаружи клеточных мембран в 10 раз больше, а ионов калия больше внутри клеток в 40 раз. Неравномерное распределение ионов связано с работой «натрий-калиевых насосов», расположенных в мембране клеток. В состоянии покоя каналы для натрия закрыты, а для калия открыты и он свободно диффундирует наружу, унося с собой положительный заряд. Поэтому наружная мембрана заряжается положительно, а внутренняя отрицательно (за счет ионов хлора и других анионов). Таким образом создается *потенциал покоя*, или мембранный потенциал (МП), который равен — 60–90 мВ.

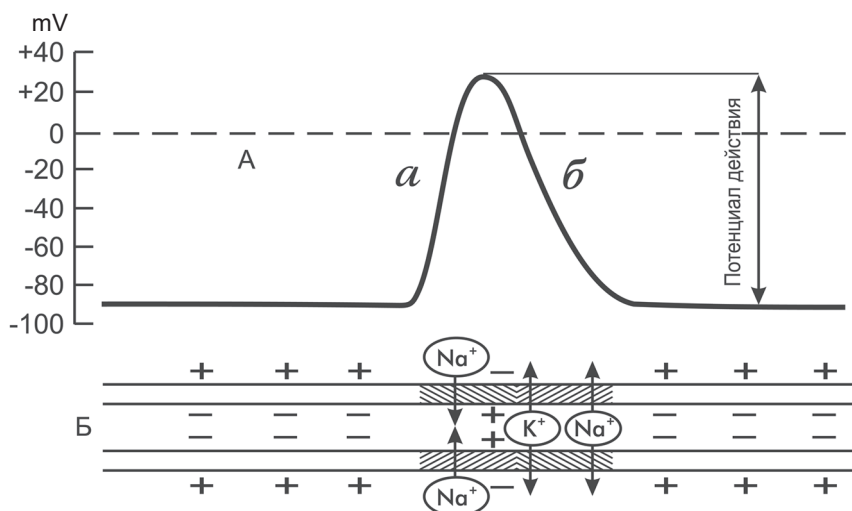


Рис. 1.5. Потенциал действия (А) и схема перемещения ионов в участке возбуждения (Б):

а — фаза деполяризации; *б* — фаза реполяризации

После действия раздражителя изменяется ионная проницаемость. Каналы для натрия открываются, и он быстро устремляется внутрь клетки (рис. 1.5). Происходит *деполяризация* (перезарядка мембраны), МП изменяется сначала до нуля, а потом возникает разность потенциалов противоположного знака. Внутренняя поверхность мембраны заряжается положительно, а наружная отрицательно. Когда деполяризация достигает критического уровня, возникает *потенциал действия* (ПД) — *импульс*.

Повышение проницаемости для натрия продолжается короткое время. Затем наступают восстановительные процессы: проницаемость мембран для натрия уменьшается, а для калия увеличивается. Происходит восстановление исходного потенциала (*фаза реполяризации*). Накопление натрия в клетке не происходит, так как имеются активные «натриевые насосы», которые перекачивают натрий наружу. Источником энергии для их работы служит АТФ (аденозинтрифосфорная кислота). Следовательно, неравномерное распределение ионов играет ведущую роль в процессах клеточного возбуждения.

Проведение возбуждения обусловлено тем, что ПД, возникающий в одном участке, становится раздражителем и вызывает возбуждение в соседних участках. В мякотных нервных волокнах возбуждение возникает только в перехватах Ранвье и распространяется быстро, скачкообразно от перехвата к перехвату. В безмякотных нервных волокнах возбуждение возникает на каждом участке волокна, по всей его длине. Скорость проведения возбуждения в мякотных волокнах достигает 120 м/с и более, а в безмякотных — 1–3 м/с. Передача возбуждения в синапсе зависит от медиатора. Возбуждающий медиатор увеличивает проницаемость постсинаптической мембраны для натрия. Это приводит к возникновению сначала возбуждающего потенциала, а потом и ПД. Тормозящий медиатор увеличивает проницаемость постсинаптической мембраны для калия и хлора. Это приводит к увеличению МП, т.е. происходит гиперполяризация и развивается торможение.

Раздражители и их классификация. *Раздражитель* — это определенный вид энергии, вызывающий переход ткани в активное состояние. По энергетической природе все раздражители подразделяются на: химические, механические, тепловые, холодовые, лучистые, электрические и др. По биологическому значению раздражители могут быть адекватные (к которым рецепторы специально приспособлены для восприятия этих раздражителей) и неадекватные (к которым рецепторы не приспособлены). Неадекватные раздражители могут вызвать активное состояние тканей, если они очень сильные, длительные. По месту расположения рецепторов выделяют внутренние раздражители (интерорецептивные), которые действуют на рецепторы, расположенные во внутренних органах, и внешние раздражители (экстерорецептивные), действующие на рецепторы расположенные на поверхности организма. По действию на рецепторы органов чувств они подразделяются на световые, звуковые, вкусовые, обонятельные и т.д. По силе все раздражители делят на:

- подпороговые — неспособные вызвать ответной реакции ткани;
- пороговые — минимальные по силе раздражители, способные вызвать первую ответную реакцию ткани (деполяризацию клеточной мембраны);
- надпороговые — вызывающие более значительные ответные изменения в ткани по сравнению с пороговыми раздражителями;
- максимальные — способные вызвать первый наибольший ответ ткани.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение ткани, приведите современную классификацию тканей.
2. Назовите структурно-функциональные особенности эпителиальных тканей.
3. Чем различаются многослойные и многорядные эпителии?
4. Приведите классификацию тканей внутренней среды организма. Какие особенности объединяют эти ткани?
5. Почему рыхлая соединительная ткань носит такое название, чем образовано межклеточное вещество этой ткани, каково его функциональное значение?
6. Какие функции характерны для волокнистых соединительных тканей?
7. Каковы особенности аморфного вещества различных видов хрящевой ткани?
8. На основании каких признаков костную ткань делят на пластинчатую и грубоволокнистую?
9. В чем отличия гладкой и поперечнополосатой мышечных тканей?
10. Что является основной функциональной особенностью для всех мышечных тканей?
11. Назовите структурные различия между дендритом и аксоном.
12. Назовите группы нейронов согласно морфологической и функциональной классификации.
13. Какое функциональное значение имеет нейроглия?
14. Дайте характеристику основным свойствам возбудимых тканей.
15. Что такое раздражители, на какие группы они классифицируются?
16. Дайте определения понятий покоя, возбуждения и торможения.
17. Какие биоэлектрические явления происходят в тканях в состоянии покоя и после действия раздражителя?
18. Что такое потенциал покоя и потенциал действия?
19. Что такое синапс? Расскажите об особенностях строения, видах синапсов и механизме синаптического проведения.
20. Каковы особенности проведения возбуждения по нервам?

Глава 2

ОБЩИЙ ПРИНЦИП РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИЙ В ОРГАНИЗМЕ

Организм человека представляет собой сложноорганизованную систему многочисленных и тесно взаимосвязанных элементов, объединенных в несколько структурных уровней (*уровней организации*). Все живые тела, в том числе и организм человека, состоят из отдельных молекул, т.е. имеют *молекулярный уровень организации*. Молекулы организуются в клетки (*клеточный уровень организации*), клетки образуют ткани (*тканевой уровень организации*). Из тканей образуются органы (*органный уровень организации*), представляющие собой анатомически обособленные части тела, имеющие четкую структуру, форму, занимающие определенное место в организме и выполняющие определенные функции. Органы, выполняющие общие физиологические функции, объединяются в систему органов (*системный уровень организации*). У человека обычно выделяют следующие системы органов: опорно-двигательную, сердечно-сосудистую, дыхательную, пищеварительную, выделительную, половую, нервную и эндокринную. Последние две системы являются регуляторными, обеспечивая согласованную работу всех органов и систем. Нервная система осуществляет регуляцию с помощью электрохимических сигналов (нервных импульсов). Эндокринная система действует с помощью биологически активных веществ — гормонов, которые поступают в кровь и достигнув органов — мишеней, изменяют их работу. Нервная и эндокринная система работают вместе и дополняют одна другую.

Чтобы организм работал нормально при любом режиме работы и в любых условиях, необходимо скоординировать работу множества органов, принадлежащих к различным системам органов. Например, при выполнении утренней зарядки в интенсивную работу включаются не только скелетные мышцы, но и сердце, сосуды, легкие. Согласованная работа многих органов достигается тем, что нервная и эндокринная системы мобилизуют все органы и системы, необходимые для выполнения данной работы. Такое объединение называют функциональной системой — *функциональный уровень организации организма*. Эта функциональная система существует только на время выполнения определенной функции или работы. Как только работа заканчивается, достигается определенный результат или изменяются условия, функциональная система распадается и формируется новая. Отличительной особенностью функциональной системы является ее способность к саморегуляции и высокая изменчивость в процессе достижения полезного результата.

На каждом из указанных уровней организации организма действуют свои специфические законы, которые обеспечивают нормальное функционирование организма как единого целого, его приспособление к окружающей среде и выживание.

2.1. Формирование механизмов регуляции

Для нормального функционирования многоклеточного организма необходимо постоянство состава его внутренней среды (крови, лимфы, тканевой и cerebrospinalной жидкости, принимающих участие в процессах обмена веществ). Относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость

основных физиологических функций (кровообращения, дыхания и т.д.) организма называется *гомеостазом*. Гомеостаз характеризуется рядом биологических констант. Под биологическими константами понимают устойчивые количественные показатели, которые характеризуют нормальную жизнедеятельность организма. К биологическим константам относят кислотность крови, содержание глюкозы и питательных веществ в крови, величину осмотического и артериального давления, температуру тела и т.д.

От состава и свойств внутренней среды организма зависит возбудимость тканей и органов, их чувствительность к раздражителям. Состав внутренней среды организма влияет на трофику (питание) клеток, тканей и органов. Таким образом, внутренняя среда организма определяет все жизненные проявления организма.

Постоянство состава и свойств внутренней среды организма является не абсолютным, а относительным, поскольку в процессе жизнедеятельности создаются условия для ее изменения. Имеются специальные механизмы, которые обеспечивают саморегуляцию состава и свойств внутренней среды, т.е. поддерживают гомеостаз. Это достигается непрерывно происходящей работой ряда органов и систем. Взаимосвязанная согласованная работа всех органов и физиологических систем обеспечивается нервными и гуморальными механизмами регуляции.

В процессе эволюционного развития животного мира первыми сформировались гуморальные (жидкостные) механизмы регуляции. Гуморальная, жидкостная, химическая регуляция функций осуществляется за счет продуктов обмена, медиаторов, гормонов и других активных веществ. Этот вид регуляции является наиболее универсальным, по принципу «всем, всем, всем» (по выражению А. А. Ухтомского). Следовательно, существенным недостатком гуморальной регуляции является ее «безадресность». Многие биологически активные вещества разносятся в различные части организма и меняют деятельность многих органов — независимо от того, «выгодно» это в данный момент организму или нет. Кроме того, за счет гуморальной регуляции невозможна быстрая перестройка деятельности организма, поскольку этот вид регуляции ограничен скоростью движения жидкости, в частности крови по сосудам (0,5–500 мм/с). Для более целесообразной реакции организма в дополнение к гуморальной регуляции в процессе эволюции сформировалась нервная система, обеспечивающая наиболее адекватные и быстрые реакции на любые внешние раздражители. С появлением у живых организмов нервной системы возник нервный механизм регуляции функций, который обеспечивает быструю перестройку функций органов, систем и организма в целом в соответствии с условиями существования. Так, скорость распространения нервных импульсов может достигать в зависимости от вида нервных волокон от 3 до 180 м/с.

Нервная регуляция не исключает, а подчиняет себе гуморальную регуляцию. Эти два вида регуляции функций тесно взаимосвязаны, образуя в целостном организме единую нейрогуморальную регуляцию. Существует множество биологически активных веществ, способных оказывать влияние на жизнедеятельность нервных клеток и функции нервной системы, и в то же время синтез и выделение этих веществ регулируется нервной системой.

Следовательно, нейрогуморальная регуляция, с одной стороны, объединяет (интегрирует) все функции организма, благодаря чему он функционирует как единое целое, а с другой — обеспечивает способность к саморегуляции жизнедеятельности.

Именно саморегуляция функций обеспечивает поддержание в организме гомеостаза. Без саморегуляции невозможна стабильность жизненных процессов и в целом существование организма.

Из двух взаимосвязанных видов регуляции, все-таки, ведущей является нервная регуляция, которая обеспечивается работой нервной системой. Нервная система, осуществляя быструю и точную передачу информации ко всем органам и системам, обеспечивает функционирование организма как единого целого и его взаимодействие с внешней средой.

С помощью нервной системы осуществляется прием и анализ разнообразных сигналов из окружающей среды и внутренних органов, формируются ответные реакции на эти сигналы. С деятельностью высших отделов нервной системы связано осуществление психических функций — осознание сигналов окружающего мира, их запоминание, принятие решения и организация целенаправленного поведения, абстрактное мышление и речь.

2.2. Общий план строения нервной системы

Нервная система в функциональном и структурном отношении делится на центральную и периферическую нервную системы.

Центральная нервная система (ЦНС) — это совокупность нервных образований спинного и головного мозга, обеспечивающих восприятие, обработку, передачу, хранение и воспроизведение информации с целью адекватного взаимодействия организма и изменений окружающей среды, организации оптимального функционирования органов, их систем и организма в целом.

Центральная нервная система человека представлена спинным и головным мозгом. Последний включает в себя продолговатый мозг, Варолиев мост, средний мозг, промежуточный мозг, мозжечок и большие полушария. Каждая из этих структур имеет морфологическую и функциональную специфику. Наряду с этим у всех структур нервной системы есть ряд общих свойств и функций, к которым относятся:

- нейронное строение;
- электрическая или химическая синаптическая связь между нейронами;
- образование локальных сетей из нейронов, реализующих специфическую функцию;
- множественность прямых и обратных связей между структурами;
- способность нейронов всех структур к восприятию, обработке, передаче и хранению информации;
- преобладание числа входов для ввода информации над числом выхода информации;
- способность к параллельной обработке разной информации;
- способность к саморегуляции;
- функционирование на основе рефлексного доминантного принципа.

Периферическая часть нервной системы состоит из нервов, т.е. пучков нервных волокон, которые выходят за пределы головного и спинного мозга и направляются к различным органам тела. К ней относятся и нервные узлы, или ганглии, — скопления нервных клеток вне спинного и головного мозга, а также разнообразные рецепторы, расположенные как на поверхности тела, так и внутри организма.

В зависимости от иннервации органов различают вегетативный и соматический отделы нервной системы. Первый осуществляет регуляцию деятельности внутренних органов и обмена веществ, приспособляя органы к текущим потребностям организма. Большинство внутренних органов обладают двойной иннервацией: к каждому из них подходят два нерва — симпатический и парасимпатический. Так, симпатический нерв ускоряет и усиливает работу сердца, а парасимпатический (блуждающий) тормозит; парасимпатический нерв вызывает сокращение кольцевой мускулатуры радужной оболочки глаза и в связи с этим сужение зрачка, а симпатический нерв вызывает расширение зрачка.

Симпатическая часть вегетативной нервной системы способствует интенсивной деятельности организма, особенно в экстренных условиях, когда нужно напряжение всех его сил. Парасимпатическая часть вегетативной нервной системы — система «отбоя», она способствует восстановлению истраченных организмом ресурсов.

Раздражение симпатических нервов утомленной скелетной мышцы восстанавливает ее работоспособность. Все это дало основание говорить об адаптационно-трофической функции симпатической нервной системы. Рефлекторные реакции поддержания кровяного давления на относительно постоянном уровне, терморегуляция, изменение частоты и силы сердечных сокращений при мышечной работе и многие другие процессы связаны с деятельностью вегетативной нервной системы.

Все отделы вегетативной нервной системы подчинены высшим вегетативным центрам, расположенным в промежуточном мозге. К центрам вегетативной нервной системы приходят импульсы от ретикулярной формации ствола мозга, мозжечка, гипоталамуса, подкорковых ядер и коры больших полушарий.

Соматическая нервная система регулирует сокращения поперечнополосатой мускулатуры и в конечном итоге — движения, а также обеспечивает чувствительность нашего тела.

Выделение вышеназванных отделов в нервной системе условно. В действительности она представляет собой анатомически и функционально единое целое, элементарной основой которого являются нервные клетки — нейроны.

2.3. Рефлекс как основная форма деятельности нервной системы

Строение нервной системы и совокупность процессов, происходящих в ней, позволяют ей выполнять регулирующие и управляющие функции, которые обеспечивают:

- 1) быстрое координирование функций организма;
- 2) согласование состояния организма с различными условиями окружающей среды;
- 3) объединение отдельных органов и систем организма в единое целое.

Аппарат управления у человека представлен рефлекторным механизмом, который проявляется во всех отделах нервной системы и является основной формой деятельности ЦНС. Первые представления о рефлекторном принципе деятельности нервной системы, т.е. о принципе «отражения», и само понятие «рефлекс» были введены Р. Декартом в XVII в., но в силу недостаточности научных сведений о строении и функции нервной системы его представления о механизме рефлекса были умозрительны и механистичны.

В настоящее время *рефлексом* называется всякая реакция организма, возникающая при действии раздражителя из внешней или внутренней среды и осуществляемая при обязательном участии ЦНС. Рефлекс обеспечивает тонкую регуляцию взаимоотношений организма с внешней средой, контроль функций внутри организма, является функциональной единицей нервной деятельности.

В основе любого рефлекса лежит последовательное распространение волны возбуждения по элементам нервной системы, образующей так называемую *рефлекторную дугу* (рис. 2.1).

Любое внешнее раздражение воспринимается рецептором, в котором возникает возбуждение, передающееся по *афферентному* (*центростремительному*) *волокну* к чувствительной нервной клетке. От нее по аксону — в ЦНС к вставочным нейронам, в которых происходят сложные процессы переработки поступившей информации. После этого возбуждение передается на двигательные нервные клетки и по их аксону (*эфферентному*, *центробежному волокну*) пойдет к мышцам, железам, вызывая определенное действие (движение, секрецию и др.).

Согласно теории И. П. Павлова, рефлекторная дуга любого рефлекса состоит из трех частей: анализаторной, контактной и исполнительной. Анализаторная часть включает в себя рецептор, афферентное волокно и чувствительную нервную клетку. Функция рецептора заключается в том, чтобы воспринимать раздражение и перерабатывать (трансформировать) его в нервный импульс.

Рецепторы специфичны: они приспособлены к восприятию определенного раздражителя. *Раздражитель* — это фактор, обладающий некоторым количеством энергии, который, будучи приложен к ткани, способен вызвать ее возбуждение. Так, действие химической энергии воспринимают *хеморецепторы*, тепловой — *терморецепторы*, механической — *механорецепторы*, электромагнитные колебания с определенной длиной волны (свет) — *фоторецепторы* и т.д. По отношению к рецепторам все раздражители разделятся на адекватные и неадекватные. Адекватным для данного вида рецепторов является раздражитель, к восприятию которого они приспособлены. Пороговая интенсивность адекватного раздражителя намного ниже, чем неадекватного.

В зависимости от расположения рецепторов их можно разделить на две группы: *экстеро-* и *интерорецепторы*. Первые возбуждаются различными факторами внешней среды, вторые чувствительны к колебаниям параметров внутренней среды. И, наконец, существуют так называемые *проприорецепторы* (собственные рецепторы), воспринимающие изменения состояния мышц, связок и сухожилий.

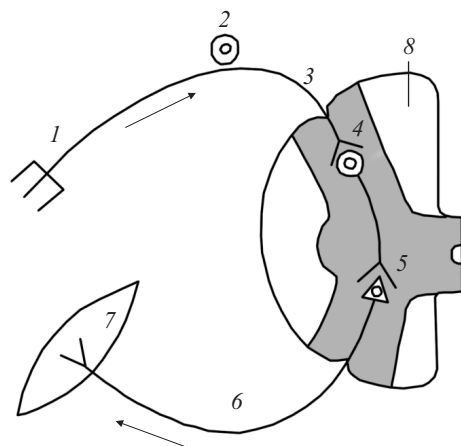


Рис. 2.1. Схема рефлекторной дуги спинномозгового рефлекса:

1 — рецептор; 2 — чувствительная нервная клетка; 3 — чувствительный задний корешок; 4 — центральная (контактная) часть рефлекторной дуги; 5 — двигательный нейрон; 6 — эфферентное (двигательное) нервное волокно; 7 — мышца; 8 — спинной мозг



Рис. 2.2. Кибернетическая схема рефлекторной дуги (кольца)

Контактная часть рефлекторной дуги представлена вставочными нейронами спинного или головного мозга.

В простейшем случае рефлекторная дуга включает только два нейрона, и импульсы передаются с афферентного на эфферентное нервное волокно. Чаще возбуждение в ЦНС проходит через ряд вставочных нейронов. Чем сложнее рефлекс, тем больше ассоциативных клеток входит в состав контактной части рефлекторной дуги.

Исполнительное звено рефлекторной дуги состоит из эфферентного нейрона и исполнительного органа, или эффектора. К таким органам относятся мышцы и железы. Эффекторы характеризуются тем, что при возбуждении выполняют специфическую работу, которую можно измерить: мышцы сокращаются, железы выделяют секрет.

В настоящее время с позиций кибернетики рефлекторную дугу можно представить в виде четырех блоков (рис. 2.2).

I блок — периферический (воспринимающий), содержит рецепторы. Выполняет две основные функции:

- восприятие адекватного раздражителя, т.е. первичный анализ раздражителя;
- переработка (трансформация) энергии раздражителя в энергию нервного импульса.

II блок — проводниковый (афферентный), содержит афферентную нервную клетку и афферентное нервное волокно. Выполняет две функции:

- проведение нервного импульса от рецепторов в ЦНС;
- осуществление вторичного анализа раздражителя.

III блок — центральный, представлен контактными нервными клетками спинного и головного мозга. Его функции:

- окончательный анализ раздражителя;
- синтез и принятие решения.

От центрального блока информация по эфферентному нервному волокну поступает к IV блоку.

IV блок — эфферентный, представлен нервными волокнами эфферентных нервных клеток, расположенных в ЦНС или вегетативных узлах. Его функция — передача информации от центрального блока к V блоку.

V блок — исполнительный, представлен эффектором или рабочим органом. Его основная функция — выполнение какой-либо работы. Если это мышца — она будет сокращаться, если железа — выделять секрет.

Однако деятельностью исполнительного органа не заканчивается рефлекторный акт. Каждый эффектор имеет свои чувствительные приборы (рецепторы), которые, в свою очередь, сигнализируют в ЦНС об осуществленной ими работе. Информация от рецепторов, возбуждением которых вызван рефлекс, сравнивается с потоком импульсов, идущих от рецепторов исполнительного органа. Благодаря такому сопо-

ставлению уточняется ответная реакция организма. Связь чувствительных приборов рабочего органа с ЦНС называется «обратной связью». Поэтому правильное говорить не о рефлекторной дуге, а о рефлекторном кольце.

По характеру ответных реакций различают рефлексы секреторные, трофические и двигательные. По сложности рефлексы делятся на простые и сложные. Сужение зрачка на сильный свет, удар по сухожилию — простые рефлексы; регуляция дыхания, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем — сложные.

В зависимости от того, какой отдел центральной нервной системы участвует в рефлекторной деятельности, различают: кортикальные (нейроны коры больших полушарий), мезенцефальные (нейроны среднего мозга), бульбарные (нейроны продолговатого мозга) и спинальные (нейроны спинного мозга) рефлексы.

По механизму все рефлексы делятся на безусловные и условные.

Безусловные рефлексы — врожденные, унаследованные, постоянно передаваемые реакции, присущие данному представителю животного мира. Основными безусловными рефлексами являются — сосательный, пищевые, защитные, половые. Они возникают при действии внешних и внутренних раздражителей, влияют на регуляцию вегетативных функций организма человека и приспособленность его к внешней среде.

Условные рефлексы — индивидуальные приспособительные реакции организма, медленно формирующиеся под многократным воздействием раздражителей. Образованию условных рефлексов должно предшествовать действие инертного раздражителя, а также подкрепление его безусловным рефлексом при неоднократном повторении. Кроме того, для образования условных рефлексов необходимо нормальное деятельное состояние больших полушарий головного мозга, отсутствие патологических процессов и посторонних раздражителей.

Как установил И. П. Павлов, любой рефлекторный акт, независимо от его сложности, подчиняется трем универсальным принципам рефлекторной деятельности. Согласно первому из них — *принципу детерминизма*, или *причинной обусловленности*, — рефлекторный акт может осуществляться только при действии раздражителя, иначе говоря, всякий процесс, протекающий в организме, причинно обусловлен. Раздражитель, действующий на рецептор, — причина, а рефлекторный ответ — следствие.

Второй — *принцип структурности* (или *целостности*), согласно которому рефлекторный акт может быть осуществлен лишь при условии структурной и функциональной целостности материальной основы рефлекса — рефлекторной дуги, а вернее, рефлекторного кольца.

Структурная целостность рефлекторной дуги может быть нарушена при механическом повреждении какой-либо ее части: рецепторов, афферентных или эфферентных нервных путей, участков ЦНС, рабочих органов. Это может произойти в результате механической травмы или иного повреждения.

Отсутствие рефлекса из-за нарушения функциональной целостности может быть связано с блокадой проведения нервных импульсов в структуре рефлекторной дуги. Так, многие применяемые для местного обезболивания вещества блокируют передачу нервного импульса от рецептора по нервному волокну. При применении общей анестезии (обезболивания) возбуждение блокируется в центральной части рефлекторных дуг.

Функциональная целостность структуры рефлекса нарушается и в случае возникновения процессов торможения (безусловного или условного) в центральной части рефлекторной дуги. В этом случае также наблюдается отсутствие или прекращение ответной реакции на раздражитель.

Третий принцип — *анализа и синтеза*. В соответствии с этим принципом любой рефлекторный акт осуществляется на основе процессов анализа и синтеза. Анализ — это биологический процесс «разложения» раздражителя, выявления его отдельных количественных и качественных свойств. Анализ раздражителя начинается уже в рецепторах, но полностью он осуществляется в ЦНС, в том числе наиболее тонко — в коре больших полушарий. Синтез — это биологический процесс обобщения, познания раздражителя как целостности на основе выявления взаимосвязи его свойств, выделенных при анализе. Синтез завершается выбором ответной реакции организма, адекватной действию раздражителя. Так, проанализировав свойства зрительного раздражителя, например, форму, цвет, характер поверхности, удаленность, направление движения, в результате синтеза можно определить, что это — большое, круглое, желто-красное, блестящее и ровное яблоко, катящееся по столу, и тут же протянуть к нему руку.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляют собой уровни организации организма человека?
2. Какие механизмы регуляции функций органов и систем вам известны, какова их роль, как они формировались в процессе эволюции?
3. Какие функции выполняет нервная система?
4. На какие отделы делится нервная система человека морфологически и функционально?
5. Что такое рефлекс, рефлекторная дуга и кольцо?
6. Виды рефлексов.
7. Какова структура рефлекса?
8. Каковы основные принципы рефлекторной деятельности?

Глава 3

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ СПИННОГО И ГОЛОВНОГО МОЗГА

Нервная система регулирует деятельность всех органов и систем, обуславливая их единство, связь с внешней средой при помощи высокодифференцированных клеток, воспринимающих и передающих информацию.

По топографическому принципу нервная система подразделяется на центральную (спинной мозг и головной) и периферическую (нервы, нервные узлы, нервные окончания).

3.1. Центральная и периферическая нервная система

3.1.1. Спинной мозг

Спинной мозг представляет собой уплощенный тяж, расположенный в спинномозговом канале, длиной у взрослого человека 42–45 см и диаметром 1 см. Он идет от основания головного мозга и вниз, истончаясь, заканчивается мозговым конусом на уровне II поясничного позвонка. Отходящая от мозгового конуса часть прикрепляется к надкостнице II копчикового позвонка. Спинной мозг имеет сегментарное строение (сегмент — участок спинного мозга, содержащий пару нервов или две пары корешков). От спинного мозга отходит 31 пара спинномозговых нервов. Каждый спинномозговой нерв начинается двумя корешками: передним и задним. По ходу задних корешков располагаются вздутия — спинномозговые узлы, в которых лежат тела чувствительных нейронов. В местах выхода нервов к верхним и нижним конечностям спинной мозг имеет два утолщения: шейное и поясничное (рис. 3.1).

Спинной мозг состоит из наружного белого и внутренне-го серого вещества. *Белое вещество* спинного мозга состоит из отростков нервных клеток (чувствительных, вставочных и двигательных нейронов), образующих проводящие пути. Выделяют три вида проводящих путей: 1) короткие пучки волокон, расположенные на разных уровнях и соединяющие сегменты спинного мозга; 2) нисходящие двигательные пучки, идущие от головного мозга к передним рогам спинного мозга; 3) восходящие чувствительные пучки, направляющиеся к головному мозгу и мозжечку. Белое вещество формируется из пучков нервных волокон и образует столбы или канатики: задние, боковые и передние. В задних канатиках белого вещества проходят восходящие пути, а в передних и боковых — нисходящие и восходящие пути волокон.

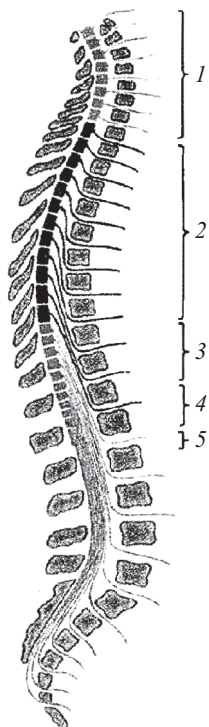


Рис. 3.1. Топография сегментов спинного мозга в позвоночном канале:

1 — шейный отдел; 2 — грудной отдел; 3 — поясничный отдел; 4 — крестцовый отдел; 5 — копчиковый отдел

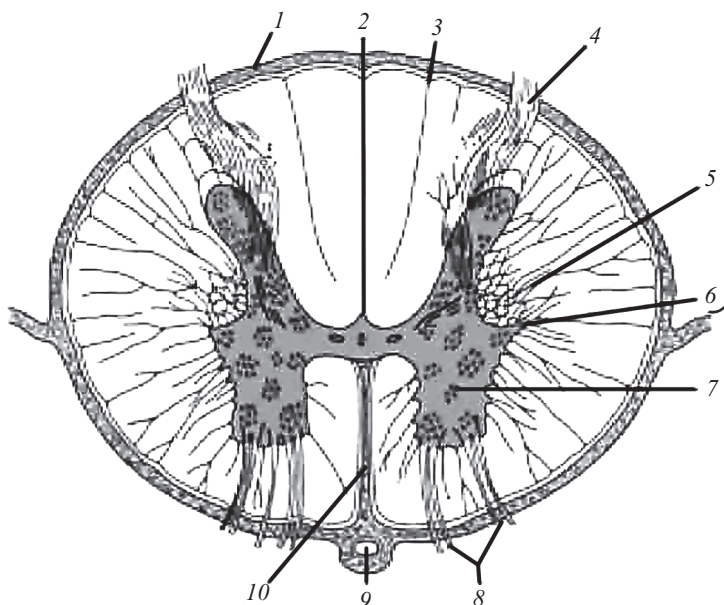


Рис. 3.2. Поперечный разрез спинного мозга:

1 — мягкая оболочка; 2 — дорсолатеральная (задняя) борозда; 3 — промежуточная дорсальная (задняя) борозда; 4 — дорсальный (задний) корешок; 5 — дорсальный (задний) рога; 6 — боковой рога; 7 — вентральный (передний) рога; 8 — вентральный (передний) корешок; 9 — передняя спинальная артерия; 10 — вентральная (передняя) срединная щель

Серое вещество образовано из тел нервных клеток, дендритов и синапсов, на поперечном разрезе имеет вид бабочки или Н-образную форму. Передние выступы серого вещества, широкие и округлые, называются передними рогами; задние, узкие и длинные, называются задними рогами. На уровне грудного и верхнего поясничного отделов имеются боковые выступы — боковые рога. В центре серого вещества вдоль всего мозга проходит узкий центральный (спинномозговой) канал (рис. 3.2).

Снаружи спинной мозг окружен тремя оболочками: твердой, паутинной и мягкой (сосудистой). *Твердая оболочка* спинного мозга рыхло прилежит к надкостнице позвоночного канала. Образованная между позвонками щель называется эпидуральным пространством. *Паутинная оболочка* — тонкая соединительнотканная пластинка. Она располагается внутри от твердой мозговой оболочки и между этими оболочками образуется субдуральное пространство. *Мягкая (сосудистая) оболочка* плотно примыкает к спинному мозгу. Щель между паутинной и мягкой оболочками называется субарахноидальным пространством, заполненным цереброспинальной жидкостью (рис. 3.3).

Функции спинного мозга. Функция спинного мозга заключается в обеспечении двусторонней связи между спинномозговыми нервами и головным мозгом (проводниковая функция), а также в осуществлении двигательных и вегетативных рефлексов (рефлекторная функция).

Короткие проводящие пучки (волокна) связывают сегментарные участки спинного мозга, чувствительные (восходящие) волокна несут сенсорную информацию к головному мозгу, двигательные (нисходящие) пучки передают информацию от головного мозга к спинному.

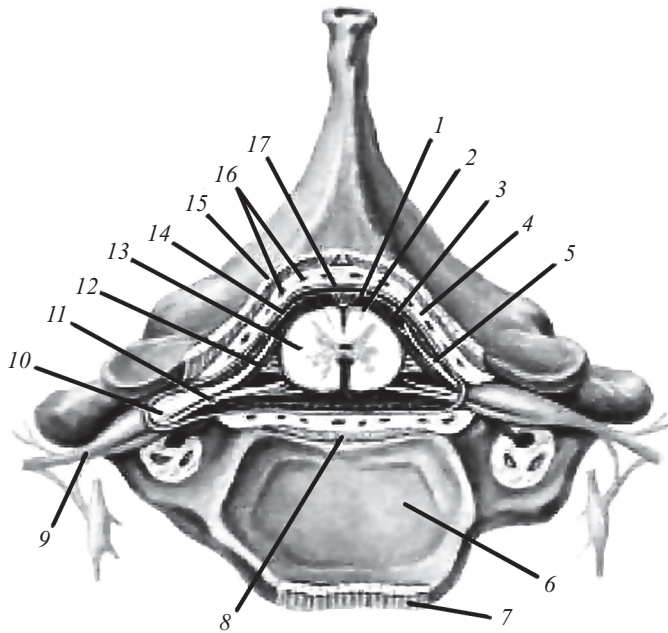


Рис. 3.3. Оболочки спинного мозга:

1 — паутинная оболочка; 2 — мягкая оболочка; 3 — подпаутинное пространство; 4 — эпидуральное пространство; 5 — задний корешок; 6 — тело позвонка; 7 — передняя продольная связка; 8 — задняя продольная связка; 9 — спинномозговой нерв; 10 — спинномозговой узел; 11 — передний корешок; 12 — зубчатая связка; 13 — спинной мозг; 14 — субдуральное пространство; 15 — желтая связка; 16 — внутреннее позвоночное венозное сплетение; 17 — твердая оболочка

Спинной мозг участвует в двигательных реакциях организма. Он иннервирует скелетную мускулатуру (кроме мышц головы). Двигательные центры располагаются в передних рогах серого вещества. В шейных сегментах располагаются рефлекторные центры движений диафрагмы, мышц шеи, плечевого пояса, верхних конечностей. Повреждение на этом уровне приводит к остановке дыхания. В грудных сегментах — центры мышц туловища, а в поясничных и крестцовых — центры мышц таза и нижних конечностей.

В боковых рогах серого вещества находятся центры симпатической нервной системы, иннервирующие внутренние органы, а в крестцовом отделе спинного мозга заложены парасимпатические вегетативные центры, иннервирующие органы малого таза (центры мочеиспускания, дефекации, эрекции, эякуляции).

Повреждение спинного мозга вызывает нарушения функций внутренних органов соответственно его сегментарному строению и развитие спинального шока.

Нейронный аппарат спинного мозга находится под всеобъемлющим контролем со стороны различных отделов головного мозга. Это обеспечивает зависимость спинальных функций от вышележащих отделов. Импульсы, поступающие в спинной мозг по нисходящим путям, могут видоизменять информацию, поступающую по афферентным нейронам.

Спинномозговые нервы — парные нервные образования, связанные со спинным мозгом двумя корешками: передним (двигательным) и задним (чувствительным). На

последнем образуется утолщение, называемое спинномозговым (чувствительным) узлом. После выхода из межпозвоночного отверстия каждый нерв делится на переднюю ветвь — для передней стенки туловища и конечностей; заднюю — для мышц спины и затылка; соединительную — для соединения с узлами симпатического ствола и ветвь, иннервирующую твердую оболочку спинного мозга.

У человека 31 пара спинномозговых нервов, соответствующих сегментам спинного мозга: 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и пара копчиковых.

Передние ветви спинномозговых нервов, соединяясь между собой, образуют сплетения, за исключением ветвей грудных нервов, идущих в межреберных промежутках. Различают шейное, плечевое, поясничное и крестцовое сплетения.

Шейное сплетение образовано четырьмя верхними шейными нервами; иннервирует кожу и мышцы шеи, ушную раковину, диафрагму, плевру, связки печени, перикард. Наиболее крупная ветвь — диафрагмальный нерв.

Плечевое сплетение формируется передними ветвями четырех нижних шейных и частью первого грудного спинномозговых нервов; проходит через надключичную ямку, затем через подмышечную область. Распадаясь на короткие и длинные ветви, плечевое сплетение иннервирует мышцы плечевого пояса. Наиболее крупными нервными стволами плечевого сплетения являются мышечно-кожный, срединный, локтевой и лучевой нервы. Они иннервируют мышцы плеча, предплечья и кисти. Повреждение этих нервов вызывает длительные расстройства верхней конечности. Грудные нервы проходят в межреберных промежутках и называются межреберными.

Поясничное сплетение образовано передними ветвями трех верхних поясничных спинномозговых нервов и частично XII грудного и IV поясничного. Оно располагается рядом с позвонками около большой поясничной мышцы. Нервы этого сплетения иннервируют кожу и мышцы поясницы, передней стенки живота, внутренней поверхности бедра, наружные половые органы. Основными ветвями поясничного сплетения являются: латеральный кожный нерв бедра — иннервирует кожу наружной поверхности бедра; запирательный нерв — иннервирует проводящие мышцы бедра и кожу внутренней его поверхности; бедренный нерв — отдает свои ветви передней группе мышц бедра и передней поверхности кожи.

Крестцовое сплетение состоит из передних ветвей верхних четырех крестцовых, V поясничного и частично IV поясничного спинномозговых нервов; находится в полости малого таза. Наиболее крупными ветвями крестцового сплетения являются седалищный нерв, большеберцовый и общий малоберцовый нервы. Они иннервируют мышцы бедра, голени, стопы и кожу подошвы.

3.1.2. Головной мозг

Головной мозг представляет собой расширенный передний конец нервной трубки, роль которого состоит в координации и регуляции деятельности нервной системы и внутренних органов; располагается в полости мозгового черепа. Масса головного мозга у взрослого человека колеблется от 1700 до 2000 г, а у новорожденного составляет 350–400 г. В первые годы жизни мозг интенсивно растет, к 6 годам увеличивается в 3 раза. Нервные тракты образуют белое вещество мозга и состоят из пучков нервных волокон, передающих импульсы к различным участкам серого

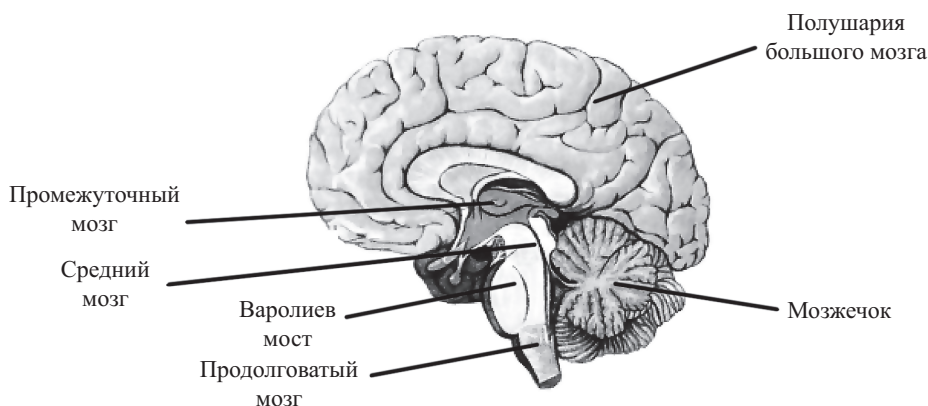


Рис. 3.4. Строение головного мозга

вещества или от них. Проводящие пути связывают между собой различные ядра, а также головной мозг со спинным мозгом. В головном мозге выделяют шесть основных отделов: продолговатый мозг; Варолиев мост; средний мозг; промежуточный мозг; мозжечок и полушария большого мозга (конечный мозг) (рис. 3.4).

Строение головного мозга. Первые четыре отдела образуют ствол мозга (продолговатый мозг; Варолиев мост; средний мозг; промежуточный мозг). В этих отделах сходное расположение белого и серого вещества — в толще белого вещества располагаются ядра серого вещества, но каждый отдел имеет свои особенности.

Продолговатый мозг можно рассматривать как продолжение спинного мозга. Задняя поверхность продолговатого мозга образует нижнюю часть дна 4-го желудочка мозга. Вверху продолговатый мозг переходит в мост, а боковые его отделы — в нижние ножки мозжечка. В продолговатом мозге происходит перекрест восходящих и нисходящих путей с правой стороны на левую сторону и наоборот. Здесь расположены ядра четырех пар черепно-мозговых нервов (IX–XII). Волокна этих нервов образуют связи с различными органами и продолговатым мозгом.

Функции продолговатого мозга. Продолговатый мозг передает сигналы из спинного мозга в головной (центростремительные проводящие пути) и обратно (центробежные пути). Нейронные образования продолговатого мозга (ядра ретикулярной формации и черепно-мозговых нервов) участвуют в управлении кровообращением, дыханием, пищеварением, а также в регулировании активности высших отделов головного мозга и сегментарного аппарата спинного мозга, в том числе при реализации состояния сна.

В срединных отделах ретикулярной формации продолговатого мозга расположены скопления нервных клеток, образующих нисходящую ретикуло-спинальную систему, угнетающую двигательный аппарат спинного мозга, через которую опосредуются координирующие влияния из коры больших полушарий, подкорковых ядер, мозжечка и других отделов головного мозга, управляющих движением и позой. В так называемых ядрах шва находятся нейроны, посылающие отростки практически во все расположенные выше отделы головного мозга и оказывающие синхронизирующее влияние на электрическую активность коры головного мозга с наступлением фазы «медленного» сна. Медиатор возбуждения этих нейронов — серотонин. На дне 4-го желудочка в продолговатом мозге расположены нейроны (область так назы-

ваемого голубого пятна), которые с помощью медиатора норадреналина влияют на другие клетки ретикулярной формации и вызывают включение тормозной ретикуло-спинальной системы в фазе «быстрого» сна с угнетением в это время мышечного тонуса и спинномозговых рефлексов.

В задне-верхних отделах продолговатого мозга проходят нервные пути, передающие из спинного мозга сигналы разных видов чувствительности от рецепторов кожи, опорно-двигательного аппарата и внутренних органов. Некоторые из этих путей прерываются в ядрах продолговатого мозга, где расположены вторые нейроны чувствительного пути, а также переходят на противоположную сторону, образуя перекрест. Продолговатый мозг с помощью сигналов, поступающих по чувствительным волокнам соматических и вегетативных черепно-мозговых нервов, а также путем послышки команд по эфферентным волокнам нервов к мышечным и железистым элементам этих органов и к соответствующим скелетным мышцам осуществляет автоматическое управление дыханием, сердечным ритмом и уровнем кровяного давления, секрецией слюны, секрецией и моторикой желудка и тонкого кишечника, жеванием, глотанием, рвотой, чиханием, а также передачу команд речевому аппарату (язык, мышцы мягкого нёба, гортани). Нарушение этих функций при двустороннем повреждении продолговатого мозга вызывает тяжелый синдром, называемый бульбарным параличом.

Мозжечок располагается в задней черепной ямке под затылочными долями большого мозга. Он состоит из двух частей: полушария (более молодое образование) и средней части — червя (более древнее образование). Наружная часть мозжечка покрыта слоем серого вещества (кора мозжечка), образует узкие извилины, разделенные бороздами. Внутренняя часть состоит из белого вещества, в котором заложены скопления серого вещества — ядра мозжечка. Белое вещество мозжечка образует три пары ножек (верхние, средние и нижние). Через верхние ножки сигналы поступают в таламус, мост, красное ядро, ядра ствола мозга, ретикулярную формацию среднего мозга. Через нижние ножки мозжечка сигналы идут в продолговатый мозг. Средние ножки мозжечка связывают кору мозжечка с лобной долей коры больших полушарий.

Функции мозжечка. С помощью проводящих путей, располагающихся в ножках, мозжечок соединяется с другими структурами мозга. К нему идут пути, приносящие импульсы от рецепторов костно-суставной и мышечной систем, вестибулярного аппарата, коры головного мозга. Мозжечок анализирует поступающую информацию и обеспечивает координацию движений.

При повреждении мозжечка нарушается координация быстрых движений (бег, ходьба, речь). У человека мозжечковые расстройства (атаксия) выражаются в пошатывании с открытыми глазами и падении с закрытыми. Мозжечок может влиять на характер сосудистых рефлексов, состав крови, функции органов пищеварения.

При удалении мозжечка также наблюдается нарушение тонуса гладких мышц кишечника, эвакуации, всасывания, возникают резкие колебания содержания натрия, калия, сахара в крови и другие вегетативные сдвиги. Мозжечок является высшим подкорковым центром адаптационно-трофического влияния симпатической нервной системы (Л. А. Орбели). В общем виде эти явления могут быть обозначены как стабилизирующие. Эта роль мозжечка тем более выражена, чем точнее координированы выполняемые движения человека. Тяжелые расстройства, которые наблюдаются при его заболеваниях, могут свидетельствовать о нарушении тонкой

функциональной слаженности различных отделов мозжечка, коры головного мозга и нижележащих отделов головного мозга.

Варолиев мост граничит снизу с продолговатым мозгом, сверху — с ножками мозга. Задняя поверхность моста участвует в образовании IV желудочка. В нем проходят восходящие и нисходящие нервные пути, располагаются ядра V–VIII пар черепных нервов. Кроме того, здесь имеются ядра, переключающие импульсы на мозжечок.

Функции моста. В Варолиев мост поступают нервные импульсы от рецепторов органов чувств (язык, внутреннее ухо, кожа). В этом отделе головного мозга располагаются центры, регулирующие работу мимических, жевательных и одной из глазодвигательных мышц.

Средний мозг. В состав этого отдела входят крыша, ножки мозга и сильвиев водопровод (канал среднего мозга). Последний соединяет III желудочек мозга с IV. Крышу среднего мозга образует четверохолмие, где находятся центры зрительных и слуховых рефлексов. В среднем мозге расположены многочисленные ядра, управляющие разнообразными бессознательными стереотипными движениями, такими как наклоны и повороты головы и туловища.

Функции среднего мозга. Средний мозг связывает два передних отдела мозга (конечный и промежуточный) с двумя задними (мост, промежуточный мозг), поэтому все нервные пути головного мозга проходят через эту область. Передняя пара бугорков четверохолмия получает импульсы от глаз, мышц головы, контролирует зрительные ориентировочные рефлексы, позволяющие фиксировать взор на том или ином предмете. Нижняя пара бугорков получает импульсы от рецепторов ушей и мышц головы и контролирует слуховые ориентировочные рефлексы (движение головы при определении источника звука). В ножках мозга расположены ядра III и IV пары черепных нервов, красные ядра (регулируют тонус скелетных мышц) и черное вещество (координирует акты жевания и глотания).

Средний мозг является центром статических и статокинетических рефлексов. Первые из них представляют собой рефлексы сохранения и восстановления положения тела в пространстве в условиях отсутствия перемещения, а вторые — при перемещении тела в пространстве.

К статическим рефлексам относятся установочные и выпрямительные. Установочные обеспечивают сохранение или восстановление правильного положения головы и возникают при раздражении рецепторов вестибулярного аппарата, мышц шеи, асимметричного раздражения кожной поверхности и глаз. Главные из них — рефлексы с отолитового аппарата внутреннего уха на мышцы шеи. Все остальные рефлексы также обеспечивают восстановление или сохранение положения головы. Сочетание раздражения рецепторов зрения, проприорецепторов шеи, кожной поверхности обеспечивает правильное положение головы и координацию движений.

Выпрямительные рефлексы представляют собой серию цепных рефлексов, началом которых являются установочные рефлексы с лабиринтов на шею, восстанавливающие правильное положение головы, а затем с рецепторов шеи на туловище, обеспечивая его правильное положение в пространстве. Этот комплекс рефлексов обеспечивает восстановление тела из положения лежа в положение стоя или наоборот.

Статокинетические рефлексы возникают при раздражении рецепторов полукружных каналов вестибулярного аппарата. Адекватными раздражителями для них служат прямолинейное или вращательное ускорение, тряска, качка и др. Раздражение вызывается несовпадением движения жидкости внутреннего уха — *эндолимфы* — и скорости движения головы. Примеры статокинетических рефлексов — рефлекс «готовности к прыжку», «лифтная реакция» и комплекс рефлексов свободного падения тела. В последнем случае этот комплекс рефлексов возникает при падении с высоты на землю. Свободное падение тела начинается с установочного рефлекса, который обеспечивает правильное положение головы относительно земной поверхности. В этом случае шея оказывается скрученной. Возникает рефлекс с рецепторов шеи на туловище. Устанавливается правильное положение тела животного или человека относительно земной поверхности еще в процессе полета. Последняя серия рефлексов обеспечивает увеличение тонуса разгибателей передних конечностей и повышение тонуса сгибателей задних. Такая пружинящая реакция предохраняет голову и туловище от удара о землю.

Помимо этих рефлексов высшие животные и человек обладают более сложными тоническими рефлексами, позволяющими изменять положение тела в пространстве. При поражении у человека среднего мозга (опухоль по средней линии в области четверохолмия) наблюдается ригидность (повышение тонуса) разгибательных мышц. При этом конечности вытянуты и прижаты к туловищу, голова запрокинута назад.

Промежуточный мозг. К нему относятся таламус и гипоталамус, располагающиеся между большими полушариями. Таламус представляет собой яйцевидные сосредоточения серого вещества, в которых различают отдельные скопления нервных клеток (ядра зрительного бугра), покрытые тонким слоем белого вещества. В таламусе выделяется до 40 ядер, выполняющих различные функции. Значение зрительного бугра очень велико. Через него проходит вся информация от рецепторов, воспринимающих раздражения из внешней и внутренней среды. Гипоталамус расположен под зрительными буграми. От ядер гипоталамуса идут нервные пути к гипофизу и различным отделам головного мозга. Гипоталамус — главный подкорковый центр регуляции внутренней среды организма.

В состав промежуточного мозга также входят медиальные и латеральные колленчатые тела, важные подкорковые центры для зрительной и слуховой чувствительности, называемые совместно метаталамусом, а *эпифиз* (шишковидное тело) и *ядра поводка* образуют *эпиталамус*.

Функции промежуточного мозга. В таламусе проходят все афферентные пути от всех рецепторов (исключая слуховые и обонятельные). Здесь анализируется характер импульсов, и далее они передаются к соответствующим областям коры головного мозга. Таламус участвует в формировании ощущения боли и удовольствия, в нем берет начало та часть ретикулярной формации, которая регулирует двигательную активность. Поражение таламической области сопровождается сильной головной болью, нарушением чувствительности (гипостезия или гиперстезия), движений, их точности, расстройством сна, зрения и слуха.

Гипоталамус является основным центром, регулирующим деятельность вегетативной нервной системы. Через продолговатый и спинной мозг регулируются сердечный ритм, кровяное давление, дыхание, перистальтика. В зоне гипоталамуса лежат центры, от которых зависят сон, жажда, голод, поведенческие реакции, свя-

занные с размножением и агрессивностью. Кроме того, гипоталамус регулирует выделение гормонов, поддерживает постоянство температуры тела и биологических сред организма.

Ретикулярная формация (сетчатая структура) стволовой части мозга. В шейном отделе спинного мозга между боковыми и задними рогами имеются клетки с большим количеством коротких отростков. Такие же переплетающиеся волокна, в которых расположены клетки, есть в продолговатом мозге между ядрами черепно-мозговых нервов. Они имеются и в Варолиевом мосту, среднем и промежуточном мозге. Эти клетки образуют множество синапсов, благодаря чему описанная структура напоминает сеть (лат. *reticulum*). Данная структура ствола мозга называется сетчатой структурой, или ретикулярной формацией (рис. 3.5).

К ядрам ретикулярной формации от всех афферентных систем по неспецифическому пути направляется поток чувствительных импульсов. Поэтому ретикулярная формация у бодрствующего человека находится в постоянном тоне — возбуждении: от нее беспрерывно идут импульсы к коре головного мозга.

Этот постоянный поток импульсов поддерживает активное состояние коры головного мозга. Перерезка ствола, нарушающая связь между ретикулярной формацией и корой головного мозга, или заболевание этой области приводит к развитию сонного состояния, при котором большие полушария не воспринимают внешние раздражения. Вследствие этого восходящий путь от ретикулярной формации к коре называется «восходящей активирующей системой», создающей определенный уровень энергетического обмена в клетках коры головного мозга и оптимальный уровень их работоспособности.

Взаимоотношения коры и ретикулярной формации — важное условие смены сна и бодрствования. Ретикулярная формация, в которую входят ядра гипоталамуса, участвует в трансформировании (переработке) внутренней потребности организма в целенаправленную реакцию мотивации.

Ретикулярная формация также влияет на низшие отделы ЦНС. В частности, на спинной мозг сетчатое образование оказывает как активирующее, так и угнетающее влияние.

Лимбическая система. В 1878 г. П. Брока ввел понятие *Limbus* (кайма). Так ученый назвал доли мозга, которые лежат на границе ствола мозга и коры больших полушарий. Эта структура как бы окаймляет ствол мозга и является краевой поверхностью, представляющей собой ряд концентрически распо-

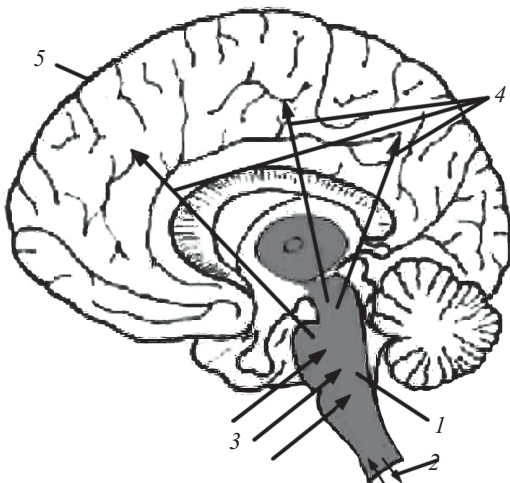


Рис. 3.5. Ретикулярная формация:

- 1 — ретикулярная формация стволовой части мозга;
- 2 — нисходящий тормозящий или возбуждающий путь;
- 3 — афферентные неспецифические проводящие пути;
- 4 — восходящая активирующая система;
- 5 — кора головного мозга

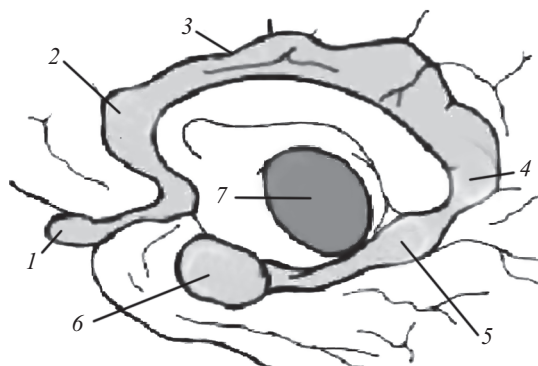


Рис. 3.6. Лимбическая система:

1 — обонятельная луковица; 2 — поясная извилина; 3 — поясная борозда; 4 — перешеек поясной извилины; 5 — парагиппокамповая извилина; 6 — миндалевидный комплекс; 7 — зрительный бугор (таламус)

Главное назначение лимбической системы заключается в том, что она обеспечивает целенаправленное поведение человека, его эмоциональный настрой и побуждение к действию. Она придает информации, поступающей из внутренней или окружающей среды, то особое значение, которое она имеет для каждого индивидуума, определяя его действия. Лимбическая система — центр эмоций и инстинктов, врожденных реакций, но кора головного мозга руководит эмоциями, придает им индивидуальный характер.

Есть основания считать, что различные отделы лимбической системы — это специфические центры эмоций. На основании экспериментальных данных было выявлено, что передний пучок (поясная, гиппокамповая, зубчатая извилины и др.) — это зоны реакций предпочтения, поощрения, включая и прием пищи. В средней части располагаются зоны, стимуляция которых вызывает чувство удовольствия. Внутренний пучок (перивентрикулярный отдел промежуточного мозга и средний мозг) вызывает реакции избегания. Эмоциональные реакции усиливаются благодаря тому, что различные отделы лимбической системы синтезируют химические вещества, способные увеличить эффективность эмоциональных реакций. Так, при самораздражении и возникновении положительных эмоций выделяются катехоламины, в частности дофамин и некоторые другие продукты. При раздражении зон отрицательных эмоций увеличивается секреция серотонина.

Лимбическая система называется также вегетативной корой. Это связано с выполнением ею определенных функций. Так, эмоции всегда сопровождаются многими вегетативными реакциями (повышение кровяного давления, учащение пульса, усиление потоотделения, увеличение секреции адреналина и др.).

Отрицательные эмоции сопровождаются расширением зрачков, подъемом волос на голове и туловище. Сказанное позволяет считать, что эмоции связаны с вегетативными, соматическими, эндокринными реакциями. Этот отдел ЦНС способен вырабатывать химические вещества, по своей природе близкие к морфину и другим наркотическим веществам. Они называются *эндорфины* и *энкефалины*. Это ес-

ложенных переходов от древней коры к более молодому и сложному образованию, новой коре или плащу. В состав лимбической системы входят поясная извилина, гиппокамп, парагиппокамповая извилина, крючок, миндалина и свод (рис. 3.6).

Лимбика состоит из множества ядер, связанных как с корой, так и с нижележащими отделами головного мозга, образуя корково-подкорковое образование, куда входят гипоталамус вместе с гипофизом, а также элементы ретикулярной формации. Вместе с лимбикой они составляют *лимбическую систему*.

тественные болеутоляющие вещества, защищающие организм от болевых и других стрессорных воздействий.

Энкефалины и эндорфины выделяются некоторыми клетками ЦНС во всех случаях болевых воздействий и, вступая во взаимодействие со специальными опиоидными рецепторами, снижают болевые ощущения, обеспечивая антистрессорный эффект.

Широкий круг искусственных наркотиков при попадании в организм также взаимодействует с опиоидными рецепторами организма, причем они жадно соединяются с ними и захватывают большое число рецепторов, лишая возможности естественным опиоидам организма оказывать свое действие. Возрастающая жадность опиоидных рецепторов к искусственным наркотикам — одна из причин формирования патологического пристрастия к наркотикам.

Конечный мозг — это участок головного мозга, состоящий из двух полушарий большого мозга и базальных ганглиев. Полушария большого мозга образованы из коры и лежащей под ней массы белого вещества. Кора полушарий большого мозга образована тонким слоем (3–5 мм) серого вещества с плотно расположенными шестью слоями нервных клеток, число которых может составлять более 10^9 . Белое вещество состоит из проводящих путей: ассоциативных, комиссуральных и проекционных. Первые соединяют различные участки коры одного полушария, вторые — симметричные участки обоих полушарий, третьи проводят импульсы как к коре головного мозга, так и от коры к нижележащим органам и системам.

Оба полушария соединены широким нервным трактом — мозолистым телом. Поверхность коры сильно увеличена за счет борозд и извилин, форма которых может быть подвержена значительным индивидуальным колебаниям. Различают три главные борозды — центральную, боковую и теменно-затылочную. Каждое полушарие состоит из пяти долей: лобной, теменной, затылочной, височной и островковой. Дополнительными бороздами в каждой доле выделяются извилины. Например, передняя и задняя центральные извилины, верхняя, средняя и нижняя височные и др.

Функции конечного мозга. Экспериментальными исследованиями установлено наличие в коре мозга трех зон, связанных со специфическими функциями и участками тела, — двигательных, сенсорных и ассоциативных. Взаимосвязь между зонами позволяет координировать произвольные и непроизвольные формы деятельности, а также психические функции личности.

В *двигательных зонах* коры возникают импульсы, передающиеся по нисходящим путям к мышцам головы, туловища и конечностей. Многие двигательные импульсы идут в нижележащие отделы головного мозга и перекрещиваются в продолговатом мозге.

Сенсорные зоны занимают участки коры мозга, связанные с определенными видами чувствительности (кожная, суставно-мышечная, зрительная, слуховая, обонятельная, вкусовая). Величина этих зон зависит от числа рецепторов в соответствующей чувствительной системе.

Ассоциативные зоны связывают, сопоставляют, интерпретируют сенсорную информацию и при необходимости используют ее в виде ответной реакции на двигательную зону. Ассоциативные зоны принимают участие в процессах мышления, запоминания и обучения.

Подкорковые (базальные) ядра. Базальные ядра входят в состав серого вещества больших полушарий и состоят из полосатого тела, бледного шара, скорлупы, ограды, субталамического ядра и черной субстанции. Подкорковые ядра — это связующее звено между корой и стволом мозга. К базальным ядрам подходят афферентные и выходят эфферентные пути.

Функционально базальные ядра являются надстройкой над красными ядрами среднего мозга и обеспечивают пластический тонус, т.е. способность удерживать длительное время врожденную или выученную позу. Например, длительное удержание позы балериной, выполняющей какое-либо па. Подкорковые ядра обеспечивают осуществление медленных, стереотипных, рассчитанных движений, а центры базальных ганглиев — регуляцию врожденных и приобретенных программ движения, а также регуляцию мышечного тонуса.

Нарушение различных структур подкорковых ядер сопровождается многочисленными двигательными и тоническими сдвигами. Так, у новорожденных неполное созревание базальных ганглиев (особенно бледного шара) приводит к резким судорожным сгибательным движениям. По мере развития этих структур в онтогенезе появляется плавность, рассчитанность движений. Нарушение функций хвостатого тела ведет к заболеванию — хорее, которая сопровождается произвольными движениями, значительными изменениями позы. Патологический процесс других ядер базальных ганглиев приводит к паркинсонизму (маскообразное лицо, отсутствие мимических движений, апатия, медлительность).

Хвостатое тело принимает участие в речевых, двигательных актах. Так, при расстройстве передней части хвостатого тела нарушается речь, возникают затруднения в повороте головы и глаз в сторону звука, а повреждение задней части хвостатого тела сопровождается потерей словарного запаса, снижением кратковременной памяти, прекращением произвольных дыханий, задержкой речи.

Базальные ганглии являются частью экстрапирамидной системы, которая отвечает за автоматику движений, а нарушение их функции приводит к мышечным параличам.

Желудочки мозга. Это полости, располагающиеся в толще белого вещества и заполненные спинномозговой жидкостью. Различают четыре желудочка: два боковых, находящихся в глубине больших полушарий, которые сообщаются с третьим желудочком, лежащим между зрительными буграми; через силвиев водопровод третий желудочек соединяется с четвертым, который является общей полостью заднего и продолговатого мозга.

Оболочки головного мозга. Головной мозг окутан тремя соединительнотканными оболочками, являющимися продолжением оболочек спинного мозга. *Твердая оболочка* мозга выстилает внутреннюю поверхность костей черепа, одновременно являясь и их надкостницей. На основании черепа оболочка проникает в щели и отверстия, сопровождая на некотором расстоянии черепные нервы. На внутренней поверхности твердой оболочки имеются отростки, глубоко проникающие в щели мозга и отделяющие его части друг от друга. *Паутинная оболочка* — тонкая прозрачная пластинка, лежит кнутри от твердой мозговой оболочки и отделена от нее субдуральным пространством. Между паутинной и сосудистой оболочками располагается субарахноидальное пространство, в котором содержится спинномозговая жидкость. *Сосудис-*

тая оболочка покрывает наружную поверхность мозга, глубоко проникает в щели и борозды. Она состоит из двух слоев, между которыми залегают многочисленные сосуды, питающие ткань мозга и продуцирующие спинномозговую жидкость.

Черепно-мозговые нервы обозначаются римскими цифрами, они отходят от основания мозга, иннервируют кожу, органы и мышцы головы.

I пара, *обонятельный нерв* — чувствительный, образован отростками обонятельных клеток, расположенных в слизистой оболочке полости носа. Центр обоняния находится в области височной доли.

II пара, *зрительный нерв* — чувствительный, представлен отростками клеток сетчатки глазного яблока, проникает внутрь черепа и идет к подкорковым центрам ствола головного мозга и далее к корковому зрительному анализатору в затылочной доле.

III пара, *глазодвигательный нерв* — двигательный, иннервирует четыре мышцы глаза, регулирует движение глазного яблока, поднимает верхнее веко.

IV пара, *боковой нерв* — двигательный, иннервирует верхнюю косую мышцу глазного яблока, регулирует движение глазного яблока.

V пара, *тройничный нерв* — смешанный. Нерв выходит на основание мозга из боковой поверхности моста двигательными и чувствительными корешками. Чувствительные волокна образуют узел тройничного нерва, от которого отходят три ветви: 1) глазничный чувствительный нерв, иннервирующий кожу лба, верхнего века и конъюнктиву глаза; 2) верхнечелюстной чувствительный, иннервирующий область верхней челюсти (слизистую оболочку, зубы), полость носа; 3) нижнечелюстной, смешанный, дает иннервацию слизистой оболочке, зубам нижней челюсти, коже височной области, ушной раковине, слюнным железам.

VI пара, *отводящий нерв* — двигательный, иннервирует наружную прямую мышцу глазного яблока.

VII пара, *лицевой нерв* — смешанный, его двигательная часть иннервирует мимические мышцы, языка и слюнные железы.

VIII пара, *слуховой, или статокINETический, нерв* — чувствительный, получает информацию от органа слуха и равновесия. Участвует в регулировании положения головы, тела в пространстве, а также в восприятии звука.

IX пара, *языкоглоточный нерв* — смешанный, иннервирует мышцы глотки, вкусовые сосочки языка, околоушные слюнные железы.

X пара, *блуждающий нерв* — смешанный. Своими ветвями иннервирует органы дыхания, сердце, часть желудочно-кишечного тракта (желудок, печень, поджелудочную железу). Участвует в формировании речи, глотании, замедляет ритм сердца, повышает секрецию пищеварительных желез желудка, стимулирует работу кишечника.

XI пара, *добавочный нерв* — двигательный, иннервирует грудино-ключично-сосцевидную и трапециевидную мышцы, вызывающие движение головы.

XII пара, *подъязычный нерв* — двигательный, иннервирует все мышцы языка и частично шею.

3.2. Вегетативная нервная система

Вегетативная нервная система регулирует активность внутренних органов, частоту сердечных сокращений, перистальтику кишечника, обмен веществ.

Таблица 3.1. Различия между симпатической и парасимпатической системами

Особенность	Система	
	Симпатическая	Парасимпатическая
Происхождение нервных волокон	Выходят из грудного и поясничного отделов ЦНС	Выходят из черепного и крестцового отделов ЦНС
Расположение ганглиев	В симпатических цепочках справа и слева от позвоночного столба, а также в сплетениях	На эффекторе либо в непосредственной близости от него
Особенности двигательного (эфферентного) пути, длина волокон	Преганглионарное волокно — короткое мякотное; постганглионарное волокно — длинное безмякотное	Преганглионарное волокно — длинное безмякотное; постганглионарное волокно — короткое мякотное
Зона влияния	Действие генерализованное	Действие местное
Медиатор	В эффекторе освобождается нор-адреналин	В эффекторе освобождается ацетилхолин
Общие эффекты	Усиливает обмен веществ. Повышает ритмические формы активности. Снижает пороги чувствительности	Снижает интенсивность обмена веществ. Снижает ритмические формы активности. Восстанавливает пороги чувствительности
Суммарный эффект. Условия активизации	Возбуждающий на большинство органов, кроме пищеварительной системы. Доминирует во время опасности, стресса и активности; контролирует реакции на стресс	Тормозящий на большинство органов, кроме пищеварительной системы. Доминирует в покое; контролирует обычные физиологические реакции

Вегетативная нервная система подразделяется на две части (системы): симпатическую и парасимпатическую. Они различаются по месту расположения центров и характеру действия на иннервируемые органы (табл. 3.1). Активность вегетативной системы регулируется с помощью рефлексов, замыкающихся в спинном и головном мозге.

Эфферентный путь вегетативной нервной системы состоит из двух типов нейронов — преганглионарных (предузловых) и постганглионарных. Тела первых нейронов лежат в головном и спинном мозге, тела вторых находятся в вегетативных ганглиях, аксоны которых направляются к внутренним органам.

Симпатическая нервная система состоит из центрального и периферического отделов. В центральный отдел входят клетки боковых рогов серого вещества спинного мозга на уровне VIII шейного и II-III поясничных сегментов. Периферический отдел образован преганглионарными волокнами, выходящими из этих сегментов и образующими нервные узлы. Эти узлы располагаются по бокам позвоночника. Соединяясь между собой межузловыми ветвями, они формируют левый и правый симпатические стволы. По уровню расположения симпатического ствола в нем различают шейный, грудной, поясничный и крестцовый отделы (рис. 1 форзаца). Кроме того, узлы образуют сплетения на крупных сосудах (солнечное, тазовое, брыжеечное сплетение и т.д.).

Таблица 3.2. Действие симпатической и парасимпатической систем в организме

Орган	Система	
	Симпатическая	Парасимпатическая
Голова	Расширяет зрачки Угнетает слюноотделение	Сужает зрачки Стимулирует слезотечение и слюноотделение
Сердце	Повышает амплитуду и частоту сокращений	Уменьшает амплитуду и частоту сокращений
Легкие	Расширяет бронхи и бронхиолы, усиливает вентиляцию легких	Сужает бронхи и бронхиолы, уменьшает вентиляцию легких
Кишечник. Кровеносная система	Угнетает перистальтику Сужает артериолы кишечника и гладких мышц; расширяет артерии мозга и скелетных мышц Повышает артериальное давление	Усиливает перистальтику Поддерживает постоянный тонус артериол кишечника, мозга и скелетных мышц Снижает артериальное давление
Кожа	Вызывает сокращение мышц, поднимающих волосы Сужает артериолы в коже конечностей	— Расширяет артериолы в коже лица
Почки	Уменьшает диурез	—
Мочевой пузырь	Усиливает сокращение сфинктера мочевого пузыря	Расслабляет сфинктер мочевого пузыря
Половой член	Вызывает эякуляцию	Стимулирует эрекцию
Железы внутренней секреции	Вызывает выброс адреналина из мозгового слоя надпочечников	—

Парасимпатическая нервная система включает центральный и периферический отделы. В центральный отдел входят парасимпатические ядра, расположенные в среднем, заднем и продолговатом мозге и крестцовых сегментах спинного мозга. Периферический отдел состоит из волокон, узлов, входящих в состав III, VII, IX и особенно X (блуждающего) черепных нервов и волокон, начинающихся в крестцовом отделе спинного мозга.

Парасимпатическая нервная система иннервирует радужную оболочку глаза, слезную и слюнные железы, органы грудной клетки (легкие, сердце), брюшной полости и таза.

Различие между симпатической и парасимпатическими системами основано на природе химических медиаторов, высвобождающихся в синапсах и оказывающих противоположное воздействие на иннервируемые органы (табл. 3.2). Это позволяет поддерживать устойчивое равновесие во внутренних органах.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите основные отделы нервной системы.
2. Перечислите и охарактеризуйте функции нервной системы.

3. Охарактеризуйте серое и белое вещество нервной системы.
4. Назовите анатомо-функциональные особенности спинного мозга.
5. Расскажите о функциональном значении различных отделов стволовой части мозга.
6. Охарактеризуйте структуру и функции мозжечка.
7. Охарактеризуйте структуру и функции больших полушарий.
8. Охарактеризуйте структуру и функции соматической нервной системы. Обоснуйте ее роль в регуляции физиологических процессов.
9. Охарактеризуйте структуру и функции вегетативной нервной системы. Обоснуйте ее роль в регуляции физиологических процессов.

4.1. Общая характеристика анализаторов и органов чувств

Координированная деятельность организма возможна только при условии постоянного притока информации из внешней и внутренней среды и ее оценки. Восприятие различных внешних воздействий как сложный системный процесс приема и обработки информации осуществляется специальными сенсорными системами. Превращение раздражителей внешнего и внутреннего мира в нервные импульсы и передача их в центры головного мозга осуществляется *органами чувств*. Каждый орган чувств представляет собой специализированное образование из большого числа высокочувствительных клеток и различных вспомогательных структур. Преобразование сенсорных сигналов в высших отделах центральной нервной системы завершается ощущениями, представлениями и опознанием образов.

Сложные нервные структуры, воспринимающие и анализирующие раздражения, которые поступают из внешней и внутренней среды организма, И. П. Павлов назвал *анализаторами*.

Каждый анализатор состоит из рецептора — периферического отдела, проводникового отдела и корковой (центральной) области головного мозга.

Периферический отдел анализатора представлен рецептором, который в зависимости от структуры и локализации реагирует на разные раздражители (свет, звук, давление, запах, температуру и др.). Например, палочки и колбочки сетчатки — рецепторы зрительного анализатора, волосковые клетки кортиева органа внутреннего уха — рецепторы слухового анализатора, волосковые клетки полукружных каналов и отолитового аппарата — рецепторы вестибулярного анализатора, вкусовые сосочки языка — рецепторы вкусового анализатора, обонятельные рецепторы носовой полости — начало обонятельного анализатора, рецепторы кожи — начало тактильного анализатора.

В соответствии с этим различают органы зрения, слуха, вкуса, обоняния и осязания.

Проводниковый отдел анализатора представлен проводящими путями, которые делятся на специфические и неспецифические. *Специфический путь анализатора* включает в себя спинно- и черепномозговые нервы, восходящие пути и подкорковые центры, которые заканчиваются в определенном участке коры головного мозга. Например, специфический путь зрительного анализатора — зрительный нерв, верхние бугры четверохолмия в среднем мозге, латеральные коленчатые тела в таламусе; слухового — слуховой нерв, нижние бугры четверохолмия среднего мозга, медиальные коленчатые тела таламуса; вестибулярного аппарата — слуховой нерв, вестибулярные ядра продолговатого мозга, промежуточный мозг; вкусового анализатора — тройничный и языкоглоточный нервы, ядра продолговатого мозга, промежуточный мозг; обонятельного анализатора — обонятельный нерв, обонятельные луковицы, обонятельный тракт; осязательного анализатора — нервы от кожи, спинной мозг, продолговатый мозг, промежуточный мозг. *Неспецифический путь анализатора* проходит от рецепторов к ретикулярной формации, а оттуда ко всей коре больших полушарий.

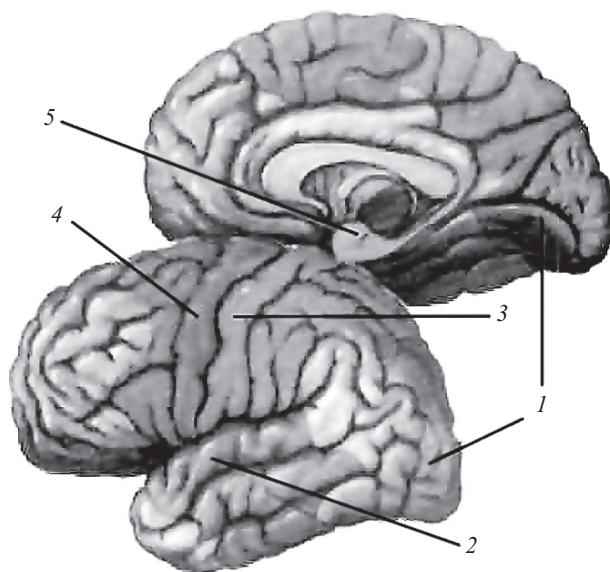


Рис. 4.1. Локализация корковых отделов анализаторов:

1 — затылочная доля; 2 — верхняя височная извилина; 3 — задняя центральная извилина; 4 — передняя центральная извилина; 5 — крючок и извилина гиппокампа

Центральный отдел анализатора — это конкретный участок коры головного мозга, который отвечает за формирование ощущения (рис. 4.1). Кортиковый отдел двигательного анализатора находится в передней центральной извилине лобной доли (нейроны, связанные с конечностями, мышцами головы и другими мышцами). Поражение этой зоны влечет за собой паралич мышц соответствующих областей тела. Ядро кожного анализатора и общей чувствительности (болевой, температурной и тактильной чувствительности) находится в задней центральной извилине теменной доли. Разрушение этой области ведет к утрате чувствительности. Ядра обонятельного и вкусового анализаторов находят-

ся в латеральной части задней центральной извилины теменных долей, в коре гиппокампа, парагиппокампа и крючка. Ядро слухового анализатора заложено в верхнем крае верхней височной извилины. Повреждение клеток этой зоны приводит к глухоте. Ядро зрительного анализатора находится в затылочной доле. Поражение этой области вызывает корковую слепоту.

Анализаторы (зрительный, слуховой, обонятельный), воспринимающие раздражители на расстоянии, называются *дистантными*, а при непосредственном соприкосновении (вкусовой, тактильный) — *контактными*.

Следовательно, *анализаторы* — это сложные образования нервной системы, отвечающие за восприятие раздражителя, его анализ и формирование ощущений. Возникновение ощущения возможно только при условии передачи информации от органов чувств в центральную нервную систему.

Сенсорная система включает в себя анализатор и соответствующий ему орган чувств. Деятельность сенсорной системы объективно проявляется в возбуждении рецепторов и субъективно в формировании ощущения. С увеличением силы возбуждения возрастает и интенсивность ощущения. Однако рецепторы обладают свойством приспособления к силе действующего раздражителя. Сенсорная адаптация — общее свойство сенсорных систем, заключающееся в приспособлении к длительному действующему (фоновому) раздражителю. Адаптация проявляется в привыкании к действию постоянного раздражителя (например, к действию шума, запаха и т.д.). Адаптационные процессы начинаются на уровне рецепторов, охватывая все нейронные уровни сенсорной системы.

4.2. Зрительный анализатор. Орган зрения

Зрительный анализатор реагирует на свет — видимый спектр электромагнитного излучения с различными длинами (380–760 нм) волн. Свет излучается и поглощается в виде квантов, которые вызывают фотохимическую реакцию в чувствительных клетках глаза. Устройство фотокамеры основано на принципе работы органа зрения: контроль количества света, фокусировка изображения с помощью роговицы и хрусталика, регистрация его на светочувствительной поверхности и превращение невидимого изображения во внутренний образ видимого предмета.

Орган зрения человека состоит из глазного яблока и вспомогательного аппарата. Стенка глазного яблока включает три слоя: склеру и роговицу; сосудистую оболочку, ресничное тело и радужку; сетчатку (рис. 4.2). Оболочки глазного яблока выполняют ряд важных функций. Например: склера и роговица защищают глаза от механических и химических повреждений, а также микроорганизмов; сосудистая оболочка ресничное тело и радужка питают глаза, а пигмент радужки поглощает световые лучи; сетчатка воспринимает свет, преобразует его в нервный импульс. Форма глаза удерживается под действием стекловидного тела, водянистой влаги и гидростатического давления (25 мм рт. ст.).

К вспомогательному аппарату глаза относят брови, веки с ресницами, слёзные железы и мышцы глазного яблока. Брови, ресницы и веки выполняют защитные функции. *Брови* отводят пот со лба. *Ресницы*, расположенные на свободных краях век, защищают глаза от пыли. *Веки* (верхнее и нижнее) образуют подвижную защиту глаза. Каждое веко снаружи покрыто кожей, изнутри выстлано тонкой соединительнотканной пластинкой — конъюнктивой, которая с века переходит на глазное яблоко. Между веками и глазом имеется узкая щель — верхний и нижний конъюнктивальные мешки. *Слёзные железы* расположены в верхнелатеральной части глазницы. Слёзная жидкость из железы поступает в верхний конъюнктивальный мешок и омывает всю переднюю поверхность глазного яблока, предохраняя роговицу от высыхания. Если слёзной жидкости очень много (при плаче), слеза не успевает уходить в слёзный мешок и через край нижней века стекает на лицо.

Глазное яблоко приводят в движение шесть *поперечнополосатых глазодвигательных мышц*: четыре прямые (верхняя, нижняя, медиальная и латеральная) и две косые (верхняя и нижняя). Глазодвигательные мышцы идут вперед и прикрепляются к глазному яблоку. При сокраще-

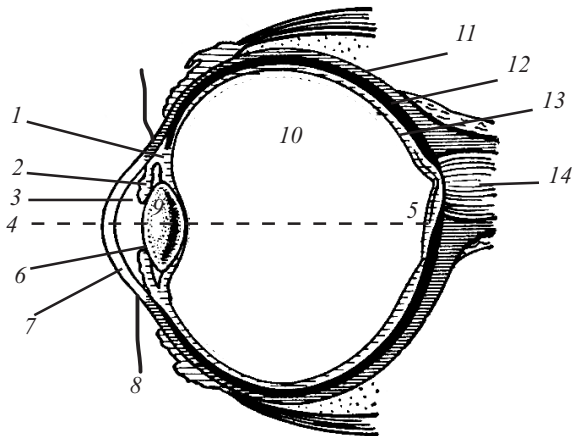


Рис. 4.2. Схема строения глаза человека:

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

нии соответствующих мышц глаза могут поворачиваться вверх или вниз, вправо или влево.

Периферический отдел. Часть зрительного анализатора, воспринимающая изображение, называется *сетчаткой*. Она состоит из трех слоев, в каждом из которых содержатся клетки определенного типа (рис. 4.3). Самый наружный светочувствительный слой содержит фоторецепторы (палочки и колбочки). Затем идет промежуточный слой, в котором расположены биполярные нейроны, связывающие фоторецепторы с клетками третьего слоя. Третий слой — внутренний поверхностный — содержит ганглиозные клетки, дендриты которых соединяются с бинокулярными клетками, а аксоны образуют зрительный нерв. Особенностью фоторецепторов (палочек и колбочек) является их глубокое расположение от пучка света. Они светочувствительными концами повернуты к эпителию сосудистой оболочки. Строение палочек и колбочек весьма сходно. Наружный сегмент их заполнен наложенными друг на друга дисками, число которых очень различно. Наружный сегмент от внутреннего отделяется с помощью сужения, а связь между двумя сегментами осуществляется через цитоплазму и реснички, которые переходят из одного сегмента в другой. Внутренний сегмент заполнен митохондриями, в которых происходит интенсивный синтез белков и образование зрительного пигмента.

В синаптическом участке осуществляется связь диффузных биполярных клеток с несколькими палочками. Это уменьшает остроту обычного зрения, но повышает остроту сумеречного зрения. Моносинаптические биполярные клетки связывают одну колбочку с одной ганглиозной клеткой, что повышает остроту зрения в сравнении с

палочками. Амакриновые и горизонтальные клетки связывают вместе палочки и колбочки. Это способствует обработке зрительной информации еще до выхода из сетчатки. В сетчатке насчитывается около 130 млн палочек и 7 млн колбочек. Палочки располагаются равномерно по сетчатке, за исключением центральной ямки; они очень чувствительны к слабому освещению, поэтому являются аппаратом сумеречного зрения.

Колбочки весьма тесно расположены в центральной ямке, данный участок отличается высокой остротой зрения — это аппарат дневного и цветового зрения. Механизм фоторецепции связан с наличием в палочках и колбочках светочувствительных пигментов. Так, на наружной поверхности па-

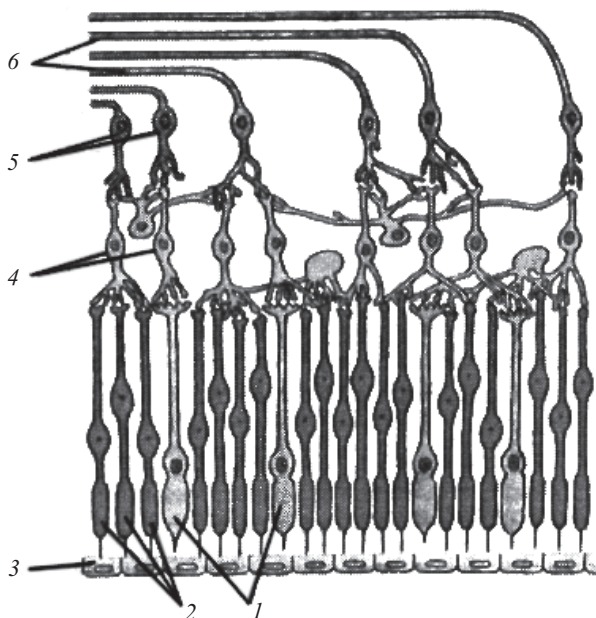


Рис. 4.3. Строение сетчатки глаза:

1 — колбочки; 2 — палочки; 3 — пигментные клетки; 4 — биполярные клетки; 5 — ганглиозные клетки; 6 — нервные волокна

лочек содержится пигмент родопсин, который под действием света разлагается на ретинальальдегидную форму витамина А и белок опсин. На свету ретиналь превращается в витамин А после отделения опсина. После прекращения действия света родопсин тут же восстанавливается, для чего необходим витамин А. При дефиците в организме этого витамина возникает расстройство сумеречного зрения — куриная слепота.

В колбочках имеется светочувствительный пигмент йодопсин, также состоящий из ретиналя и белка опсина.

Цветовое зрение человека связано с наличием в сетчатке трех типов колбочек, воспринимающих красный, зеленый и синий цвета с длиной световой волны от 0,4 до 0,8 мкм. Нарушение цветового зрения называется *дальтонизмом*, который выявляется с помощью специальных таблиц.

Проводниковый отдел зрительного анализатора образован волокнами зрительного нерва, идущими из глазницы в череп к основанию передней части гипоталамуса, где оба нерва сходятся, образуя перекрест — хиазму. Здесь происходит частичный перекрест волокон и образование перекрещивающихся и неперекрещивающихся пучков. Далее зрительные пучки расходятся в виде правого и левого зрительных трактов. Последние направляются к среднему (область бугорков четверохолмия) и промежуточному мозгу (боковое коленчатое тело и подушка зрительного бугра) и далее в составе зрительного пути идут в затылочную область коры головного мозга, где размещается центральный отдел зрительного анализатора. Кроме того, участки коры, в которых происходит анализ зрительной информации, могут быть связаны и с другими областями мозга.

Аккомодация — способность глаза одинаково четко видеть предметы, расположенные на разном расстоянии. Она связана с изменением кривизны хрусталика под влиянием сокращения ресничной мышцы (рис. 4.4). Свет на пути к светочувствительной сетчатке проходит через ряд прозрачных светопреломляющих сред глаза. Зрачок, играющий роль диафрагмы, под действием круговой мышцы то суживается, то расширяется, пропуская внутрь глаза меньший или больший пучок света на самое чувствительное место сетчатки — *желтое пятно*.

Рефракция — преломляющие свойства нормального глаза. Отклонение от обычной рефракции может вызывать *дальнозоркость* или *близорукость*. Пересечение световых лучей за сетчаткой глаза дает расплывчатое изображение и называется дальнозоркостью или гиперметропией. Если же лучи сходятся перед сетчаткой, то глаз называют близоруким или миопическим (рис. 4.5).

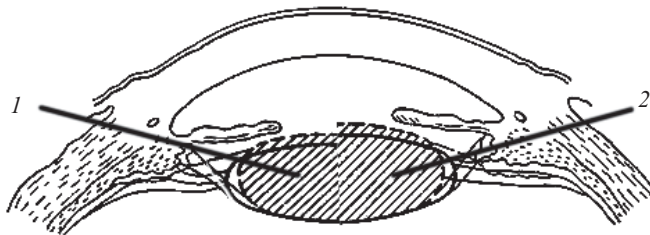


Рис. 4.4. Схема аккомодации:

1 — фокусировка вдаль; 2 — фокусировка на близкие предметы

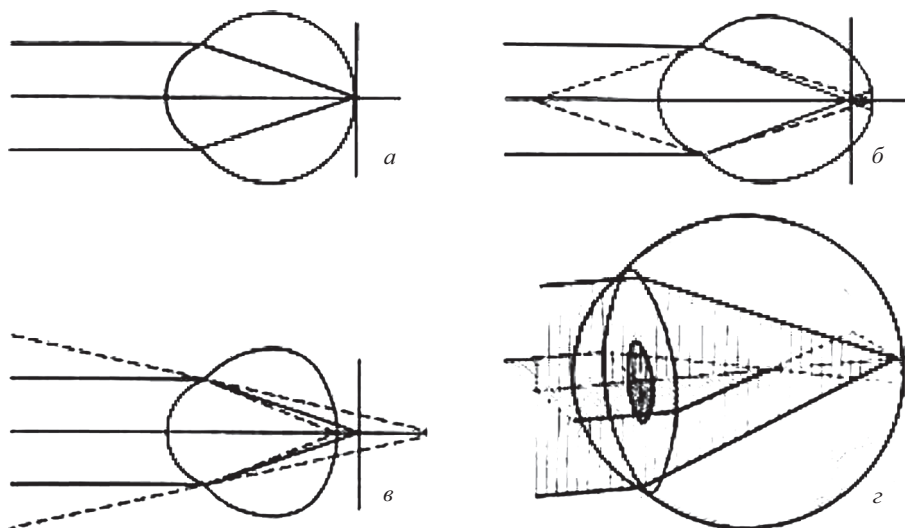


Рис. 4.5. Ход лучей при различных видах рефракции глаза:

а — эмметропия (норма); *б* — миопия (близорукость); *в* — гиперметропия (дальнозоркость); *г* — астигматизм

Остротой зрения называют способность глаза различать мелкие детали предметов. Ее определяют с помощью таблиц, на которых изображены буквы, цифры, различные предметы.

Бинокулярное зрение — зрение двумя глазами, в этом случае изображение предмета возникает на идентичных участках обеих сетчаток. Зрение двумя глазами значительно облегчает восприятие пространства и глубину расположения предмета, определение его формы и объема.

Значение зрительного анализатора в безопасности жизнедеятельности человека. Связь организма с окружающей средой осуществляет нервная система с помощью органов чувств — зрения, слуха, обоняния, вкуса, осязания. Эти органы чувств позволяют человеку принять разнообразную информацию внешней среды и соответствующим образом отреагировать на происходящие вокруг события.

Известно, что 80–90 % информации об окружающем мире поступает в мозг через зрительный анализатор. Благодаря зрению человек способен различать: окружающие предметы; движение и действие живых существ; перемещение неживых объектов; цветовые сигналы; предвидеть опасность, а также оценить ее величину и силу. Бинокулярное зрение обеспечивает стереоскопическое восприятие предметов (форма, объем, глубина).

Таким образом, зрение позволяет человеку определить степень опасности того или иного предмета, явления или сложившейся ситуации в данном месте и в данный момент. Например, увидев красный сигнал светофора, человек останавливается.

4.3. Слуховой анализатор. Орган слуха

Слуховой анализатор воспринимает звуковые колебания от 16 до 20 000 Гц. Разница между нижней и верхней границами восприятия называется *областью слухо-*

вого восприятия. В условиях тишины восприятие слухового аппарата повышается, при сильных звуках снижается, а затем снова восстанавливается.

Орган слуха представлен ухом, которое делится на наружное, среднее и внутреннее (рис. 4.6) и является **периферическим отделом** слухового анализатора. *Наружное ухо* состоит из ушной раковины, представляющей собой хрящевую пластинку с выростами, которые фокусируют и направляют звуковые волны в наружный и слуховой проход. Последний имеет длину 2,5 см, состоит из хрящевой и костной частей. Улавливаемые ушной раковиной звуковые колебания по слуховому проходу передаются барабанной перепонке, которая колеблется в соответствии с частотой звука. *Среднее ухо* отделяется от наружного барабанной перепонкой, состоящей из соединительной ткани, и располагается внутри пирамиды височной кости. В нем находятся три слуховые косточки — молоточек, наковальня и стремечко, которые передают колебания от барабанной перепонки к перепонке овального окна. Благодаря системе рычагов, образованных слуховыми косточками, звуковые колебания усиливаются примерно в 22 раза, что связано с разницей площадей соприкосновения молоточка и барабанной перепонки (60 мм²) и стремечка с овальным окном (3,2 мм²). Полость среднего уха сообщается с полостью глотки через евстахиеву трубу. Это предохраняет барабанную перепонку от повреждений при перепаде атмосферного давления. Затем колебания мембраны окна преддверия передаются перилимфе и эндолимфе, что ведет к колебаниям основной мембраны вместе с расположенным на ней кортиевым органом. Соприкосновение волосковых клеток кортиевого органа с текториальной мембраной вызывает в них возбуждение, которое передается по волокнам слухового нерва и нейронам продолговатого и среднего мозга (**проводниковый отдел**) до височных долей коры больших полушарий (**центральный отдел слухового анализатора**).

Бинауральный слух. Человек и животные обладают пространственным слухом, т.е. способностью определять положение источника звука в пространстве. Это свойство основано на наличии двух симметричных половин слухового анализатора (бинауральный слух).

Острота бинаурального слуха у человека очень высока: он способен определять расположение источника звука с точностью порядка 1 углового градуса. Физиологической основой этого служит способность нейронных структур слухового анализатора оценивать интерауральные (межушные) различия звуковых стимулов по времени их прихода на

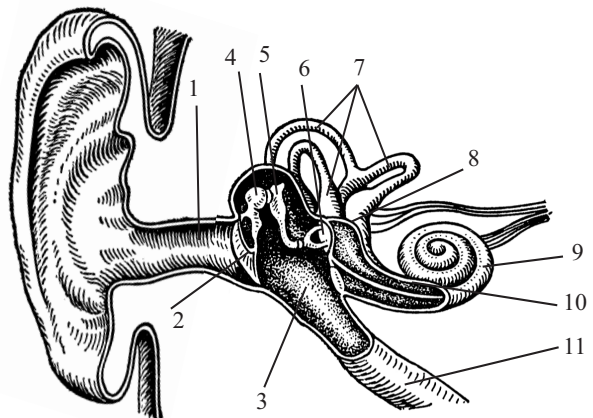


Рис. 4.6. Схема строения уха человека:

1 — наружный слуховой проход; 2 — барабанная перепонка; 3 — полость среднего уха (барабанная полость); 4 — молоточек; 5 — наковальня; 6 — стремечко; 7 — полукружные каналы; 8 — преддверие; 9 — улитка; 10 — овальное окно; 11 — евстахиева труба

каждое ухо и по их интенсивности. Если источник звука находится в стороне от средней линии головы, звуковая волна приходит на одно ухо несколько раньше и большей силы, чем на другое. Оценка удаленности звука от организма связана с ослаблением звука и изменением его тембра.

Значение слухового анализатора в безопасности жизнедеятельности человека. Со слухом связано общение людей между собой в процессе своей жизнедеятельности по средствам устной речи. С помощью устной речи можно дать информацию и предупредить человека об опасности.

Помимо устной речи некоторые звуки окружающего мира также выполняют роль сигналов, предупреждающих об опасности. Например, гром является предвестником грозы, рычание собаки свидетельствует о ее агрессивных намереньях, звуки сирены и прерывистые гудки предприятий и специальных транспортных средств означают сигнал «Внимание всем!» и т.д.

Бинауральный слух у человека позволяет определить источник и направление сигнала об опасности.

4.4. Вестибулярный анализатор. Орган равновесия

Вестибулярная сенсорная система получает, передает и анализирует информацию об ускорениях или замедлениях, возникающих в процессе прямолинейного или вращательного движения, а также при изменении положения головы в пространстве. При равномерном движении или в условиях покоя рецепторы вестибулярной сенсорной системы не возбуждаются. Импульсы от вестибулорецепторов вызывают перераспределение тонуса скелетной мускулатуры, что обеспечивает сохранение равновесия тела. Эти влияния осуществляются рефлекторным путем через ряд отделов ЦНС.

Периферическим отделом вестибулярного анализатора является вестибулярный аппарат, который расположен в лабиринте пирамиды височной кости и представлен перепончатыми образованиями (мешочками, маточкой и тремя полукружными каналами, расположенными в трех взаимно перпендикулярных плоскостях). В структурах анализатора находятся рецепторные клетки, имеющие волоски, омываемые эндолимфой.

В овальном и круглом мешочках (макулах) содержатся рецепторные клетки, волоски которых сверху покрыты студенистой массой (отолитовой мембраной), содержащей кристаллы кальция карбоната (рис. 4.7). При любом изменении положения тела или головы в пространстве раздражаются рецепторы органа равновесия, возникший нервный импульс проводится по вестибулярному нерву в составе преддверно-улиткового нерва в головной мозг: средний мозг, мозжечок.

Участки полукружных каналов, обращенные к преддверию, имеют расширения — *ампулы*. На внутренней поверхности ампул также имеются рецепторные клетки с чувствительными волосками, и они также погружены в тонкий слой студенистой жидкости, лежащий по внутренней поверхности ампул. Рецепторные клетки ампул тонко реагируют на малейшие перемещения эндолимфы и студенистой жидкости полукружных каналов. Перемещения жидкости возникают в результате перемещения тела или головы: ускорения, замедления движения, вращательные

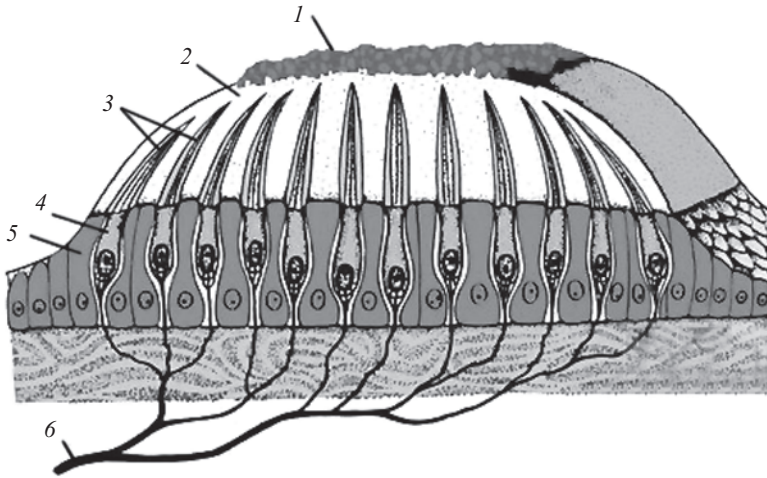


Рис. 4.7. Строение отолитового аппарата:

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

движения. Поскольку полукружные каналы ориентированы в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, то любой поворот головы или тела воспринимается вестибулярными рецепторами.

Таким образом, работа вестибулярного анализатора позволяет постоянно оценивать положение и движение тела в пространстве и в соответствии с этим рефлекторно изменять тонус скелетных мышц, в необходимом направлении менять положение головы и тела.

При повреждении вестибулярного аппарата возникают головокружения, нарушается равновесие, проявляются симптомы морской болезни.

У человека чувство равновесия и оценка положения тела в пространстве связаны не только с органом равновесия, но и с наличием большого количества рецепторов (*барорецепторов*) в мышцах и коже, которые воспринимают механическое давление на них.

4.5. Вкусовой анализатор. Орган вкуса

Вкусовой анализатор представляет собой сложную анатомо-физиологическую систему, обеспечивающую тонкий анализ химических раздражителей, действующих на *вкусовые органы* человека и животных. Вкусовой анализатор состоит из **периферического отдела** (хеморецепторов), **проводникового** (нервные волокна) и **центрального** (структуры продолговатого мозга, зрительных бугров и коры больших полушарий). Вкусовой анализатор обеспечивает отказ от вредных соединений и выбор пищи, соответствующей потребностям организма.

Орган вкуса у человека представлен множеством (около 2000) вкусовых лукович, расположенных в многослойном эпителии слизистой оболочки языка, нёба, зева, надгортанника. Особенно много вкусовых почек находится в эпителии нитевидных, грибовидных, листовидных и желобовидных сосочков (рис. 4.8).

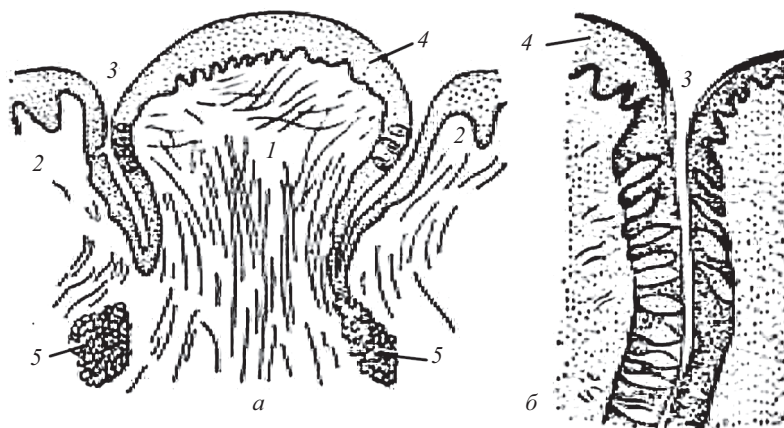


Рис. 4.8. Желобовидный сосочек языка человека
(а — продольный разрез сосочка; б — часть продольного разреза при большом увеличении):

1 — сосочек; 2 — окружающий его вал; 3 — желобок; 4 — эпителий с лежащими в его боковых частях вкусовыми луковичками; 5 — железы

Вкусовые луковички (почки, бокалы, рюмки) состоят из опорных и рецепторных клеток, воспринимающих раздражение от вкусовых веществ, которые делятся на четыре группы — сладкие, кислые, соленые и горькие (рис. 4.9).

Вкусовые почки имеют овальную форму (рис. 4.10), находятся в толще многослойного эпителия слизистой оболочки, с поверхностью которой они сообщаются коротким вкусовым каналом. Каждая вкусовая почка состоит из 10–15 рецепторных и нескольких опорных клеток. От клеток, образующих дно вкусового канала, отходят слабо исчерченные конические «вкусовые кисточки», которые, разветвляясь, отдают 30–40 микроворсинок, выстилающих дно вкусовой ямки. Просветы между вкусовыми кисточками, так называемые штифтики, заполнены веществом, богатым аминокислотами и мукополисахаридами. Во вкусовых луковичках обнаружены белок, способный образовывать специфические комплексы с сахарами, и ферменты, меняющие активность под влиянием вкусовых веществ. На этом основано предположение, что вкусовые вещества, прориффундировав через штифтики и вступив в контакт с вкусовыми кисточками, соединяются с молекулами особых «вкусовых» белков, что и лежит в основе возбуждения рецепторной клетки, передающегося по вкусовому нерву в центральную нервную систему.

К основаниям вкусовых клеток подходят, образуя здесь синапсы, нервные окончания вкусового нерва. Область синапсов отличается высокой активностью ацетилхолинэстеразы, что свидетельствует о холинергическом механизме передачи возбуждения вкусовой клетки в центральную нервную систему.

Вкусовые волокна лицевого нерва начинаются во вкусовых луковичках передних двух третей языка. Они идут сначала в составе язычного нерва, затем вступают в барабанную струну, с которой и входят в лицевой нерв. Волокна, иннервирующие вкусовые луковички задней трети языка, нёба и надгортанника, начинаются от клеток каменистого узла языкоглоточного нерва. Иннервирующие вкусовые луковички волокна блуждающего нерва возникают в клетках его чувствительных узлов и про-

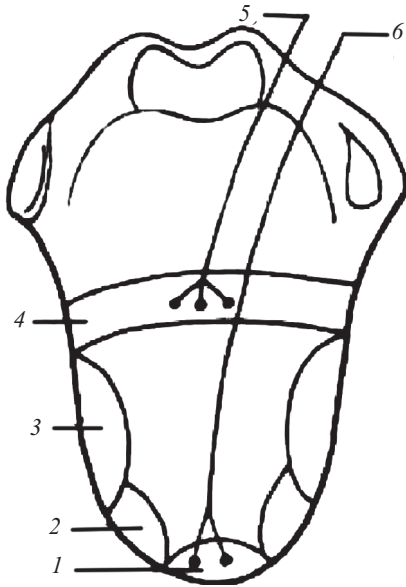


Рис. 4.9. Рецепторное поле и иннервация языка:

1 — сладкое; 2 — соленое; 3 — кислое;
4 — горькое; 5 — языкоглоточный нерв;
6 — лицевой нерв

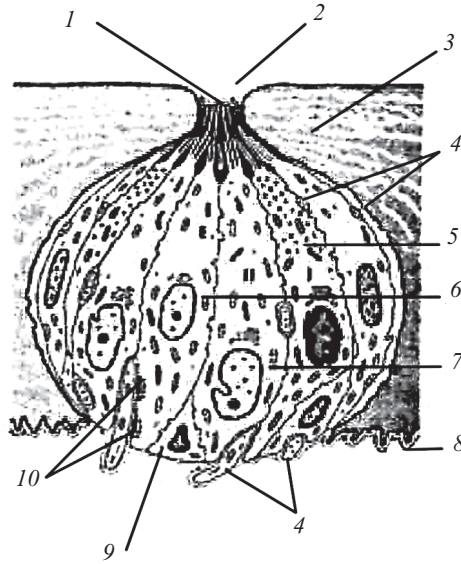


Рис. 4.10. Строение вкусовой почки

1 — микроворсинки; 2 — вкусовая пора; 3 — эпителий;
4 — нервные волокна; 5 — клетка I типа; 6 — клетка II типа; 7 — клетка III типа; 8 — базальная мембрана; 9 — клетка IV типа; 10 — синапсы

ходят в продолговатый мозг, заканчиваясь, как и другие вкусовые волокна, в ядре одиночного пучка. Восходящие пути из ядра одиночного пучка переходят через медиальную петлю в зрительный бугор, откуда берут начало волокна, оканчивающиеся в корковом центре вкуса, расположенном в гиппокампе, парагиппокамповой извилине и в нижней части заднецентральной извилины.

Значение вкусового анализатора в безопасности жизнедеятельности человека. Вкус и запахи дают информацию о качестве пищи, окружающей среде, влияют на эмоциональное состояние человека и его поведение, способствуя снижению или повышению рискованности поведения.

4.6. Обонятельный анализатор. Орган обоняния

Орган обоняния находится в обонятельной области слизистой оболочки верхнего носового хода, где размещены обонятельные клетки. Обонятельные рецепторы расположены в верхнезадней области носовой полости с расположенными на боковых стенках двумя костными выступами — раковинами и частью носовой перегородки (рис. 4.11), покрытыми обонятельным эпителием (его площадь около 5 см²) — и раздражаются пахучими веществами. Эти вещества стимулируют обонятельный эпителий.

У человека насчитывается около 40 млн обонятельных клеток. Периферический отросток — дендрит обонятельной клетки заканчивается утолщением — обонятельной булавой, на вершине которой располагается по 10–12 подвижных обонятельных волосков (ресничек), вступающих в контакт с пахучими веществами (рис. 4.12).

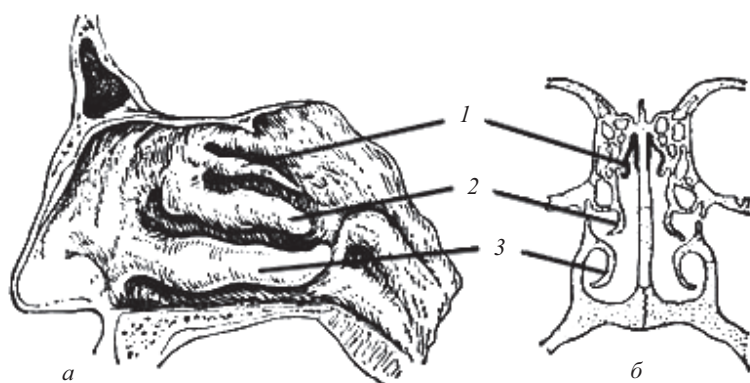


Рис. 4.11. Органы обоняния:

a — носовые раковины человека (вид со стороны носовой перегородки); *б* — то же, поперечный разрез (область обонятельного эпителия показана жирной линией); 1 — верхняя раковина; 2 — средняя раковина; 3 — нижняя раковина

Существует стереохимическая теория обоняния, согласно которой имеется определенное соответствие между свойствами рецепторных молекул в обонятельных клетках и размерами молекул пахучих веществ. Всего можно различить до 10 000 запахов. У многих млекопитающих с хорошо развитым обонянием — макросматиков — обонятельная область носа увеличена за счет дополнительных раковин костной стенки носовой полости. Предполагается существование гнилостного, острого, едкого и других запахов, каждому из них соответствуют определенные рецепторы. Для возбуждения одной обонятельной

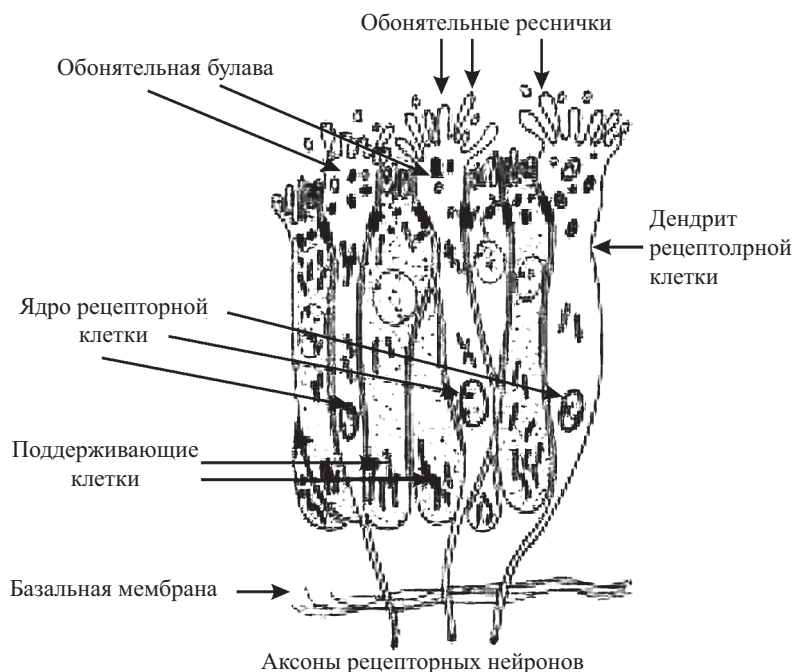


Рис. 4.12. Строение обонятельного эпителия

клетки достаточно одной молекулы пахучего вещества. Аксоны обонятельной клетки проходят между поддерживающими клетками и собираются в обонятельные нервы, которые в виде пучков проникают в полость черепа через решетчатую пластинку решетчатой кости и направляются к обонятельной луковице, располагающейся в переднем мозге. В обонятельной луковице располагаются вторые нейроны обонятельного проводящего пути. Аксоны этих клеток образуют обонятельный тракт, волокна которого идут в составе свода мозга и достигают сосцевидных тел и центрального конца обонятельного анализатора, расположенного в крючке парагиппокампальной извилины. Обонятельные импульсы направляются также в гипоталамус, гиппокамп, миндалевидное тело, входящие в состав лимбической системы, которая участвует в формировании эмоциональных реакций.

В проводящих путях обонятельного анализатора отсутствует перекрест, поэтому при одностороннем поражении обонятельных центров обоняние нарушается на стороне поражения.

Значение обонятельного анализатора в безопасности жизнедеятельности человека. Работа обонятельного анализатора информирует организм о присутствии в окружающей среде определенных химических соединений, которые могут быть полезны для организма и им потребляются либо вредны и, следовательно, избегаются. Обонятельные раздражители в естественных условиях играют роль меток, которые сопутствуют определенным предметам, событиям или опасностям, выполняя при этом сигнальную функцию.

4.7. Двигательный анализатор

Двигательный анализатор состоит из цепи нервных клеток, начинающейся с рецепторов сухожилий, суставов и других проприорецепторов и кончающейся группами нервных клеток в коре больших полушарий головного мозга. От проприорецепторов импульсы идут к первым нейронам двигательного анализатора, находящимся в межпозвоноковых нервных узлах, далее в спинной мозг и по его задним столбам — в продолговатый мозг, где расположены вторые нейроны двигательного анализатора. Волокна, выходящие из ядер продолговатого мозга, переходят на противоположную сторону, образуя перекрест, поднимаются к зрительным буграм, где расположены третьи нейроны, и достигают коры головного мозга. Помимо этого пути сигналы от опорно-двигательного аппарата могут достигать коры головного мозга также через ретикулярную формацию и мозжечок. Двигательному анализатору принадлежит ведущая роль в формировании и проявлении движений, он играет существенную роль в высшей нервной деятельности.

Значение двигательного анализатора в безопасности жизнедеятельности человека. Двигательный анализатор обеспечивает координацию всех двигательных актов человека — от локомоторных движений до сложнейших трудовых и спортивных двигательных навыков. Играет важную роль в познании окружающего мира и психическом развитии человека.

4.8. Соматосенсорный анализатор. Кожа

В соматосенсорную анализаторную систему включают систему кожной чувствительности и чувствительную систему скелетно-мышечного аппарата, главная роль в которой принадлежит проприорецепции.

Тактильную чувствительность воспринимают порядка 500 000 рецепторов. Наибольшее число тактильных точек и разнообразных рецепторов находится на коже кончиков пальцев и на губах.

Тактильные рецепторы представлены механорецепторами, к которым принадлежат свободные нервные окончания, проникающие в эпидермис и воспринимающие давление, и несвободные (инкапсулированные — имеющие капсулу). К несвободным чувствительным нервным окончаниям относят расположенные в собственно коже крупные пластинчатые тельца Фатера – Пачини и осязательные тельца Мейснера. Чувства осязания и давления позволяют не только узнавать предметы, но и определять форму, размеры и их твердость.

Кожа образует наружный покров тела площадью 1,5–1,6 м². В ней располагаются рецепторы, воспринимающие различные по характеру раздражения (давление, холод, тепло, химические и электрические воздействия). Она состоит из элементов соединительной ткани, кровеносных сосудов, сальных и потовых желёз, чувствительных клеток, что позволяет ей выполнять разнообразные функции: защитную, терморегулирующую, дыхательную, выделительную, обменную, рецепторную.

Кожа состоит из трех основных слоев: поверхностного (эпидермиса), более глубокого слоя — собственно кожи (дермы) и гиподермы (подкожной жировой клетчатки), содержащей специализированные жировые клетки, образующие жировую ткань (рис. 4.13).

Строение кожи. *Эпидермис* — многослойный плоский ороговевающий эпителий, имеющий различную толщину, состоящий из пяти основных слоев: базального, шиповатого, зернистого, блестящего и рогового. Последний состоит из нескольких

слоев ороговевающих клеток — роговых чешуек, обновляющихся в течение 7–10 дней. Клетки базального и шиповатого слоев образуют зону активного деления, за счет которого происходит непрерывное обновление клеток эпидермиса. Кроме того, в этих слоях образуется красящий пигмент, дающий естественный цвет кожи. Эпидермис содержит огромное количество механо- и терморецепторов, составляющих чувство осязания.

Дерма делится на два слоя: сосочковый и сетчатый. Сосочковый слой состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани, образует множество сосочков, внедряющихся в эпидермис, что определяет индивидуальный рисунок кожи. В сосочковом слое располагаются тонкие мышечные

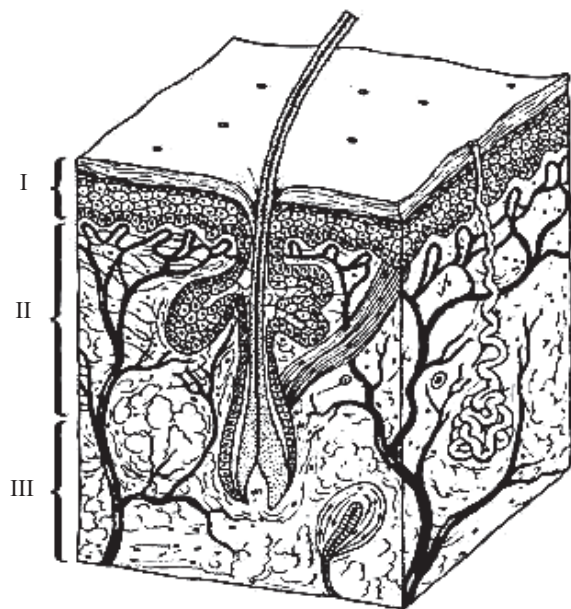


Рис. 4.13. Строение кожи:

I — эпидермис; II — дерма; III — подкожная жировая клетчатка

пучки — мышцы, поднимающие волос. Сосочковый слой имеет широкую разветвленную сеть кровеносных и лимфатических сосудов и нервных волокон.

Сетчатый слой представлен соединительной тканью, которая определяет плотность кожи. Кроме того, в нем содержатся эластические, коллагеновые и ретикулярные волокна. В сетчатом слое находятся корни волос, потовые и сальные железы.

Под сетчатым слоем размещается подкожно-жировая клетчатка (*гиподерма*). Толщина этого слоя неодинакова на разных участках тела и у разных людей. Наиболее развита она в местах, испытывающих давление (ягодичная и подошвенная области, подушечки пальцев).

Потовые, сальные железы и волосы являются придатками кожи. Потовые железы выделяют наружу воду, различные продукты обмена, что является одним из способов регуляции теплоотдачи. Железы располагаются в собственном слое кожи, а выводные протоки открываются наружу. Сальные железы вырабатывают секрет — кожное сало, смазывающее поверхность кожи. Оно сохраняет ее эластичность, препятствует проникновению микроорганизмов. Уменьшение секреции сальных желез ведет к сухости кожи и волос.

Волосы покрывают почти всю поверхность тела человека. Они отсутствуют на ладонях, подошвах, красной кайме губ, головке полового члена, малых половых губах. Различают длинные, щетинистые, пушковые волосы, а также волосы подмышки и лобка. В волосе выделяют стержень и корень. Стержень состоит из коркового вещества и кутикулы; корень залегает в толще кожи. Корень волоса располагается в сумке, в нее открываются протоки сальных желез. Кровоснабжение волоса осуществляется за счет сосудов волосяного сосочка.

Функции кожи

Защитная функция кожи связана с предохранением органов от повреждения, обезвоживания и инфекции. Наружный слой кожи (эпидермис) защищает от повреждения те участки тела, которые подвергаются механическим воздействиям. Собственный слой (дерма) и подкожно-жировая клетчатка смягчают толчки и удары. Темный пигмент кожи (меланин) защищает организм от ультрафиолетовых лучей. Выделения сальных желез и ороговевший слой кожи препятствуют излишней потере воды путем испарения. Многослойное строение кожи в большой степени препятствует проникновению в организм болезнетворных микроорганизмов. Тем не менее возможно проникновение их через потовые железы, волосяные фолликулы, укусы насекомых.

Терморегулирующая функция кожи определяется скоростью кровотока и крови, протекающей через кожные капилляры, а также теплопроводностью, потоотделением и испарением. При слабом кровотоке температура кожи приближается к температуре окружающей среды, а при сильном — к температуре внутренних органов, что способствует ограничению теплоотдачи. Потоотделение и испарение через кожу поддерживают температуру на оптимальном уровне.

У человека потоотделение начинается при повышении температуры тела выше 36,7 °С. Испарение пота с поверхности кожи приводит к снижению температуры тела. Низкая температура окружающей среды и высокая влажность уменьшают испарение. Известно, что потоотделение есть результат повышения температуры во внутренних органах. Регуляция теплоотдачи осуществляется симпатической нервной системой и гипоталамусом.

Дыхательная функция кожи у взрослых выражена незначительно: через кожу газообмен составляет всего 1 % общего газообмена. У детей кожа несколько активнее участвует в акте дыхания.

Выделительная функция кожи основана на проникновении через капилляры кожи в протоки потовых желёз водянистой жидкости, содержащей до 0,4 % натрия хлорида, мочевины и других солей.

Обменная функция заключается в превращении некоторых стероидов в витамин D под действием ультрафиолетовых лучей солнца.

Рецепторная функция связана с наличием в коже большого количества специфических структур, воспринимающих тепло и холод, боль, прикосновение. Болевые раздражения могут быть причиной шока, являются защитной реакцией организма на неблагоприятный фактор воздействия.

Кожная механорецепция. В коже сосредоточено большое количество чувствительных к прикосновению, давлению, вибрации, теплу и холоду, а также к болевым раздражениям нервных окончаний. Они локализируются на разной глубине кожи и распределены неравномерно по ее поверхности. Больше всего их в коже пальцев рук, ладоней, подошв, губ и половых органов.

У человека в коже с волосатым покровом (90 % всей кожной поверхности) основным типом рецепторов являются свободные нервные окончания ветвящихся нервных волокон, идущих вдоль мелких сосудов, а также более глубоко локализованные разветвления тонких нервных волокон, оплетающих волосную сумку. Эти окончания обеспечивают высокую чувствительность волос к прикосновению.

В коже, лишенной волосного покрова, в сосочковом слое дермы пальцев рук и ног, ладонях, подошвах, губах, языке, половых органах и сосках груди находят много осязательных телец (тельце Мейсснера). Более глубоко расположены пластинчатые тельца, или тельца Пачини (рецепторы давления и вибрации). Они также располагаются в сухожилиях, связках, брыжейке.

Возбуждение кожных рецепторов возникает вследствие деформации капсулы тельца Пачини под воздействием механического раздражителя. Деформированная капсула начинает действовать на нервное окончание, где возникает генераторный потенциал. При достижении критического уровня деполяризации рецепторного потенциала генерируются импульсы, распространяющиеся по волокну в ЦНС.

Терморецепция. *Терморецепция*, или *температурное чувство*, соотносится с двумя ощущениями — *тепла* и *холода*. Эти ощущения можно вызвать в *температурных точках тела*. Специальные рецепторы тепла и холода выполняют две основные функции: реагируют на изменения температуры окружающей среды и участвуют в регуляции температуры тела.

Рецепторы кожи, чувствительные к холоду и теплу, расположены на разных участках тела. Точек холода на коже значительно больше, чем точек тепла. У человека рецепторы холода располагаются в эпидермисе и непосредственно под ним, а рецепторы тепла — преимущественно в верхнем и среднем слоях собственно кожи. Максимальная плотность тех и других точек характерна для кожи лица, наиболее чувствительной к изменениям температуры.

Рецепторы холода и тепла предположительно представляют собой свободные нервные окончания, которые несут также механорецепторные функции. Рецепторы

холода связаны с тонкими миелинизированными волокнами, а рецепторы тепла — с немиелинизированными волокнами. Терморецепторы обладают малыми рецептивными полями (1 мм^2 и менее), и каждое афферентное волокно обслуживает только одну точку тепла или холода. В гипоталамусе есть рецепторы, чувствительные к температуре, которые активируют механизмы регуляции температуры тела: нагревание вызывает потоотделение и одышку, охлаждение — сужение сосудов и дрожь.

Болевая чувствительность (ноцицепция). Воспринимается специальными свободными нервными окончаниями. Общее число болевых рецепторов достигает 2–4 млн, на 1 см^2 кожной поверхности — 100–200. Чувство боли воспринимают также нервные окончания в слизистых и серозных оболочках, во внутренних органах. Чувство боли может ощущаться не только в поврежденном органе, но и в других частях тела, например на определенных участках кожи. Такие боли называются отраженными, иррадирующими.

Нервные импульсы, возникающие в рецепторах кожи, поступают в чувствительные и двигательные центры спинного мозга, которые участвуют в образовании защитных оборонительных рефлексов на уровне сегментов спинного мозга (например отдергивание руки при ожоге, уколе). Одновременно чувствительные импульсы от кожных рецепторов через чувствительные ядра задних рогов спинного мозга или черепных нервов по проводящим путям направляются к корковому концу анализатора общей чувствительности, к нейронам постцентральной извилины, где происходит высший анализ, сознательное восприятие чувств, ощущаемых соответствующими кожными рецепторами.

Значение соматосенсорного анализатора в безопасности жизнедеятельности человека. Кожные ощущения имеют большое значение как сигналы опасности. Например, при болевой чувствительности включаются защитно-оборонительные механизмы: повышается тонус мышц, учащается сердцебиение и дыхание, усиливается выделение гормонов, участвующих в мобилизации защитных сил организма (гормонов надпочечников — адреналина и др.).

4.9. Висцеральная сенсорная система

Некоторые физиологи рассматривают отдельно висцеральную сенсорную систему, функции которой:

- восприятие различных изменений внутренней среды организма;
- обеспечение регуляции работы всех внутренних органов, взаимосвязь и координация их деятельности, направленную на поддержание гомеостаза и формирование защитно-приспособительных реакций.

Периферический отдел висцеральной сенсорной системы представлен рецепторами внутренних органов (висцеральными). Проводниковый — чувствительными волокнами спинномозговых и черепно-мозговых нервов, восходящими путями спинного мозга, центрами, которые расположены в в спинном мозге, в стволе мозга и в подкорковых ядрах (например, в хвостатое ядро поступает информация от мочевого пузыря). Центральный конец не имеет четко выраженной локализации в коре. Высшие центры висцеральной системы располагаются в лимбической системе и в сенсомоторных зонах коры (передней и задней центральной извилины).

Вопросы для самопроверки

1. Дайте общую характеристику анализаторам и органам чувств.
2. Назовите корковые зоны основных анализаторов.
3. Объясните значение органов чувств в жизнедеятельности человека.
4. Охарактеризуйте строение органов зрения.
5. Расскажите о строении органов слуха и равновесия.
6. Назовите особенности строения органа вкуса и обоняния.
7. Расскажите об особенностях строения кожи в связи с выполняемыми функциями.
8. Обоснуйте роль анализаторов при адаптации организма к окружающей среде.

Глава 5 **ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ**

5.1. Скелет

В организме взрослого человека определяется более 200 парных и непарных костей, которые, соединяясь между собой, образуют скелет. От его развития и строения зависят форма тела, функции внутренних органов и систем. Скелет выполняет опорную, двигательную, защитную, обменную и кроветворную функции. Опорная функция скелета связана с прикреплением к его костям мягких тканей. Функция движения связана с тем, что кости скелета выполняют функции рычагов, приводимых в движение с помощью мышц. Скелет защищает жизненно важные органы от механических повреждений. Это обеспечивается образованием частями скелета полостей, в которых располагаются органы (головной и спинной мозг, легкие, сердце, печень и т.д.).

5.1.1. Строение кости

Кость представляет собой сложный орган, состоящий из твердой соединительной ткани (см. раздел 1.3.3). В живом организме кость содержит около 50 % воды, 22 % минеральных солей (соли кальция, фосфора, магния и др.), которые придают ей твердость и прочность и 28 % органических веществ, которые придают ей упругость и гибкость. С возрастом количество органических веществ уменьшается, что ведет к хрупкости костей (у пожилых людей) и к более частым переломам. Соотношение компактного и губчатого веществ в различных костях зависит от функционального значения костей. В костях, выполняющих функции опоры и движения, содержится больше компактного вещества. Расположение перекладин плотного вещества в губчатой части кости также зависит от функциональной нагрузки. Перекладины располагаются в направлении воздействия на кость силовых нагрузок.

Снаружи кость покрыта слоем плотной соединительной ткани — надкостницей, содержащей сосуды, нервы. Внутренний слой надкостницы, помимо большого количества сосудов, содержит молодые костные клетки, за счет которых кость растет в толщину и восстанавливается после перелома. Отслойка надкостницы приводит к нарушению питания кости и ее омертвлению.

На поверхности костей имеются отверстия, через которые в кость проникают кровеносные сосуды и нервы. Кроме того, на поверхности костей, в местах прикрепления мышц, образуются шероховатости, бугорки, гребни, расположение и степень развития которых определяется двигательными нагрузками. У мужчин они выражены больше, чем у женщин; у людей, занимающихся спортом, — больше, чем у незанимающихся.

5.1.2. Классификация костей (по М. Г. Привесу)

Кости, образующие скелет, различаются по форме и строению. Существует четыре типа костей.

1. Трубчатые кости:

а) длинные (плечевая, локтевая, лучевая, бедренная, большеберцовая и малоберцовая кости);

б) короткие (кости пястья и плюсны, фаланги пальцев, ключица).

2. *Губчатые кости*:

а) длинные (ребра, грудина);

б) короткие (позвонки, кости запястья и предплюсны);

в) сесамовидные кости — дополнительные (надколенник и др.).

3. *Плоские кости*:

а) кости свода черепа (теменная кость, чешуйчатые части лобной, затылочной и височной костей);

б) кости поясов конечностей (лопатка, тазовая кость). Плоские кости ограничивают полости.

4. *Смешанные кости* (кости основания черепа и лицевого отдела черепа).

Смешанные кости образуются в результате слияния из нескольких частей и имеют сложную форму.

5.1.3. Особенности строения различных костей

В *трубчатых костях* выделяют среднюю часть — *диафиз* (тело) и суставные расширенные концы — *эпифизы*. Между диафизом и эпифизами располагается *метафиз*, за счет находящегося здесь в детском и юношеском возрасте хряща происходит рост костей в длину. Тело трубчатых костей имеет полость, заполненную желтым костным мозгом, а эпифизы состоят из губчатого вещества и заполнены красным костным мозгом, выполняющим кроветворную функцию.

Губчатые кости состоят из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества.

Некоторые кости черепа имеют внутри воздухоносные полости (верхняя челюсть, лобная, клиновидная и решетчатая).

5.1.4. Соединения костей. Строение и виды суставов

Соединения костей человека подразделяются на три основные группы: непрерывные, полупрерывные и прерывные.

Непрерывные соединения не имеют полостей и обладают большой прочностью. Одни из них являются неподвижными, другие малоподвижными. К ним относятся:

а) костные сращения (крестец, три части тазовой кости);

б) соединения при помощи хряща (тела позвонков, передние концы ребер с грудной костью);

в) соединительнотканые соединения:

— с помощью связок (отростки позвонков, нижние концы костей голени, крестец с седалищной костью и др.);

— швы (кости свода черепа);

— костные мозоли (в местах переломов костей).

Полупрерывные соединения называют полусуставами. Они представляют собой соединения двух костей при помощи хрящевой прослойки, в которой имеется узкая щель (только намечающаяся полость), содержащая небольшое количество жидкости. Полного перерыва между двумя сочленяющимися костями еще нет. Полупрерывные соединения относятся к малоподвижным соединениям. Примером такого

соединения является лонное сращение — соединение лонных (лобковых) частей тазовых костей.

Прерывные соединения костей — суставы. Это подвижные соединения, имеющие полости. В скелете более 230 суставов. Они представлены повсюду, где происходят отчетливо выраженные движения частей тела.

Обязательные элементы сустава:

1. Кости с суставными поверхностями различной формы, которые покрыты гиалиновым хрящом (толщина 0,2–6 мм).
2. Суставная полость, заполненная синовиальной (суставной) жидкостью.
3. Суставная капсула (сумка), герметически окружающая суставные поверхности соединяющихся костей и создающая прочный мешок. Наружный ее слой (фиброзный) образован плотной соединительной тканью, а внутренний покрыт слоем эндотелиальных клеток, вырабатывающих тягучую, прозрачную, желтоватого цвета жидкость (синовиальную). Синовиальная жидкость выполняет ряд функций:

- уменьшает трение, обеспечивает подвижность в суставе;
- работает как буфер, смягчая толчки;
- создает силу сцепления между суставными поверхностями, укрепляя сустав;
- осуществляет питание хрящевой ткани.

Дополнительные элементы суставов:

1. Диски (в грудино-ключичном и височно-челюстном суставах).
2. Мениски (два в каждом коленном суставе).

Диски и мениски выполняют функции:

- буферную — смягчают удары;
- обеспечивают вращательные и сгибательные движения, совершенствуя их (уменьшая размах движений, но увеличивая разнообразие движений).

3. Суставные губы — волокнисто-хрящевое кольцо (в плечевом суставе). Они увеличивают емкость суставной впадины лопатки, создавая возможности движения во всех направлениях.

4. Добавочные связки: внутрисуставные (в коленном и тазобедренном суставах) и надсуставные (имеются в большинстве суставов). Их функции:

- помогают выдерживать значительные динамические и статические нагрузки;
- обеспечивают прочность сустава.

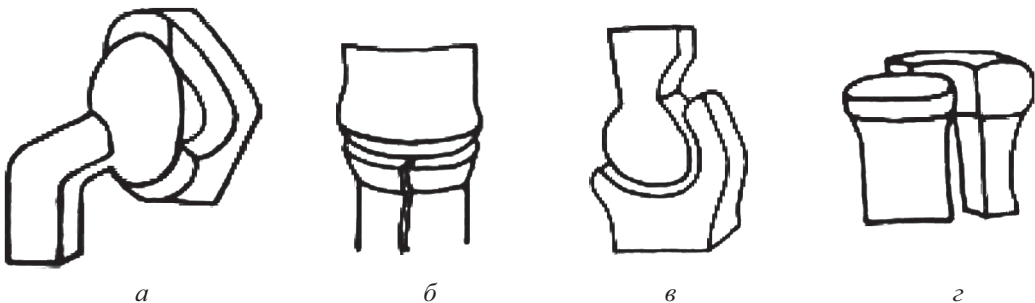


Рис. 5.1. Формы суставов:

a — шаровидный; *б* — эллипсоидный; *в* — блоковидный; *г* — цилиндрический

В зависимости от оси движения различают суставы: одноосные (голеностопный, межфаланговые), двухосные (лучезапястный, запястно-пястный), многоосные (плечевой, тазобедренный) и безосные (межзапястные, крестцово-подвздошный). По форме суставы делятся на шаровидные, эллипсовидные, седловидные, плоские, блоковидные и цилиндрические (рис. 5.1).

5.1.5. Отделы скелета

Различают четыре отдела скелета: скелет головы (череп), скелет туловища, скелет верхних и нижних конечностей (рис. 5.2).

Скелет головы представлен костями черепа, среди которых выделяются кости лицевого и мозгового отдела черепа (рис. 5.3).

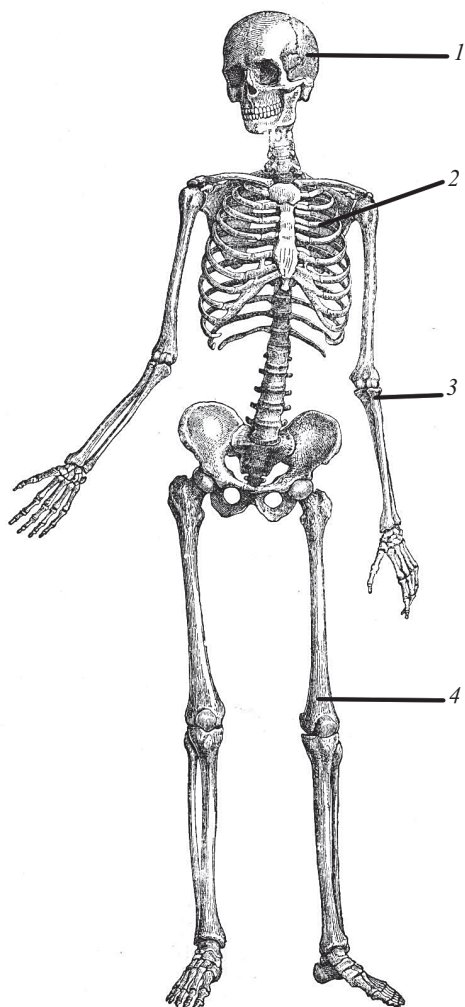


Рис. 5.2. Скелет человека:

1 — скелет головы (череп); 2 — скелет туловища; 3 — скелет верхних конечностей; 4 — скелет нижних конечностей

Лицевой отдел черепа состоит из парных (верхнечелюстная, нижняя носовая раковина, носовая кость, нёбная, скуловая, слёзная) и непарных (сошник, нижнечелюстная, подъязычная) костей. Часть костей расположена внутри черепа (нёбные, сошник, подъязычная). **Верхняя челюсть** принимает участие в образовании полости носа, рта, глазницы; в ее теле располагается воздухоносная гайморова пазуха, отходят лобный, скуловой, альвеолярный и нёбный отростки, соединяющиеся с одноименными костями. Альвеолярный отросток содержит 8 ячеек для верхних зубов, а нёбные отростки образуют большую часть твердого нёба. **Нижняя носовая раковина** находится в полости носа, своим верхним краем прикрепляется к боковой стенке полости носа, а нижний ее край свободен. **Нёбная кость** участвует в образовании твердого нёба и боковой стенки полости носа. **Скуловая кость** имеет височный и лобный отростки, соединяющиеся с одноименными костями; участвует в образовании глазницы. **Носовая кость** формирует спинку носа, **сошник** — костную перегородку носа, разделяет выходные отверстия (хоаны); **слёзная кость** участвует в образовании глазницы и ямки слёзной железы. **Нижняя челюсть** — единственная подвижная кость черепа; состоит из тела и двух отходящих ветвей. Ниж-

ний край образует основание челюсти, а верхний содержит 16 зубных ячеек. Ветви нижней челюсти с телом образуют тупой угол, к которому прикрепляются жевательные мышцы. *Подъязычная кость* располагается между нижней челюстью и гортанью под корнем языка, соединяется с височной костью с помощью связок.

Мозговой отдел черепа составляют кости, формирующие вместилище для головного мозга и органов чувств. К ним относятся парные (теменная и височная) и непарные (лобная и затылочная), а также клиновидная и решетчатая кости, которые располагаются внутри черепа. Мозговой отдел черепа подразделяется на верхнюю часть — свод, или крышу, и нижнюю — основание. *Свод черепа* составляют теменные кости, чешуйчатые части височных, лобной и затылочной костей. В образовании *основания черепа* участвуют височные, лобная, затылочная, решетчатая и клиновидная кости.

Теменная кость — выпуклая снаружи четырехугольная пластинка, образующая свод черепа.

Височная кость — парная кость, в ней располагается орган слуха и равновесия. Она имеет чешую, участвующую в образовании свода черепа; отверстие наружного слухового прохода; скуловой отросток, который соединяется со скуловой костью, образуя скуловую дугу; сосцевидный отросток, располагающийся кзади от наружного слухового прохода, внутри которого находятся небольшие ячейки, заполненные воздухом и сообщающиеся с полостью среднего уха.

Лобная кость располагается впереди теменных костей и соединяется с ними венечным швом. В ней различают чешую, носовую и глазничную части. Лобная кость участвует в формировании свода черепа, глазницы, носовой полости; в ее толще находится воздухоносная пазуха, сообщающаяся с полостью носа.

Затылочная кость состоит из чешуи, двух боковых и основной частей, которые ограничивают большое затылочное отверстие. На боковых частях имеются два суставных бугорка (мышелка) для соединения с первым шейным позвонком. На внутренней поверхности проходят борозды для венозных синусов.

Клиновидная кость занимает центральное место в основании черепа, по форме напоминает бабочку. Она состоит из тела, больших, а также малых крыльев и парных крыловидных отростков. Соединяясь с частью затылочной кости, клиновидная кость участвует в образовании ската, на котором находится продолговатый мозг. В ее теле располагается воздухоносная пазуха. Верхняя часть тела имеет углубление, именуемое турецким седлом, на дне которого вмещается железа внутренней секреции — гипофиз.

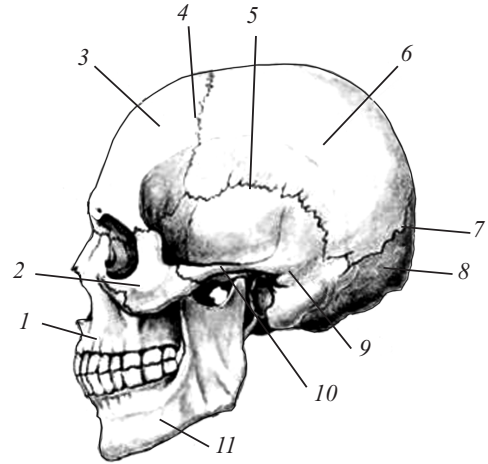


Рис. 5.3. Череп (вид слева):

- 1 — верхняя челюсть; 2 — скуловая кость; 3 — лобная кость; 4 — венечный шов; 5 — чешуйчатый шов; 6 — теменная кость; 7 — ламбдовидный шов; 8 — затылочная кость; 9 — височная кость; 10 — скуловая дуга; 11 — нижняя челюсть

Решетчатая кость участвует в образовании основания черепа, глазницы и полости носа. Через решетчатую пластинку кости в полость черепа проходят многочисленные ветви обонятельного нерва.

Полость носа является начальным отделом дыхательных путей, содержит орган обоняния. Стенки носовой полости образованы носовой, лобной, слёзной, клиновидной, верхнечелюстной, нёбной костями и нижней носовой раковиной. Полость носа разделена на две равные половины перпендикулярной пластинкой решетчатой кости и сошником.

Верхняя стенка *полости рта* образована нёбными отросткам верхних челюстей и горизонтальными пластинками нёбных костей. Спереди и сбоку костную основу полости рта образуют альвеолярные отростки челюстей и зубы. Соединение большинства костей черепа осуществляется посредством швов.

Скелет туловища состоит из позвоночного столба, грудины, ребер. Скелет туловища выполняет функции защиты, опоры и движения. *Позвоночный столб* имеет пять отделов: шейный (7 позвонков), грудной (12), поясничный (5), крестцовый (5) и копчиковый (4-5 позвонков).

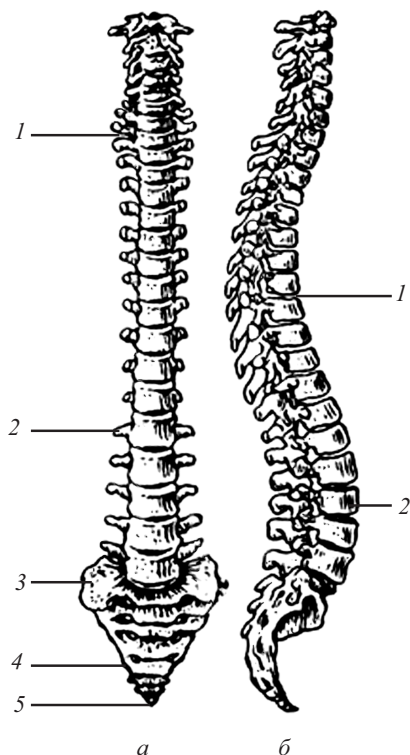


Рис. 5.4. Позвоночный столб:

a — вид спереди: 1 — шейные позвонки; 2 — грудные позвонки; 3 — поясничные позвонки; 4 — крестец; 5 — копчик;
б — срединный распил позвоночного столба: 1 — грудной кифоз; 2 — поясничный лордоз

Каждый позвонок имеет тело и дугу, замыкающую позвоночное отверстие. От дуги отходят два верхних и два нижних суставных отростка, левый и правый поперечные отростки и непарный остистый.

Шейные позвонки отличаются от других наличием отверстий в поперечных отростках, в которых проходит позвоночная артерия. Первый шейный позвонок не имеет тела, а образован передней и задней дугами и двумя боковыми массами. Грудные позвонки несколько массивнее шейных, на боковых поверхностях тел находятся верхние и нижние реберные ямки, которые служат для образования суставов с головками ребер. Поясничные позвонки отличаются массивностью тела и расположением суставных отростков в сагиттальной плоскости. Остистые отростки утолщены и направлены кзади почти горизонтально.

Крестец состоит из пяти сросшихся крестцовых позвонков. Это сращение — приспособление к большой нагрузке, которую несет данная часть скелета. Крестец имеет треугольную форму, основанием направлен вверх, а верхушкой — вниз. Передняя вогнутая поверхность обращена в полость таза, задняя выпуклая имеет следы сращения остистых, суставных и поперечных отростков крестцовых позвонков. Боковые части крестца соединяются с тазовой костью. Внутри крестца проходит крестцовый канал.

Копчик является рудиментом копчиковых позвонков, образующих у взрослого человека одну кость.

Соединения позвонков формируют позвоночный столб с позвоночным каналом, в котором располагается спинной мозг. Тела позвонков соединяются с помощью дисков, суставные отростки — с помощью плоских суставов, дуги, поперечные отростки и остистый отросток — с помощью связок. В состав связок входит много эластических волокон, которые способствуют пластичности движений.

У взрослого человека позвоночник имеет четыре физиологических изгиба: два направлены выпуклостью вперед — лордозы (шейный и поясничный) и два обращены выпуклостью кзади — кифозы (грудной и крестцовый). Изгибы смягчают удары и сотрясения тела при ходьбе, беге, прыжках (рис. 5.4).

Грудина — плоская продолговатая губчатая кость, состоящая из тела, рукоятки и мечевидного отростка. Рукоятка грудины сочленяется с ключицей грудино-ключичным суставом. На боковых краях грудины располагаются ключичные и реберные вырезки, а в губчатом веществе грудины находится красный костный мозг.

Ребра (12 пар) представляют собой длинные, плоские, изогнутые губчатые кости. Каждое ребро состоит из костной части и реберного хряща; имеет головку, тело и шейку. Ребра отличаются друг от друга формой и размерами. Семь верхних пар ребер называются истинными ребрами и соединяются с грудиной, 8-9-10-я пары соединяются друг с другом хрящами и называются ложными, а 11-12-я пары — колеблющиеся, передние концы их лежат свободно. За счет соединения ребер с позвоночником сзади и грудиной спереди образуется грудная клетка. В ней расположены жизненно важные органы (сердце, легкие, трахея, пищевод, крупные сосуды и нервы). Грудная клетка имеет два отверстия: верхнее, обращенное к голове, и нижнее — к диафрагме. Форма грудной клетки зависит от пола, конституции, возраста, профессии, заболеваний.

Скелет верхней конечности образован костями плечевого пояса и свободной верхней конечности (рис. 5.5).

Плечевой пояс состоит из двух костей: ключицы и лопатки. *Ключица* имеет S-образную форму, состоит из тела и двух утолщенных концов, соединяется с лопаткой и грудиной с помощью сочленений. *Лопатка* — плоская треугольная кость, имеет три края: верхний, внутренний и наружный и три угла: верхний, нижний и наружный, прилежит к задней поверхности грудной клетки.

Кости свободной верхней конечности образованы плечевой костью, двумя костями предплечья и костями кисти. У *плечевой кости* верхний конец снабжен головкой, сочленяющейся с суставной впадиной лопатки. Головка отделяется узкой бороздой, называемой анатомической шейкой. Ниже располагаются боль-

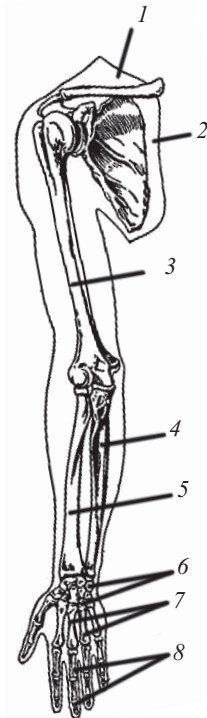


Рис. 5.5. Скелет верхней конечности:

1 — ключица; 2 — лопатка; 3 — плечевая кость; 4 — локтевая кость; 5 — лучевая кость; 6 — кости запястья; 7 — кости пястья; 8 — фаланги пальцев кисти

шой и малый бугорки, а за ними — хирургическая шейка. В верхней части плечевая кость имеет цилиндрическую форму, а в нижней — трехгранную. Нижний конец плечевой кости уплощен, расширен и образует внутренний и наружный бугорки (надмыщелки). *Кости предплечья*: лучевая располагается снаруж, локтевая занимает внутреннее положение. *Кости кисти* разделяются на кости запястья, пястные кости и кости пальцев. *Кости запястья* расположены в два ряда, в каждом по четыре короткие губчатые кости. *Пястные кости* — пять коротких трубчатых костей, в каждой из которых различают основание, тело и головку. *Кости пальцев кисти* — короткие трубчатые кости (фаланги). У большого пальца две фаланги, у остальных по три. Каждая фаланга имеет основание, тело и головку.

Скелет нижних конечностей состоит из пояса нижних конечностей и скелета свободной нижней конечности (рис. 5.6). *Пояс нижних конечностей* (тазовый пояс) состоит из двух тазовых костей. *Тазовая кость* у детей в возрасте до 14–16 лет состоит из трех костей: подвздошной, лобковой (лонной) и седалищной. Затем она срастается, образуя единую тазовую кость. *Подвздошная кость* — самая большая кость, имеющая суставную поверхность для соединения с крестцом. *Седалищная кость* имеет тело, замыкающее вертлужную впадину, и ветвь седалищной кости. Нижняя утолщенная точка называется седалищным бугром. *Лобковая кость* составляет переднюю часть тазовой кости, имеет тело и две ветви: верхнюю и нижнюю, сверху расположен лобковый (лонный) бугорок.

Тазовые кости и крестец, соединяясь, образуют костное кольцо — *таз*, служащий для соединения туловища со свободными нижними конечностями и образующий полость, в которой расположены внутренние органы. В нем выделяют верхнюю часть — *большой таз* и нижнюю — *малый таз*. Большой таз ограничен подвздошными костями, а малый — лобковыми, седалищными костями, крестцом и копчиком. В полости малого таза располагаются мочевой пузырь, прямая кишка, внутренние половые органы. В строении таза имеются половые различия. Женский таз широкий, короткий, крылья подвздошных костей развернуты, крестец шире, короче и др. Это связано с детородной функцией женщины.

Скелет свободной нижней конечности включает бедренную кость — самую длинную трубчатую кость. Верхний конец заканчивается головкой бедренной кости, которая соединяется с телом, шейкой бедра. В месте перехода шейки в тело кости имеются два выступа (вверху — большой вертел, внизу — малый вертел). Нижний конец бедренной кости образует два округлых бугорка (мыщелка): внутренний и наружный.

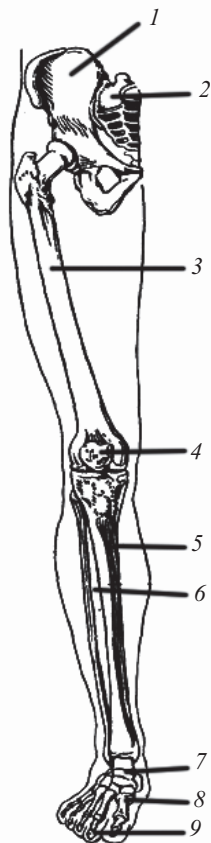
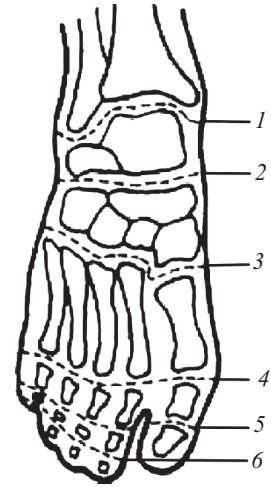


Рис. 5.6. Скелет нижней конечности:

1 — тазовая кость; 2 — крестец; 3 — бедренная кость; 4 — надколенник; 5 — большая берцовая кость; 6 — малая берцовая кость; 7 — кости предплюсны; 8 — кости плюсны; 9 — фаланги пальцев стопы

Рис. 5.7. Суставы стопы:

1 — голеностопный; 2 — поперечный сустав предплюсны; 3 — предплюснеплюсневой сустав; 4 — плюснефаланговые суставы; 5, 6 — межфаланговые суставы



Надколенник — самая крупная сесамовидная кость. Располагается в толще сухожилия четырехглавой мышцы бедра, хорошо прощупывается снаружи.

Голень образована большеберцовой и малоберцовой костями. *Большеберцовая кость* имеет тело, верхний и нижний концы. Верхний конец толще нижнего, на нем расположены внутренний и наружный мыщелки, соединяющиеся с мыщелками бедренной кости. На нижнем конце находится отросток — внутренняя (медиальная) лодыжка. *Малоберцовая кость* — тонкая трубчатая кость, располагается кнаружи от большеберцовой кости. Верхний утолщенный конец ее называется головкой, нижний образует наружную (латеральную) лодыжку.

Стопа состоит из костей предплюсны, плюсны и фаланг пальцев, соединенных суставами (рис. 5.7). *Кости предплюсны* объединяют семь коротких губчатых костей. Пяточная и таранная — самые большие кости из костей предплюсны. *Кости плюсны* включают пять коротких трубчатых костей, имеющих неодинаковую толщину, основанием своим обращены к предплюсне. Кости пальцев состоят из трех фаланг, исключение составляет большой палец, имеющий только две фаланги. Стопа как целое выполняет основную опорную функцию при движении. В стопе выделяют пять продольных сводов и один поперечный. Все они играют роль амортизатора. При нарушении функции связочного аппарата свод стопы опускается, что приводит к плоскостопию.

Места наиболее частых переломов костей. Анатомические особенности скелета человека определяют возникновение в отдельных местах частных, так называемых типичных, переломов костей.

Из закрытых травм особенно часты переломы костей свода и основания черепа, наблюдающиеся при ударе по темени, подбородку, падении на ноги и затылок.

Перелом ключицы чаще встречается между средней и наружной третями, т.е. в наиболее тонком и изогнутом месте.

Целостность плечевой кости обычно нарушается в области хирургической шейки, линия перелома близка к поперечной.

Переломы лучевой кости появляются в нижней трети. Чаще они наблюдаются при падении на вытянутую руку.

Переломы костей таза возникают при падении с высоты, ударе по тазу твердым предметом и др. Опасность этих переломов заключается в возможном повреждении тазовых органов (мочевого пузыря, мочеиспускательного канала, прямой кишки, внутренних половых органов) и нарушении их функции.

Бедренная кость чаще подвергается переломам в области шейки и средней трети диафиза.

Переломы костей голени обычно наблюдаются на границе между средней и нижней третями берцовых костей, наиболее часты переломы лодыжки.

Особенность детского организма в значительной мере определяет характер перелома. Эластичность и гибкость кости, наличие росткового хряща ослабляют силу удара при травмах, способствуют сохранению целостности кости.

У детей чаще возникают подкостничные переломы трубчатых костей по типу «зеленой веточки» вследствие эластичности кости и надкостницы, а также трещины, неполные переломы и др. Возможен отрыв эпифиза от метафиза по линии хряща, что ведет к нарушению роста кости в длину.

Возрастные особенности скелета. Развитие костей скелета имеет ряд последовательных стадий. Кость новорожденного характеризуется большой толщиной надкостницы, хрящевой ткани и сосудистой сети. Костная ткань богата органическими веществами и водой, что делает кость весьма эластичной. Кости черепа у детей более тонкие, чем у взрослых. Воздухоносные пазухи в них начинают формироваться после рождения ребенка. У новорожденного ребенка мозговой отдел черепа больше лицевого и имеет роднички (лобный, затылочный и парные боковые: передние и задние). Закрытие родничков происходит к 1–2 годам. Сращение швов — к 4 годам. Дуги позвонков смыкаются только в 9–10-летнем возрасте.

Позвоночник растет неравномерно, особенно интенсивно — в первые два года и в период полового созревания. Изгибы позвоночника появляются только к началу второго года жизни. Грудная клетка в процессе роста ребенка изменяет форму, увеличивается в размерах, особенно в подростковом и юношеском возрасте.

У детей и подростков имеется хрящевое соединение крестцовых позвонков и костей таза, которые с возрастом превращаются в единую кость. В целом окостенение скелета завершается к 20–21 году. У девочек процессы окостенения завершаются раньше, чем у мальчиков.

5.2. Скелетные мышцы

Скелетные мышцы составляют активную часть опорно-двигательного аппарата. В организме человека насчитывается более 600 мышц. Скелетные мышцы взрослого человека составляют около 40 % массы его тела.

Они выполняют ряд функций:

- участвуют в движении, изменяют положение тела человека в пространстве;
- осуществляют дыхательные движения;
- формируют мимику;
- создают форму тела;
- участвуют в защите внутренних органов;
- создают опору для органов;
- участвуют в формировании звуков речи;
- участвуют в обмене веществ (в мышцах запасается гликоген — животный сахар).

5.2.1. Строение скелетных мышц

Мышца имеет сложное строение. В ее состав входят поперечнополосатая мышечная ткань, соединительная ткань, сосуды и нервы.

Мышечные волокна располагаются параллельными рядами, образуют пучки, окруженные соединительнотканной оболочкой. Каждая мышца состоит из множест-

ва таких пучков. Вся мышца также имеет соединительнотканную оболочку. Кроме того, мышца или группа мышц покрыта более плотной соединительнотканной пластинкой — фасцией. Различают поверхностные и глубокие фасции. Поверхностная фасция находится под подкожно-жировой клетчаткой, образуя как бы футляр для всего тела. Глубокие фасции окутывают отдельные мышцы или группу мышц, органов. Собственные фасции покрывают отдельные мышцы.

В каждой мышце различают сокращающуюся часть — брюшко — и сухожилия, с помощью которых мышца прикрепляется к кости. Сухожилия состоят из плотной волокнистой соединительной ткани, обладают высокой прочностью. Они имеют различную форму, зависящую от структуры мышц. Сухожилия в форме пластин называются апоневрозами.

По форме мышцы делятся на три основных вида: длинные, короткие и широкие. В зависимости от направления волокон мышца может быть круговой или сжимающей выход (сфинктер).

По отношению к суставам мышцы бывают одно-, двух- и многосуставные. По глубине расположения — поверхностные и глубокие, по функции — сгибатели и разгибатели, приводящие и отводящие, синергисты (выполняющие одинаковую функцию) и антагонисты (выполняющие разную функцию).

5.2.2. Основные группы мышц

Основные мышцы туловища делятся на мышцы спины, груди, и живота. Они обеспечивают вертикальное положение туловища, участвуют в формировании стенок грудной клетки, брюшной и тазовой полостей.

Мышцы спины показаны на рис. 5.8.

Трапецевидная мышца, расположенная в верхней части спины и задней области шеи, имеет форму треугольника. Мышца поднимает лопатку, приближает ее к позвоночнику, наклоняет голову в соответствующую сторону. *Ромбовидные мышцы* (большая и малая) лежат под трапецевидной. *Широчайшая мышца спины* берет начало от нижних грудных и всех поясничных позвонков, подвздошной кости и крестца. Она прикрепляется к плечевой кости, приводит плечо к туловищу, вращает внутрь и тянет назад.

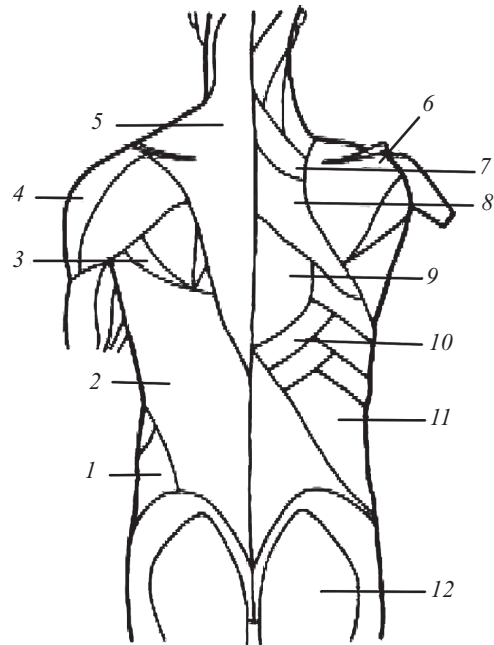


Рис. 5.8. Поверхностные мышцы спины:

1 — наружная косая мышца живота; 2 — широчайшая мышца спины; 3 — большая круглая; 4 — дельтовидная; 5 — трапецевидная; 6 — подостная; 7 — малая ромбовидная; 8 — большая ромбовидная; 9 — мышца, выпрямляющая позвоночник; 10 — нижняя зубчатая; 11 — внутренняя косая; 12 — большая ягодичная

Верхняя зубчатая мышца поднимает ребра вверх, участвует в дыхании.

Нижняя зубчатая мышца опускает ребра вниз, расширяет межреберные промежутки, участвует в акте дыхания.

Глубокие мышцы спины состоят из длинных и коротких мышц, располагающихся по обеим сторонам позвоночного столба от крестца до затылочной кости. Функция этих мышц заключается в разгибании, наклоне и выпрямлении позвоночника, повороте головы. Мышцы играют важную роль в удержании равновесия тела, сохранении правильной осанки. Средний слой представлен поперечноостистой мышцей. Она располагается вдоль позвоночного столба и соединяет поперечные и остистые отростки позвонков. Выполняет функцию разгибания туловища, головы, наклон их в сторону сократившейся мышцы.

Основные мышцы груди. По месту расположения подразделяются на поверхностные, покрывающие снаружи грудную клетку, и глубокие (собственные). Мышцы груди представлены на рис. 5.9.

Большая грудная мышца опускает поднятую руку, тянет ее к груди, вращает плечевую кость внутрь. *Малая грудная мышца* опускает плечевой пояс, поднимает ребра при фиксированной лопатке.

Передняя зубчатая мышца тянет лопатку вперед и кнаружи, участвует в дыхании.

Глубокие, *наружные и внутренние межреберные мышцы* заполняют промежутки между ребрами в двух противоположных косых направлениях. Первые поднимают ребра при вдохе, вторые опускают при выдохе.

Диафрагма — тонкая мышечная куполообразная пластинка, разделяющая грудную и брюшную полости. Центральная часть диафрагмы представляет собой сухожильный центр. В диафрагме имеются отверстия, через которые проходят пищевод, аорта, нижняя полая вена, грудной лимфатический проток. Диафрагма — главная дыхательная мышца.

Основные мышцы живота. Расположены между грудной клеткой и тазом (см. рис. 5.9), формируют стенки брюшной полости, изменяют ее объем, создают брюшной пресс, участвуют в дыхании, изменении положения туловища, опорожнении кишечника, мочевого пузыря, в работе полых органов.

Прямая мышца живота — плоская, длинная мышца, является частью мышц брюшного пресса, сгибает туловище. *Наружная косая мышца живота*

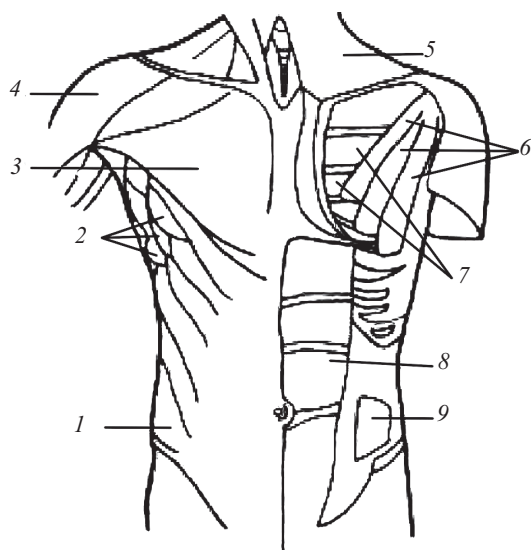


Рис. 5.9. Мышцы груди и живота:

1 — наружная косая мышца живота; 2 — передняя зубчатая; 3 — большая грудная; 4 — дельтовидная; 5 — подкожная мышца шеи; 6 — малая грудная; 7 — внутренние межреберные; 8 — прямая мышца живота; 9 — поперечная мышца живота

идет снаружи внутрь и сверху вниз. Сгибает и поворачивает туловище, входит в состав брюшного пресса. *Внутренняя косая мышца живота* расположена под наружной, сгибает и поворачивает туловище, опускает ребра, поднимает таз. *Поперечная мышца живота* берет начало от шести нижних ребер, гребня подвздошной кости, паховой связки. Пучки мышечных волокон переходят в широкий апоневроз.

С наружной стороны мышцы живота покрыты *поверхностной фасцией*, являющейся продолжением грудной фасции. *Белая линия живота* образована сплетением волокон апоневроза широких мышц живота. Она тянется по средней линии от грудины до лобка.

Пупочное кольцо расположено примерно на середине белой линии живота. Через него проходят у плода пупочная вена и две артерии. После рождения оно зарастает с образованием рубца.

Паховый канал — щелевидное пространство в толще передней брюшной стенки длиной 4–5 см. У мужчин в паховом канале расположен семенной канатик, у женщин — круглая связка матки.

Основные **мышцы головы** делятся на мимические и жевательные (рис. 5.10).

Мимические мышцы — тонкие мышечные пучки, которые начинаются от костей черепа и вплетаются в кожу. При сокращении вызывают смещение кожи, образование складок и морщин и определяют мимику лица. Участвуют в речи, жевании. Располагаясь вокруг естественных отверстий лица (уши, глазницы, нос, рот), они участвуют в их расширении и сужении.

Надчерепная мышца находится в области свода черепа и представляет собой затылочно-лобную мышцу, соединенную апоневрозом. При ее сокращении поднимаются брови, собирается в складки кожа лба. *Круговая мышца глаза* располагается в толще век, глазнице. Сокращаясь, смыкает глазную щель. *Круговая мышца рта* залегает циркулярными мышечными пучками в толще губ и вокруг рта. Закрывает при сокращении ротовую щель, вытягивает губы вперед. Круговые мимические мышцы не прикрепляются к костям.

Кроме того, в группу мимических мышц входят мышца, поднимающая угол рта, мышца,

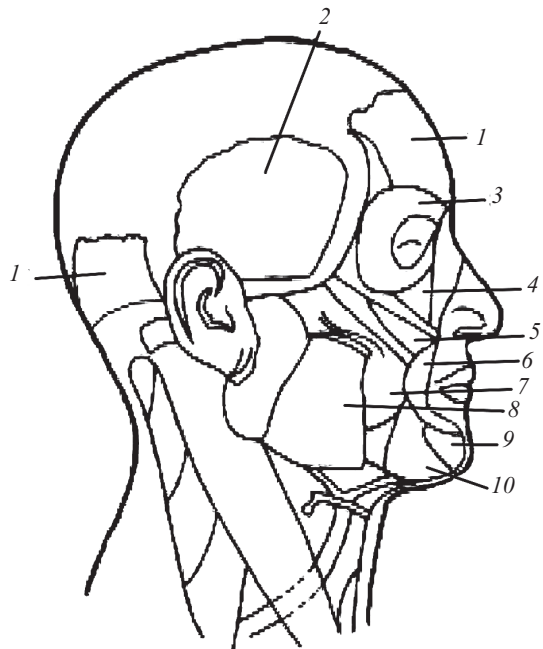


Рис. 5.10. Мимические и жевательные мышцы:

1 — затылочно-лобная; 2 — височная; 3 — круговая мышца глаза; 4 — мышца, поднимающая верхнюю губу; 5 — мышца, поднимающая угол рта; 6 — круговая мышца рта; 7 — щечная мышца; 8 — жевательная; 9 — мышца, опускающая нижнюю губу; 10 — мышца, опускающая угол рта

опускающая угол рта, большая и малая скуловые мышцы, мышцы смеха, мышцы, поднимающие и опускающие губы, и др.

Жевательные мышцы представлены четырьмя парами: собственно жевательная, височная, боковая и внутренняя крыловидные мышцы. *Собственно жевательная мышца* отходит от скуловой дуги и прикрепляется к углу нижней челюсти. Поднимает нижнюю челюсть. *Височная мышца* при сокращении поднимает нижнюю челюсть. *Боковая и внутренняя крыловидные мышцы* при одностороннем сокращении двигают челюсть в одну сторону, а при двустороннем — выдвигают челюсть вперед.

Основные мышцы шеи делятся на поверхностные, средние и глубокие.

К поверхностным мышцам шеи относятся подкожная и грудино-ключично-сосцевидная. *Подкожная мышца* — тонкая широкая мышечная пластинка, сокращаясь, оттягивает угол рта книзу, натягивает кожу шеи. *Грудино-ключично-сосцевидная мышца* начинается от ключицы и грудины и прикрепляется к сосцевидному отростку височной кости. Сокращаясь, поворачивает голову в противоположную сторону, при одновременном сокращении обеих мышц запрокидывает голову назад.

Мышцы средней группы шеи сокращаясь, опускают нижнюю челюсть, тянут ее назад, поднимают подъязычную кость и оттягивают ее книзу, участвуют в глотании и акте речи.

Глубокие мышцы шеи при сокращении вызывают сгибание шейного отдела позвоночника, наклон головы в сторону, вперед, при физической нагрузке глубокие мышцы участвуют в акте вдоха.

Мышцы верхней конечности делятся на мышцы плечевого пояса и мышцы свободной части верхней конечности (рис. II форзаца).

К *мышцам плечевого пояса* относятся дельтовидная, подостная, надостная, малая и большая круглые и др.

Дельтовидная мышца покрывает плечевой сустав и верхний конец плечевой кости. Сокращаясь, отводит, сгибает и разгибает плечо.

Мышцы свободной верхней конечности включают мышцы плеча, предплечья и кисти. *Мышцы плеча* делятся по своим функциям на мышцы-сгибатели, образующие переднюю группу, и мышцы-разгибатели, образующие заднюю группу. В переднюю группу входит, например, *двуглавая мышца плеча*, которая сгибает плечо и предплечье, поворачивает предплечье наружу. В заднюю группу мышц плеча входит, например, *трехглавая мышца плеча*. *Трехглавая мышца плеча* начинается тремя головками: длинной — от подсуставного бугорка лопатки, внутренней — от задней поверхности плечевой кости, боковой — от наружной поверхности плечевой кости и прикрепляется к локтевому отростку. Разгибает предплечье.

Мышцы предплечья по своему расположению делятся на две группы: переднюю и заднюю. *Мышцы передней группы* выполняют функцию сгибания кисти, пальцев и являются пронаторами. *Мышцы задней группы* сокращаясь, разгибают кисть, пальцы, супинируют предплечье, отводят большой палец кисти.

Мышцы кисти осуществляют движение пальцев, участвуют в трудовой деятельности.

Мышцы нижних конечностей. В зависимости от топографического расположения и функций мышцы нижней конечности разделяются на мышцы таза и свободной нижней конечности — бедра, голени и стопы (см. рис. II форзаца).

Мышцы таза начинаются от костей таза, позвоночного столба, покрывают тазобедренный сустав и прикрепляются к верхнему концу бедренной кости; делятся на внутреннюю и наружную группы.

К внутренней группе относятся подвздошно-поясничная, внутренняя запирательная, грушевидная мышца и др. *Подвздошно-поясничная мышца* состоит из двух мышц, соединяющихся в одну, первая берет начало от позвоночника, другая — от подвздошной кости прикрепляется к малому вертелу бедренной кости. Сгибает бедро, поворачивает таз вместе с туловищем вперед. *Внутренняя запирательная и грушевидная мышцы* выходят из полости таза прикрепляются к большому вертелу бедра. Вращают бедро кнаружи.

Наружная группа объединяет большую, среднюю и малую ягодичные мышцы и др. *Большая ягодичная мышца* располагается на поверхности берет начало от гребня подвздошной кости, крестца и копчик прикрепляется к ягодичной бугристости бедренной кости. Разгибает бедро, поворачивает ногу кнаружи, в вертикальном положении фиксирует таз. В связи с особенностью расположения, толщиной мышечного слоя верхненаружный квадрант ягодичной мышцы используется в медицинской практике для внутримышечных инъекции. *Средняя и малая ягодичные мышцы бедра* находятся под большой ягодичной, начинаются от подвздошной кости и прикрепляются к большому вертелу. Отводят бедро, участвуют в выпрямлении туловища, наклоняют таз.

Мышцы свободной нижней конечности включают мышцы бедра, окружающие бедренную кость. Образуют переднюю, заднюю и среднюю группы, достигая наивысшего развития у человека в связи его прямохождением.

К передней группе относятся четырехглавая и портняжная мышцы. *Четырехглавая мышца бедра* начинается одной головкой от подвздошной кости и тремя головками — от бедренной. Все головки мышцы переходят в общее сухожилие, которое охватывает надколенник и прикрепляется к передней поверхности большеберцовой кости. Она разгибает голень, участвует в сгибании бедра. *Портняжная мышца* — узкая и длинная. Берет начало от передней ости подвздошной кости, прикрепляется к бугристости большеберцовой кости сгибает бедро и голень.

К задней группе мышц бедра относятся полусухожильная, двуглавая и др. Все они начинаются от седалищного бугра, прикрепляются к большеберцовой кости, сгибают голень в коленном суставе, разгибают бедро.

Мышцы голени окутывают берцовые кости и образуют три группы; переднюю, боковую и заднюю. *Мышцы передней группы* располагаются на передней поверхности голени, сюда входят: передняя большеберцовая, длинный разгибатель большого пальца и длинный разгибатель пальцев. Первая мышца прикрепляется к основанию плюсневой кости, выполняет функцию разгибания стопы и приподнимает ее внутренний край. Две другие мышцы, прикрепляясь к фалангам пальцев, производят тыльное сгибание стопы и разгибание пальцев. В *боковую группу мышц* входят длинная и короткая малоберцовая мышцы. Они начинаются от малоберцовой кости, прикрепляются к I, II и V плюсневым костям. Сгибают и отводят стопу, опускают внутренний и поднимают наружный край, укрепляют свод стопы. *Задняя группа мышц* состоит из трехглавой мышцы голени, задней большеберцовой мышцы, длинного сгибателя пальцев и длинного сгибателя большого пальца. *Трехглавая мышца голени* состоит из икроножной и камба-

ловидной мышц. Икроножная мышца имеет две головки, начинается от надмыщелков бедренной кости, а камбаловидная берет начало от верхней части малоберцовой кости. Обе мышцы, соединяясь, образуют ахиллово сухожилие, которое крепится к пяточной кости, сгибает голень и стопу. Другие мышцы этой группы, прикрепляясь к кости стопы, основанию фаланг, сгибают стопу, II–IV пальцы и большой палец стопы.

Мышцы стопы подразделяются на тыльные и подошвенные. На *тыле стопы* находятся мышцы, разгибающие большой и II–IV пальцы. *Подошвенные мышцы* при сокращении сгибают пальцы и участвуют в укреплении свода стопы.

5.2.3. Физиология мышц

Мышечная деятельность является непременным условием реализации двигательных и вегетативных функций человека на всех этапах его развития. При активной работе мышц быстро улучшаются кровообращение, работа печени, почек по выведению из крови токсических шлаков, угнетающе действующих на нервные клетки.

Физические упражнения увеличивают приток крови и кислорода к органам и тканям, способствуют улучшению обмена веществ, повышают реактивность организма, стимулируют рост и развитие организма.

Скелетная мышечная ткань обладает рядом свойств:

- 1) возбудимость — способность ткани отвечать на действие раздражителя. Возбудимость отдельного мышечного волокна разная;
- 2) растяжимость — способность растягиваться до известной степени;
- 3) эластичность — способность принимать прежнее положение;
- 4) сократимость — способность укорачиваться, при этом происходит уменьшение ее длины и увеличение толщины.

Фазические (белые) и тонические (красные) мышечные волокна. Выделяют два типа скелетных мышечных волокон: *медленные* (красные, тонические) и *быстрые* (белые, фазические). В некоторых мышцах находятся только быстрые или только медленные волокна, в других же — и те, и другие одновременно. Благодаря двум типам волокон организм может поддерживать позу и осуществлять движения.

Особенности тонических мышц следующие: в них много митохондрий, а источником АТФ является аэробное (кислородное) дыхание. В ответ на раздражение происходит медленное постепенное сокращение и далее медленное расслабление, в 100 раз более медленное, чем у быстрых волокон. Они обеспечивают длительное сокращение мышц, что используется для поддержания позы. Располагаются тонические волокна в глубоких слоях мышц конечностей и туловища.

Фазические волокна характеризуются меньшим количеством митохондрий. Источником энергии является АТФ, образующаяся в результате анаэробных (бескислородных) процессов. В ответ на раздражение осуществляется значительно более быстрое сокращение, чем у тонических волокон. Довольно быстро развивается утомление, а также кислородная задолженность. Фазические мышцы обеспечивают быстрые сокращения, и они важны для обеспечения быстрых движений. Располагаются они ближе к поверхности тела. Преобладают в мышцах, выполняющих кратковременные движения (например, в мышцах конечностей). Выделяют также волокна, занимающие по своим морфофункциональным характеристикам промежуточное положение между этими двумя типами. Они являются быстрыми, устойчивыми к утомлению.

Любая мышца содержит все типы мышечных волокон в различных соотношениях (является смешанной). В мышцах, обеспечивающих поддержание позы, преобладают красные мышечные волокна; в мышцах, обеспечивающих движение пальцев и кистей, преобладают красные и промежуточные волокна. Соотношение волокон в мышцах человека индивидуально, имеет генетическую обусловленность. В мышцах большинства людей красные и белые волокна содержатся примерно в равных количествах. Вместе с тем у отдельных людей могут преобладать волокна того или иного типа, что позволяет им более успешно справляться с длительной физической нагрузкой небольшой мощности или с кратковременной тяжелой нагрузкой. Изменения в волокнах различных типов при тренировке мышц неодинаковы и зависят от характера нагрузок. Также биохимические, структурные и функциональные особенности мышечного волокна зависят от иннервации.

Механизм сокращения поперечнополосатых мышц. Механизм сокращения поперечнополосатых мышц заключается в следующем. Нервный импульс от двигательного нейрона (эфферентного мотонейрона) через передние корешки спинного мозга передается к наружной мембране мышцы через нервно-мышечные синапсы. Если нервный импульс достигает некоторой критической величины, он распространяется по внутренним мембранам мышечных клеток. Это приводит к выходу Ca^{++} из полостей и трубочек, пронизывающих мышечное волокно, в цитоплазму и диффузии его к миофибриллам, благодаря чему они укорачиваются за счет втягивания (скольжения) актиновых протофибрилл в промежутки между миозиновыми. В дальнейшем происходит активация кальциевого насоса и понижение концентрации Ca^{++} в цитоплазме, в результате чего наблюдается расслабление миофибрилл.

Источником энергии, необходимым для сокращения мышц, служит АТФ. Но количество АТФ в покоящейся клетке невелико, его хватает только для нескольких одиночных сокращений. Восполнение энергии (ресинтез АТФ) происходит анаэробным путем благодаря креатинфосфату (КрФ), которая, реагируя с АДФ (аденозиндифосфорная кислота), отдает ей фосфорную кислоту, обеспечивая восстановление АТФ. Однако запас КрФ в мышцах тоже ограничен. Позднее включаются анаэробные реакции расщепления углеводов — гликогена, глюкозы, которых в организме значительно больше, чем КрФ. При этом в организме накапливаются промежуточные продукты расщепления углеводов (молочная кислота и др.), что снижает работоспособность мышц. Ресинтез АТФ аэробным (с участием кислорода) путем происходит за счет окислительного распада углеводов, жиров и других веществ до углекислого газа и воды. При этом освобождается большое количество энергии, обеспечивающей эффективный процесс ресинтеза АТФ. В связи с этим при мышечной деятельности возникает потребность в повышенном поглощении кислорода.

Изотоническое и изометрическое сокращение мышц. Под влиянием нервных импульсов в зависимости от условий, в которых происходит сокращение, различают два вида сокращений мышц: изотоническое и изометрическое сокращения.

Изотоническим называют такое сокращение мышцы, при котором волокна укорачиваются, а напряжение остается постоянным.

Изометрическое сокращение — сокращение, при котором мышца укорачиваться не может, например, если оба конца ее неподвижно закреплены. В этом случае длина мышечных волокон остается неизменной, в то время как напряжение возрастает.

Если воздействовать на отдельное мышечное волокно или на всю мышцу двумя быстро следующими друг за другом одиночными раздражителями, то возникающее сокращение будет иметь большую амплитуду, чем максимальное одиночное сокращение. Происходит суммация сокращений. При ритмическом раздражении с высокой частотой эффекты суммируются, и наступает сильное и длительное сокращение мышцы, называемое *тетанусом*. Амплитуда его может быть в несколько раз больше величины максимального одиночного сокращения. Это объясняется тем, что уровень Ca^{++} в интервалах сокращения мышцы остается высоким, так как кальциевые насосы не успевают вернуть все ионы в продольную систему полостей и трубочек (систему саркоплазматического ретикулула).

Работа и сила мышц. Величина сокращения мышцы при определенной силе раздражения зависит как от ее строения, так и физиологического состояния мышцы. Длинные мышцы сокращаются на большую величину, чем короткие. Сила мышц зависит от ее поперечного сечения. Чем больше физиологическое сечение мышцы, т.е. сумма поперечных сечений всех ее волокон, тем больше развиваемая мышцей сила сокращений. Поэтому мышцы с перистым строением развивают большую силу, чем мышцы с продольно расположенными волокнами. Умеренное растяжение мышцы увеличивает ее сокращение. В то же время при сильном растяжении сокращение мышцы ослабляется. Последнее связано с тем, что нити актина при этом вытянуты из миозиновых пучков. Миофибриллы не способны развить активную силу, так как актиновые и миозиновые нити не перекрываются.

Рабочая гипертрофия мышц и атрофия. При систематической работе мышцы увеличивается масса мышечной ткани. Это явление называется *рабочей гипертрофией мышечной ткани*. В основе ее лежит увеличение массы саркоплазмы и числа миофибрилл, что приводит к увеличению диаметра мышечных волокон. В мышце ускоряются процессы биосинтеза нуклеиновых кислот, белков, АТФ, гликогена. В результате сила и скорость сокращения мышц возрастают. При отсутствии нагрузок на мышечную систему (в случае длительного пребывания больного в постели, при переломах) возникает противоположное состояние — *атрофия мышечной ткани*.

Тонус скелетных мышц. Даже в покое, вне работы мышцы не полностью расслаблены, а находятся в состоянии некоторого напряжения, называемое тонусом, который создается редкими импульсами, поступающими из ЦНС. Мышцы, находящиеся в состоянии некоторого напряжения, реагируют на раздражитель быстрее и сокращаются сильнее.

Внешним выражением тонуса является определенная степень упругости мышцы. Это — состояние устойчивого произвольного напряжения. Оно обусловлено одновременной работой моторных единиц. Во время умственного и эмоционального напряжения тонус различных мышц может усиливаться, а во время глубокого расслабления он уменьшается.

Утомление мышц. При длительной непрерывной работе наступает мышечное утомление, т.е. снижение работоспособности. Оно обусловлено двумя механизмами:

а) нервный механизм заключается в том, что вначале утомление возникает в нервном центре, потом в окончаниях двигательных нервов, при этом изменяется характер нервных импульсов поступающих к мышце и снижается сила и скорость мышечного сокращения;

б) химический механизм обусловлен тем, что в мышцах накапливаются продукты обмена, например молочная кислота, которые из-за недостаточного поступления кислорода полностью не окисляются.

Вопросы для самопроверки

1. Какие функции выполняет скелет?
2. Расскажите о строении костей, их химическом составе и классификации.
3. В чем особенности строения трубчатых и губчатых костей?
4. Какие существуют способы соединения костей.
5. Перечислите основные и дополнительные элементы сустава. Что обеспечивает подвижность сустава? Что обеспечивает прочность сустава?
6. Назовите отделы скелета.
7. Расскажите о строении черепа.
8. Перечислите кости туловища.
9. Расскажите о строении тазового пояса и свободной нижней конечности.
10. Какие кости входят в состав плечевого пояса и свободной верхней конечности?
11. Назовите места наиболее частых переломов костей.
12. Дайте характеристику скелетным мышцам, сухожилиям, фасциям.
13. Назовите основные мышцы головы и шеи.
14. Назовите основные мышцы туловища, спины и живота.
15. Дайте характеристику мышцам верхней конечности.
16. Дайте характеристику мышцам нижних конечностей
17. Перечислите основные мышцы таза, бедра, голени и стопы.
18. Какие функции выполняют скелетные мышцы и какими свойствами обладают мышечные ткани?
19. Как работают скелетные мышцы, от чего зависит сила мышц?
20. Что такое мышечный тонус? Как он поддерживается?
21. Каковы механизмы мышечного утомления?

Глава 6 **ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА. ФИЗИОЛОГИЯ КРОВИ**

6.1. Внутренняя среда организма

Клетки организма нуждаются в постоянной доставке питательных веществ, кислорода и удалении продуктов жизнедеятельности. Эту взаимосвязь осуществляют кровь, лимфа, тканевая и спинномозговая жидкости. Эти жидкости называют *внутренней средой организма* (понятие введено французским физиологом К. Бернаром в 1878 г.).

Тканевая жидкость образуется из плазмы крови и продуктов жизнедеятельности клеток. Состоит из воды с растворенными в ней питательными веществами и продуктов распада (диссимиляции) клеток. Является промежуточной средой между кровью и тканями. Переносит из крови в ткани кислород, питательные вещества, минеральные соли, гормоны. Возвращает в кровь прямо или косвенно (через лимфу) воду, углекислый газ, продукты диссимиляции.

Лимфа — бесцветная жидкость, близкая по составу к плазме крови. Основным ее компонентом является вода. В среднем в лимфе содержится 3–4 % белка, 0,1 % глюкозы, 0,9 % минеральных солей. В сутки у человека вырабатывается около 1,5 л лимфы, а в 1 мкл лимфы содержится 2×10^3 – 2×10^4 лимфоцитов. Образование лимфы связано с постоянным переходом жидкости из артериальных капилляров в мельчайшие промежутки между клетками — тканевую жидкость. Последняя, проникая в просвет между лимфатическими капиллярами, превращается в лимфу. Из слияния лимфатических капилляров образуются лимфатические сосуды, отходящие от органов, которые по своему ходу прерываются лимфатическими узлами, располагающимися группами в определенных местах тела, где могут размножаться лимфоциты. Лимфатические сосуды впадают в общий грудной проток, а он в свою очередь в верхнюю полую вену. Следовательно, лимфа возвращает в кровеносное русло жидкость, очищает ее, обогащает лимфоцитами, обеспечивает отток избытка тканевой жидкости.

Таким образом, внутренняя среда организма — это совокупность жидкостей, принимающих участие в процессах обмена веществ и поддержании гомеостаза организма. *Гомеостаз* — относительное динамическое постоянство физико-химического состава внутренней среды организма. Основными показателями гомеостаза (константами) являются температура тела, содержание катионов, анионов, глюкозы, осмотическое давление, объем жидких сред организма, кислотность плазмы и др., которые колеблются в узких физиологических пределах. Благодаря работе нервной и эндокринной систем колебания констант не выходят за пределы нормы.

6.2. Кровь

Кровь — жидкая ткань, циркулирующая в кровеносной системе позвоночных животных и человека и осуществляющая перенос различных химических веществ в клетки, вследствие чего происходит единое течение биохимических процессов. Масса крови у человека составляет 6–8 % массы тела и равняется 5 л. У детей количество крови относительно массы тела несколько больше, чем у взрослых. В состоянии покоя циркулирует 40–50 % всей крови, остальная часть сосредоточена в депо (печень,

селезенка, кожа). В малом круге кровообращения находится 20–25 % объема крови, большой круг кровообращения вмещает 75–80 % крови. В артериальной системе циркулирует 15–20 % крови, в венозной — 70–75 %, в капиллярах — 5–7 %. Из малого круга кровообращения сердце получает 8–10 %, а легкие — 12–15 % крови.

Потеря 20–30 % всей массы крови опасна для жизни человека, а 50 % — смертельна.

Кровь и все органы, в которых происходит образование и разрушение ее составных частей, называются *системой крови*.

Состав крови. Кровь состоит из *форменных элементов* (45 %) и жидкой части, называемой *плазмой* (55 %).

Плазма — это бледно-желтая жидкость, состоящая из 90 % воды и 10 % сухих веществ: 7–8 % белка, 2 % органических и неорганических веществ. Основу белков плазмы крови составляют альбумины, глобулины и фибриноген, выполняющие разнообразные функции (защитные, регуляторные, транспортные и др.). В плазме крови содержится около 0,1 % глюкозы, которая служит одним из основных источников энергии для всех клеток организма. Плазма крови содержит также жиры и жироподобные вещества (липиды) — 0,8 %, ферменты, гормоны, азотистые вещества (аминокислоты, мочевины и др.), микроэлементы. Среди неорганических веществ наибольшее значение имеют ионы натрия, кальция, калия, магния и др. Больше всего в плазме ионов натрия и хлора. Минеральные соли оказывают влияние на ряд физиологических функций организма. Определенная концентрация ионов калия и кальция в крови имеет важное значение для деятельности сердца. Ионы кальция необходимы для свертывания крови. Ионы магния — для углеводного обмена.

От концентрации в крови различных ионов зависит *осмотическое давление плазмы*. Осмотическое давление крови определяется суммарным числом молекул и ионов. Основу создают соли, особенно натрия хлорид, на долю которого приходится 60 % составляющих осмотического давления. На величину осмотического давления оказывают влияние белки плазмы. Они способствуют удержанию воды внутри сосудистой системы. Раствор, осмотическое давление которого такое же, как у плазмы крови, считается *физиологическим*. Раствор с большим, чем у плазмы крови, осмотическим давлением — *гипертоническим*, а с меньшим — *гипотоническим*. Измененность осмотического давления необходима для правильного течения физиологических и биохимических процессов.

Среди минеральных веществ плазмы важнейшее значение имеют ионы водорода. Они входят в состав всех кислот, и от их концентрации зависит кислотность крови, для выражения которой используют водородный показатель — pH. Кровь имеет слабощелочную реакцию, pH составляет 7,36. Поддержание постоянства pH крови и тканей обеспечивается наличием в них особых веществ, образующих *буферные системы*. Существует несколько буферных систем (карбонатная, фосфатная, белковая, гемоглобиновая), которые представляют собой щелочной и кислотный резерв для предохранения организма от сдвига pH крови.

Форменные элементы крови (табл. 6.1)

Эритроциты — красные кровяные клетки. Они лишены ядра и имеют двояковогнутую форму. Средний диаметр эритроцитов составляет 7–8 мкм и примерно равен внутреннему диаметру кровеносного капилляра. Форма эритроцита повышает

Таблица 6.1. Форменные элементы крови

Клетка	Место образования	Выполняемая функция
Эритроциты	Красный костный мозг	Переносят кислород и углекислый газ
Лейкоциты:		
а) гранулоциты:	Красный костный мозг	
нейтрофилы		Захватывают бактерии
эозинофилы		Вызывают антигистаминное действие
базофилы		Образуют гистамин и гепарин
б) агранулоциты:		
моноциты	Красный костный мозг	Захватывают бактерии
лимфоциты	Красный костный мозг, лимфоидные ткани, селезенка	Клеточный и гуморальный иммунитет
Тромбоциты	Красный костный мозг	Участвуют в свертывании крови

возможности газообмена, способствуя диффузии газов с поверхности внутрь клетки. Вследствие эластичности мембраны эритроцит может изменить свою форму и двигаться через капилляры, просвет которых меньше его диаметра. В 1 мм³ крови мужчин содержится около 5 млн эритроцитов, в крови женщин — 4,5 млн. Во время усиленной физической нагрузки количество эритроцитов в крови может увеличиваться до 6–10 млн. Это связано с выходом в круг кровообращения депонированной крови.

Важнейшая особенность эритроцитов — присутствие в них *гемоглобина*, который связывает непрочно кислород, превращаясь в *оксигемоглобин*, и отдает его периферическим тканям. Кровь, насыщенная кислородом (оксигемоглобином), является артериальной. В капиллярах тканей гемоглобин образует непрочное соединение с углекислым газом — *карбогемоглобин*. Кровь, насыщенная углекислым газом (карбогемоглобином), является венозной. В капиллярах легких, где содержание углекислого газа значительно меньше, углекислота отщепляется от гемоглобина.

Гемоглобин может прочно соединяться с угарным газом (*карбоксигемоглобин*). При содержании в воздухе 0,1 % угарного газа больше половины гемоглобина вступает с ним в связь. В этом случае клетки и ткани не обеспечиваются необходимым количеством кислорода, и в результате кислородного голодания появляется мышечная слабость, потеря сознания, судороги и может наступить смерть.

Гемоглобин состоит из белка глобина и гема, содержащего двухвалентное железо, которое и придает крови красный цвет. Под влиянием сильных окислителей (анилин, перманганат калия, феррицианид и др.) двухвалентное железо становится трехвалентным, а гемоглобин при этом окисляется (*метгемоглобин*) и становится не способным выполнять свою транспортную функцию. В норме в крови содержится около 140 г/л гемоглобина: у мужчин — 135–155 г/л, у женщин — 120–140 г/л.

Снижение количества гемоглобина называется анемией. Она возникает при кровотечениях, интоксикациях, изменении формы эритроцитов, дефиците витамина В₁₂ и фолиевой кислоты и др. Продолжительность жизни эритроцитов — около 3 месяцев. Каждую секунду в печени и селезенке разрушается от 2 до 10 млн эритроцитов.

В скелетных и сердечной мышцах содержится близкий по своему строению к гемоглобину белок — *миоглобин*, который более активно соединяется с кислородом

и создает в них некоторый резерв, используемый при мышечной деятельности. Под влиянием спортивной тренировки количество миоглобина в мышцах повышается.

СОЭ — скорость оседания эритроцитов, зависит главным образом от состава плазмы, а не от свойств эритроцитов. У мужчин СОЭ равняется 5–7 мм/ч, у женщин 8–12 мм/ч. Повышенная СОЭ характерна для беременных (до 30 мм/ч), больных с инфекционными и воспалительными процессами, а также злокачественными новообразованиями (до 50 мм/ч и более).

Лейкоциты — белые кровяные клетки. По размеру они больше эритроцитов, имеют ядра разнообразной формы. Продолжительность жизни лейкоцитов — несколько дней (есть долгожители). Количество лейкоцитов в 1 мм³ крови в норме составляет 4–9 тыс. и колеблется в течение суток. Меньше всего их утром, натощак. После приема пищи, мышечной нагрузки, особенно при воспалительных процессах, происходящих в организме, их количество увеличивается. По наличию в цитоплазме зернистости лейкоциты делятся на гранулоциты (зернистые лейкоциты) и агранулоциты (незернистые лейкоциты).

Гранулоциты составляют 72 % общего количества лейкоцитов, из них 70 % нейтрофилов, 1,5 % эозинофилов, 0,5 % базофилов. Нейтрофилы способны проникать в межклеточное пространство к инфицированным участкам тела, поглощать и переваривать болезнетворные бактерии (это явление называется *фагоцитозом*). Количество эозинофилов увеличивается при аллергических реакциях, бронхиальной астме, сенной лихорадке, они обладают антигистаминным действием. Базофилы вырабатывают гепарин и гистамин.

Агранулоциты — лейкоциты, состоящие из ядра овальной формы и незернистой цитоплазмы. К ним относятся моноциты и лимфоциты. Моноциты (4 %) содержат ядро бобовидной формы и образуются в костном мозге. Они активно проникают в очаги воспаления и поглощают (фагоцитируют) бактерии. Лимфоциты (24 %) образуются в вилочковой железе (тимусе) и лимфоидной ткани, селезенке. Главная функция лимфоцитов — выработка антител и участие в клеточных иммунных реакциях.

Соотношение различных видов лейкоцитов в крови называется *лейкоцитарной формулой*. Изменение содержания отдельных видов лейкоцитов позволяет поставить правильный диагноз. При инфекционных заболеваниях (коклюше, брюшном тифе) возрастает уровень лимфоцитов, при малярии — моноцитов, а при пневмонии — нейтрофилов. При аллергических заболеваниях, скарлатине повышается содержание эозинофилов. Увеличение количества лейкоцитов называется *лейкоцитозом* и является признаком патологических состояний. Снижение содержания лейкоцитов — *лейкопения* — часто встречается при лучевой болезни, действии токсических веществ и др.

Тромбоциты (кровяные пластинки) — бесцветные сферические безъядерные тельца диаметром 2–3 мкм. Они образуются из крупных клеток костного мозга. Продолжительность жизни тромбоцитов — около 3–5 дней. Разрушаются в селезенке. Они играют важную роль в свертывании крови. Значительная их часть содержится в селезенке, печени, легких и по мере необходимости поступает в кровь. Мышечная работа, прием пищи повышают количество тромбоцитов в крови. В норме содержание тромбоцитов составляет около 300–400 тыс. в 1 мм³ крови.

6.3. Основные физиологические функции крови

В зависимости от характера транспортируемых веществ различают следующие основные функции крови: дыхательную, выделительную, питательную, гомеостатическую, регуляторную, защитную, терморегуляторную.

Благодаря *дыхательной функции* кровь переносит кислород от органов дыхания к тканям и углекислый газ от периферических тканей к органам дыхания. *Выделительная функция* позволяет осуществлять транспорт продуктов обмена (мочевой кислоты, билирубина и др.) к органам выделения (почки, кишечник, кожа и др.) в целях их удаления как веществ, представляющих опасность для организма. *Питательная функция* основана на перемещении питательных веществ (глюкозы, аминокислот и др.), образовавшихся в результате пищеварения, к органам и тканям, где они подвергаются дальнейшим превращениям. *Гомеостатическая функция* — равномерное распределение крови между органами и тканями и поддержание постоянного осмотического давления и pH с помощью белков плазмы. *Регуляторная функция* — перенос вырабатываемых железами внутренней секреции гормонов к определенным органам-мишеням для передачи информации внутри организма. *Защитная функция* заключается в обезвреживании клетками крови микроорганизмов и их токсинов, формировании антител, удалении продуктов распада тканей, прекращении кровотечения путем образования тромба. *Терморегуляторная функция* осуществляется путем переноса тепла наружу от глубоко расположенных органов и предупреждения их перегрева, а также посредством равномерного распределения тепла в организме вследствие высокой теплоемкости и теплопроводности крови. Теплоотдача регулируется изменением величины кровотока во внутренних органах, мышцах, подкожно-жировой клетчатке и коже при изменении температуры.

Группы крови и резус-фактор. *Группы крови* — иммуногенетические и индивидуальные признаки крови, объединяющие людей в группы по сходству определенных антигенов в эритроцитах и антител в плазме крови. Некоторые антигены находятся не только в клетках крови, но и в других тканях и жидкостях, что служит важным диагностическим признаком.

В зависимости от наличия или отсутствия в мембранах эритроцитов специфических мукополисахаридов — агглютиногенов А и В, а в плазме — агглютининов α и β , различают четыре группы крови О (I), А (II), В (III), АВ (IV) (табл. 6.2).

При совмещении сходных агглютиногенов эритроцитов с агглютинидами плазмы происходит реакция агглютинации (склеивание) эритроцитов, что лежит в осно-

Таблица 6.2. Зависимость группы крови от наличия в ней агглютиногенов эритроцитов и агглютининов плазмы

Группа крови	Агглютиногены в эритроцитах	Агглюнины в сыворотке
О (I)	—	α и β
А (II)	А	β
В (III)	В	α
АВ (IV)	А и В	—

Таблица 6.3. Совместимость групп крови:
плюс — совместимы; минус — несовместимы

Группы крови	O, α и β (I)	A, β (II)	B, α (III)	AB, O (IV)
O, α и β (I)	+	+	+	+
A, β (II)	—	+	—	+
B, α (III)	—	—	+	+
AB, O (IV)	—	—	—	+

ве групповой несовместимости крови. Этим следует руководствоваться при переливании крови. Идеальным вариантом считается переливание одногруппной крови, но возможны в небольших количествах и другие варианты (табл. 6.3). Переливание несовместимой крови приводит к развитию гемотрансфузионного шока (тромбозу, а затем гемолизу эритроцитов, поражению почек и др.).

Резус-фактор (Rh-фактор) — система специфических агглютиногенов эритроцитов, не зависящая от факторов, определяющих групповую принадлежность. По наличию или отсутствию резус-фактора выделяют резус-положительные (около 85 % людей) и резус-отрицательные (около 15 % людей) организмы.

Значение резус-фактора в лечебной практике велико. Так, у резус-отрицательных лиц переливание крови или повторные беременности вызывают образование резус-антител. При переливании резус-положительной крови лицам с резус-антителами возникают тяжелые гематологические реакции, сопровождающиеся разрушением перелитых эритроцитов.

В основе развития резус-конфликтной беременности лежит попадание в организм через плаценту резус-отрицательной женщины резус-положительных эритроцитов плода и образование специфических антител. В таких случаях первый ребенок, унаследовавший резус-положительную принадлежность, рождается нормальным. А при второй беременности материнские антитела, проникшие в кровь плода, могут вызывать разрушение эритроцитов, накопление билирубина в крови новорожденного и возникновение гемолитической желтухи с поражением внутренних органов ребенка.

Свертывание крови. Является защитной реакцией, препятствует потере крови и проникновению в организм болезнетворных микробов. Это сложный многостадийный процесс (рис. 6.1). В нем участвуют содержащиеся в плазме крови 12 факторов, а также вещества, высвобождающиеся из поврежденных тканей и тромбоцитов.

В свертывании крови различают четыре стадии. В I стадии кровь, вытекающая из раны, смешивается с веществами поврежденных тканей, разрушенных тромбоцитов и соприкасается с воздухом. Затем высвободившийся предшественник тромбопластина под влиянием факторов плазмы и ионов кальция (Ca^{2+}) превращается в активный тромбопластин. Во II стадии при участии тромбопластина, факторов плазмы, ионов кальция неактивный белок плазмы протромбина превращается в тромбин. В III стадии тромбин (протеолитический фермент) расщепляет молекулу белка плазмы фибриногена на мелкие части, под влиянием ионов кальция, и образует сеть нитей фибрина (нерастворимого белка), выпадающего в осадок. На IV стадии в сетях из фибрина задерживаются форменные элементы крови и образуется сгусток,

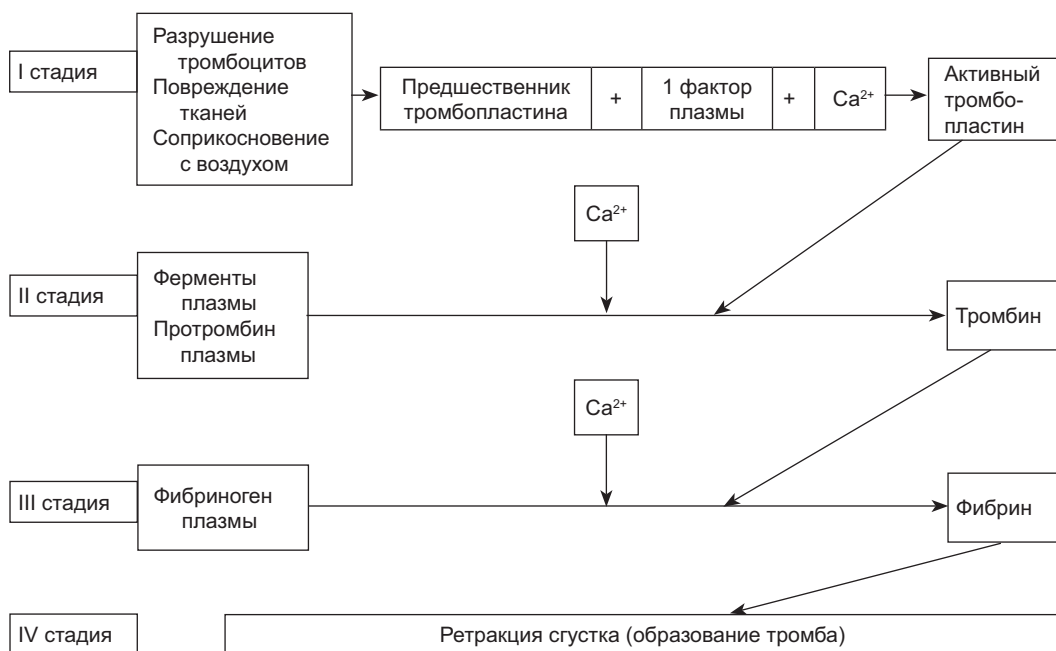


Рис. 6.1. Основные стадии свертывания крови

препятствующий потере крови и проникновению в рану микроорганизмов. После удаления фибрина из плазмы остается жидкость, которая называется *сывороткой*.

Снижение или отсутствие незаменимых факторов приводит к нарушению свертывания крови и развитию обильных кровотечений. Такое состояние называется *гемофилией*, передается по наследству и связано с нарушениями в X-хромосоме. Гемофилией болеют только мужчины, женщины являются скрытыми носителями дефектного гена.

В плазме крови также содержатся вещества, препятствующие свертыванию крови, — противосвертывающая система. Например, антитромбин, препятствующий образованию тромбина; фибринолизин, растворяющий фибрин; гепарин, продуцируемый базофилами и тучными клетками соединительной ткани; и др. Они необходимы для предотвращения образования тромбов в сосудах.

Снижение свертывания крови также наблюдается во время менструаций, увеличении температуры среды, недостатке кальция и витамина К, при введении некоторых веществ (аспирин, цитрат натрия).

Свертывание крови увеличивается при беременности, стрессах, снижении температуры среды, обширных травмах, ожогах, шоках и при приеме некоторых препаратов (викасол).

6.4. Кроветворные органы

Органы, главной функцией которых является образование форменных элементов крови, называются *кроветворными*. К ним относятся: красный костный мозг, селезенка, вилочковая железа и лимфатические узлы. Во внутриутробном периоде развития плода со 2-го до 5-го месяца главным кроветворным органом является *печень*.

В ней появляются первые клетки крови — гранулоциты, мегакариоциты. С 5-го по 7-й месяц развития плода начинает активно участвовать в кроветворении и селезенка. У взрослого человека она продуцирует лимфоциты и моноциты, принимает участие в разрушении эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов, в накоплении железа, образовании иммуноглобулинов. В ее функцию входит и депонирование крови.

На ранних этапах развития организма и в первые годы после рождения в период становления иммунитета важная роль в формировании и функционировании лимфоидных органов принадлежит *вилочковой железе*. Затем она подвергается инволюции.

Костный мозг человека является главным местом образования клеток крови. К пяти месяцам внутриутробного развития он становится ведущим органом кроветворения. В костном мозге содержится основная масса стволовых кроветворных клеток, в которых образуются эритроциты, лимфоциты, моноциты и другие клетки.

Различают красный и желтый костный мозг. К моменту рождения ребенка все полости костей заполнены красным костным мозгом.

Желтый костный мозг появляется у ребенка в возрасте 1 месяца в диафизах трубчатых костей. К 14–15 годам он полностью замещает красный костный мозг, за исключением верхней трети бедра. У взрослого человека красный костный мозг расположен в плоских костях, телах позвонков, метафизах трубчатых костей. Структура желтого костного мозга характеризуется отсутствием гемопоэтических элементов и накоплением жировых клеток. При массивных кровопотерях возможно замещение желтого костного мозга красным.

Селезенка, лимфатические узлы и вилочковая железа — основные органы лимфатической системы, ответственные за выработку иммунитета.

6.5. Иммуитет

Иммуитет — невосприимчивость организма к различным инфекционным агентам (вирусам, бактериям, грибкам, простейшим) и продуктам их жизнедеятельности (ядам-токсинам растительного и животного происхождения, способным угнетать физиологические функции), а также к тканям и веществам, обладающим чужеродными свойствами. Главная задача иммунитета — иммунологический надзор за внутренним постоянством многоклеточных популяций организма, в том числе и уничтожение раковых клеток. Какое-либо вещество, способное вызвать иммунный ответ, называется *антигеном*. Иммунный ответ выполняет специализированная система клеток, тканей и органов (общая масса их 1,5–2 кг). Центральными органами иммунной системы являются костный мозг и тимус, а к периферическим относят миндалины, лимфатические узлы и узелки, селезенку.

В основе иммунного ответа лежит функционирование лимфоцитов, которые образуются из незрелых клеток костного мозга. Одни клетки созревают в тимусе и называются Т-лимфоцитами (Т-л). Они обеспечивают клеточный иммунитет. Другие преобразуются в В-лимфоциты (В-л) и обеспечивают гуморальный иммунитет. *Клеточный иммунитет* направлен на уничтожение клеточных агентов и измененных собственных клеток. В функциональном отношении Т-л делятся на несколько типов:

- Т-л хелперы — активизируют В-л;
- Т-л супрессоры — подавляют активность В-л;

- Т-л киллеры — разрушают измененные клетки (в результате их действия могут отторгаться пересаженные органы).

Гуморальный иммунитет связан с работой В-л, которые в ответ на воздействие антигена преобразуются в плазменные клетки и образуют *антитела* или иммуноглобулины, циркулирующие в крови. Одни антитела склеивают бактерии, другие осаждают склеенные частицы, третьи разрушают их до более простых веществ.

Существует иммунитет *врожденный* (например, невосприимчивость человека к чумке животных) и *приобретенный*, который формируется в течение жизни. Приобретенный иммунитет может быть нескольких разновидностей.

1. *Активный* (развивается медленно, но надолго сохраняется):

а) естественный иммунитет: возникает в результате контакта с антигеном (например, после перенесенного заболевания — кори, возникает невосприимчивость к этой инфекции);

б) искусственный иммунитет: возникает в результате использования вакцин, содержащих ослабленные бактерии или их яды (например, вакцины от полиомиелита, коклюша и т.д.).

2. *Пассивный* (развивается быстро, но сохраняется ненадолго и связан с введением готовых антител или Т-л):

а) естественный иммунитет: передается от матери к ребенку через плаценту и грудное молоко;

б) искусственный иммунитет: возникает в результате введения сыворотки с готовыми антителами (например, введение столбнячной сыворотки при ранении или иммуноглобулина при укусах бешеными животными).

Улучшают работу иммунной системы, способствуют формированию иммунитета дозированная физическая нагрузка, сбалансированное, витаминизированное питание, закаливание. Ухудшают работу иммунной системы и формирование иммунитета — радиация, промышленные яды, антибиотики, наркотики, вирусы.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой кровь? Каков ее состав?
2. Дайте морфофункциональную характеристику эритроцитам.
3. Гемоглобин, его структура, свойства и соединения.
4. Чем определяются группы крови, резус-фактор? Значение их определения.
5. Дайте морфофункциональную характеристику лейкоцитам.
6. Что такое иммунитет, иммунная система? Дайте характеристику иммунитету.
7. Расскажите о свертывании крови. Какова роль тромбоцитов?
8. Перечислите основные физиологические функции крови.
9. Дайте понятие внутренней среды организма и ее постоянства.
10. Расскажите о составе и функциях тканевой жидкости и лимфы.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЁЗ

7.1. Общая характеристика эндокринных желёз

Эндокринная система — совокупность структур, продуцирующих биологически активные вещества — *гормоны*, которые переносятся к другим органам и тканям, регулируя их активность. Эндокринная система в тесном взаимодействии с нервной системой обеспечивает регуляцию всех тканей, органов и систем, приспособливает организм к условиям окружающей среды. Эндокринная система включает центральные (гипофиз и эпифиз) и периферические эндокринные железы, а также органы и ткани с гормонпродуцирующей функцией (мозг, сердце и сосуды, печень, почки, матка, пищеварительный тракт и др.). *Железами внутренней секреции*, или *эндокринными*, называются органы, выделяющие секретлируемые вещества (гормоны) в кровь.

Несмотря на различия в форме, величине и расположении отдельных желёз внутренней секреции, они обладают рядом общих анатомо-физиологических свойств:

- эндокринные железы не имеют выводных протоков в отличие от желез внешней секреции, продукты секреции которых изливаются на поверхность кожи (потовые, сальные железы) или слизистых оболочек (слюнные железы, печень и др.);
- эндокринные железы обладают широко развитой сетью кровеносных сосудов, которые пронизывают железу в различных направлениях; вокруг сосудов располагаются железистые клетки, выделяющие свой секрет в кровь;
- эндокринные железы по сравнению с их значением для организма обладают относительно небольшой величиной (масса самой крупной из них — щитовидной железы — составляет около 35 г, паращитовидные железы имеют в длину всего около 6 мм);
- гормоны могут оказывать специфическое действие на какой-либо орган или ткань, являются сильнодействующими агентами, поэтому для получения физиологического эффекта достаточно весьма малого их количества.

В организме человека железы внутренней секреции располагаются следующим образом: в области головного мозга — гипофиз и эпифиз; в области шеи и грудной клетки — щитовидная и паращитовидные железы, вилочковая железа; в брюшной полости — поджелудочная железа и надпочечники; в области таза — яичники/семенники (рис. 7.1). Одни из этих желез не имеют выводных протоков, другие обладают двойной функцией (поджелудочная железа, семенники и яичники): выделяют секреты через выводные протоки, а также гормоны — в кровь. Таким образом, эти железы являются *железами смешанной секреции*.

Железы внутренней секреции влияют друг на друга, действуя по принципу обратной связи. Так, нейроны гипоталамуса вырабатывают *кортиколиберин*, который попадает в переднюю долю гипофиза, а последний выделяет адренокортикотропный гормон (АКТГ), стимулирующий секрецию *кортикостероидов* надпочечниками. Уровень кортикостероидов в крови оказывает тормозящее действие на гипофиз или центральную нервную систему. В результате такой обратной связи содержание гормонов в крови поддерживается на оптимальном для организма уровне. Это учитывается при назначении гормональных препаратов с лечебной целью. Длитель-

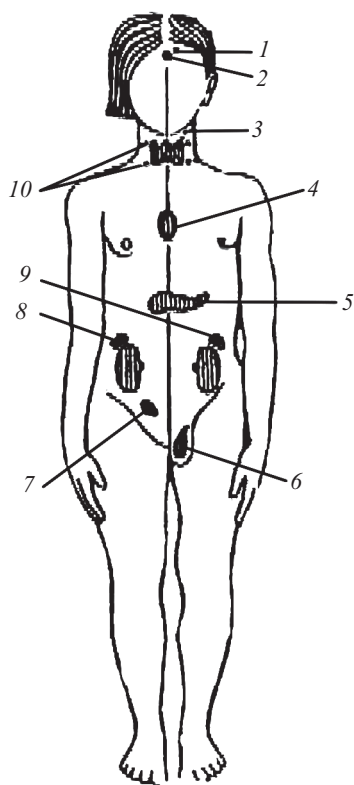


Рис. 7.1. Схема расположения желёз внутренней секреции:

1 — эпифиз; 2 — гипофиз; 3 — щитовидная железа; 4 — вилочковая железа; 5 — поджелудочная железа; 6 — яичко; 7 — яичник; 8, 9 — надпочечники; 10 — околощитовидные железы

ное их введение приводит к уменьшению выработки собственных гормонов, уменьшению и атрофии железистой ткани. Внезапное прекращение приема гормонального препарата может вызвать «синдром отмены» и обострение заболевания.

Секретируемые железами гормоны оказывают общее влияние на организм человека (*гормон роста*, *тироксин*) либо действуют на определенные клетки (*секретин* регулирует деятельность поджелудочной железы). Существуют эндокринные железы, контролирующие физиологические параметры какого-либо одного вещества. Так, уровень глюкозы в крови регулируется гормонами *инсулином* и *глюкагоном*, выделяемыми поджелудочной железой.

Как уже указывалось выше, кроме специализированных желез внутренней секреции гормоны могут вырабатываться клетками других тканей. В слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта секретируются гормоны, стимулирующие или тормозящие образование пищеварительного сока: клетки пилорического отдела желудка выделяют *гастрин*, клетки двенадцатиперстной кишки — *секретин*, *холецистокинин* и *энтерогастрин*. Ряд гормонов синтезируется в гипоталамической области промежуточного мозга (гипоталамус является нейроэндокринным органом). Клетки сердечной мышцы вырабатывают так называемый *натрийуретический фактор*. Во многих органах и тканях человека и животных обнаружены *простагландины*. Эти вещества снижают артериальное давление и желудочную секрецию, обладают мочегонным действием, усиливают сокращение матки и др. Кроме того, они играют важную роль в воспалительных процессах, свертывании крови и аллергических реакциях.

Эндокринная система неразрывно связана с нервной системой, они работают как единый центр управления жизнедеятельностью организма. Нервная система организована таким образом, что генетически предопределено, каким именно органом или его частью управляет отдельный нейрон. Гормоны, продвигаясь по всему организму с током крови, воздействуют на все органы и ткани, на клетках которых есть рецепторы к этим гормонам. Нервная система осуществляет свои воздействия практически мгновенно. Продолжительность же гормональных влияний может быть очень значительной.

Изменение функций желез внутренней секреции влечет за собой соматические и психические последствия. Так, нарушение гипофиза, щитовидной железы и надпочечников может привести к задержке роста и полового созревания, дифференцировки скелета, ожирению, задержке умственного развития ребенка.

Так как эндокринные железы имеют разное происхождение, строение и объединяются лишь по функциональному признаку (внутренняя секреция), считается, что правильнее называть их совокупность не системой, а эндокринным аппаратом.

7.2. Гормоны как биологически активные вещества, их воздействие на организм

Гормоны обладают выраженными биологическими свойствами. Они могут оказывать действие на целостный организм человека, орган или систему органов, клетку и ее структуры, ферментные системы. Кроме того, гормоны играют существенную роль в дифференцировке половых органов (тестостерон) и центральной нервной системы (тироксин). Они участвуют в выполнении репродуктивных функций. Оплодотворение, имплантация яйцеклетки, беременность и лактация требуют участия многих гормонов. Одни и те же гормоны у обоих полов осуществляют дифференциацию и развитие половых клеток (сперматозоидов и яйцеклеток).

Гормоны необходимы для нормального роста и развития созревающего организма. Так, для оптимального роста требуется совместное действие соматотропного гормона, гормонов щитовидной железы, инсулина и половых гормонов. Гормоны влияют на процессы метаболизма, адаптации человека к условиям окружающей среды, участвуют в поддержании различных констант организма. Старение всегда сопровождается пониженной выработкой гормонов (особенно половых) и возникновением в этот период ряда заболеваний.

В зависимости от выполняемых функций все гормоны можно условно (так как ряд гормонов обладает многофункциональным действием) разделить на три группы:

1. Гормоны, отвечающие за долговременное состояние организма в целом:

- рост и развитие, интенсивность обмена веществ (гормон роста и гормоны щитовидной железы);
- беременность и лактация (половые гормоны и пролактин);
- долговременный стресс (глюкокортикоиды).

Выработка всех этих гормонов регулируется гипоталамо-гипофизарной системой.

2. Гормоны, регулирующие постоянство внутренней среды организма:

- уровень глюкозы в крови (инсулин, глюкагон);
- уровень кальция в крови (кальцитонин, паратгормон);
- содержание кислорода в крови (эритропоэтин);
- водно-осмотическое равновесие и концентрация калия в крови (альдостерон, вазопрессин, предсердный натрийуретический гормон и др.).

3. Гормоны, отвечающие за кратковременные реакции организма в целом или отдельных его органов и систем:

- кратковременный стресс (адреналин и норадреналин);
- пищеварение (гормоны желудочно-кишечного тракта);
- родовая деятельность, выделение молока (окситоцин).

Вещество, относящееся к гормонам, должно соответствовать следующим критериям:

- 1) выделяться из живых клеток без нарушения их целостности;
- 2) не служить источником энергии;
- 3) попадать в кровь в малых количествах;

- 4) поступать непосредственно во внутреннюю среду, без выводных протоков;
- 5) действовать на органы-мишени через специфические рецепторы.

Гормоны представляют собой вещества различных классов. По химической структуре они делятся на четыре группы: 1) производные аминов; 2) пептиды; 3) стероиды; 4) жирные кислоты (табл. 7.1).

Органы (клетки), на которые действуют гормоны, называют *органами-мишенями*. Органами-мишенями могут быть только те структуры, у которых есть *рецепторы* к соответствующим гормонам. Рецепторами к гормонам служат белки. Действие любого гормона обусловлено его взаимодействием с рецептором. Рецепторы делятся на два основных класса — *мембранные* и *внутриклеточные*. В случае мембранных рецепторов гормон связывается с такими рецепторами на поверхности мембраны, запускается цепочка химических реакций в клетке и ее состояние меняется. Таким механизмом действия обычно обладают пептидные гормоны. Эта разновидность рецепции называется *мембранной*. Другая разновидность рецепции — *ядерная*. Гормоны с такой рецепцией (например половые) должны попасть внутрь клетки. В клетке гормон соединяется с рецептором, образуя *гормон-рецептивный комплекс*, входит в ее ядро и там воздействует на определенные участки ДНК (гены), приводя к синтезу

Таблица 7.1. Химическая структура гормонов

Химическая группа	Гормон	Место образования
Производные аминов	• Дофамин • Тироксин, трийодтиронин • Адреналин, норадреналин	Гипоталамус Щитовидная железа Мозговой слой надпочечников
Пептиды	• Либерины и статины; окситоцин, вазопрессин • Гормон роста, пролактин, адренокортикотропный гормон, тиреотропный гормон, фолликулостимулирующий гормон, лютеонизирующий гормон • Паратгормон • Кальцитонин • Инсулин • Предсердный натрийуретический гормон (натрийуретический фактор) • Гастрин • Секретин • Холецистокинин • Эритропоэтин	Гипоталамус Передняя доля гипофиза Паращитовидные железы Щитовидная железа Поджелудочная железа (островки Лангерганса) Сердце Слизистая желудка Слизистая двенадцатиперстной кишки Почки
Стероиды	• Андрогены и эстрогены • Прогестагены • Глюкокортикоиды, альдостерон	Семенники, яичники, кора надпочечников Желтое тело, плацента Кора надпочечников
Жирные кислоты	• Простагландины	Многие ткани

каких-либо белков или, наоборот, тормозя их синтез. Эффекты гормонов с ядерной рецепцией развиваются медленно, но долго сохраняются. Таким образом, действие на внутриклеточные рецепторы приводит к синтезу новых белков, а на мембранные — к изменению активности уже имеющихся белков.

Гипоталамо-гипофизарная система. Образование гормонов осуществляется в тесной связи клеток нервной и эндокринной систем. Железы получают богатую иннервацию со стороны вегетативной нервной системы; ткань таких желез, как щитовидная, надпочечники, яички, пронизана множеством нервных волокон. Секрет желез, в свою очередь, действует через кровь на нервные центры. Главными центрами, регулирующими функции нервной и эндокринной систем, являются *гипоталамус* (область головного мозга) и *гипофиз* (эндокринная железа). В связи с этим их объединяют в особую *гипоталамо-гипофизарную нейросекреторную систему*. Гипоталамус собирает информацию от различных отделов головного мозга и посылает ее в гипофиз, который за счет секреции специфических гормонов регулирует активность периферических желез. В основе действия гипоталамуса на гипофиз лежит выделение из нервных окончаний *нейрогормонов* — *либеринов* и *статинов* (*рилизинг-факторов*). Процесс синтеза и секреции гормонов специализированными нервными клетками называется *нейросекрецией*. Рилизинг-факторы спускаются с током крови по сосудам в переднюю долю гипофиза. Либерины стимулируют выработку этой долей гипофиза того или иного гормона, статины — тормозят (рис. 7.2). В ядрах гипоталамуса также вырабатываются гормоны *окситоцин* и *вазопрессин*, которые по нервному (гипоталамо-гипофизарному) пучку поступают в заднюю долю гипофиза.

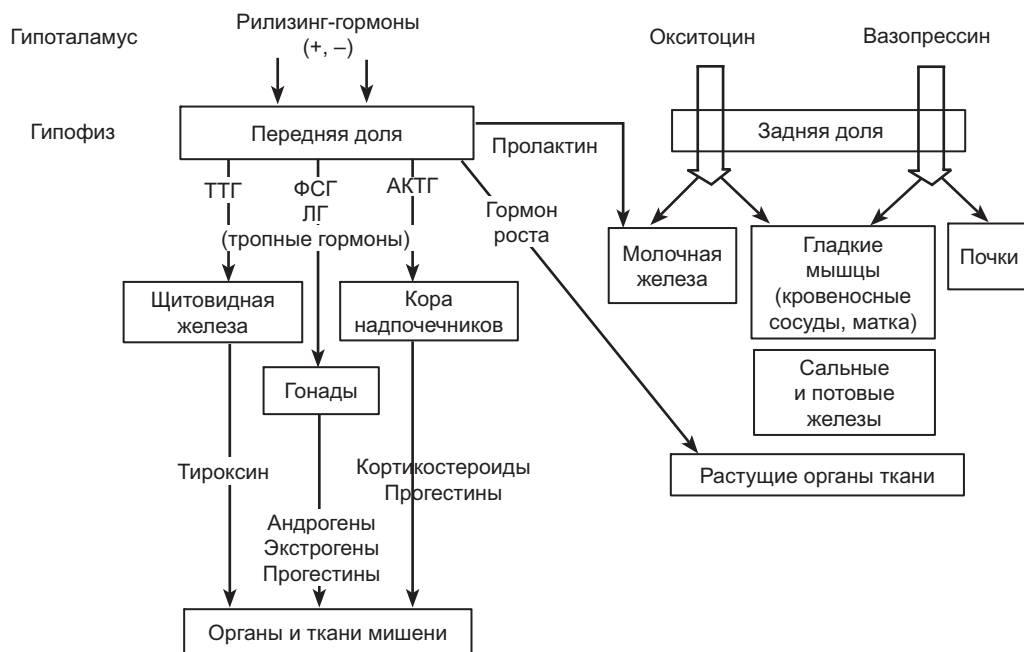


Рис. 7.2. Схема гипоталамо-гипофизарной системы (по Е. П. Виноградовой, 2001):

(+) и (–) указывают на возбуждающее и тормозное влияние рилизинг-гормонов на переднюю долю гипофиза

7.3. Строение и функции эндокринных желез

В табл. 7.2 перечислены основные железы внутренней секреции и выделяемые ими гормоны.

Гипофиз — небольшая железа (имеет массу 0,5–0,6 г) овальной формы красноватой окраски, связанная с головным мозгом (гипоталамусом) тонкой гипофизарной ножкой. Располагается в ямке турецкого седла, снаружи покрыт капсулой. В гипофизе различают две доли — *переднюю (аденогипофиз)* и *заднюю (нейрогипофиз)*. Эти доли имеют разное происхождение и строение, что обуславливает различие их функций.

В *передней доле гипофиза (аденогипофизе)* образуются *гонадотропные гормоны* (ФСГ, ЛГ) и пролактин, влияющие на половое созревание организма, рост фолликулов яичников, молочных желез, секрецию молока у женщин и тестостерона в яичках. Гормон роста принимает участие в регуляции процессов роста организма и синтеза белка; *АКТГ* стимулирует функцию надпочечников; *ТТГ* влияет на развитие щитовидной железы и секрецию ее гормонов.

Задняя доля гипофиза (нейрогипофиз) состоит из клеток нейроглии и нервных волокон, идущих из гипоталамуса. По этим волокнам из гипоталамуса в нейрогипофиз поступают *окситоцин* (стимулирующий сокращение семявыводящих протоков и яйцеводов, а также матки при родах) и *вазопрессин* (увеличивающий реабсорбцию воды в почках).

Таблица 7.2. Гормоны, вырабатываемые эндокринными железами

Эндокринные железы	Гормоны
Гипоталамус	• Либерины — гонадолиберин, кортиколиберин, соматолиберин, тиролиберин • Статины — соматостатин, дофамин (пролактостатин)
Гипофиз: Аденогипофиз	Тропные гормоны: • АКТГ (адренокортикотропный гормон), СТГ (соматотропный гормон, гормон роста), ТТГ (тиреотропный гормон) • ЛГ (лютеонизирующий гормон), ФСГ (фолликулостимулирующий гормон), пролактин • МСГ (меланоцитостимулирующий гормон, меланотропин)
Нейрогипофиз	АДГ (антидиуретический гормон, вазопрессин), окситоцин
Щитовидная железа	Тироксин (Т4), трийодтиронин (Т3), кальцитонин
Паращитовидные железы	ПТГ (паратгормон, паратиреоидный гормон)
Поджелудочная железа	Инсулин, глюкагон
Надпочечники: Корковый слой	• Минералокортикоиды (альдостерон и др.) • Глюкокортикоиды (кортизол и др.) • Половые гормоны (андрогены и эстрогены)
Мозговой слой	Адреналин, норадреналин
Половые железы Яичники Яички	Эстрогены, прогестерон Тестостерон

Задняя часть передней доли гипофиза рассматривается как *промежуточная доля*, которая секретирует *меланотропин*, регулирующий образование пигмента меланина.

Расстройство функций гипоталамуса и гипофиза чаще всего обусловлено перенесенными заболеваниями головного мозга, генетическими факторами и опухолевыми процессами. *Нарушение образования гормона роста* замедляет рост костей в длину, вызывая *гипофизарный нанизм (карликовость)*. К людям карликового роста относят мужчин ростом ниже 130 см и женщин ниже 120 см. Снижение гормонообразования в аденогипофизе сопровождается недостаточностью половых гормонов и появлением признаков недоразвития первичных и вторичных половых органов — евнухоидизма и инфантилизма. Дефицит антидиуретического гормона ведет к появлению *несахарного диабета*. Характерные признаки этого заболевания — сильная жажда, обильное выделение мочи (5–20 л/сутки) с низкой плотностью.

Гиперпродукция гормона роста в молодом возрасте приводит к усиленному росту, удлинению тела (*гипофизарному гигантизму*). Избыток гормона роста у взрослых способствует развитию *акромегалии*. При этом заболевании увеличиваются размеры отдельных частей тела (губы, язык, челюсти, пальцы рук и ног), нарушается углеводный обмен, отмечается повышенное артериальное давление. В большинстве случаев акромегалия развивается в возрасте 30–50 лет, чаще встречается у женщин (показано, что беременность и ее нефизиологическое прерывание являются факторами, активирующими соматотропную функцию). Избыточная продукция тиреотропного гормона приводит к развитию гиперфункции щитовидной железы.

Эпифиз — шишковидное тело — находится в полости черепа между верхними буграми четверохолмия среднего мозга. Представляет собой небольшое тело овальной формы красноватой окраски, весит около 0,15–0,20 г. Функции эпифиза изучены недостаточно. Шишковидное тело крупнее в раннем детстве (а также у женщин крупнее, чем у мужчин). Еще до наступления половой зрелости в эпифизе обнаруживаются явления инволюции (обратного развития), а у взрослых появляется «эпифизарный песок» (скопление кальциевых фосфатов и карбонатов).

Эпифиз вырабатывает ряд гормонов, которые участвуют в регуляции многих функций организма, тормозят деятельность гонадотропных гормонов гипофиза до наступления половой зрелости. *Серотонин* принимает участие в регуляции двигательной активности, температуры тела, болевой чувствительности. Недостаток серотонина вызывает у человека состояние бессонницы.

Синтез гормона *мелатонина* связан с количеством света, падающего на фоторецепторы сетчатки. Его уровень в крови увеличивается в темное время суток. Это способствует уменьшению содержания черного пигмента — меланина. В результате кожа светлеет, повышается чувствительность фоторецепторов сетчатки. Кроме того, повышенное выделение мелатонина вызывает сонливость, вялость; может приводить к депрессии у лиц, вынужденных активно работать в ночное время. Также мелатонин активизирует иммунную систему, снижает половое поведение, способствует развитию медленной фазы сна.

Щитовидная железа — наиболее крупная из эндокринных желез у взрослого человека, располагается на передней поверхности шеи, прилегает (частично) к щитовидному хрящу, в связи с чем и получила свое название (рис. 7.3). Масса железы около 30–40 г, у женщин она несколько больше, чем у мужчин, и может иногда увеличи-

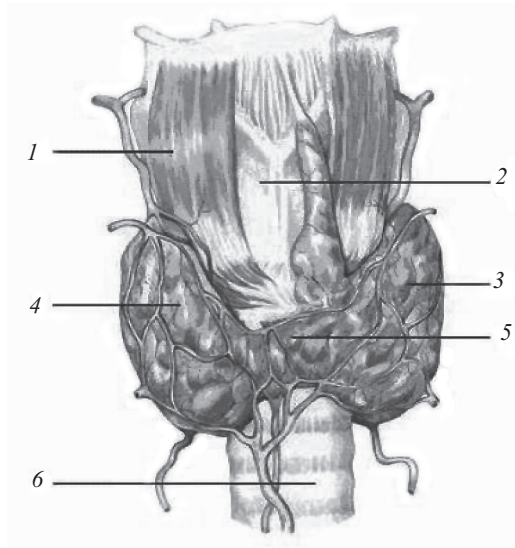


Рис. 7.3. Щитовидная железа:

1 — щитоподъязычная мышца; 2 — щитовидный хрящ; 3, 4 — левая и правая доли; 5 — перешеек щитовидной железы; 6 — трахея

ваться (во время менструаций). У плода и в раннем детстве щитовидная железа относительно больше, чем у взрослого. Состоит из двух долей, соединенных перешейком; покрыта капсулой, отростки которой делят железу на дольки, состоящие из фолликулов.

В щитовидной железе вырабатываются гормоны *трийодтиронин* (Т₄), *тироксин* (Т₃) и *кальцитонин*. Гормоны щитовидной железы оказывают влияние на многие процессы, происходящие в организме. Тиреоидные гормоны (тироксин, трийодтиронин) оказывают стимулирующее действие на метаболизм. Они обеспечивают нормальный рост и развитие у детей; у взрослых — поддерживают общую интенсивность обменных процессов. Тиреоидные гормоны стимулируют деятельность ЦНС, сердца, дыхания, моторики ЖКТ. Такие

факторы, как длительное охлаждение, эмоциональное возбуждение, влияют на выработку этих гормонов, повышая секрецию тиролиберина и ТТГ. Кальцитонин снижает концентрацию ионов кальция в плазме крови (в частности за счет уменьшения кальция в кишечнике и увеличения его экскреции в почках). Этот гормон также усиливает резорбцию костей.

Недостаток тиреоидных гормонов щитовидной железы в раннем возрасте ведет к задержке роста, мышечной гипотонии, нарушению функций кишечника и др. *Гипофункция* в детском возрасте может приводить к физической и умственной отсталости, задержке полового созревания — *кретинизму*. Для таких больных характерны низкий рост, короткие шея и конечности. У взрослых типичными симптомами снижения активности железы являются: заторможенность, утомляемость, увеличение веса, мышечная слабость, непереносимость холода, снижение сердечных сокращений и др. Снижение активности щитовидной железы в настоящее время отмечается у 2 % женщин и 0,1 % мужчин. Наиболее частой причиной этого в мировом масштабе считается нехватка йода в пище. Глубокое снижение уровня активности щитовидной железы приводит к заболеванию *микседема* (*слизистый отек*). В тех географических зонах, где вода содержит мало йода, может развиваться *эндемический зоб*. При этом секретирующая ткань разрастается, но не может в отсутствии необходимого количества йода синтезировать полноценные гормоны.

Повышенная активность щитовидной железы встречается у 0,5 % населения земного шара. Это может происходить в связи с увеличением продукции тиреотропного гормона гипофиза, в результате чего усиливается образование гормонов щитовидной железы. У женщин гиперфункция щитовидной железы встречается примерно в 3 раза чаще, чем у мужчин. При всех формах повышенной активности железы

избыток производства тироксина может вызвать ощущение жара, избыточное потоотделение, учащение пульса, тремор, раздражительность или перепады настроения. Наиболее распространенной формой является *базедова болезнь*. При этом в дополнение к вышеуказанным симптомам часто прибавляются пучеглазие и отек век.

Большую роль в развитии различных нарушений работы щитовидной железы играют заболевания иммунной системы, генетическая предрасположенность, опухоли гипофиза. Провоцирующими факторами считаются острые или хронические стрессы, инфекционные заболевания и др.

Паращитовидные железы — небольшие тельца округлой или овальной формы, расположены на задней поверхности боковых долей щитовидной железы. Обычно их четыре. При рассмотрении невооруженным взглядом их иногда трудно отличить от жировых долек, добавочных щитовидных желез или отщепившихся частей вилочковой железы.

Паращитовидные железы вырабатывают паратгормон, который регулирует обмен кальция и фосфора в организме. Этот гормон повышает уровень кальция в крови, в частности за счет резорбции костей, уменьшения экскреции кальция и увеличения экскреции фосфата почками и др. Секреция паратгормона увеличивается при снижении концентрации кальция в крови.

При поражении или недостаточной функции этих желез развивается *гипопаратиреоз*, который сопровождается повышением уровня фосфора и снижением уровнем кальция в крови (что обусловлено снижением его всасывания в кишечнике, уменьшением мобилизации из костей и недостаточной реабсорбцией в почечных канальцах). Основными проявлениями гипопаратиреоза являются повышенная нервно-мышечная возбудимость и судорожная активность (отмечаются судорожные сокращения сгибателей конечностей, мышц лица). Спазмы гладкой мускулатуры проявляются, в частности, рвотой, бронхоспазмом и т.п. Из вегетативных проявлений характерны жар, озноб, сердцебиение, боли в области сердца. При повышенной функции паращитовидных желез кости начинают терять кальций, возникает мышечная слабость и др. Заболевание, обусловленное гиперсекрецией паратгормона, называют *гиперпаратиреозом*. Чаще всего его причиной являются опухоли паращитовидных желез.

Вилочковая железа (тимус) состоит из правой и левой долей, находится в верхнепередней части грудной полости позади грудины (рис. 7.4). Железа начинает функционировать в период внутриутробного развития и проявляет наибольшую активность после рождения. У новорожденного ее масса составляет около 12 г и нарастает до наступления половой зрелости, достигая в этот период 35–40 г, после чего (в 14–15 лет) начинается процесс инволюции, и к 70 годам масса составляет около 6 г. При этом элементы вилочковой железы замещаются соединительной тканью. Вилочковая железа покрыта капсулой. Перегородки, отходящие от нее, делят железу на дольки, состоящие из коркового и мозгового вещества.

Эндокринная функция вилочковой железы состоит в том, что она вырабатывает гормоны, стимулирующие ростовые процессы и способствующие созреванию лимфоцитов в самой железе. Кроме того, вилочковая железа регулирует постоянство внутренней среды организма, тормозит половое развитие и созревание до подросткового возраста.

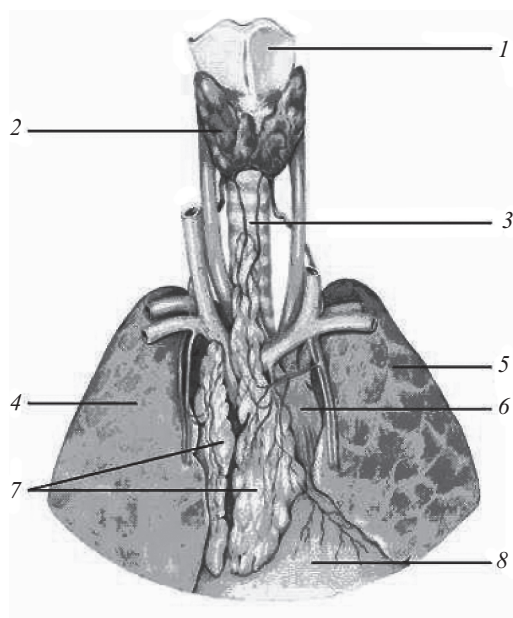


Рис. 7.4. Вилочковая железа:

1 — щитовидный хрящ; 2 — щитовидная железа;
3 — трахея; 4 — правое лёгкое; 5 — левое лёгкое;
6 — дуга аорты; 7 — вилочковая железа; 8 — околосердечная сумка (перикард)

Неэндокринная функция тимуса заключается в том, что в нем созревают Т-лимфоциты (необходимые для обеспечения иммунитета), которые после этого заселяют другие лимфоидные органы. Тимус является центральным органом иммунной системы, без него не могут «работать» лимфоциты, находящиеся в костном мозге, лимфатических узлах, селезенке и циркулирующей крови.

Ранняя потеря функций вилочковой железы влечет за собой неполноценность всей иммунной системы. В случае же, если тимус продолжает активно функционировать у взрослого человека, могут развиваться аутоиммунные заболевания, при которых вследствие патологического усиления иммунитета наблюдается разрушение антителами собственных белков организма. К таким заболеваниям относятся системная красная волчанка, миастения и др.

Поджелудочная железа обладает смешанной секрецией: часть ее клеток выделяет пищеварительных ферменты через протоки в двенадцатиперстную кишку (внешняя секреция), а скопления других клеток (панкреатические островки, или островки Лангерганса), выделяют гормоны *инсулин* и *глюкагон* непосредственно в кровь (внутренняя секреция). Около 70–75 % клеток островков являются β -клетками, вырабатывающими инсулин, остальные 25–30 % — α -клетки, продуцирующие глюкагон.

Гормоны поджелудочной железы принимают активное участие в регуляции обмена глюкозы в организме. Инсулин снижает уровень глюкозы в крови, повышает ее утилизацию тканями. Под влиянием инсулина глюкоза также превращается в гликоген и откладывается в мышцах и печени. Небольшое количество этого гормона вырабатывается постоянно. Если уровень глюкозы в крови возрастает, клетки железы начинают вырабатывать больше инсулина. Когда уровень глюкозы в крови падает, выработка инсулина снижается. Инсулин действует на ряд клеток организма, включая мышечные, эритроциты и жировые клетки. При повышении уровня инсулина эти клетки побуждаются к абсорбции большего количества глюкозы в крови и используют ее для выработки энергии.

Глюкагон способствует расщеплению гликогена до глюкозы и выбросу ее в кровь, когда уровень глюкозы в крови становится низким. Таким образом, инсулин и глюкагон, оказывая противоположное действие на обмен углеводов, обеспечивают точное регулирование потребления организмом глюкозы.

Нормальный уровень глюкозы у взрослого человека в крови (натощак) колеблется от 3,5 до 6,0 ммоль/л. После еды уровень сахара на некоторое время возрастает, но в

норме не должен превышать 10 ммоль/л. Более высокий уровень глюкозы в крови оценивается как *гипергликемия*. Это связано с неспособностью поджелудочной железы вырабатывать достаточное количество инсулина. При этом клетки не могут абсорбировать глюкозу и она накапливается в крови. Основные симптомы гипергликемии — жажда, повышение мочевыделения (полиурия), кожный зуд, повышенная склонность к различным инфекциям и др. При недостаточной секреции инсулина развивается такое заболевание, как сахарный диабет. При этом различают абсолютную и относительную недостаточность островкового аппарата поджелудочной железы. Специфическими признаками диабета наряду с гипергликемией являются: уменьшение массы тела, снижение работоспособности, слабость, повышенная сонливость, хронические гнойничковые процессы на коже и др. Развитие данного заболевания имеет высокую генетическую предрасположенность. К группе повышенного риска относятся люди с избыточным весом. При наследственной предрасположенности диабет может провоцироваться различными заболеваниями экзокринной части поджелудочной железы (панкреатит и др.), рядом лекарственных и других химических веществ, некоторыми инфекционными заболеваниями, состояниями переутомления и депрессии и др.

Состояние, при котором уровень глюкозы в крови ниже 3,5 ммоль/л, оценивается как *гипогликемия*. Основной причиной этого является избыток инсулина в организме по отношению к количеству углеводов, поступающих с пищей или из эндогенных источников (продукция глюкозы печенью), а также ускоренная утилизация углеводов при интенсивной мышечной работе. Признаками гипогликемии являются повышенная потливость, чувство голода, беспокойство, тревожность, сердцебиение, повышение артериального давления и др. Развитие гипогликемии провоцируют следующие факторы: чрезмерная физическая нагрузка, употребление алкоголя, нарушение диеты (в виде неправильного режима приема пищи или недостаточного содержания в ней углеводов), а также передозировка инсулина при лечении или применение сахароснижающих препаратов. Развитию гипогликемии также могут способствовать недостаточная деятельность коры надпочечников и щитовидной железы, первые месяцы беременности. Снижение уровня глюкозы в крови отражается, прежде всего, на состоянии центральной нервной системы, так как приводит к энергетическому голоданию клеток мозга. На разных стадиях это может проявляться в различных неврологических нарушениях, которые в итоге могут привести к утрате сознания и развитию *гипогликемической комы*.

Надпочечники располагаются в забрюшинном пространстве над верхними полюсами почек (рис. 7.5). Масса надпочечников около 4 г, они имеют желтоватую или коричневатую окраску. Надпочечник покрыт фиброзной капсулой, состоит из двух слоев — коркового и мозгового. По своему развитию, структуре и функциям эти два слоя резко отличаются друг от друга. Таким образом, надпочечник как бы сочетает в себе функции двух желёз. Совместному действию обеих частей надпочечника способствует их общее кровоснабжение и иннервация.

Корковый слой состоит из трех зон, в которых вырабатываются различные гормоны:

1. *Глюкокортикоиды* (главным из которых является кортизол, стимулирующий синтез гликогена из глюкозы) понижают уровень потребления глюкозы тканями,

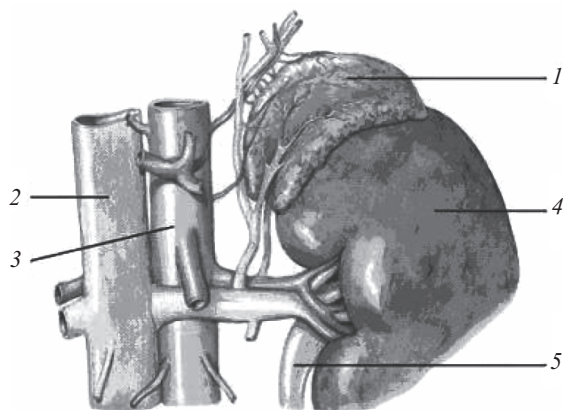


Рис. 7.5. Надпочечники:

1 — надпочечник (левый); 2 — нижняя полая вена; 3 — аорта; 4 — почка (левая); 5 — мочеточник

системы. Здесь вырабатываются адреналин и норадреналин, которые поддерживают тонус симпатической нервной системы, обладают сосудосуживающими свойствами. В периоды, когда организм должен работать в большом напряжении (при травме, во время опасности, в условиях повышенного физического и умственного труда и др.), эти гормоны усиливают работу мышц, повышают содержание глюкозы в крови (для обеспечения возросших энергетических затрат мозга), усиливают кровоток в мозге и других жизненно важных органах, повышают уровень системного кровяного давления, усиливают сердечную деятельность и др. Гормоны мозгового слоя надпочечников, таким образом, обеспечивают стрессовые реакции организма.

Повышенная секреция мужских половых гормонов (андрогенов) приводит у мальчиков к преждевременному развитию половых признаков, а у девочек при этом появляются черты мужского телосложения. *Гиперпродукция глюкокортикоидов* вызывает синдром Иценко – Кушинга (появляется специфическое ожирение — главным образом на лице и шее, на животе и груди; развивается артериальная гипертензия, нарушение сердечного ритма; часто этот синдром сопровождается атрофией мышц верхних и нижних конечностей и др.). *Избыток минералокортикоидов* (альдостерона) приводит к развитию *синдрома Кона* (альдостеронизм) и задержке натрия в плазме крови; увеличению кровяного давления. *Повышенное образование адреналина, норадреналина* характерно для заболевания, которое протекает в виде приступов с подъемом кровяного давления.

Гипофункция коры надпочечников вызывает тяжелые расстройства в организме человека. Она может проявляться в виде острой и хронической недостаточности. Острая недостаточность возникает при повреждении надпочечников (кровоизлияние, тяжелые инфекции и др.) или резкой отмене кортикостероидов (преднизолон и др.) после их длительного применения; сопровождается резкой мышечной слабостью, гипотонией, нарушением пищеварения и др. Причинами хронической надпочечниковой недостаточности чаще всего являются туберкулезное поражение железы, аллергические процессы и др. При недостаточном функционировании коры надпочечников воз-

тормозят иммунный ответ, препятствуют воспалительным процессам, стимулируют расщепление белка.

2. *Минералокортикоиды* (главным является альдостерон) участвуют в регуляции водно-солевого обмена, повышают артериальное давление.

3. *Половые гормоны* (эстрогены и андрогены) участвуют в формировании вторичных половых признаков.

Мозговое вещество функционально входит в единую регуляторную систему с симпатическим отделом вегетативной нервной

никает *болезнь Аддисона*, для которой характерны нарушения углеводного обмена, низкое кровяное давление, снижение веса, тошнота, усиление пигментации кожи.

Половые железы (гонады) являются железами смешанной секреции. Половые железы женщины — *яичники* — выделяют во внешнюю среду яйцеклетки (рис. 7.6, *а*), а во внутреннюю — женские половые гормоны (эстрогены и прогестерон). Половые железы мужчины — *семенники (яички)* — выделяют во внешнюю среду сперматозоиды (рис. 7.6, *б*), а во внутреннюю — мужские половые гормоны (андрогены).

В соединительной ткани яичка, лежащей между семенными канальцами, находятся интерстициальные клетки, которые выделяют в кровь андрогены, основным из которых является *тестостерон*. Этот гормон выполняет целый ряд функций, играя основную роль во всех периодах репродуктивной функции мужчины. Он необходим для нормального формирования у эмбриона половой системы по мужскому типу, для развития половых органов (рост придатка яичка, бульбоуретральных желез и полового члена) и вторичных половых признаков (особенности волосяного покрова и развития мускулатуры по мужскому типу, низкий голос, специфика обмена веществ и поведения и т.п.) в подростковом возрасте; стимулирует образование сперматозоидов и поддерживает нормальную структуру и функцию мужской половой системы в дальнейшем.

В яичниках выделение специфических гормонов связано с внутренней секрецией самих фолликулов, а также с периодически образующимся на месте лопнувших фолликулов *желтым телом*. Фолликулы выделяют *эстрогены*, которые оказывают трофическое влияние на половой аппарат (стимулируют разрастание слизистой матки, развитие яйцеклетки), участвуют в формировании вторичных половых признаков по женскому типу, оказывают влияние на нервную систему.

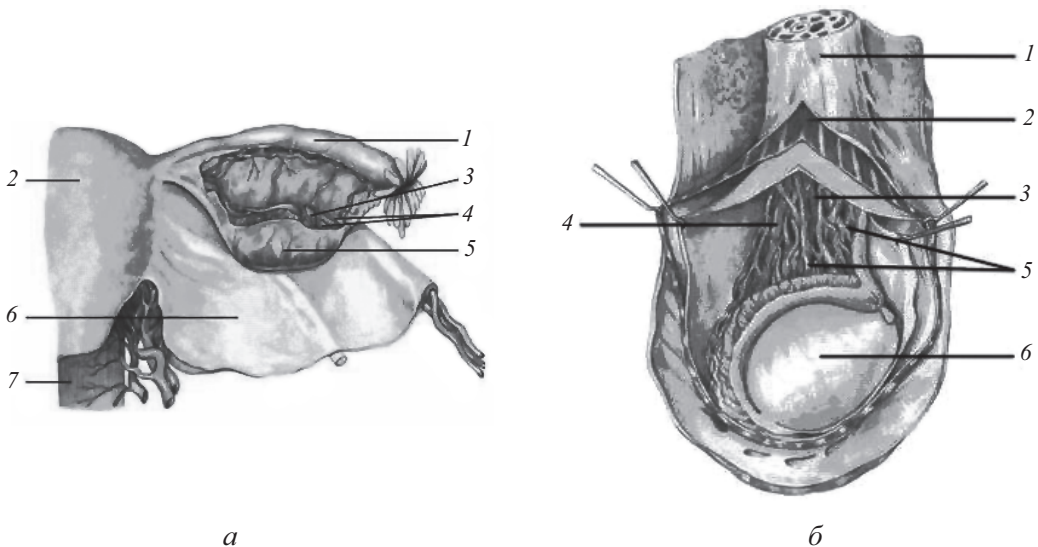


Рис. 7.6. Половые железы:

а — яичник: 1 — маточная труба (левая); 2 — тело матки; 3, 4 — кровеносные сосуды яичника; 5 — яичник (левый); 6 — широкая маточная связка; 7 — влагалище;

б — семенник: 1 — наружная семенная фасция; 2 — мышца, поднимающая яичко; 3, 4 — артериальные сосуды яичка; 5 — венозные сосуды яичка; 6 — семенник (яичко)

Желтое тело выделяет гормон *прогестерон*. Существует два вида желтых тел: *желтое тело беременности* и *менструальное желтое тело*. Первое существует у женщин в течение беременности, второе (периодическое) — около двух недель. Желтое тело выполняет ряд важных функций. В частности, оно влияет на овуляцию (прекращает ее во время беременности и стимулирует после родов). Во время беременности прогестерон также снижает возбудимость нервной системы, способствует развитию плаценты, росту и дифференцировке тканей плода, подавляет сокращение матки на ранних стадиях беременности и предупреждает выкидыши. Эстрогены и прогестерон участвуют в регуляции *менструального цикла*.

Увеличение секреции мужских половых гормонов приводит к преждевременному половому созреванию, а *гипофункция* — к прекращению роста и развития внутренних и наружных половых органов, вторичных половых признаков. *Избыточная продукция эстрогенов* у девочек вызывает преждевременное половое созревание и раннее появление вторичных половых признаков. *Недостаток гормонов* сопровождается ожирением, отсутствием менструации, недоразвитием внутренних и наружных половых органов и др.

Вопросы для самопроверки

1. Какие органы относят к железам внутренней секреции?
2. Какую роль играют эндокринные железы в организме человека?
3. Какие вещества являются гормонами?
4. Какие структуры называют органами-мишенями?
5. Сколько долей выделяют в гипофизе, чем они отличаются функционально?
6. Как связан гипофиз с другими эндокринными железами?
7. Чем образована гипоталамо-гипофизарная система, какова ее роль в регуляции эндокринных функций?
8. Какую роль играют в организме гормоны щитовидной железы?
9. Где располагаются паращитовидные железы, в чем заключается их эндокринная функция?
10. Какая железа внутренней секреции является центральным органом иммунной системы?
11. Какие особенности строения имеют надпочечники, какую роль в организме играют их гормоны?
12. Почему поджелудочную железу относят к железам смешанной секреции, каковы ее структурно-функциональные особенности?
13. Какие эндокринные функции выполняют половые железы?
14. К каким нарушениям в организме может привести избыток или дефицит гормонов?
15. Какие структуры организма кроме эндокринных желез могут также вырабатывать гормоны?

Глава 8

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

К сердечно-сосудистой системе относятся: сердце, артерии, вены, капилляры, лимфатические сосуды.

8.1. Сердце, его строение и функции

Сердце человека — полый мышечный орган конусообразной формы, располагающийся в переднем отделе средостения в грудной клетке за грудиной несколько влево между легкими. Примерно 2/3 сердца находится в левой половине грудной клетки и 1/3 в правой. Масса сердца составляет 250–300 г. Верхушка сердца обращена вниз, влево и вперед, основание — кверху, вправо и назад. Передняя поверхность примыкает к грудины, реберным хрящам, задняя — к пищеводу.

Сердце окружено конусовидным мешком — околосердечной сумкой, называемой перикардом, наружный слой которой состоит из фиброзной ткани, а внутренний серозный — из двух листков: висцерального и париетального.

Границы сердца изменяются в зависимости от возраста, пола и конституции. Однако смещение границ сердца наблюдается и при увеличении (дилатации) его полостей, а также в связи с утолщением (гипертрофией) миокарда.

Правая граница сердца увеличивается вследствие расширения правого желудочка и предсердия при недостаточности трехстворчатого клапана, сужении устья легочной артерии, хронических заболеваниях легких. Смещение левой границы сердца чаще обусловлено повышением артериального давления в большом круге кровообращения, гипертензией, аортальными пороками сердца, недостаточностью митрального (двухстворчатого) клапана.

Правая половина сердца отделена от левой половины перегородкой. Сердце состоит из четырех камер, имеет два предсердия (левое и правое) и два желудочка (левый и правый) (рис. 8.1).

Правое предсердие представляет собой полость (объем — 100–150 мл), в которую поступает венозная кровь из верхней и нижней полых вен, венечного синуса и мелких вен сердца. Верхнюю часть предсердия составляет правое ушко сердца. На его внутренней поверхности видны выступающие гребенчатые мышцы. Задняя часть стенки предсердия служит местом впадения верхней и нижней полых вен. Правое предсердие сообщается с правым желудочком через предсердно-желудочковое отверстие, прикрытое предсердно-желудочковым или трехстворчатым клапаном.

Правый желудочек находится справа и несколько спереди левого желудочка и отделяется от него межжелудочковой перегородкой. В верхней части желудочка имеются два отверстия: правое предсердно-желудочковое и отверстие легочного ствола, над которым располагается клапан, состоящий из трех полулунных заслонок. Из правого желудочка начинается малый круг кровообращения.

Левое предсердие отделяется от правого межпредсердной перегородкой и имеет левое ушко. В задний отдел верхней стенки впадают четыре легочные вены, несущие

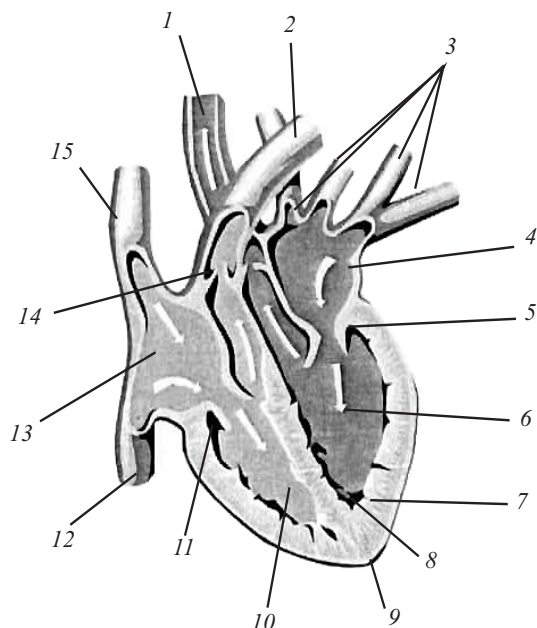


Рис. 8.1. Строение сердца:

1 — аорта; 2 — легочный ствол; 3 — четыре легочные вены; 4 — левое предсердие; 5 — двустворчатый клапан; 6 — левый желудочек; 7 — миокард; 8 — эндокард; 9 — эпикард; 10 — правый желудочек; 11 — трехстворчатый клапан; 12 — нижняя полая вена; 13 — правое предсердие; 14 — полулунные клапаны легочного ствола; 15 — верхняя полая вена

артериальную кровь. С левым желудочком предсердие сообщается через левое предсердно-желудочковое отверстие с расположенным в нем левым предсердно-желудочковым (двустворчатым) клапаном.

Левый желудочек имеет конусовидную форму, его основание направлено кверху. Мышечные стенки левого желудочка примерно в два раза толще стенок правого желудочка. Это различие связано с тем, что левый желудочек обеспечивает движение крови по большому кругу кровообращения, а правый — по малому. Соответственно и давление крови в аорте значительно выше, чем в легочной артерии. Из левого желудочка выходит аорта, дающая начало большому кругу кровообращения. В основании аорты находится аортальный клапан с тремя полулунными заслонками, препятствующий обратному возвращению крови в левый желудочек при его расслаблении.

На внутренних стенках обоих желудочков располагаются конусовидные (сосочковые) мышцы, концы сухожильными нитями прикреплены к створкам клапанов. При сокращении предсердий клапаны открываются, а при сокращении желудочков смыкаются, прекращая возврат крови в предсердие.

Ряд заболеваний (ревматизм, сепсис и др.) поражает эндокард и ведет к изменению строения клапанов (недостаточность клапанов) или сужению отверстий, в которых они располагаются. При этом створки клапанов смыкаются не полностью, что вызывает обратный ток крови и перегрузки соответствующих отделов сердца.

Стенка сердца состоит из трех слоев: внутреннего — эндокарда, среднего — миокарда и наружного — эпикарда.

Эндокард представляет собой слой эндотелия, выстилающего все полости сердца и прочно сращенного с подлежащим мышечным слоем. Образует клапаны сердца и полулунные клапаны аорты и легочного ствола. Воспаление внутренней стенки называется *эндокардитом* и встречается при ревматизме, инфекционных заболеваниях, сепсисе и др.

Миокард — средний, самый толстый и самый мощный в функциональном отношении мышечный слой сердца. В миокарде имеются: наружный продольный, средний кольцевой и внутренний продольный мышечные слои, тесно переплетающиеся

между собой. Это обеспечивает быстрое распространение волн сокращения по волокнам и сокращение каждой камеры как единого целого. Мышечные пучки предсердий и желудочков не соединяются между собой. Миокард образует в желудочках выросты — сосочковые мышцы, к которым прикрепляются сухожильные нити, соединяющиеся со створчатыми клапанами и препятствующие выворачиванию клапанов при сокращении желудочков.

Поражение мышцы сердца называется *миокардитом*. Он может возникнуть в результате перенесенной инфекции (грипп, дифтерия, скарлатина и др.), употребления токсических веществ, отравления и ревматизма.

Эпикард — наружная оболочка сердца, плотно сращенная с миокардом. Является внутренней пластинкой околосердечного серозного перикарда. Перикард — околосердечная сумка — имеет также наружный фиброзный слой, который примыкает к наружной пластинке серозного слоя. Между наружной и внутренней пластинками серозного слоя имеется щелевидная полость, содержащая небольшое количество серозной жидкости. Она способствует уменьшению трения между листками при сердечных сокращениях. Воспаление околосердечной оболочки называется *перикардитом*. Причиной заболевания могут быть инфекционные болезни, сепсис, ревматизм, бактериальный эндокардит, травмы передней стенки грудной клетки и др. При некоторых заболеваниях в полости перикарда возможно скопление жидкости, которая затрудняет работу сердца.

Кровоснабжение сердца осуществляется двумя венечными (коронарными) артериями — левой и правой, которые отходят от аорты. Нарушение кровоснабжения венечных артерий вследствие атеросклероза вызывает ишемию мышцы сердца и развитие инфаркта миокарда.

Функция сердца заключается в обеспечении движения крови в артериях и венах и поддержании в них разности давления.

Работа сердца. Сердце обладает автоматизмом, так как в миокарде сердца имеются особые мышечные волокна (атипическая ткань), способные самовозбуждаться под влиянием импульсов, возникающих в них самих. Они образуют проводящую систему сердца, которая включает:

- синусный узел (водитель первого порядка), располагающийся в стенке правого предсердия у места впадения верхней полой вены;
- предсердно-желудочковый узел (водитель второго порядка), который книзу переходит в предсердно-желудочковый пучок (пучок Гиса), делящийся в мышечной части межжелудочковой перегородки на правую и левую ножки и далее на более мелкие веточки — волокна Пуркинье.

Сердце сокращается и расслабляется ритмически. Сокращение миокарда называется *систолей*, расслабление — *диастолей*. Сердечный цикл осуществляется в результате последовательно происходящих действий. Весь цикл состоит из трех фаз:

1. *Систола предсердий*. Кровь проталкивается в желудочки, створчатые клапаны открываются, полулунные закрыты. Сокращение предсердий начинается с места впадения вен, поэтому устья их сжаты (сфинктеры полых и легочных вен закрыты), и попасть назад в вены кровь не может.

2. *Систола желудочков*. Систола желудочков состоит в свою очередь из фазы сокращения и фазы изгнания. В течение первой фазы систолы миокард желудочков

начинает сокращаться, под влиянием тока крови створчатые клапаны закрываются. Давление в желудочках становится выше, чем в аорте и легочной артериях, в результате чего полулунные клапаны этих сосудов открываются и наступает фаза изгнания (кровь выталкивается в сосуды).

3. *Диастола предсердий и желудочков* (период покоя всех полостей сердца). Из-за высокого давления в аорте и легочной артерии часть крови стремится обратно к желудочкам, заполняет полулунные клапаны и они закрываются, препятствуя возвращению крови в желудочки. В правое предсердие под низким давлением поступает венозная кровь, а в левое — артериальная кровь. Вначале правый и левый предсердно-желудочковые клапаны остаются закрытыми, но когда предсердия заполняются кровью и давление в них становится большим, чем в желудочках, клапаны открываются и часть крови переходит в желудочки.

Весь сердечный цикл продолжается 0,8 с, из них приблизительно 0,4 с систола (0,1 с — систола предсердий, 0,3 с — систола желудочков) и 0,4 с — диастола. Когда сердце учащает свою работу, пауза сокращается. У взрослого человека в одну минуту сердце в среднем совершает 75 сердечных циклов, у детей младшего возраста — 120–135.

8.2. Регуляция сердечной деятельности

Под влиянием внешних и внутренних причин интенсивность работы сердца может меняться. Изменение частоты и силы сердечных сокращений происходит под влиянием центральной нервной системы и биологически активных веществ. Эти воздействия не нарушают порядок сердечного цикла.

К сердцу подходят два нерва: блуждающий (парасимпатический) и симпатический. Первый замедляет и ослабляет работу сердца, второй — ускоряет и усиливает. Однако блуждающий нерв может оказывать на сердце не только тормозящее влияние, но и стимулирующее, в зависимости от интенсивности импульсации, поступающей по их волокнам. Импульсация слабой интенсивности усиливает сердечную деятельность, а большей интенсивности — тормозит ее. Следовательно, сердце находится под постоянным влиянием блуждающего нерва.

Парасимпатическая нервная система осуществляет регуляцию деятельности сердца в обычных условиях существования. Симпатическая нервная система представляет собой аппарат экстренной мобилизации ресурсов, необходимый в чрезвычайных условиях. Через центры симпатического и блуждающего нервов осуществляется влияние на сердце вышележащих отделов ЦНС (гипоталамуса, подкорковых структур, коры и др.). По механизму условных рефлексов кора больших полушарий мозга изменяет работу сердца в соответствии с предстоящей деятельностью, т.е. при возникновении сигналов, свидетельствующих о предстоящей физической работе, умственном или эмоциональном напряжении и т.д.

Гормоны надпочечников (адреналин, норадреналин) и ионы кальция ускоряют и усиливают работу сердца. Тканевый гормон ацетилхолин и ионы калия ослабляют и замедляют его работу. В организме работа сердца всегда находится под регулирующим влиянием ЦНС и гуморальных факторов.

Таким образом, сердце вовлекается в сложные поведенческие реакции, способствуя приспособлению организма к различным условиям существования, в том числе и к экстремальным.

8.3. Кровеносные сосуды

Кровеносные сосуды в зависимости от строения и функции носят разные названия (табл. 8.1). Сосуды, несущие кровь от сердца, называются *артериями*. Стенка артерии имеет три слоя: внутренний — эндотелий, средний — толстый слой из гладкой мускулатуры и эластических волокон и наружный — из соединительной ткани. В артериях давление крови высокое и пульсирующее, кровь течет быстро. Сокращаясь и расслабляясь под влиянием нервных импульсов, артерии изменяют свой просвет, регулируя кровоснабжение органа. Наличие эластических волокон препятствует спадению артерий и способствует непрерывному току крови. В артериях большого круга кровообращения течет артериальная кровь, а малого — венозная. Самые мелкие сосуды артериального русла называются артериолами.

Вены — сосуды, несущие кровь от периферических органов и тканей к сердцу. Просвет вен несколько больше, чем артерий. Стенка вен имеет внутренний эндотелиальный слой, средний слой относительно тонкий и содержит мало мышечных элементов, эластические волокна немногочисленны. Поэтому вены на разрезе спадаются. По всей длине крупных вен расположены полулунные клапаны, препятствующие обратному току крови. Клапанов больше в поверхностных венах, чем в глубоких, и в венах нижних конечностей, чем в венах верхних конечностей. Давление крови в венах низкое, пульсация отсутствует. Самые мелкие сосуды венозного русла называются венулами.

Капилляры — микроскопические сосуды, проходящие между тканями во всех органах тела. В них происходит обмен веществами между кровью и тканями. Стенка капилляров состоит из эндотелиальных клеток, полулунные клапаны отсутствуют.

Таблица 8.1. Сравнительная характеристика артерий, вен, капилляров

Артерии	Капилляры	Вены
Несут кровь от сердца	Соединяют артерии с венами. Служат местом обмена веществами между тканями и кровью	Несут кровь к сердцу
Средний слой стенки толстый, состоит из эластических и мышечных волокон	Средний слой отсутствует. Стенки состоят только из эндотелия и не содержат эластических волокон	Средний слой относительно тонкий и содержит мало мышечных элементов. Эластические волокна немногочисленны
Полулунные клапаны отсутствуют	Полулунные клапаны отсутствуют	Имеются полулунные клапаны, препятствующие обратному току крови
Давление крови высокое и пульсирующее	Давление крови понижающееся, пульсация отсутствует	Давление крови низкое, пульсация отсутствует
Кровь течет быстро	Течение крови самое замедленное	Кровь течет медленно
Кровь насыщена кислородом, за исключением легочных артерий	Смешанная, насыщенная и ненасыщенная кислородом кровь	Кровь бедна кислородом, за исключением легочных вен

Давление крови в капиллярах незначительное, течение крови медленное. Количество капилляров в органах не одинаково. Больше всего их в сердечной мышце. Проницаемость капилляров различна, т.е. через стенку проходят одни вещества и задерживаются другие. Общая поверхность всех капилляров тела составляет около 6300 м².

8.4. Круги кровообращения

Большой круг кровообращения начинается из левого желудочка аортой. Последняя, разветвляясь на мелкие артерии, несет артериальную кровь ко всем органам и тканям тела, которая превращается затем в венозную, оттекает из вен органов в верхнюю и нижнюю полые вены и вливается в правое предсердие. Скорость кругооборота крови в большом круге составляет 22 с.

Малый круг кровообращения: венозная кровь по легочному стволу, который отходит от правого желудочка, доставляется в систему легочных капилляров и обогащается кислородом. От легких артериальная кровь поступает по четырем легочным венам в левое предсердие, где и заканчивается малый круг кровообращения. Оборот крови в малом круге кровообращения равняется 4–5 с.

Сосуды большого круга кровообращения

Аорта — самый крупный артериальный сосуд, выходящий из левого желудочка. В ней различают: восходящую часть, дугу и нисходящую часть. При выходе из желудочка восходящая часть аорты идет вверх и вправо, а затем переходит в дугу аорты. От восходящей части аорты отходят правая и левая венечные артерии. Дуга аорты направляется влево и назад, переходит через левый бронх в нисходящую часть. От дуги аорты отходят крупные сосуды, осуществляющие кровоснабжение шеи, головы, верхней части туловища и конечностей. Нисходящая часть аорты — самая длинная, подразделяется на грудную аорту и брюшную. Последняя на уровне IV поясничного позвонка делится на правую и левую общие подвздошные артерии. Это место называется *бифуркацией аорты*.

Артерии головы и шеи (рис. 8.2). От дуги аорты отходят три крупные ветви: плечеголовной ствол, левая общая сонная артерия и левая подключичная артерия. На уровне правого грудино-ключичного сочленения плечеголовной ствол делится на правую общую сонную артерию и правую подключичную артерию. Правая и левая сонные артерии располагаются на шее позади грудино-ключично-сосцевидной мышцы и делятся на наружную и внутреннюю сонные артерии.

Наружная сонная артерия распадается на более мелкие артерии, которые располагаются на поверхности черепа.

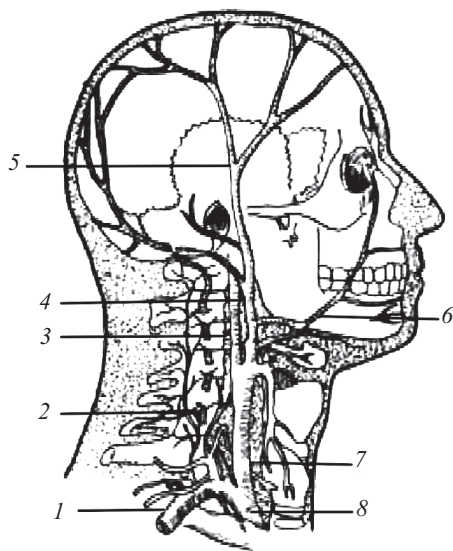
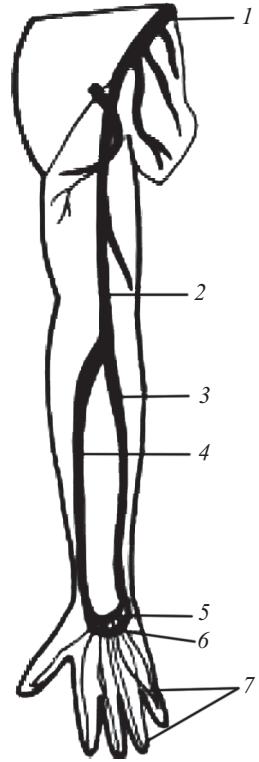


Рис. 8.2. Артерии головы и шеи:

1 — правая подключичная; 2 — позвоночная; 3 — внутренняя сонная; 4 — наружная сонная; 5 — поверхностная височная; 6 — лицевая; 7 — общая сонная; 8 — плечеголовной ствол

Рис. 8.3. Артерии верхней конечности:

1 — подмышечная; 2 — плечевая; 3 — локтевая; 4 — лучевая; 5 — глубокая ладонная дуга; 6 — поверхностная ладонная дуга; 7 — собственные артерии пальцев



Внутренняя сонная артерия на шее не имеет ветвей и через сонный канал височной кости входит в полость черепа и снабжает кровью орган зрения, полость носа и отделы головного мозга. Мозговые артерии вместе с позвоночными артериями участвуют в образовании артериального круга мозга.

Артерии туловища и верхних конечностей

Правая подключичная артерия отходит от плечевого ствола, а *левая* — от дуги аорты, распадаясь на крупные ветви (позвоночная артерия и др.). Питают головной мозг, внутренние органы и мышцы грудной клетки, щитовидную железу, мышцы шеи. На уровне I ребра подключичная артерия переходит в *подмышечную* (рис. 8.3). Подмышечная артерия переходит в *плечевую артерию*, которая в локтевой ямке делится на *лучевую* и *локтевую*. Они образуют *поверхностную* и *глубокую ладонные дуги* и кровоснабжают кисть. В медицинской практике плечевая артерия используется для измерения артериального кровяного давления.

Артерии грудной и брюшной полостей

Грудная часть аорты пролегает в заднем средостении слева от позвоночника. От нее отходят висцеральные ветви, питающие внутренние органы полости грудной клетки. Кроме того, от грудной аорты берут свое начало пристеночные ветви, кровоснабжающие стенку грудной клетки, диафрагму, межреберные мышцы, кожу груди, мышцы живота, спины и др. (рис. 8.4).

Брюшная часть аорты является продолжением грудной аорты и располагается в брюшной полости спереди поясничных позвонков.

Опускаясь вниз, брюшная аорта разделяется на пристеночные и внутренностные ветви, кровоснабжающие органы брюшной полости и ее стенки. Внутренностные

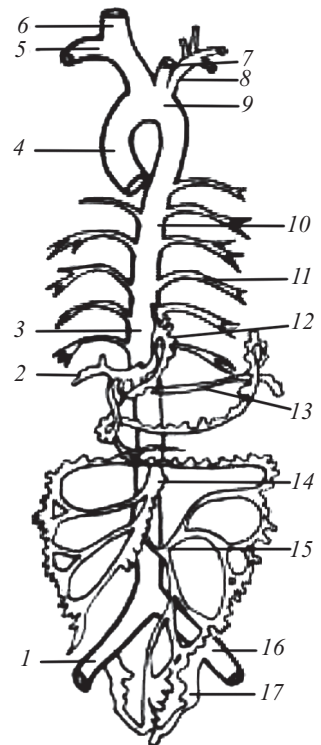


Рис. 8.4. Артерии грудной и брюшной полостей:

1 — общая подвздошная; 2 — общая печеночная; 3 — брюшная аорта; 4 — восходящая аорта; 5 — правая подключичная артерия; 6 — правая общая сонная; 7 — левая общая сонная; 8 — левая подключичная; 9 — дуга аорты; 10 — грудная аорта; 11 — межреберные артерии; 12 — желудочная артерия; 13 — селезеночная; 14 — верхняя брыжеечная; 15 — нижняя брыжеечная; 16 — наружная подвздошная; 17 — внутренняя подвздошная

ветви брюшной аорты подразделяются на парные и непарные. К парным артериям относятся надпочечниковая, почечная, яичниковая артерии у женщин и яичковая артерия у мужчин. Они кровоснабжают одноименные органы. Непарных внутренностных ветвей брюшной аорты три: чревный ствол, верхняя и нижняя брыжеечные артерии.

Артерии таза и нижних конечностей

Брюшная аорта на уровне IV поясничного позвонка делится на *правую и левую общие подвздошные артерии* (бифуркация аорты), которые на уровне крестцово-подвздошного сустава разветвляются на внутреннюю и наружную подвздошные (рис. 8.5).

Внутренняя подвздошная артерия своими ветвями кровоснабжает средний и нижний отделы прямой кишки, мочевого пузыря, мочеиспускательный канал, матку, влагалище, семенные пузырьки и семявыносящие протоки, промежность, наружные половые органы, тазовые и ягодичные мышцы, приводящие мышцы бедра, тазобедренный сустав.

Наружная подвздошная артерия — основная артерия, несущая кровь ко всей нижней конечности. В области таза от нее отходят ветви, кровоснабжающие мышцы таза, живота, оболочки яичка, половые губы.

Бедренная артерия является продолжением наружной подвздошной артерии.

От бедренной артерии на 3–4 см ниже паховой связки берет начало самая крупная ее ветвь — *глубокая артерия бедра*. Сосудистые ветви, отходящие от бедренной артерии, кровоснабжают мышцы передней стенки живота, паховой области, расположенные в ней лимфатические узлы, наружные половые органы, кожу промежности, бедренную кость и мышцы бедра. Бедренная артерия легко прощупывается ниже середины паховой связки, и при кровотечении ее можно прижать к лобковой кости.

Подколенная артерия проходит по середине подколенной ямки и является продолжением бедренной артерии. В подколенной ямке артерия отдает ветви для кровоснабжения коленного сустава. У верхнего края камбаловидной мышцы артерия делится на заднюю и переднюю большеберцовые артерии голени. Последние соответственно продолжают в артерии подошвы и тыла стопы.

Поражение артерий голени, сужение их просвета, нарушение в них циркуляции крови чаще связаны с атеросклеротическим процессом и сахарным диабетом. Пульсация на тыльной артерии стопы становится слабой, отмечают похолодание и атрофия тканей конечностей.

Вены большого круга кровообращения объединяются в три системы: 1) вен сердца; 2) верхней полой вены; 3) нижней

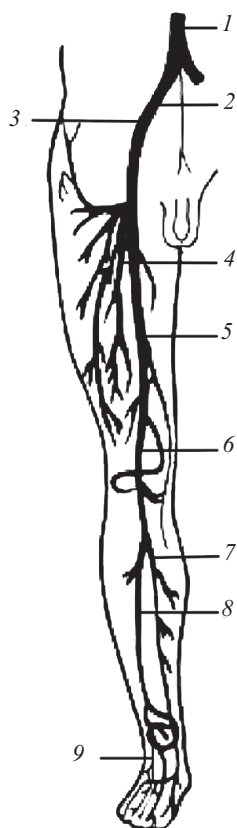


Рис. 8.5. Артерии таза и нижних конечностей:

1 — брюшная аорта; 2 — правая общая подвздошная артерия; 3 — наружная подвздошная; 4 — глубокая артерия бедра; 5 — бедренная артерия; 6 — подколенная; 7 — большеберцовая; 8 — малоберцовая; 9 — тыльная артерия стопы

полой вены, в которую впадает самая крупная внутриорганный вена тела человека — воротная.

Система вен сердца состоит из собственных вен сердца, которые впадают в правое предсердие, а также вен, впадающих в венечный синус. Располагаясь в венечной борозде на задней поверхности сердца, венечный синус сообщается с правым предсердием отверстием с полулунной створкой.

Система верхней полой вены включает верхнюю полую вену — сосуд длиной 5–8 см, диаметром 20–25 мм, образованный в результате слияния правой и левой плечеголовных вен и непарной вены, — в которую впадают сосуды, собирающие венозную кровь от головы и шеи, верхних конечностей, стенок и органов грудной и брюшной полостей. Каждая плечеголовная вена (правая и левая) образуется из слияния подключичной и внутренней яремных вен. В нее впадают вены щитовидной железы и внутренние грудные вены. В венозный коллектор органов головы и шеи входят три парных ствола: внутренняя, наружная и передняя яремные вены (рис. 8.6).

Внутренняя яремная вена является продолжением синусов твердой мозговой оболочки. Она начинается от яремного отверстия черепа и идет вместе с общей сонной артерией и блуждающим нервом, образуя сосудисто-нервный пучок шеи. Внутрочерепные притоки яремной вены собирают кровь от головного мозга, органов зрения и слуха. Внечерепные притоки внутренней яремной вены осуществляют отток крови от органов головы и шеи. *Наружная яремная вена* является одним из наиболее крупных сосудов, который лежит на наружной поверхности грудино-ключично-сосцевидной мышцы, собирает кровь от мягких тканей шеи, затылочной области и впадает в венозный угол (соединение подключичной и внутренней яремной вен). *Передняя яремная вена* собирает кровь из передней области шеи и впадает в наружную яремную или подключичную вену.

Вены верхней конечности подразделяются на поверхностные и глубокие. *Поверхностные вены* образуют венозные анастомозы и собирают кровь из кожи и подкожно-жировой клетчатки (рис. 8.7). Самые крупные поверхностные вены плеча и предплечья — латеральная, промежуточная и медиальная подкожные вены, которые соединяются между собой в области локтевой ямки. Периферические подкожные вены в связи с их поверхностным расположением часто используются для венепункции и последующего введения лекарственных средств в ток крови. Местом для введения могут быть вены локтевой ямки, тыльной поверхности кисти и стопы, у детей — поверхностные вены головы.

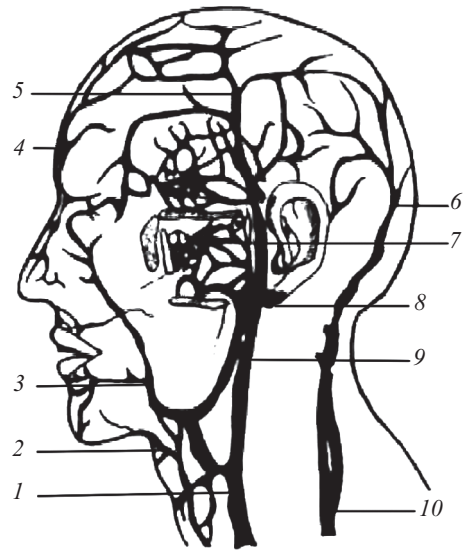


Рис. 8.6. Вены головы и шеи:

- 1 — внутренняя яремная; 2 — подбородочная; 3 — ветвь подбородочной вены; 4 — лобная; 5 — поверхностная височная; 6 — затылочная; 7 — крыловидное венозное сплетение; 8 — верхнечелюстная; 9 — нижнечелюстная; 10 — наружная яремная

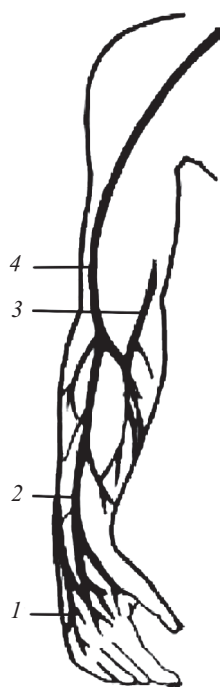


Рис. 8.7. Поверхностные вены верхней конечности:

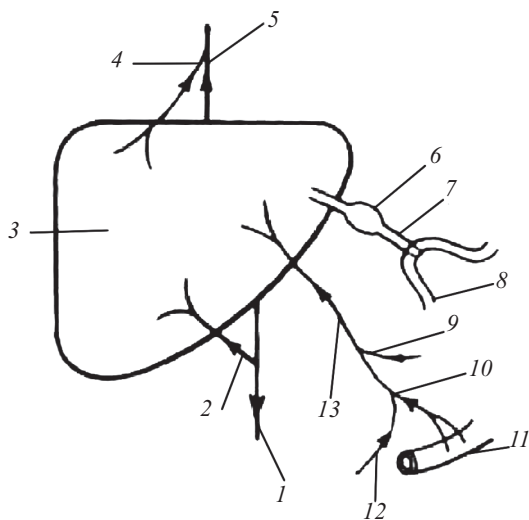
1 — тыльные вены кисти; 2 — наружная подкожная вена предплечья; 3 — внутренняя подкожная вена; 4 — наружная вена плеча

Глубокие вены верхней конечности идут от пальцевых вен, по ходу образуют ладонные дуги, которые, соединяясь, дают начало двум локтевым и лучевым венам. Последние анастомозируют в локтевой ямке и образуют две плечевые вены. Сливаясь между собой, они образуют подмышечную вену, которая принимает более мелкие вены от мышц плечевого пояса, груди и спины. На уровне наружного края I ребра подмышечная вена переходит в подключичную. Подключичная вена, сливаясь с внутренней яремной веной, образует на уровне грудино-ключичного сустава плечеголовную вену, впадающую в верхнюю полую вену.

Вены грудной клетки переносят кровь от стенок и органов грудной клетки в непарную и полунепарную вены, которые затем впадают в верхнюю полую вену.

Система нижней полых вен собирает кровь от сосудов нижних конечностей, органов и стенок таза и брюшной полости. В нижнюю полую вену впадают пристеночные и внутренностные сосуды. Кровь от непарных органов брюшной полости поступает в систему воротной вены, идет в печень, а затем по печеночной вене в нижнюю полую вену. *Воротная вена* образуется от слияния нижней брыжеечной, верхней брыжеечной и селезеночной вен, направляется к воротам печени (рис. 8.8). Кроме того, в систему воротной вены входят вены желудка, поджелудочной железы и желчного пузыря. В печени из крови, поступающей от органов пищеварения, извлекаются продукты обмена и происходит их обезвреживание.

Из органов таза и нижних конечностей кровь поступает во *внутреннюю и наружную подвздошные вены*. На уровне крестцово-подвздошного сочленения они образуют *общую подвздошную вену*. Затем две общие подвздошные вены сливаются в нижнюю полую вену.



Вены нижней конечности разделяются на поверхностные и глубокие. *Поверхностные вены* образуют венозные сплетения, и кровь из них отводится через большую и малую подкожные вены нижней конечности (рис. 8.9).

Глубокие вены (по две) сопровождают артерии стоп и голени и в верхней

Рис. 8.8. Система воротной вены:

1 — аорта; 2 — печеночная артерия; 3 — печень; 4 — печеночная вена; 5 — нижняя полая вена; 6 — желчный пузырь; 7 — желчный проток; 8 — двенадцатиперстная кишка; 9 — селезеночная вена; 10 — верхняя брыжеечная вена; 11 — тонкий кишечник; 12 — нижняя брыжеечная вена; 13 — воротная вена

Рис. 8.9. Поверхностные вены нижней конечности:

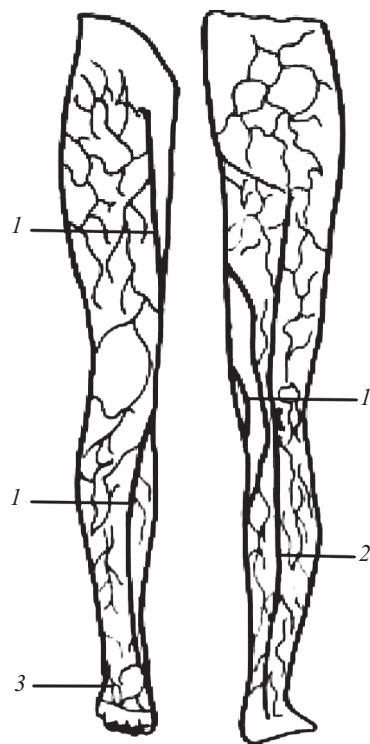
1 — большая подкожная вена; 2 — малая подкожная вена; 3 — тыльная венозная сеть

трети голени сливаются в подколенную вену, которая продолжается в бедренную. Бедренная вена, являющаяся главным коллектором венозной крови от нижней конечности, под паховой связкой переходит в наружную подвздошную вену.

Нарушение оттока крови в нижних конечностях приводит к варикозному расширению вен, образованию тромбофлебитов и венозной недостаточности.

Сосуды малого круга кровообращения

Легочный ствол — самый крупный сосуд малого круга кровообращения. Он делится на *правую и левую легочные артерии*, идущие к соответствующему легкому. Согласно долевному строению легких, они разветвляются справа на три артерии, слева — на две. Из легких выходят вены (от каждого легкого по две), несущие артериальную кровь и впадающие в левое предсердие.



8.5. Внешние проявления сердечной деятельности

Внешними проявлениями сердечной деятельности являются сердечный толчок, пульс и кровяное давление. По ним можно судить о работе сердца и отчасти всей сердечно-сосудистой системы.

Сердечный толчок (верхушечный) образуется в результате изменения положения сердца при систоле, когда левый желудочек прижимается к передней грудной стенке и «ударяется» о нее. Его можно определить рукой слева от грудины на уровне пятого межреберья (у худых людей его можно увидеть).

Пульс — ритмические колебания стенок артерий при сердечных сокращениях. Во время систолы кровь проталкивается в артерию и одновременно растягивает стенки артерий, а в фазе диастолы стенки сокращаются и проталкивают кровь вперед. Возникшая в артериях волна повышенного давления распространяется вплоть до капилляров.

Пульс определяется в местах поверхностно расположенных артерий (височной, общей сонной, лучевой, тыльной артерий стопы и др.), где они легко могут быть прижаты к подлежащим костям. Чаще пульс исследуется на лучевой артерии. Основные показатели, характеризующие пульс, — частота, ритм и наполненность. У здорового человека частота пульса составляет 70–80 в минуту. Прощупывая пульс, можно определить силу и частоту сердечных сокращений, что имеет важное практическое значение. При болезнях сердца могут быть нарушения ритма, называемые *аритмией*. Снижение наполняемости пульса (нитевидный пульс) указывает на наличие серьезных поражений сердечно-сосудистой системы.

В местах проекции крупных вен можно наблюдать их пульсацию. Прекращение оттока крови из вен в сердце во время систолы предсердий и желудочков вызывает перенаполнение вен, растяжение и обуславливает их пульсацию. Пульсация вен исследуется в надключичной области.

Кровяное давление — это сила, с которой кровь оказывает давление на стенки сосудов, по которым протекает. В артериальной части кровеносного русла это давление будет называться *артериальным* (АД), а в венозном русле — венозным.

Величина кровяного давления определяется силой сердечных сокращений, количеством и вязкостью крови, поступающей в сосудистую систему, сопротивлением и эластичностью кровеносных сосудов.

В артериальной системе кровяное давление периодически колеблется: повышается при сокращении мышцы сердца (систоле) и снижается при расслаблении (диастоле). Наибольшее давление, измеряемое во время систолы, называется *систолическим* (верхним), а наименьшее — во время диастолы — *диастолическим* (нижним). Систолическое давление в основном определяется работой сердца, а диастолическое зависит от состояния сосудов, их сопротивления току жидкости в них. В норме у взрослого человека систолическое АД составляет 120–130 мм рт. ст., а диастолическое — 70–80 мм рт. ст. Увеличение АД выше нормальных величин называется *гипертонией*, уменьшение — *гипотонией*. Разница между систолическим и диастолическим АД называется *пульсовым давлением*. Оно равно 40–50 мм рт. ст. Чем меньше его величина, тем меньше поступает крови в аорту во время систолы. Величина АД зависит от возраста, что обусловлено изменением эластичности сосудов и развитием атеросклероза. С возрастом эластичность сосудов уменьшается и АД увеличивается (в 50 лет систолическое АД составляет около 130–145 мм рт. ст.).

Кровяное давление в кровеносной системе меняется (уменьшается от сердца к органам), так как увеличивается сопротивление току крови. В крупных сосудах сопротивление току крови небольшое, а в мелких (артериолах и капиллярах) резко увеличивается, так как резко уменьшается диаметр сосудов при большой их общей длине. Давление крови в них снижается и исчезает пульсовое давление. Кровяное давление становится равным приблизительно 30–35 мм рт. ст. В венах давление крови составляет 10–15 мм рт. ст. В конечной части венозного русла давление крови приближается к нулю и даже может быть ниже атмосферного давления (рис. 8.10). Самое высокое давление в аорте, а самое низкое — в полых венах. Разность давления крови в различных участках кровеносной системы служит основной причиной (помимо сокращения сердца) движения крови в кровеносной системе. Кровь течет из области высокого давления туда, где давление ниже. Движению крови по венам, особенно против силы тяжести, от нижних частей тела и органов, способствует ряд факторов. Наличие в венах полулунных клапанов, препятствующих обратному току крови. Чередование сокращений и расслаблений скелетных мышц (ритмическая работа мышечных насосов) облегчает движение крови по венам. Отрицательное внутригрудное давление, особенно в фазу вдоха, способствует венозному возврату крови к сердцу.

Эластичность сосудов обеспечивает непрерывность движения крови по сосудам, хотя сердце работает пульсирующе. Так, во время систолы артерии эластического типа растягиваются и происходит превращение кинетической энергии движения крови в потенциальную энергию растяжения сосудов. Во время диастолы стенки

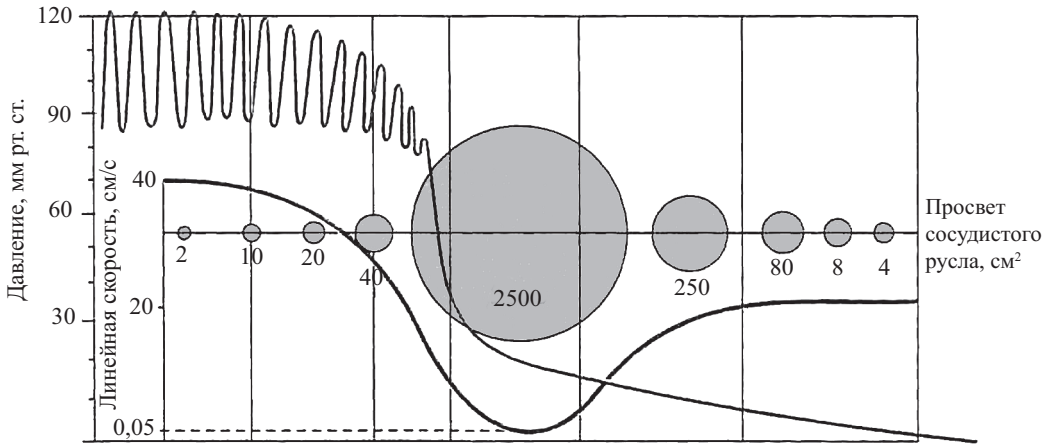


Рис. 8.10. Кровяное давление, линейная скорость кровотока в различных отделах сосудистой системы

сосудов возвращаются в исходное состояние и «выталкивают» из сосуда кровь. При этом потенциальная энергия снова превращается в кинетическую, и кровь движется вновь. Поэтому кровоток не пульсирующий, а плавный, спокойный обеспечивающий осуществление основных обменных процессов в капиллярах.

Изменяется и скорость движения крови по сосудам, которая зависит от общего просвета сосуда (см. рис. 8.10). Самая высокая скорость в артериях, так как суммарный просвет артериального русла самый маленький (2–40 см²). Самая низкая скорость движения крови в капиллярах, так как общий просвет всех капилляров самый большой (2500 см²). В венах небольшая скорость движения, а общий просвет венозного русла занимает промежуточное положение между артериями и капиллярами (от 250 до 4 см²).

Регуляция кровяного давления. Кровяное давление может меняться в зависимости от влияния внешних и внутренних факторов. Так, оно увеличивается при мышечной деятельности, при эмоциональном волнении, напряжении и др. И тем не менее у здорового человека величина кровяного давления поддерживается на относительно постоянном уровне. Важная роль в поддержании постоянства кровяного давления принадлежит нервной системе. Импульсы из ЦНС передаются одновременно по нервам и к сердцу и к сосудам. К сосудам импульсы поступают из *сосудодвигательного центра*, который находится в продолговатом мозге и обеспечивает определенную степень сужения артериального русла. Он состоит из двух отделов: сосудосуживающего (прессорного) и сосудорасширяющего (депрессорного). Раздражение первого вызывает сужение сосудов и увеличение АД, а раздражение второго — расширение сосудов и уменьшение АД. Второй отдел действует на первый, снижая его активность, а не на сами сосуды. Импульсы, исходящие от сосудосуживающего центра, поступают в боковые рога серого вещества спинного мозга, где расположены центры симпатической вегетативной нервной системы, которые регулируют тонус сосудов отдельных участков тела. Симпатические нервы являются главными сосудосуживающими нервами органов брюшной полости

и конечностей. Парасимпатические нервы являются главными сосудорасширяющими нервами. Однако в некоторых органах, например в скелетной мускулатуре, расширение артерий и артериол происходит при раздражении симпатических нервов (в их составе есть веточки и сосудосуживающих, и сосудорасширяющих нервов с разными медиаторами). Спинномозговые центры способны некоторое время работать самостоятельно, даже после выключения центра продолговатого мозга. Сосудодвигательный центр находится в состоянии тонической активности, т.е. длительного постоянного напряжения. Тонус его зависит от сигналов, приходящих от периферических рецепторов, расположенных в некоторых сосудах (аорте, сонных артериях и др.), а также от гуморальных влияний. Адреналин, вазопрессин сужают сосуды, гистамин расширяет их. Возбуждение хеморецепторов аорты вызывает сужение сосудов, а механорецепторов — расширение. На состояние сосудов также оказывают влияние нервные центры промежуточного мозга и больших полушарий. Боль сужает сосуды и увеличивает АД. Холод сужает сосуды главным образом кожных артериол.

8.6. Лимфатическая система

Лимфатическая система — часть сердечно-сосудистой системы, которая представляет собой разветвленную сеть, состоящую из капилляров, мелких и крупных сосудов, лимфатических узлов. Вместе с венами лимфатическая система обеспечивает отток из тканей воды, растворенных в ней веществ, удаление из организма продуктов распада, микробных тел.

Лимфатические капилляры являются начальным звеном во всей системе. Это замкнутые эндотелиальные трубочки, широко разветвленные во всех органах, кроме центральной нервной системы (головного и спинного мозга), органа зрения, селезенки, плаценты и хрящевой ткани. Лимфатические капилляры имеют разнообразную форму и диаметр (от 20 до 200 мкм) и значительно превышают размеры кровеносных капилляров. Соединяясь друг с другом, лимфатические капилляры образуют капиллярные лимфатические сети и сплетения, характерные для каждого органа. Из лимфатических сплетений образуются посткапилляры, дающие начало лимфатическим сосудам. Последние могут глубоко проникать в органы и ткани, а также располагаться на поверхности. Особенностью строения лимфатических сосудов является наличие большого количества полулунных клапанов, препятствующих обратному току лимфы. В органах лимфатические сосуды образуют широкопетлистые сплетения, от которых ветви отходят к регионарным лимфатическим узлам или впадают в лимфатические протоки. Выходящие из лимфоузлов сосуды формируют лимфатические стволы (поясничные, кишечные, подключичные, яремные и бронхостенные), сливающиеся в два протока.

Грудной проток образован слиянием двух поясничных стволов, проходит через диафрагму, заднее средостение и в области шеи впадает в левый венозный угол, образованный левой яремной веной и левой подключичной веной. В конечную часть грудного протока впадают левый подключичный, левый бронхосредостенный и левый яремный стволы. В грудной проток собирается лимфа от нижней половины туловища, органов левой половины грудной полости, головы, шеи и левой руки (рис. 8.11).

Правый лимфатический проток образуется путем слияния правых бронхосредостенного, подключичного и яремного стволов. Он принимает лимфу от правой

половины головы, шеи, правой верхней конечности и органов правой половины грудной клетки.

Лимфатические узлы являются составной частью лимфатической системы и располагаются в определенных местах тела. Лимфатический узел может иметь продолговатую, бобовидную, округлую форму, обычно он серо-розового цвета, величиной от 1 до 20 мм. В вогнутую часть — ворота узла — входят артерии и нервы, а выходят вены. Лимфатические сосуды покидают узел на выпуклой его стороне. При разрезе лимфатического узла различают наружную соединительнотканную оболочку, корковое вещество (темного цвета), располагающееся по периферии, и мозговое вещество (более светлое) в центральной части. Основу этих веществ составляет ретикулярная ткань, образующая строму лимфатического узла. Узлы, принимающие лимфу с тех или иных областей тела, называются регионарными.

На верхней конечности имеются две основные группы узлов: локтевые и подмышечные, в области головы и шеи — затылочные, сосцевидные, околоушные, лицевые, подбородочные, поднижнечелюстные, надключичные и заглоточные.

На нижней конечности основными группами лимфоузлов являются подколенные и паховые, через которые происходит отток лимфы от сосудов стопы, голени и бедра.

В тазу и брюшной полости располагаются наружные, внутренние и общие подвздошные узлы, собирающие лимфу от стенок таза. Кроме того, около органов таза (мочевой пузырь, матка, влагалище, прямая кишка) имеются соответствующие группы узлов. У каждого органа брюшной полости есть свои группы узлов, выносящие сосуды которых впадают в грудной лимфатический проток.

В грудной полости лимфатические узлы располагаются как в переднем и заднем средостениях (средостенные, трахеальные, бронхолегочные, легочные), так и в области диафрагмы, грудины, межреберий.

Лимфатические узлы относятся к периферическим органам иммунной системы. К периферической иммунной системе также относят:

- лимфоидные узелки в толще слизистой оболочки пищеварительной трубки, дыхательной, выделительной и половой систем;
- миндалины глотки.

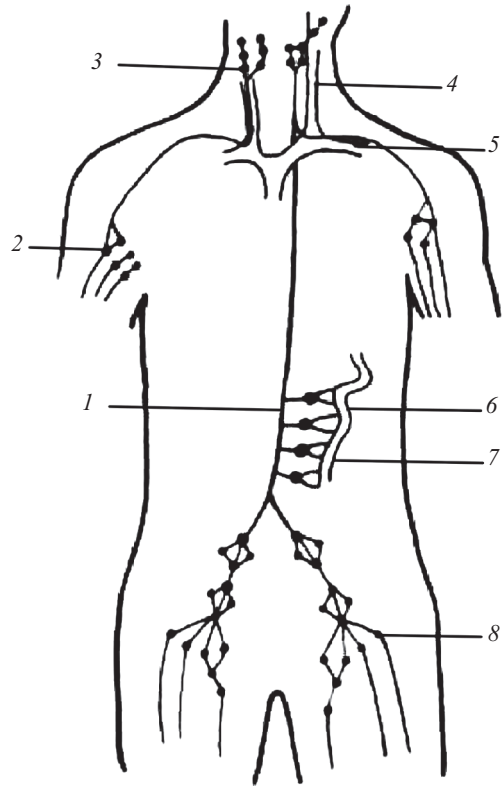


Рис. 8.11. Схема расположения лимфатических узлов:

- 1 — грудной проток; 2 — подмышечные узлы; 3 — шейные узлы; 4 — яремная вена; 5 — подключичная вена; 6 — брыжеечные узлы; 7 — кишечник; 8 — паховые узлы

Периферические лимфоузлы, доступные пальпации, дают много клинической информации (величина, плотность, спаянность с окружающими тканями). Некоторые микроорганизмы, раковые клетки задерживаются в лимфоузлах и фагоцитируются лимфоцитами. При массивной инфекции бактерии могут пройти через все узлы и попасть в русло крови. Когда микробы попадают в лимфоузел, они вызывают в нем воспаление: узлы увеличиваются в размерах и становятся болезненными (например, при ангине заметно увеличиваются поднижнечелюстные и шейные узлы). В пожилом и старческом возрасте (особенно у курящих и работающих без защиты на пыльном производстве) лимфатическая паренхима замещается жировой тканью, поэтому снижается защитная функция лимфатических узлов и в целом снижается иммунитет.

Значение лимфатической системы в организме велико. Она выполняет барьерную, иммунную и лимфоцитопoэтическую функции. В лимфатических капиллярах происходит всасывание жидкости из серозных полостей, инородных частиц, продуктов распада микроорганизмов, которые затем в узлах поглощаются фагоцитирующими клетками. Лимфоцитопoэтическая функция заключается в способности лимфатических узлов продуцировать В- и Т-лимфоциты, ответственные за иммунитет. В 1 мкл лимфы содержится от 200 до 2000 лимфоцитов, выполняющих защитную функцию.

Вопросы для самопроверки

1. Расскажите о строении сердца и его функции. Объясните назначение клапанного аппарата сердца
2. Расскажите о сердечном цикле и его фазах.
3. Что такое автоматизм сердца, каков механизм его возникновения?
4. Каким образом регулируется сердечная деятельность?
5. Что вам известно о внешних проявлениях сердечной деятельности?
6. Особенности строения различных видов сосудов (артерий, артериол, вен, капилляров), их функции.
7. Расскажите о большом круге кровообращения, его особенностях. Назовите его основные сосуды.
8. Расскажите о малом круге кровообращения, его особенностях. Назовите его основные сосуды.
9. Как осуществляется движение крови по сосудам? Каковы причины непрерывного движения крови по сосудам? Какова скорость движения крови в различных отделах кровеносного русла и почему?
10. Расскажите о кровяном давлении и факторах, его определяющих.
11. Как осуществляется саморегуляция артериального давления?
12. Что представляет собой лимфатическая система? Каково ее значение?

Глава 9

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

9.1. Значение дыхательной системы

Дыхание — это жизненно необходимый процесс постоянного газообмена между организмом и внешней средой. Почти все сложные реакции превращения веществ в организме идут с обязательным участием кислорода. При окислительных процессах образуются продукты распада (в том числе углекислый газ), которые удаляются из организма. Газообмен у человека состоит из четырех этапов:

- а) обмен газов между внешней средой и альвеолярным воздухом;
- б) диффузия газов в легких;
- в) транспорт газов кровью;
- г) тканевое дыхание (усвоение кислорода клетками организма).

Первые два этапа относятся к внешнему дыханию и осуществляются дыхательной системой. Тканевое дыхание относится к внутреннему дыханию.

Дыхательная система состоит из группы органов, играющих роль воздухоносных путей (полость носа, глотка, гортань, трахея, бронхи), и органа газообмена (легкие).

Органы дыхания обеспечивают газообмен между воздухом, содержащимся в легких, и кровью вследствие диффузии кислорода и углекислого газа через стенки альвеол. Помимо этого органы дыхания участвуют:

- в очищении, согревании и увлажнении поступающего в дыхательные пути воздуха;
- обонянии;
- голосообразовании;
- регуляции водно-солевого и липидного обмена;
- восприятию механических и температурных раздражений;
- выработке гормоноподобных веществ;
- поддержании иммунитета организма.

Остановка дыхания и прекращение поступления кислорода влекут за собой гибель в первую очередь клеток коры головного мозга как наиболее чувствительных к гипоксии (недостатку кислорода). Запасов кислорода в организме практически нет, если не считать то небольшое количество, которое содержится в мышцах в виде оксимиоглобина. Без кислорода человек способен выжить только 2–3 минуты, после чего наступает клиническая смерть. Поэтому любое нарушение дыхания требует немедленного оказания неотложной медицинской помощи и проведения при необходимости искусственной вентиляции легких для поддержания процесса дыхания.

9.2. Строение и функции органов дыхания

Полость носа является начальным отделом дыхательной системы (рис. III форзаца). В полость носа ведут два входных отверстия, называемые ноздрями. Сама носовая полость разделяется на две половины с помощью костно-хрящевой перегородки. Сзади полость носа открывается в носовую часть глотки парными отверстиями — хоанами. В преддверии носа содержатся потовые, слезные железы и жесткие

волосы, задерживающие частицы пыли. В каждой половине носа имеются верхняя, средняя и нижняя носовые раковины. Верхняя носовая раковина покрыта обонятельным эпителием и участвует в восприятии запаха.

Слизистая оболочка носа покрыта многорядным цилиндрическим мерцательным эпителием, содержащим большое количество бокаловидных слизистых желез и кровеносных сосудов. Реснички мерцательного эпителия колеблются против движения воздуха при вдохе и способствуют удалению инородных частиц вместе со слизью. Из кровеносных капилляров на поверхность слизистой оболочки выходят лейкоциты, уничтожающие микробов. Выделяющаяся из носа слизь всегда содержит немалое количество погибших лейкоцитов. Таким образом, проходящий через полость носа воздух очищается от пыли и микроорганизмов, увлажняется, согревается или охлаждается.

В задней части носовой полости имеются скопления лимфатической ткани — аденоиды, в норме помогающие бороться организму с некоторыми респираторными инфекциями. Чрезмерное разрастание и воспаление их приводит к заболеванию и неблагоприятно отражается на развитии ребенка. В полость носа открываются, с помощью отверстий, околоносовые пазухи: верхнечелюстные, лобная, клиновидная и решетчатые. Нередко встречаются заболевания околоносовых пазух, в частности воспаление лобной пазухи, называемое *фронтит*, верхнечелюстной — *гайморит* и др.

Глотка состоит из носоглотки, ротоглотки и собственно глотки. Внутренний слой ее покрыт многорядным мерцательным слизистым эпителием. Средний слой образован двумя слоями поперечнополосатых мышц. Наружный слой представлен рыхлой соединительной тканью. Основная функция глотки — проведение воздуха в гортань. В слизистой оболочке глотки в области зева имеются скопления лимфатической ткани, которые называются миндалинами (непарные глоточная и язычная миндалины и парные — трубные миндалины). Они образуют защитное лимфатическое кольцо.

Гортань служит для проведения воздуха и звукообразования, а также выполняет защитную функцию. Она располагается на уровне IV–VI шейных позвонков. Гортань покрыта слизистой оболочкой, выстлана многорядным мерцательным эпителием. Она имеет также фиброзно-хрящевую и соединительнотканную оболочки. Средний слой гортани образован различными хрящами: непарными — перстневидным, щитовидным, надгортанным и парными — черпаловидными, рожковидными, клиновидными хрящами (рис. 9.1). Они соединены между собой связками, суставами, мышцами. Надгортанник во время глотания пищи закрывает вход в гортань, препятствуя попаданию в нее частичек пищи. Между слизистой оболочкой и хрящами располагаются голосовые связки, покрытые многослойным плоским эпителием. В зависимости от выполняемой функции мышцы гортани разделяются на три группы: мышцы, суживающие голосовую щель, мышцы-расширители, а также мышцы, изменяющие напряжение голосовых связок.

В полости гортани различают преддверие, межжелудочковый или средний суженный отдел и подголосовую полость.

Преддверие гортани начинается от входа в гортань и заканчивается складками преддверия. Последние образованы слизистой оболочкой гортани. Между складками находится *щель преддверия*. Ниже складок преддверия располагаются правая и

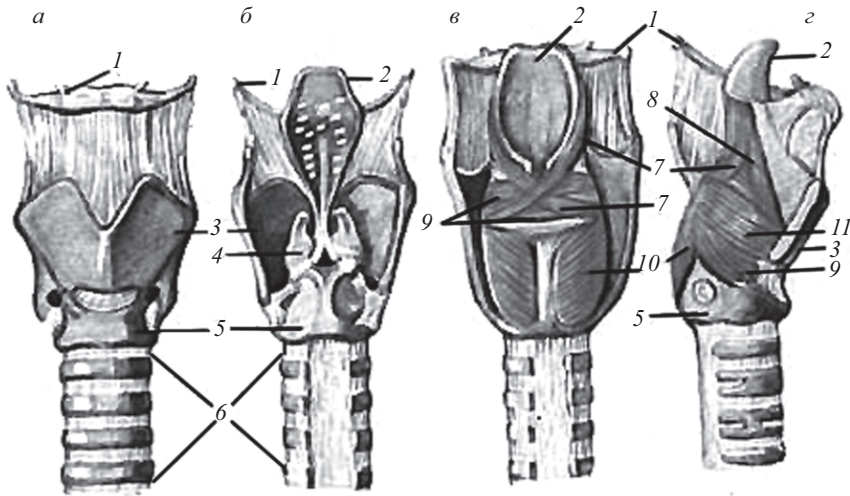


Рис. 9.1. Строение гортани:

Гортань спереди (а) и сзади (б), мышцы гортани сзади (в) и сбоку (г): 1 — подъязычная кость; 2 — надгортанник; 3 — щитовидный хрящ; 4 — черпаловидные хрящи; 5 — перстневидный хрящ; 6 — трахея; 7–11 — мышцы гортани: 7 — суживающие вход в гортань; 8 — расширяющие вход в гортань; 9 — суживающие голосовую щель; 10 — расширяющие голосовую щель; 11 — расслабляющие голосовые связки

левая голосовые складки, в толще которых лежат голосовые связки, образованные эластическими волокнами, и мышцы. Промежуток между голосовыми складками называется голосовой щелью, просвет которой изменяется при дыхании и звукообразовании. Воспаление слизистой оболочки гортани называется *ларингитом*. На уровне VI–VII шейных позвонков гортань переходит в трахею.

Механизм звукообразования. Голосовые связки натянуты между щитовидным хрящом и черпаловидными хрящами и служат для образования звука. При образовании звука голосовая щель закрыта и открывается при повышении давления воздуха в подголосовой полости. Воздух, идущий из легких в гортань, вызывает вибрацию голосовых связок. При этом возникают звуки различной высоты и силы. В образовании голоса участвуют мышцы гортани, суживающие и расширяющие голосовую щель и вызывающие вибрацию голосовых связок.

Звукообразование зависит от состояния резонаторов (полости носа, придаточных пазух носа, глотки), возраста, пола, функции речевого аппарата. В звукообразовании принимает участие центральная нервная система, под контролем которой находится работа голосовых связок, мышц гортани, рецепторов, заложенных в связочном и подсвязочном пространствах.

У детей размеры гортани меньше, чем у взрослых, голосовые связки короче и тоньше, голос выше. Величина гортани сильно изменяется в период полового созревания, что ведет к мутации голоса.

Трахея представляет собой трубку длиной 9–13 см, диаметром 1,5–2,5 см, состоящую из 16–20 гиалиновых хрящевых полуколец, связанных между собой соедини-

тельно-мышечной перепонкой. Задняя стенка трахеи, обращенная к пищеводу, перепончатая. Она образована соединительной и гладкомышечной тканями.

Слизистая оболочка трахеи покрыта многоядным мерцательным эпителием, движение его ресничек направлено вверх. В подслизистом слое расположено множество смешанных слизистых желез, секрет которых задерживает попавшие с воздухом частицы. Трахея начинается от VI шейного позвонка и заканчивается на уровне IV–V грудных позвонков, разветвляясь на два главных бронха (бифуркация трахеи).

Воспаление слизистой оболочки трахеи называется *трахеитом*.

Бронхи. Главные бронхи (правый и левый) идут от трахеи почти под прямым углом в соответствующее легкое. Правый бронх шире и короче левого. Вследствие этого инородные тела, попадающие в дыхательные пути, чаще оказываются в правом бронхе. В воротах легких главные бронхи (первого порядка) делятся на доле-вые (второго порядка), а те в свою очередь на сегментарные (третьего порядка) и дальше на более мелкие — бронхиолы. Так образуется бронхиальное дерево.

Стенка бронхов состоит из хрящевых полуколец, как и трахея. Количество хряща постепенно уменьшается, заменяясь мышечной тканью. Внутренний слой образован рыхлой соединительной тканью, покрытой многоядным мерцательным слизистым эпителием, который по мере уменьшения калибра бронхов переходит в дву- и одно-рядный. Основная функция бронхов — проведение воздуха к альвеолам.

Легкие. Располагаются в грудной полости и занимают большую ее часть. По форме легкие напоминают конус (рис. 9.2). В нем различают верхушку, повернутую к надключичной области, и основание, обращенное к диафрагме. В легком выделяют три поверхности: реберную, диафрагмальную и внутреннюю, направленную к средостению, и два края — передний и нижний.

Со стороны средостения в воротах легкого находятся главный бронх, легочная артерия, две легочные вены, лимфатические сосуды, нервы, а также бронхиальные артерии и вены, вместе образующие корень легкого.

Правое легкое посредством борозд делится на три доли (верхнюю, среднюю и нижнюю), левое — на две (верхнюю и нижнюю). Кроме того, легкое подразделя-

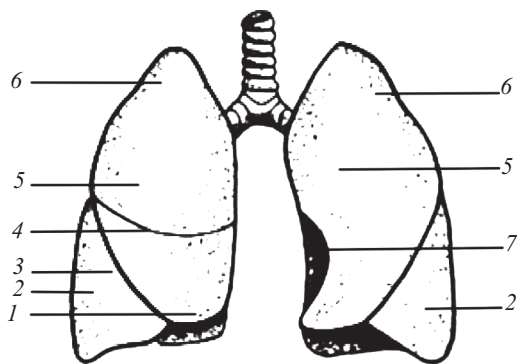


Рис. 9.2. Легкие (вид спереди):

1 — средняя доля; 2 — нижние доли правого и левого легкого; 3 — косая щель; 4 — горизонтальная щель; 5 — реберная поверхность; 6 — верхние доли правого и левого легкого; 7 — сердечное вдавление

ется на сегменты: в правом их 11, а в левом — 10. Сегменты имеют форму неправильных конусов или пирамид, обращенных основанием к поверхности легкого, и отделены друг от друга соединительнотканными перегородками. В центре сегмента располагаются сегментарный бронх, артерия и вены.

Структурно-функциональной единицей легкого является легочный ацинус (альвеолярное дерево), в котором происходит газообмен между кровью и воздухом (рис. 9.3). Мелкие дыхательные бронхиолы делятся на альвеолярные ходы, каждый из которых заканчивается двумя альвеолярными

мешочками. Стенки ходов и мешочков образованы несколькими десятками альвеол (слепые выпячивания стенок), напоминающих по виду виноградную гроздь. Количество альвеол у взрослого человека 300–350 млн, их дыхательная поверхность составляет около 100 м². Стенки альвеол выстланы однослойным плоским эпителием. Под ним проходят многочисленные кровеносные капилляры, составляющие тонкую мембрану (0,5 мкм) и не препятствующие обмену между воздухом и кровью. Диаметр альвеолярных капилляров меньше диаметра эритроцитов, которые передвигаются под давлением тока крови.

В альвеолярной стенке присутствуют эластические и коллагеновые волокна, придающие альвеолам эластичность и гибкость и позволяющие им изменять объем при дыхании. Поверхность альвеол изнутри покрыта слоем специального вещества, вырабатываемого легочной тканью, — *сурфактанта*, которое уменьшает поверхностное натяжение стенок альвеол, препятствует их спаданию во время выдоха. Это обеспечивает максимально полное использование поверхности легких для газообмена.

Кислород с поверхности альвеолярного эпителия через эндотелий капилляров поступает в плазму крови, где в эритроцитах соединяется с гемоглобином.

Каждое легкое покрыто *плеврой*, которая представляет собой тонкую, плотную, гладкую эластичную оболочку. Различают висцеральную (легочную) плевру, плотно сращенную с легочной тканью, и париетальную (пристеночную), выстилающую изнутри стенки грудной полости. Между легочной и пристеночной плевами образуется герметически замкнутое щелевидное пространство с отрицательным давлением, называемое *плевральной полостью*. Отрицательное давление (на 5–9 мм рт. ст. ниже, чем в легких) в плевральной полости способствует расширению легких. Плевральная полость содержит небольшое количество серозной жидкости, которая увлажняет листки плевы и уменьшает их трение. Нарушение целостности плевральной полости и попадание атмосферного воздуха в нее (пневмоторакс) приводит к спадению легкого и развитию тяжелой дыхательной недостаточности. Воспаление плевы называется плевритом.

Средостение. Это комплекс органов (пищевод, сердце, крупные сосуды, нервы), расположенных между левой и правой плевральными полостями. Средостение ограничено спереди грудиной, сзади позвоночником, с боков — правой и левой внутренней плеврой, снизу — диафрагмой.

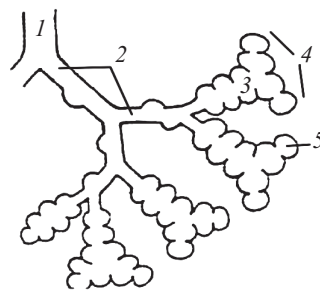


Рис. 9.3. Схема строения ацинуса:

- 1 — бронхиола; 2 — дыхательная бронхиола; 3 — альвеолярные ходы; 4 — альвеолярные мешочки; 5 — альвеолы

9.3. Механизм дыхания. Газообмен в легких и тканях. Регуляция дыхания

Дыхание складывается из двух актов — вдоха и выдоха.

Вдох происходит в результате активного сокращения дыхательных мышц (наружных межреберных и диафрагмы), ребра приподнимаются, грудная клетка при

этом расширяется. Объем грудной клетки увеличивается, легкие вслед за грудной клеткой расширяются, а давление в них становится ниже атмосферного, и воздух поступает внутрь, заполняет альвеолы до тех пор, пока давление в них не сравняется с атмосферным. У разных людей в осуществлении акта вдоха принимают участие преимущественно либо диафрагма (диафрагмальное дыхание), либо межреберные мышцы (грудное дыхание). Чаще встречается смешанное дыхание.

Выдох происходит под действием эластического сокращения растянутой легочной ткани, расслабления дыхательных мышц и активного сокращения внутренних межреберных мышц. При этом диафрагма занимает исходное дугообразное положение, ребра опускаются, объем грудной клетки уменьшается, а давление в ней становится выше атмосферного. Поэтому воздух выталкивается из легких наружу. Физическая нагрузка способствует более активному сокращению дыхательных и брюшных мышц, усилению движения диафрагмы. Акты вдоха и выдоха ритмически сменяют друг друга. Частота дыхательных движений у взрослых составляет 16–18 раз в минуту, у детей дошкольного возраста — 20–25, у новорожденных — около 60 раз в минуту, а у физически тренированных людей до 8–12 раз (но дыхание у них более глубокое).

Газообмен в легких происходит согласно закону диффузии и зависит от парциального давления газов в альвеолярном воздухе и их напряжения в крови. Так, парциальное давление кислорода в альвеолах больше (102 мм рт. ст. на уровне моря), чем в венозной крови (40 мм рт. ст.), и он проникает из альвеолы в капилляры — так венозная кровь превращается в артериальную. Только небольшая часть кислорода (около 2 %) растворяется в плазме, а основная часть образует непрочное соединение с гемоглобином эритроцитов — оксигемоглобин и в таком виде транспортируется к тканям. В тканях напряжение кислорода близко к нулю, напряжение CO_2 — около 60 мм рт. ст. В результате разности давления CO_2 из ткани диффундирует в кровь, а кислород — в ткани. Только 3–6 % CO_2 растворяется в плазме. Углекислый газ обладает способностью вступать в различные химические связи, образуя угольную кислоту, бикарбонаты калия и натрия, карбогемоглобин. Таким образом, CO_2 транспортируется к легким в физически растворенном виде и в виде непрочных соединений. Около 70 % его находится в плазме и 30 % — в эритроцитах. Напряжение CO_2 в венозной крови протекающей к легким выше (46 мм рт. ст.), чем в альвеолярном воздухе (40 мм рт. ст.), поэтому углекислый газ диффундирует из капилляров легких в альвеолы.

Нахождение человека на больших высотах сопровождается снижением парциального давления кислорода во вдыхаемом и альвеолярном воздухе. При этом у человека снижается диффузия кислорода в капиллярах легких и наблюдается недостаточное обеспечение кислородом организма, особенно страдает головной мозг. На высоте 7000–8000 м над уровнем моря дыхание без употребления газовой смеси с кислородом опасно для жизни. Дыхание изменяется и при повышенном атмосферном давлении. Так, при работе на глубине под водой дыхание будет невозможно, если не доставлять дыхательную смесь, которая соответствовала бы гидростатическому давлению на данной глубине. При увеличении глубины на каждые 10 м давление возрастает на 1 атм. Пропорционально возрастает и плотность смеси газов. Поэтому на глубине более 60–80 м в крови и в тканях людей растворяется большое количество газа, в том числе и азота. При быстром переходе с глубины на поверхность азот не успевает выделиться через легкие, в организме образуется много пузырьков газа

азота, которые закупоривают капилляры, тем самым нарушая кровообращение. Это состояние характеризуется как кессонная болезнь. Необходим постепенный подъем на поверхность или постепенное снижение давления в декомпрессионной камере, что способствует постепенному выведению азота через легкие. Для предупреждения отрицательного влияния азота на организм человека азот частично заменяют гелием, плотность которого в 7 раз меньше, чем у азота.

Легкие вмещают около 5 л воздуха. В состоянии покоя человек вдыхает и выдыхает примерно 500 мл воздуха (дыхательный объем). Сверх этого человек в покое может вдохнуть еще 1500 мл (резервный объем вдоха), а после спокойного выдоха может выдохнуть дополнительно около 1500 мл (резервный объем выдоха) воздуха. Все это составляет жизненную емкость легких (Ж.Е.Л.), которую можно измерить с помощью спирометра. Ж.Е.Л. зависит от возраста (у детей и стариков меньше), пола (у мужчин больше) и тренированности организма. После максимально глубокого выдоха в легких остается 1200 мл воздуха. Выдохнуть его не удастся, он называется остаточным воздухом. Резервный объем выдоха и остаточный объем составляют 2500 мл (альвеолярный воздух).

При вдохе из 500 мл атмосферного воздуха в легкие поступает около 300 мл, а 200 мл в газообмене не участвуют. Этот воздух не отличается по составу от атмосферного и называется воздухом «вредного, или мертвого, пространства».

Вентиляция легких определяется объемом воздуха, вдыхаемого или выдыхаемого в единицу времени. Обычно измеряют минутный объем дыхания (МОД), который у взрослого человека составляет от 6 до 9 л и определяется по формуле:

$$\text{МОД} = \text{Дыхательный объем (500 мл)} \times \text{Частота дыхания в мин.}$$

Величина МОД зависит от размеров тела, возраста, пола и интенсивности протекания в организме окислительных процессов. При физической работе ткани, особенно скелетные мышцы, требуют значительно больше кислорода, чем в покое. Это приводит к увеличению МОД как за счет учащения дыхания, так и вследствие увеличения дыхательного объема. Дыхательный объем увеличивается за счет воздуха, который в покое является резервным. Чем тяжелее работа, тем относительно больше МОД. Теоретически выгоднее увеличивать МОД, увеличивая глубину дыхания в большей степени, чем частоту. Однако дыхание с небольшой или средней глубиной организму выгоднее, так как оно осуществляется за счет работы собственно дыхательных мышц: диафрагмы и межреберных. Дыхание с большой глубиной требует участия дополнительных мышц — большой грудной, живота, спины, которые, начиная работать, потребляют большое количество кислорода. В процессе тренировок рефлекторно вырабатывается оптимальное соотношение частоты и глубины дыхания, при котором работа дыхательного аппарата данного человека требует наименьших затрат энергии.

Важна не общая вентиляция легких, а альвеолярная вентиляция, так как газообмен осуществляется в альвеолах. Альвеолярная вентиляция меньше общей на объем мертвого пространства. Вентиляция альвеол при глубоком и редком дыхании выше, чем при частом и поверхностном. Величина вентиляции легких регулируется так, чтобы обеспечить постоянный газовый состав альвеолярного воздуха, так как он является внутренней газовой средой организма и от него зависит газовый состав

Таблица 9.1. Состав воздуха

Воздух	Содержание кислорода (%)	Содержание углекислого газа (%)	Содержание азота (%)
Вдыхаемый	21	0,03	79
Выдыхаемый	16	4,5	79,5
Альвеолярный	14	5,5	80,5

крови (табл. 9.1). Состав альвеолярного воздуха мало зависит от фаз вдоха и выдоха, так как при вдохе обновляется только 1/7 часть альвеолярного воздуха, и газообмен в легких осуществляется как при вдохе, так и при выдохе, что тоже способствует выравниванию состава альвеолярного воздуха. При глубоком дыхании зависимость его состава от фаз вдоха и выдоха увеличивается.

Таким образом, около 20 % кислорода, поступающего в организм, уходит на удовлетворение своих нужд, в то время как выделение CO_2 превышает его поступление более чем в 100 раз. Если вследствие заболевания вентиляция легких недостаточна, то в крови повышается содержание CO_2 , что приводит к усилению дыхания и появлению одышки.

Ритмическая смена акта вдоха и выдоха, согласованная работа дыхательных мышц обеспечивается нейрогуморальной регуляцией.

Нервная регуляция (рис. 9.4) осуществляется различными отделами головного мозга, импульсы от которых передаются в спинной мозг — в шейный отдел, где находятся центры диафрагмального рефлекса, и в грудной, где располагаются центры, регулирующие работу межреберных мышц.

Основной дыхательный центр расположен в продолговатом мозге; он включает центры вдоха (обладает автоматизмом) и выдоха. Дыхательный центр связан с межреберными мышцами и диафрагмой диафрагмальными и грудными нервами. Бронхи и альвеолы иннервируются ветвями блуждающего нерва. Эти два центра находятся в тесном функциональном взаимодействии. Их взаимосвязь осуществляется через центр пневмотаксиса, который расположен выше и способствует смене актов вдоха и выдоха. При растяжении легких возбуждаются механорецепторы, нервные импульсы по блуждающему нерву поступают в продолговатый мозг и возбуждают центр выдоха и тормозят центр вдоха. При разрушении основного дыхательного центра наступает смерть. Работа дыхательного центра регулируется и *гуморальным путем*, т.е. связана с изменением химического состава крови. Главным фактором, регулирующим частоту дыхания, служит концентрация CO_2 в крови. Когда уровень углекислого газа повышается, импульсы от хеморецепторов поступают в центр вдоха, возбуждая его, и далее через диафрагмальные и грудные нервы к межреберным мышцам и диафрагме, которые сокращаются. Объем грудной клетки и легких увеличивается, а давление в легких уменьшается и становится ниже атмосферного. Воздух засасывается в легкие — происходит вдох. При вдохе альвеолы расширяются, механорецепторы легких возбуждаются, импульсы поступают в центр выдоха, возбуждая его. Центр выдоха через центр пневмотаксиса подавляет работу центра вдоха. Импульсация к дыхательным мышцам уменьшается и они расслабляются, объем грудной клетки и легких уменьшается, а давление в них увеличивается и становится

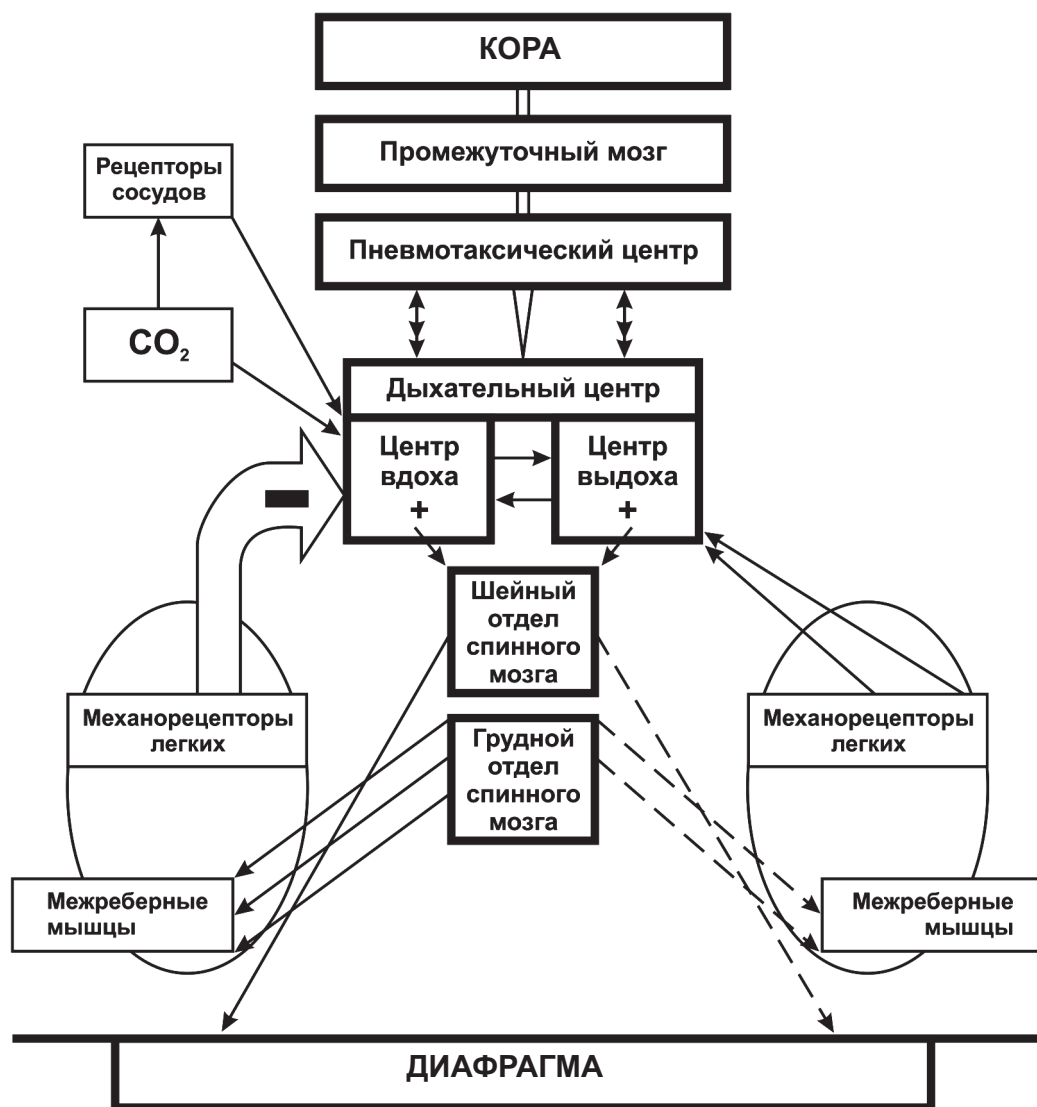


Рис. 9.4. Схема регуляции дыхания

выше атмосферного — начинается выдох. После выдоха альвеолы уже не растянуты и рецепторы не подвергаются стимуляции. Весь этот цикл повторяется непрерывно в течение всей жизни организма. Дыхание может изменяться при раздражении болевых, температурных рецепторов, обоняния, вкуса, слуха, зрения, усиленной мышечной работе.

Таким образом, автоматизм дыхательного центра поддерживается и изменяется под влиянием импульсов поступающих от дыхательных мышц, сосудистых рефлексогенных зон, различных интеро- и экстерорецепторов, а также многих гуморальных факторов (концентрации углекислого газа и кислорода в крови, pH крови).

Высшие дыхательные центры находятся в промежуточном мозге и в коре больших полушарий. Первые изменяют дыхание в зависимости от потребностей организма и уровня обмена веществ. В коре располагаются центры, регулирующие произвольное изменение дыхания — задержку дыхательных движений или их усиление при разговоре, пении и т.д. Кроме того, на основе условных рефлексов кора больших полушарий подготавливает дыхательный аппарат к предстоящей деятельности. Так, отмечается некоторое повышение МОД перед работой, на старте, а у тренированных спортсменов увеличение МОД при работе разной мощности точно соответствует запросам организма.

С дыханием связаны *защитные рефлексы* — кашель и чихание. *Кашель* — короткий толчкообразный форсированный выдох через рот, обусловленный попаданием в верхнюю часть гортани и бронхи инородных частиц, комков слизи. *Чихание* возникает при раздражении слизистой носа некоторыми газообразными веществами, пылью и при переохлаждении. В начале чихания происходит глубокий вдох, а затем резкий короткий форсированный выдох через нос.

Сильное раздражение рецепторов гортани парами аммиака, хлора, сернистого ангидрида может сопровождаться рефлекторной остановкой дыхания. Остановка дыхания также наблюдается у утопленников, пораженных электрическим током, при отравлениях и т.д. В таких случаях необходимо провести искусственную вентиляцию легких по методу «рот в рот» или «рот в нос».

Вопросы для самопроверки

1. Что такое дыхание?
2. Перечислите органы, входящие в систему дыхания, и назовите основные их функции.
3. Объясните морфофункциональные особенности полости носа.
4. Расскажите о строении и функции гортани и механизме звукообразования.
5. Объясните особенности строения трахеи и бронхов.
6. Каково строение правого и левого легкого?
7. Что такое плевро?
8. Что является структурно-функциональной единицей легкого?
9. Расскажите о механизме вдоха и выдоха.
10. Что представляют собой кашель и чихание?
11. Какие условия обеспечивают экскурсию (движение) легких? Что такое пневмоторакс?
12. Каким образом происходит газообмен в легких?
13. Расскажите о дыхательных объемах, объемах легочной вентиляции, альвеолярном воздухе.
14. Каким образом осуществляется саморегуляция дыхания?

Глава 10

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Начальным этапом обмена веществ является пищеварение. Для возобновления и роста тканей организма необходимо поступление с пищей соответствующих веществ. Пищевые продукты содержат белки, жиры, углеводы, а также витамины, минеральные соли и воду. Однако белки, жиры, углеводы не могут быть усвоены клетками организма в первоначальном виде. Они должны утратить свою видовую специфичность. Это осуществляется в процессе пищеварения.

Пищеварение — сложный физиологический и биохимический процесс, в ходе которого принятая пища в пищеварительном тракте подвергается физическим (размельчение, набухание, растворение) и химическим (последовательная деградация питательных веществ в результате действия на них компонентов пищеварительных соков) изменениям. Пищеварительные соки содержат три вида ферментов: амилалитические, или амилазы (расщепляют углеводы); липолитические, или липазы (расщепляют жиры); протеолитические, или протеазы (расщепляют белки). Пищеварение представляет собой трехэтапный процесс: *полостное пищеварение* (начальный гидролиз полимеров до стадии олигомеров); *пристеночное пищеварение* (деполимеризация олигомеров до мономеров); *всасывание*. Все эти процессы осуществляются пищеварительной системой, которая состоит из пищеварительного тракта и пищеварительных желез.

10.1. Желудочно-кишечный тракт

Переваривание и всасывание пищи у человека происходит в желудочно-кишечном, или пищеварительном, тракте. Структура и форма его органов способствуют продвижению пищевых масс и продуктов пищеварения, их всасыванию, а также удалению неусвоенных частей пищи (рис. 10.1). Пища может быть усвоена лишь после механической и химической обработки. Механически измельченная и перемешанная зубами пищевая масса перемещается с помощью мышечных образований пищеварительной трубки на отдельные участки, где подвергается химическому расщеплению под воздействием ферментов и всасывается.

Ротовая полость. Образована верхней и нижней челюстями и начинается ротовой щелью, которая ограничена верхней и нижней губами. Полость рта состоит из преддверия рта и собственно ротовой полости, которая посредством зева сообщается с глоткой. *Преддверие рта* ограничивается с одной стороны губами и щеками, с другой — зубами и деснами. Слизистая оболочка, покрывающая альвеолярные отростки челюстей в области шейки зубов, называется *десной*. В преддверии рта на уровне верхнего второго большого коренного зуба верхней челюсти открывается проток околоушной железы. *Собственно полость рта* образована сверху твердым и мягким нёбом, снизу — языком и мышцами (дно полости рта), спереди — зубами и деснами, сзади — мягким нёбом и по бокам — нёбными дужками, между которыми расположены нёбные миндалины. Слизистая оболочка полости рта покрыта многослойным плоским неороговевающим эпителием, содержащим большое количество мелких слюнных желез (нёбные, щёчные, язычные, губные). Кроме того,

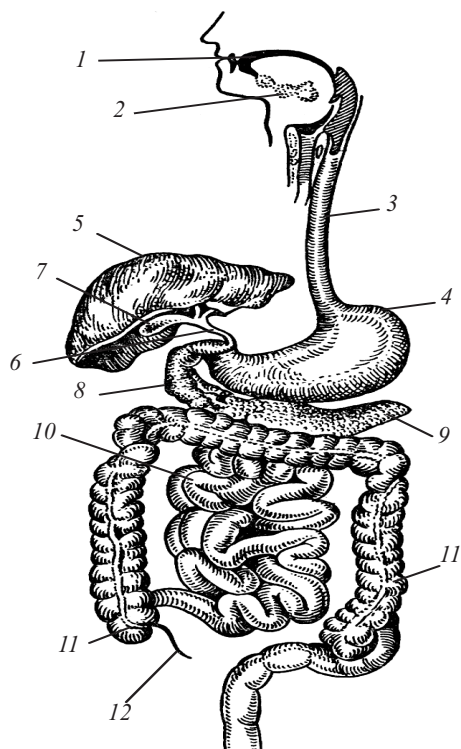


Рис. 10.1. Схема пищеварительной системы человека:

1 — ротовая полость; 2 — язык; 3 — пищевод; 4 — желудок; 5 — печень; 6 — желчные протоки; 7 — желчный пузырь; 8 — двенадцатиперстная кишка; 9 — поджелудочная железа; 10 — тонкий кишечник; 11 — толстый кишечник; 12 — червеобразный отросток (аппендикс)

Внутри зуба имеется пульпарная полость, в которой расположены чувствительные нервы, кровеносные сосуды, по ним доставляются питательные вещества к тканям зуба и удаляются конечные продукты обмена. У человека происходит смена зубов. Вначале у него появляются молочные зубы, которые постепенно заменяются постоянными. Зубы человека имеют различные размеры и форму и обладают режущей и жевательной поверхностью.

Развитие зубов у плода начинается после шестой недели внутриутробной жизни. Эпителиальные клетки ротовой полости образуют зубные зачатки, которые увеличиваются, превращаясь в эмалевые органы. Внутренние клетки эмалевого органа образуют зубной сосочек, из которого развиваются клетки дентина, пульпы и эмали. Наконец, в челюсти образуется углубление, в котором и размещается зуб.

Первый зуб появляется у ребенка на шестом месяце жизни. К трем годам прорезываются почти все молочные зубы. В шесть лет молочные зубы начинают замещаться первыми постоянными зубами, заканчивается их замена к тринадцати годам. Четыре коренных зуба (зубы мудрости) обычно появляются после 18 лет.

в полость рта открываются протоки поднижнечелюстной и подъязычной слюнных желез.

Язык. Мышечный орган, образован поперечнополосатой мышечной тканью, своими движениями во время жевания способствует переворачиванию пищи, глотанию и сосанию. У человека язык участвует также в формировании речи. В языке различают верхушку, тело, корень и спинку. Слизистая оболочка языка сращена с мышцами и содержит нервные окончания, железы и вкусовые луковицы, чувствительные к соленым, сладким, горьким и кислым веществам, что помогает определить характер пищи.

От нижней поверхности языка идет складка слизистой оболочки (уздечка языка), по обе стороны которой открываются протоки подъязычной и поднижнечелюстной слюнных желез.

Зубы. В зубных альвеолах верхней и нижней челюстей расположены зубы, которые используются для измельчения пищи (пережевывания). Зуб состоит из коронки, шейки и корня. Наружная часть зуба покрыта эмалью. Под эмалью находится дентин, составляющий основную массу зуба.

У взрослого человека имеется 32 постоянных зуба (8 резцов, 4 клыка, 8 малых коренных и 12 больших коренных). Состав зубов принято выражать зубной формулой:

$$\frac{3212\ 2123}{3212\ 2123} \quad (2 \text{ резца, } 1 \text{ клык, } 2 \text{ малых и } 3 \text{ больших коренных зуба})$$

Глотка. Это верхняя часть пищеварительной трубки, располагающаяся от основания черепа до уровня VI шейного позвонка, где переходит в пищевод. Глотка подразделяется на три части: носовую, или носоглотку, ротовую и гортанную. Носовая часть глотки сообщается с носовой полостью посредством двух хоан, а через две слуховые трубы (евстахиевы) — с барабанной полостью среднего уха. Ротовая часть глотки через зев соединяется с ротовой полостью. Из гортанной части открывается вход в гортань и в пищевод, где и происходит перекрест пищеварительных и дыхательных путей.

В слизистой оболочке глотки имеются скопления лимфоидной ткани (миндалины — глоточная, трубные, небные и язычная), образующие кольцо Пирогова – Вальдейера.

Стенка глотки состоит из слизистой оболочки, покрытой в носовой ее части многорядным призматическим реснитчатым эпителием, а в других — многослойным плоским неороговевающим эпителием; мышечной и соединительнотканной оболочек. Мышечная оболочка глотки образована тремя парами мышц, сжимающих глотку, и двумя парами мышц, поднимающих ее. Сокращение этих мышц способствует захвату и проталкиванию пищевого комка.

Пищевод. Начинается от VI шейного позвонка и заканчивается в брюшной полости на уровне XI грудного позвонка. Представляет собой трубку длиной около 25 см, соединяющую глотку и желудок. Различают три части пищевода: шейную (5–8 см), грудную (15–18 см) и брюшную (1–3 см). Пищевод имеет три анатомических сужения: одно у его начала, второе на уровне бифуркации трахеи и третье в месте перехода через диафрагму, — и два физиологических: аортальное и кардиальное. На своем пути пищевод имеет несколько отклонений от прямой линии. Стенка пищевода состоит из слизистой оболочки, подслизистой основы, мышечного слоя и соединительнотканной оболочки. Слизистая оболочка образует продольные складки и выстлана многослойным плоским эпителием, содержащим слизистые железы. В верхней части пищевода мышечная оболочка состоит из поперечнополосатой мускулатуры, а в средней и нижней частях — только из гладкой. Вследствие перистальтических движений пищевода пища и жидкость быстро транспортируются по нему из глотки в желудок.

Желудок. Располагается под диафрагмой в левой стороне брюшной полости. Вход в желудок лежит на уровне XI грудного позвонка, а выход — на уровне XII грудного или первого поясничного. В этом положении желудок фиксируется диафрагмально-желудочной, печеночно-желудочной, желудочно-ободочной, желудочно-селезеночной связками. Нарушение функции связочного аппарата желудка приводит к его опущению и изменению пищеварения.

Желудок представляет собой полый мешковидный орган длиной 21–25 см вместимостью 1–3 л. В желудке различают переднюю и заднюю стенки, кардиальную часть (место входа пищевода в желудок), дно, тело, нилорическую (привратниковую) часть, открывающуюся в двенадцатиперстную кишку (рис. 10.2). Форма и размеры желудка

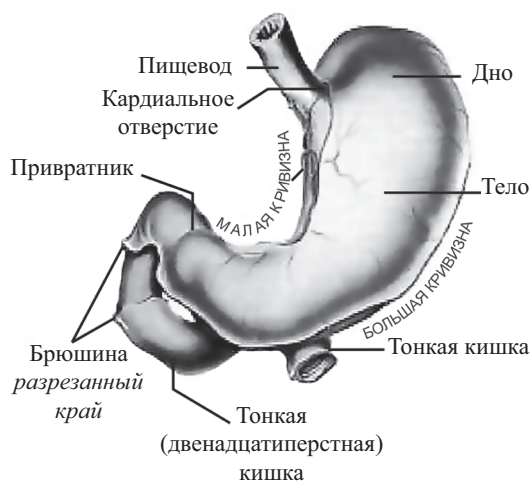


Рис. 10.2. Желудок

непостоянны и зависят от конституции человека, наличия болезней желудка. Вогнутый верхний край желудка называется малой кривизной, а выгнутый его край, направленный влево и вниз, — большой кривизной. Стенка желудка состоит из слизистой, подслизистой, мышечной и серозной оболочек.

Слизистая оболочка образует продольные складки на малой кривизне, а также ямочки и поля на внутренней поверхности. Слизистая оболочка в своде и теле желудка содержит большое количество желез, состоящих из слизистых, главных и париетальных клеток. Суммарный секрет желудка называется

желудочным соком. Выработанная в желудке слизь препятствует его самоперевариванию. Слизистые клетки производят слизь и часто подвергаются митозу (т.е. быстро генерируют). Глубже, в средней части железы, находятся *главные клетки*, которые секретируют неактивные ферменты — пепсиноген и гастрин, и *париетальные*, или *обкладочные, клетки*, продуцирующие 0,04–0,05%-ный раствор соляной кислоты, благодаря которой желудочный сок обладает наиболее оптимальной активностью в пищеварении. Кроме того, париетальные клетки продуцируют «*внутренний фактор*», необходимый для всасывания молекул витамина В₁₂.

Подслизистый слой представляет собой рыхлую волокнистую соединительную ткань, в которой проходит большое количество нервов, кровеносных и лимфатических сосудов.

Мышечная оболочка состоит из трех слоев гладких мышечных волокон: продольного, кругового и слоя косых волокон. Круговой слой мышечных волокон в месте перехода пищевода в желудок образует кардиальный сфинктер, а при выходе желудка в двенадцатиперстную кишку — пилорический сфинктер, которые препятствуют бесконтрольной эвакуации пищи из желудка.

Серозная оболочка покрывает желудок со всех сторон и переходит на другие органы.

Поражение слизистой оболочки желудка с преимущественно воспалительными изменениями называется *гастритом*. Гастриты могут быть химического, бактериального, пищевого происхождения и т.д.

Тонкая кишка. Начинается от пилорического отдела желудка на уровне I поясничного позвонка и заканчивается в правой подвздошной ямке, переходя в слепую кишку. Длина тонкой кишки 5–7 м, петли ее размещаются в пупочной области и частично спускаются в полость малого таза. Тонкая кишка делится на три отдела: двенадцатиперстную кишку, тощую и подвздошную.

Двенадцатиперстная кишка имеет длину 25–27 см, форму подковы, охватывая головку поджелудочной железы, и состоит из верхней горизонтальной, нисходящей и нижней горизонтальной частей. Начало кишки находится на уровне XII грудного или

I поясничного позвонка, конец — на уровне II–III поясничных позвонков. В нисходящей части двенадцатиперстной кишки открываются выводной проток поджелудочной железы и общий желчный проток. Стенка двенадцатиперстной кишки включает слизистую оболочку, выстланную однослойным призматическим эпителием; мышечную, состоящую из внутреннего (циркулярного) и наружного (продольного) слоев гладких мышечных волокон; и серозную, покрывающую кишку только спереди.

Тощая и подвздошная кишки располагаются в среднем и нижнем отделах полости живота, покрыты со всех сторон брюшиной и подвешены на брыжейке, в которой проходят кровеносные, лимфатические сосуды с узлами и нервы.

Слизистая оболочка образует множество ворсинок (18–40 на 1 мм²), которые обильно снабжены капиллярными и лимфатическими сосудами и содержат волокна гладких мышц (рис. 10.3). Ворсинки обладают способностью непрерывно сокращаться и двигаться, благодаря чему они находятся в тесном контакте с пищей. По всей длине тонкого кишечника присутствуют слизистые железы, секретирующие слизь, а также щелочную жидкость, которая защищает слизистую кишечника от поступающей из желудка соляной кислоты.

Слизистая оболочка тонкого кишечника секретирует ряд ферментов, составляющих кишечный сок.

Толстая кишка. Является конечным отделом пищеварительной системы, имеет длину 1,5–2 м, диаметр 4–6 см и состоит из слепой кишки с червеобразным отростком, ободочной (восходящей, поперечной, нисходящей, сигмовидной) и прямой кишок. В толстом кишечнике заканчивается пищеварительный процесс и формируются каловые массы. Толстая кишка располагается в брюшной полости и малом тазу (рис. 10.4).

Слепая кишка представляет собой начальную часть толстого кишечника и находится в правой подвздошной области. На внутренней поверхности слепой кишки располагается червеобразный отросток — *аппендикс*. Слепая кишка со всех сторон покрыта брюшиной, а червеобразный отросток имеет брыжейку. Воспаление червеобразного отростка называется *аппендицитом*.

Восходящая ободочная кишка является продолжением слепой кишки, поднимается вверх до печени и, изгибаясь, переходит в *поперечно-ободочную*. Кишка располагается поперечно, несколько прогибаясь в средней части, со всех сторон покрыта брюшиной. От левого изгиба поперечно-ободочной кишки начинается *нисходящая*

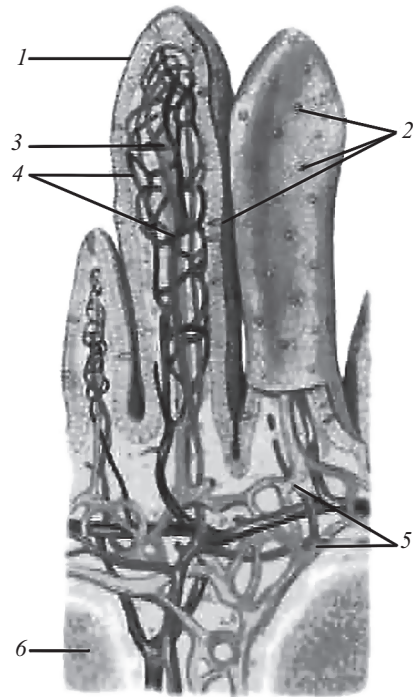


Рис. 10.3. Внутреннее строение стенки тонкого кишечника:

- 1 — эпителий; 2 — бокаловидные клетки; 3 — центральный лимфатический капилляр; 4 — сеть кровеносных капилляров; 5 — внутренний слой сети лимфатических и кровеносных сосудов; 6 — лимфатический фолликул

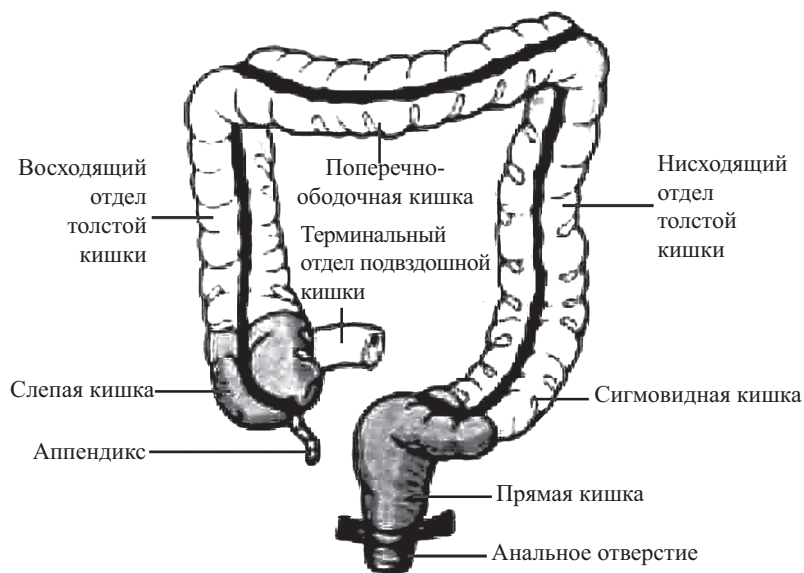


Рис. 10.4. Схема строения толстой кишки

ободочная кишка. Она располагается в левой половине брюшной полости, покрыта брюшиной спереди и с боков, в области левой подвздошной ямки переходит в сигмовидную ободочную кишку. *Сигмовидная ободочная кишка* начинается с левой подвздошной ямки и простирается до уровня III крестцового позвонка, где переходит в прямую кишку. *Прямая кишка* является конечной частью толстой кишки и располагается в малом тазу, образуя изгибы (крестцовый и промежностный). Верхняя расширенная часть ее называется ампулой прямой кишки, а конечная, пройдя тазовое дно, образует анальный канал, заканчивающийся заднепроходным отверстием.

Стенка толстой кишки состоит из слизистой, мышечной и серозной оболочек. Слизистая оболочка покрыта цилиндрическим эпителием, содержащим бокаловидные клетки. Мышечная оболочка кишки имеет круговой и продольный слои, последний составляет три широких пучка (ленты ободочной кишки). Между лентами образуются выпячивания (гаустры), отделяющиеся друг от друга бороздами.

Серозная оболочка покрывает со всех сторон слепую, ободочную и верхний отдел прямой кишки. Остальные отделы кишечника покрыты только с трех сторон.

На наружной поверхности толстой кишки имеются выпячивания (сальниковые отростки), содержащие жировую ткань. Воспаление слизистой оболочки толстого кишечника называется *колитом*, который чаще бывает после перенесенной дизентерии, нарушения режима питания, приема токсических веществ и др.

10.2. Пищеварительные железы

Слюнные железы. Представлены тремя парами крупных слюнных желёз: околоушными, подчелюстными и подъязычными — и множеством мелких желёзок, находящихся на поверхности языка, в слизистой оболочке нёба и щек. Они имеют дольчатое строение. Дольки состоят из слепоначинающихся трубочек, образованных железистым эпителием. Из желёз по выводным протокам слюна поступает в

полость рта. В зависимости от вырабатываемого секрета слюнные железы бывают трех типов: *серозные* (вырабатывают жидкий секрет, не содержащий слизи — муцина); *смешанные* (вырабатывают серозно-слизистый секрет) и *слизистые* (вырабатывают слюну, богатую муцином). Околоушные железы являются серозными, подъязычные — слизистые и подчелюстные — смешанные. За сутки вырабатывается 0,5–2,0 л слюны, около трети ее образуется околоушными железами.

Поджелудочная железа. Является крупной смешанной пищеварительной железой внешней (экзокринной) и внутренней (эндокринной) секреции (рис. 10.5). Располагается на уровне XI–XII грудных и I–II поясничных позвонков. Различают головку, тело и хвост железы. Головка железы охватывается двенадцатиперстной кишкой, хвост заходит в левое подреберье и прилежит к селезенке. Длина железы — 12–15 см, масса — 60–80 г. Брюшина покрывает железу только с передней и нижней поверхности.

Головка поджелудочной железы примыкает к двенадцатиперстной кишке, располагаясь в ее изгибе так, что последняя охватывает железу в виде подковы. Головка отделена от тела поджелудочной железы бороздой, в которой проходит воротная вена. От головки начинается дополнительный проток поджелудочной железы, который или сливается с главным протоком, или независимо впадает в двенадцатиперстную кишку через малый (дуоденальный) сосочек.

Тело поджелудочной железы имеет трехгранную (треугольную) форму. В нем выделяют три поверхности — переднюю, заднюю и нижнюю, и три края — верхний,

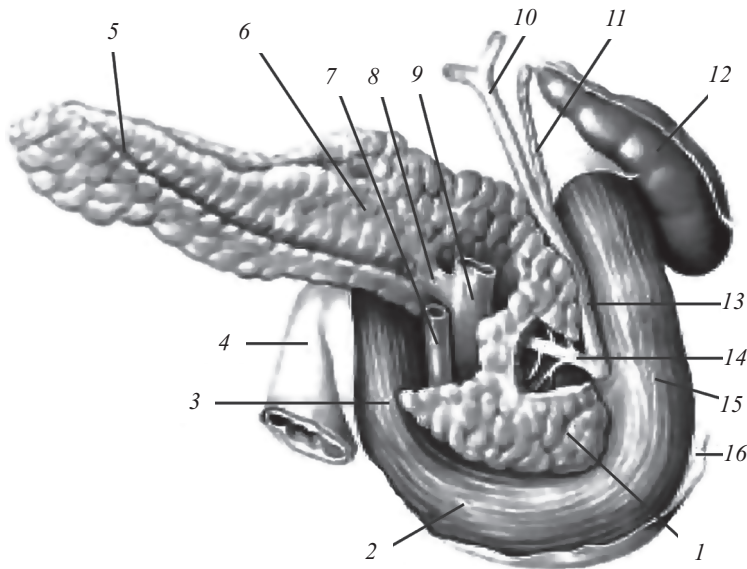


Рис. 10.5. Схема строения поджелудочной железы и соотношения ее с другими органами (вид сзади):

1 — головка поджелудочной железы; 2 — горизонтальная часть двенадцатиперстной кишки; 3 — восходящая часть двенадцатиперстной кишки; 4 — тощая кишка; 5 — хвост поджелудочной железы; 6 — тело поджелудочной железы; 7 — верхняя брыжеечная артерия; 8 — селезеночная вена; 9 — воротная вена; 10 — общий печеночный проток; 11 — пузырный проток; 12 — желчный пузырь; 13 — общий желчный проток; 14 — проток поджелудочной железы; 15 — нисходящая часть двенадцатиперстной кишки; 16 — брюшина

передний и нижний. Передняя поверхность обращена вперед, к задней поверхности желудка, и несколько вверх; снизу ее ограничивает передний край, а сверху — верхний. На передней поверхности тела железы имеется обращенная в сторону сальниковой сумки выпуклость — сальниковый бугор. Задняя поверхность примыкает к позвоночнику, брюшной аорте, нижней полой вене, чревному сплетению, к левой почечной вене. На задней поверхности железы имеются особые борозды, в которых проходят селезеночные сосуды. Задняя поверхность разграничивается от передней острым верхним краем, по которому проходит селезеночная артерия.

Нижняя поверхность поджелудочной железы ориентирована вниз и вперед и отделяется от задней поверхности тупым задним краем. Она находится ниже корня брыжейки поперечной ободочной кишки.

Хвост поджелудочной железы имеет конусовидную или грушевидную форму, направляясь влево и вверх, простирается до ворот селезенки. Главный проток поджелудочной железы проходит через ее длину и впадает в двенадцатиперстную кишку в ее нисходящей части на большом дуоденальном сосочке. Общий желчный проток обычно сливается с панкреатическим и открывается в кишку там же или рядом.

Экзокринная функция. Поджелудочная железа является главным источником ферментов для переваривания жиров, белков и углеводов — в основном трипсина и химотрипсина, панкреатической липазы и амилазы.

Секрет поджелудочной железы накапливается в междольковых протоках, которые сливаются с главным выводным протоком, открывающимся в двенадцатиперстную кишку.

Протеолитические ферменты секретируются в виде *проферментов*, неактивных форм ферментов, — *трипсиногена* и *химотрипсиногена*. При высвобождении в кишку они подвергаются действию *энтерокиназы*, присутствующей в пристеночной слизи, которая активирует трипсиноген, превращая его в трипсин. Свободный трипсин далее расщепляет остальной трипсиноген и химотрипсиноген до их активных форм. Образование ферментов в неактивной форме является важным фактором, препятствующим повреждению поджелудочной железы, часто наблюдаемому при панкреатитах.

Гормональная регуляция экзокринной функции поджелудочной железы обеспечивается *гастрином*, *холецистокинином* и секретинном — гормонами, продуцируемыми клетками желудка и двенадцатиперстной кишки в ответ на растяжение, а также секрецию панкреатического сока.

Воспаление ткани поджелудочной железы называется *панкреатитом*. Причиной заболевания могут быть инфекционные, механические, обменные, сосудистые и другие факторы.

Печень. Наиболее крупная железа организма человека (масса 1,5–2 кг). Она расположена под диафрагмой в правом подреберье и прикреплена к ней с помощью серповидной и венечной связок. В печени различают две поверхности: верхнюю — диафрагмальную и нижнюю — висцеральную. Серповидная связка разделяет печень на две доли: правую — большую и левую (рис. 10.6). На висцеральной поверхности печени проходят три борозды: две продольные и поперечная, которые делят поверхность печени на правую, левую, квадратную и хвостатую доли. В поперечной борозде располагаются ворота печени, через которые проходят печеночная артерия,

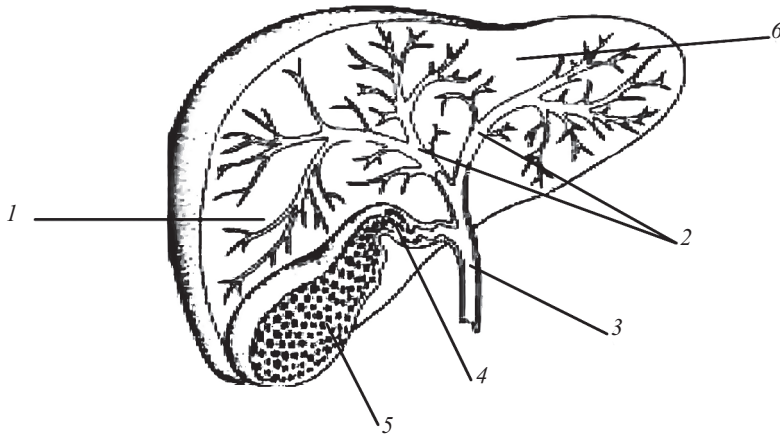


Рис. 10.6. Печень и желчный пузырь (в разрезе):

1 — правая доля печени; 2 — правый и левый желчные протоки; 3 — общий желчный проток; 4 — проток желчного пузыря; 5 — желчный пузырь; 6 — левая доля печени

воротная вена, нервы и общий желчный проток, а в правой борозде находится желчный пузырь. Печень покрыта тонкой соединительнотканной капсулой, которая проникает в ткань печени и продолжается в виде тонких прослоек, разделяющих доли печени, диаметром 1–2 мм. Дольки печени образованы печеночными клетками (гепатоцитами), располагающимися в виде радиальных балок вокруг центральной вены. Каждая долька имеет обильное кровоснабжение, через систему капилляров кровь собирается в центральные вены долек, которые при слиянии образуют печеночные вены. Печеночные вены являются притоками нижней полой вены.

Печеночные клетки в дольках синтезируют желчь, которая по капиллярам поступает в печеночные протоки, сливающиеся в области ворот печени в общий печеночный проток.

Печень участвует во всех видах обмена: углеводном, жировом, белковом, минеральном. Она обладает обезвреживающей функцией, играет важную роль в поддержании гомеостаза, в процессах пищеварения и всасывания, в синтезе многих биологически активных соединений.

Поражение ткани печени называется гепатитом. Причиной заболевания могут быть вирусы, лекарственные препараты, химические вещества и вещества растительного происхождения.

Желчный пузырь. Непрерывное образование желчи (до 1 л в сутки) и поступление ее в кишечник связано с приемом пищи. Резервуаром для накопления желчи является желчный пузырь, в котором происходит концентрация желчи вследствие всасывания воды. Вместимость желчного пузыря 50–60 см³. Желчный пузырь имеет грушевидную форму, расширенная часть его называется дном, средняя — телом, суженная — шейкой, которая продолжается в пузырный проток, входящий в общий печеночный проток (см. рис. 10.6).

Стенка желчного пузыря состоит из слизистой, мышечной и серозной оболочек.

Брюшина и брюшная полость. Брюшина — серозная оболочка, выстилающая стенки брюшной полости и размещающиеся в ней органы. Она состоит из двух

лишков: пристеночного (париетального) и внутренностного (висцерального). Щелевидное пространство между париетальным и висцеральным листками брюшины называется *полостью брюшины*.

В брюшной полости различают верхний, средний и нижний этажи. *Верхний этаж* расположен между диафрагмой и брыжейкой поперечно-ободочной кишки. Печеночно-желудочная и печеночно-дуоденальная связки образуют малый сальник. Большой сальник в виде складки свисает с большой кривизны желудка спереди от поперечно-ободочной кишки и состоит из четырех листков брюшины, между которыми находится жировая ткань. *Средний этаж* брюшной полости размещается между поперечно-ободочной кишкой и входом в малый таз. В нем расположены тонкая кишка и часть толстой кишки. *Нижний этаж* находится в малом тазу. В нем размещаются прямая кишка и мочеполовые органы.

10.3. Процессы пищеварения в желудочно-кишечном тракте

Пищеварение в ротовой полости. В ротовой полости начинается первичный этап пищеварения: механическая и химическая обработка пищи и формирование пищевого комка. Жевание, осуществляемое зубами, является механической стадией пищеварения, благодаря которой увеличивается поверхность пищи, доступная действию ферментов. Химическая обработка пищи осуществляется под воздействием слюны, которая секретируется слюнными железами.

Слюна представляет собой бесцветный водянистый секрет. Слюна содержит 98,5–99,5 % воды и 1,5–0,5 % сухого вещества. В состав слюны входят *органические* (белки, мочевины, аминокислоты, муцин, ферменты и другие вещества) и *неорганические* (хлориды, и карбонаты, фосфаты и другие соли натрия, калия, кальция, магния) вещества. Основную часть сухого вещества составляет слизь — *муцин*, который играет важную роль в формировании пищевого комка. При участии языка пищевой комок проталкивается к глотке и в результате рефлекторного акта заглатывается, попадая через глотку в пищевод. Помимо муцина в слюне содержатся амилалитические ферменты — амилаза и мальтаза. Под воздействием *амилазы* слюны в щелочной среде или нейтральной среде начинается расщепление крахмала, который превращается в декстрины — полисахариды, а затем в дисахарид (мальтозу). *Мальтаза* расщепляет мальтозу на две молекулы глюкозы. Слюна обладает бактерицидным свойством за счет содержащегося в ней фермента лизоцима.

Регуляция слюноотделения. Секретция слюны в ротовой полости регулируется двумя рефлексам — условным и безусловным.

Безусловный рефлекс возникает при наличии пищи во рту. При действии пищи на расположенные в стенках полости рта механические, химические, температурные рецепторы, нервные импульсы передаются по афферентным волокнам тройничного, лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов в пищевой центр, который расположен в продолговатом мозге. От пищевого центра эфферентные импульсы к слюнным железам приходят по *парасимпатическим и симпатическим волокнам* вегетативной нервной системы. Парасимпатические волокна к околоушной железе подходят в составе языкоглоточного нерва, а к подчелюстной и подъязычной — по веточкам лицевого нерва. Под влиянием парасимпатических волокон

выделяется большое количество жидкой слюны с высокой концентрацией солей и низкой концентрацией муцина. Активизация симпатических волокон вызывает выделение небольшого количества густой слюны, усиливает образование в железах ферментов и муцина.

Слюноотделение регулируется не только безусловно-рефлекторным, но и условно-рефлекторным путем. Например, вид пищи, ее запах, воспоминание и т.д. приводят к слюноотделению.

Глотание. Жевание завершается *глотанием* — переходом пищевого комка из полости рта в пищевод и далее в желудок. Глотание является сложным рефлекторным актом. В слизистой оболочке языка и мягкого нёба имеется большое количество чувствительных нервных окончаний тройничного, гортанных и языкоглоточного нервов. По афферентным волокнам этих нервов импульсы поступают в продолговатый мозг, где расположен *центр глотания*. От него нервные импульсы по двигательным волокнам тройничного, языкоглоточного, подъязычного и блуждающего нервов достигают мышц мягкого нёба (стенок зева) и глотки, в результате чего возникает акт глотания. В этот момент вход в носовую полость закрывается мягким нёбом, надгортанник закрывает вход в гортань, задерживается дыхание, так как центр глотания находится в тесной связи с центром дыхания, тормозя его при глотании, что предотвращает попадание пищи в воздухоносные пути. Из ротовой полости пищевой комок движением корня языка через зев попадает вначале в ротовую часть глотки. В это время продольные мышцы глотки поднимают глотку, как бы натягивают ее на пищевой комок. Одновременно круговые мышцы, сокращаясь, проталкивают пищу из глотки в пищевод. Сокращение круговых и продольных мышц пищевода продвигают пищу в желудок. Деятельность центра глотания координируется двигательными центрами среднего мозга, коры больших полушарий.

Пищеварение в желудке. В желудке происходит дальнейшая механическая обработка пищи и ее переваривание желудочным соком. За сутки у человека отделяется 1,5–2 л желудочного сока. В его состав входят *соляная кислота*, ферменты (протеазы — *пепсин*, *химозин*, липазы — *липаза*), слизь, органические и неорганические вещества. Пепсин и химозин расщепляют белки на короткие полипептиды (*альбумозы* и *пептоны*), способствуют образованию новых молекул пепсина (*аутокаталитический процесс*). Желудочная липаза — фермент очень малой переваривающей силы, она действует главным образом на эмульгированные жиры, например жиры молока. Соляная кислота обладает бактерицидным действием, разрыхляет ткани и волокна, превращает пепсиноген в активный фермент — пепсин. Кроме того, соляная кислота способствует коагуляции белка молока и в дальнейшем перевариванию его пепсином. Под действием соляной кислоты соли кальция и железа легко всасываются в кишечнике, а также происходит расщепление сахарозы на глюкозу и фруктозу, нуклеопротеинов — на нуклеиновые кислоты и белки.

Регуляция желудочной секреции. Секреция желудочного сока протекает в три фазы: мозговая, желудочная (нейрогуморальная) и кишечная (гуморальная).

Первая фаза (сложнорефлекторная) — *мозговая*: от вкусовых (безусловно-рефлекторное отделение сока), зрительных, слуховых, обонятельных (условно-рефлекторное отделение сока) рецепторов нервные импульсы поступают в головной мозг. Выделение желудочного сока начинается уже через 5–10 мин после начала приема

пищи. Эфферентные нервные импульсы передаются через моторные ядра блуждающего нерва и затем через его волокна к желудку. Секретция желудочного сока в эту фазу составляет до 20 % от общей секреции желудочного сока (1500 мл). Эта фаза длится 1,5–2 часа и называется пусковой.

Вторая фаза — *желудочная (нейрогуморальная) фаза*: пища за счет раздражения механорецепторов способствует выделению гормона *гастрина*, который стимулирует секрецию сока с высоким содержанием соляной кислоты и *гистамина*. Количество сока, выделяющегося в желудочную фазу, составляет 70 % секреции, связанной с приемом пищи.

Третья фаза — *кишечная (гуморальная)* — связана с поступлением пищи в двенадцатиперстную кишку, что вызывает небольшой подъем секреции желудочного сока (10 %) за счет выделения *энтерогастрина* из слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки под влиянием растяжения и всосавшихся в кровь из тонкого кишечника продуктов переваривания белков.

Состав и скорость выделения желудочного сока зависят от количества и качества пищи. Жир, крепкие растворы сахара, а также отрицательные эмоции (гнев, печаль) тормозят образование желудочного сока. Стимулируют образование и выделение желудочного сока экстракты мяса и овощей (бульоны из мясных и овощных продуктов).

Стимуляция желудочных желёз также осуществляется нервными и гуморальными механизмами регуляции. Так, известно, что ацетилхолин, выделяемый волокнами блуждающих нервов, усиливает желудочную секрецию, а симпатические нервы оказывают тормозящее влияние на железы желудка, снижая объем секреции.

Избыток соляной кислоты, *гастроны*, образующегося в пилорической части желудка, и *энтерогастрона*, образующегося в двенадцатиперстной кишке, вызывают торможение желудочной секреции. Переход пищи в кишечник тормозит желудочную секрецию, которая вызывает выделение слизистой оболочкой двенадцатиперстной кишки *секретина* и *холецистокинина*.

Моторика желудка. Сокращение гладкой мускулатуры желудка происходит как при наличии в нем пищи, так и в случае ее отсутствия — «голодного» желудка. Сокращения желудка начинаются на большой кривизне в непосредственной близости от пищевода, где находится кардиальный водитель ритма. Второй водитель ритма локализован в пилорической части желудка. Выделяют два вида мышечных сокращений стенок желудка: перистолу (тонические сокращения) и перистальтику. *Перистолой* называют способность желудка плотно охватывать находящиеся в нем пищевые массы. Этому способствуют тонические сокращения мускулатуры в стенках желудка. При перистоле слизистая оболочка желудка плотно соприкасается с пищей. Выделяемый желудочный сок сразу же смачивает прилежащую к стенкам пищу. *Перистальтикой* называют ритмичные, чередующиеся волнообразные сокращения мускулатуры желудка. Перистальтические сокращения мускулатуры возникают в области кардиальной части желудка и в виде повторяющихся через каждые 40–50 волн распространяются в сторону привратника. Благодаря перистальтическим волнам пища в желудке перемешивается и передвигается к выходу из желудка в двенадцатиперстную кишку. Если пилорический сфинктер расслаблен и отверстие в двенадцатиперстную кишку открыто, то пищевая кашица поступает из желудка в двенадцатиперстную кишку. Если отверстие закрыто, то пищевая кашица снова

отбрасывается из привратника в желудок и продолжает перевариваться. После поступления пищевой кашицы в двенадцатиперстную кишку ее слизистая оболочка раздражается кислым содержимым и механическим воздействием пищи. Пилорический сфинктер при этом рефлекторно закрывает отверстие, ведущее из желудка в кишку. После появления в двенадцатиперстной кишке щелочной реакции в связи с выделением желчи и панкреатического сока в кишку из желудка поступает новая порция пищевой кашицы. Таким образом, пищевая кашица из желудка в двенадцатиперстную кишку выбрасывается порциями.

При попадании в желудок недоброкачественной пищи или переедании происходит обратная перистальтика (*антиперистальтика*). При этом возникает защитная рефлекторная реакция организма, которая называется *рвотой*.

Пищеварение в тонком кишечнике. В тонком кишечнике пища подвергается обработке желчью, ферментами панкреатического и кишечного соков.

Действие кислого химуса в двенадцатиперстной кишке стимулирует образование гормонов: *холецистокинина-панкреозимина*, *секретина* и *энтерогастрона*. Первый гормон вызывает образование панкреатического сока с высоким содержанием ферментов, второй стимулирует его выделение, образование желчных кислот, а также сокращение желчного пузыря, третий угнетает секрецию соляной кислоты в желудке.

В состав **панкреатического сока** входят следующие виды ферментов: амилолитические (*амилаза*, превращающая амилозу в мальтозу); липолитические (*липаза*, расщепляющая жиры на жирные кислоты и глицерин); протеолитические (*трипсиноген*, превращающийся в трипсин и расщепляющий белки на короткие полипептиды; *химотрипсин*, превращающийся в химопсин и расщепляющий белки до аминокислот); *нуклеазы*, превращающие нуклеиновые кислоты в нуклеотиды.

Выделение сока поджелудочной железы начинается через 2–3 мин после приема пищи и осуществляется в течение 6–14 ч. Отделение сока поджелудочной железы зависит от характера принимаемой пищи.

Наименьшее количество сока выделяется при еде молока, наибольшее — хлеба, а мясо занимает промежуточное положение.

Установлено, что потребление жирной пищи приводит к уменьшению секреции поджелудочной железы. При потреблении нежирного мяса сока выделяется в 2,5 раза больше, чем при питании жирной пищей.

Секреция поджелудочной железы регулируется нервной системой и гуморальными факторами. Секреция сока поджелудочной железы происходит рефлекторно в ответ на сигналы, идущие от рецепторов слизистых оболочек полости рта и двенадцатиперстной кишки при действии условных и безусловных раздражителей. Сильным рефлекторным раздражителем является еда. Вид, запах пищи, а у человека и мысли о ней вызывают усиление секреции поджелудочного сока. Раздражение блуждающего нерва вызывает выделение большого количества сока поджелудочной железы, богатого ферментами. Симпатические волокна вызывают торможение секреции. Под влиянием нервной системы выделяется относительно небольшое количество сока. Более мощным фактором является гуморальный. Стимулятором обильного сокоотделения являются гормоны — секретин и холецистокинин.

Желчь, образуемая клетками печени, содержит смесь желчных кислот (натрия гликохолат и натрия таурохолат), желчные пигменты, холестерин и другие ве-

щества. В отличие от *билирубина* или *холестерина*, имеющих внепеченочное происхождение, желчные кислоты — специфические продукты обмена веществ печени: в физиологических условиях они выделяются с желчью. Билирубин и холестерин способствуют эмульгированию жиров и всасыванию продуктов их расщепления. Желчь играет важную роль в процессе всасывания жирных кислот, каротина, витаминов D, E, K, аминокислот, холестерина, солей кальция. Она повышает тонус и усиливает перистальтику кишечника, преимущественно двенадцатиперстной и толстой кишок. Желчь оказывает бактериологическое действие на кишечную микрофлору, предупреждая развитие гнилостных процессов.

Желчеобразование и поступление желчи в двенадцатиперстную кишку стимулируется присутствием пищи в желудке и двенадцатиперстной кишке, а также видом и запахом пищи и регулируется нервными и гуморальными путями. Влияние нервной системы на желчеобразование осуществляется блуждающими и симпатическими нервами. Под влиянием импульсов, протекающих по этим нервам, происходит открытие или закрытие сфинктера общего желчного протока и сокращение или расслабление желчного пузыря.

Стимуляторами желчной секреции являются соляная и другие кислоты, под влиянием которых в двенадцатиперстной кишке образуется *секретин*, обладающий не только панкреатогенным, но и желчегонным действием. В слизистой оболочке двенадцатиперстной кишки образуется особый химический возбудитель движений желчного пузыря — *холецистокинин*. Он усиливает сокращения желчного пузыря и вызывает его опорожнение во время пищеварения.

При нарушении поступления желчи в кишечник она попадает в кровь, что обуславливает желтую окраску кожных покровов и белочной оболочки глаз.

Движение пищи вызывает образование около 2,5 л *кишечного сока*. В его состав входят: амилалитические ферменты (*амилаза*, *мальтаза*, *лактаза*, *сахараза*), липолитические ферменты (*липаза*), протеолитические ферменты (*эрепсин*), *нуклеотидазы*, *энтерокиназа*. Последняя является активатором многих ферментов кишечного сока.

В тонком кишечнике осуществляются пристеночное пищеварение и интенсивное всасывание питательных веществ. Окончательное переваривание пищи и всасывание продуктов переваривания происходит по мере продвижения пищевых масс в направлении от двенадцатиперстной кишки в подвздошную кишку и далее в слепую кишку. Движение пищевых масс осуществляется в результате сокращения циркулярного и продольного мышечных слоев в стенках тонкой кишки. Выделяют несколько типов сокращений тонкой кишки: ритмическая сегментация, маятникообразные, перистальтические (очень медленные, медленные, быстрые, стремительные), антиперистальтические и тонические.

Ритмическая сегментация обеспечивается преимущественно сокращениями циркулярного слоя мышечной оболочки, при этом содержимое кишки делится на две части. Следующим сокращением образуется новый сегмент кишки, содержимое которого состоит из химуса двух половин бывших сегментов. Данными сокращениями достигаются перемешивание химуса и повышение давления в каждом сегменте.

Маятникообразные сокращения обеспечиваются продольными мышцами и участием в сокращении циркулярных мышц. При этом мышечные слои то сокращаются на коротком участке, то расслабляются, в результате чего химус передвигается впе-

ред-назад. В верхних отделах тонкой кишки человека частота ритмических сокращений составляет 9–12, в нижних — 6–8 в минуту.

Перистальтическая волна, состоящая из перехвата и расширения тонкой кишки, продвигает химус. Одновременно вдоль кишки продвигается несколько перистальтических волн.

При *антиперистальтических сокращениях*, как и в желудке, волна движется в обратном направлении (это характерно для рвоты).

Тонические сокращения могут иметь локальный характер или перемещаться с очень малой скоростью. Тонические сокращения суживают просвет кишки на большом ее протяжении.

Пищеварение в толстом кишечнике. Переваривание пищи за счет собственных ферментов в толстом кишечнике практически отсутствует, так как кишечный сок содержит мало ферментов, да и поступающий сюда химус беден непереваженными пищевыми веществами. Толстая кишка, в отличие от других отделов пищеварительного тракта, богата *симбиотическими микроорганизмами*, в основном *бифидобактериями* и *лактобактериями*. Число бактерий в кишечнике здорового человека составляет около 10^{15} . Пищеварение в толстом кишечнике очень интенсивно происходит под действием кишечной микрофлоры. Симбиотические бактерии расщепляют трудно перевариваемые вещества, например, *целлюлозу*, *гемцеллюлозу*, *пектин* и др., входящие в состав стенок растительных клеток. Микрофлора также инактивирует компоненты пищеварительных соков. Симбиотическая микрофлора толстого кишечника играет важную роль в выработке некоторых аминокислот, витаминов (например, витаминов К и В), в подавлении роста чужеродных, в том числе и патогенных бактерий, в подавлении гнилостных процессов.

Таким образом, кишечная микрофлора не только обеспечивает течение процессов пищеварения, но выполняет другие важные для организма человека функции, в том числе поддерживает иммунитет организма. Слепая кишка является тем отделом, где происходит размножение кишечных микроорганизмов. Кишечная микрофлора очень чувствительна к действию антибиотиков, токсических веществ, к стрессам. Ослабление микрофлоры ведет к общему ослаблению организма, снижению его защитных свойств. Потому одновременно с приемом антибиотиков рекомендуется принимать поливитамины, препараты бифидо- и лактобактерий. В состав микрофлоры кишечника входят также гнилостные бактерии, способные из продуктов белкового распада образовывать ядовитые вещества, которые попадают в кровь, но в нормальных условиях обезвреживаются печенью. Поэтому необходимо регулярно опорожнять кишечник.

Процессы всасывания продолжаются в толстом кишечнике, но особенно интенсивно и в больших количествах происходит всасывание воды из пищевой массы, поэтому экскременты содержат небольшое ее количество.

При смешанном питании около 10 % принятой пищи не усваивается организмом человека. Непереваженные остатки пищи и отмершие бактерии, которые составляют до 50 % каловых масс, склеенные слизью кишечного сока, удаляются через прямую кишку. Растяжение каловыми массами стенок прямой кишки вызывает позыв к дефекации, которая происходит рефлекторно. Центр дефекации находится в крестцовом отделе спинного мозга.

10.4. Всасывающая функция в различных отделах пищеварительного тракта

Всасывание происходит на всем протяжении пищеварительной трубки. Однако интенсивность его различна в разных отделах желудочно-кишечного тракта и имеет возрастные особенности. Так, в ротовой полости легко всасываются через слизистую оболочку глюкоза, нитроглицерин. В желудке всасываются алкоголь, глюкоза, яды, аспирин, снотворные препараты и др.

Наиболее активное всасывание происходит преимущественно в тонком кишечнике. Это связано с особенностями его строения. Всасываются аминокислоты, моносахариды, глицерин, жирные кислоты, минеральные соли, витамины. Глицерин легко растворим в воде, а жирные кислоты переводятся в растворимое состояние с помощью желчных кислот печени. При отсутствии желчных кислот жирные кислоты выводятся с калом. Всасывание в тонком кишечнике может осуществляться пассивно — по градиенту концентрации и активно — за счет сокращения ворсинок. Ворсинки, имеющие гладкомышечные волокна, то сокращаясь, то расслабляясь, работают как микронасосы. Всосавшиеся аминокислоты и моносахариды поступают в кровеносные капилляры ворсинок кишечника, а затем через воротную вену попадают в печень. Из глицерина и жирных кислот в эпителии кишечника образуются собственные жиры организма, которые поступают в лимфатические капилляры ворсинок кишечника. Поэтому лимфа, оттекающая от кишечника, мутная.

В толстом кишечнике всасываются в основном вода, минеральные соли и витамины.

Некоторые вещества плохо всасываются в кишечнике. Например, сульфат натрия (глауберова соль). Осмотическое давление в кишечнике резко возрастает, вода задерживается в кишечнике, растягивает его и усиливает перистальтику (оказывает слабительное действие).

Вопросы для самопроверки

1. Расскажите о значении пищеварения для жизнедеятельности организма.
2. Дайте характеристику строения и топографии основных отделов пищеварительной системы человека.
3. Охарактеризуйте пищеварительные процессы в ротовой полости, желудке, тонкой кишке и толстой кишке.
4. Перечислите основные фазы процесса глотания, укажите механизм регуляции.
5. Дайте характеристику основным фазам желудочной секреции, их регуляция.
6. Как происходят пищеварительные процессы в тонком и толстом кишечниках, их регуляция?
7. Перечислите пищеварительные железы, укажите их топографию и особенности строения.
8. Назовите основные пищеварительные ферменты, укажите их роль в осуществлении пищеварительного процесса.

Глава 11

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

В мочевыделительной системе различают две группы органов: *мочеобразующие* и *мочевыводящие*. К мочеобразующим органам относятся почки, к мочевыводящим — почечные чашечки, лоханки, мочеточники, мочевого пузырь и мочевыводящий канал (рис. 11.1).

11.1. Морфофункциональная анатомия почки и органов мочевыведения

Почки (лат. *ren*, ед. ч.) — парные бобовидные органы, расположенные на задней брюшной стенке по обеим сторонам позвоночника обычно на уровне 12-го грудного – 3-го поясничного позвонков. Их длина составляет 10–12 см, ширина — 5–6 см, толщина — 3–4 см. Масса каждой — около 150 г. Правая почка лежит несколько ниже левой. Почки покрыты тремя оболочками: фиброзной и жировой капсулами и почечной фасцией.

Во внутреннем крае почек есть небольшое углубление — так называемые «ворота»: в них входят почечные артерии и нервы, выходят почечные вены и лимфатические сосуды; а также выходят мочеточники, которые выводят образуемую мочу (рис. 11.2).

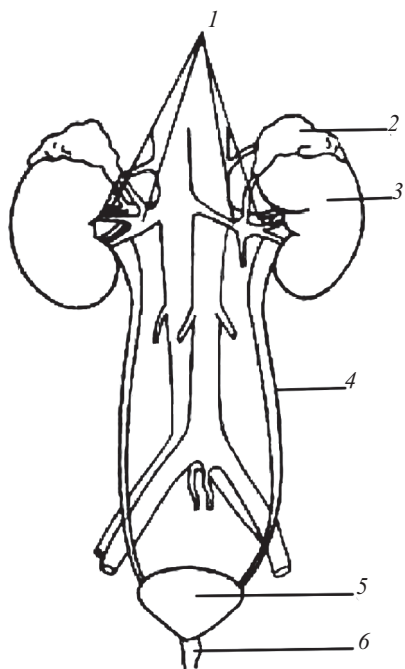


Рис. 11.1. Мочевыделительная система:

1 — почечные артерии и вены; 2 — надпочечники; 3 — почка; 4 — мочеточник; 5 — мочевой пузырь; 6 — мочеиспускательный канал

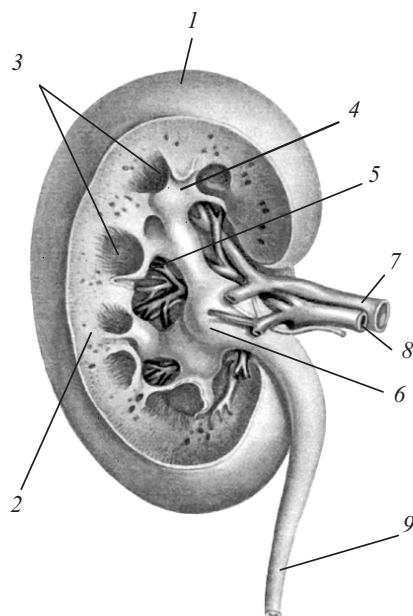


Рис. 11.2. Строение почки (продольный разрез):

1 — корковое вещество; 2 — мозговое вещество; 3 — почечная пирамида; 4 — почечный столб; 5 — почечный сосочек; 6 — лоханка; 7 — почечная артерия; 8 — почечная вена; 9 — мочеточник

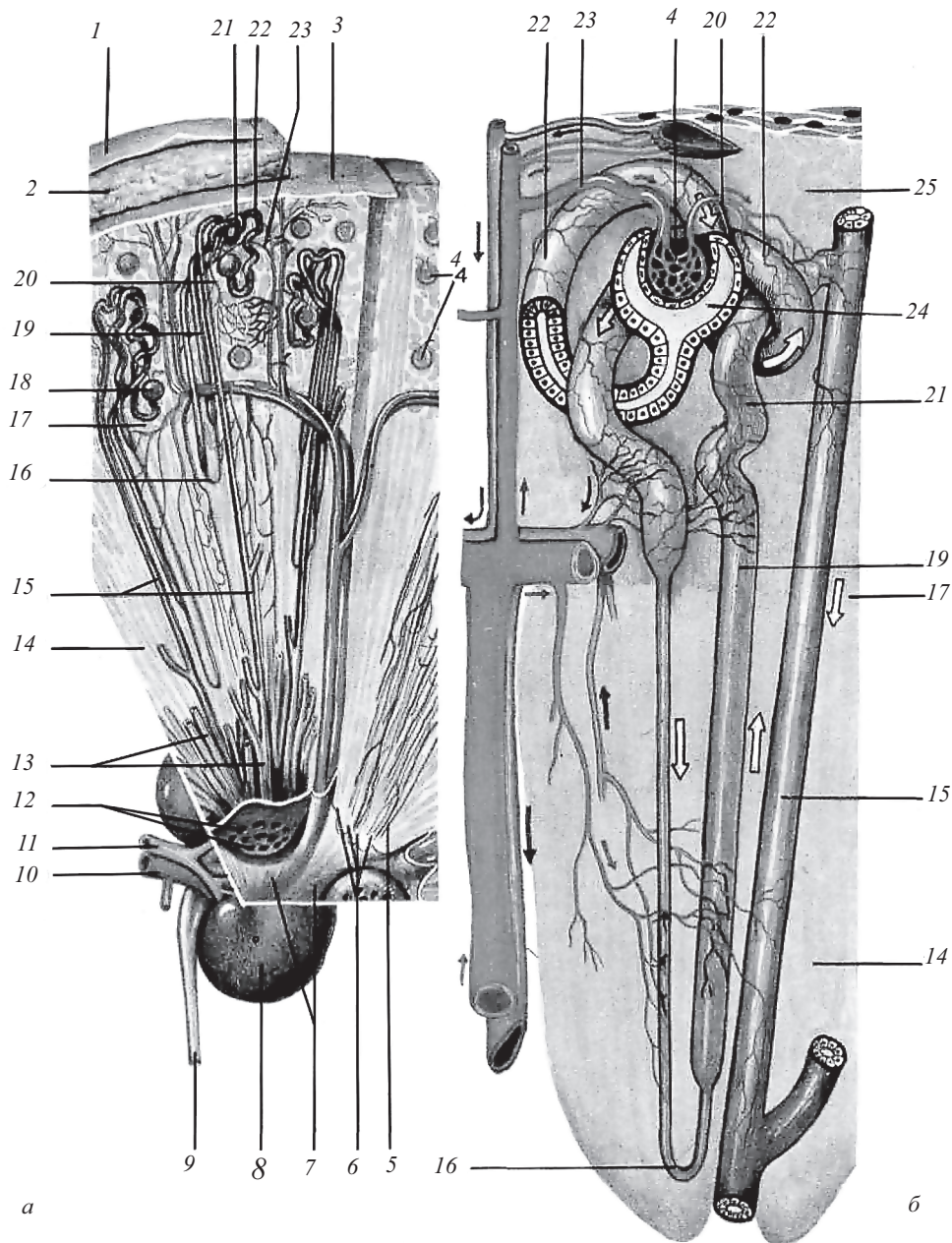


Рис. 11.3. Строение почки

(а — расположение мочевых канальцев; б — схема строения нефрона):

1 — почечная фасция; 2 — жировая капсула; 3 — соединительнотканная капсула; 4 — капиллярный клубочек; 5 — почечные пирамиды; 6 — сосочки почки; 7 — почечные чашечки; 8 — почка; 9 — мочеточник; 10 — почечная вена; 11 — почечная артерия; 12 — сосочковые отверстия; 13 — сосочковые протоки; 14 — мозговое вещество почки; 15 — собирательная трубка; 16 — петля Генле; 17 — граница между корковым и мозговым веществом; 18 — почечное тельце; 19 — прямой каналец; 20 — выносящая артериола; 21 — извитой каналец второго порядка; 22 — извитой каналец первого порядка; 23 — приносящая артериола; 24 — почечная капсула (Шумлянско-Боумана); 25 — корковое вещество

Почки состоят из двух слоев: наружного, представленного корковым веществом, и внутреннего, состоящего из мозгового вещества. Последний состоит из пирамид — образования конической формы, более светлой окраски, и почечных столбов, в которых проходят кровеносные сосуды (рис. 11.3). Корковое вещество покрывает основания пирамид. Одну пирамиду, покрытую корковым веществом, называют «долей».

Основная функционально-структурная единица почек — *нефрон* (их насчитывается до 1,5 млн). Каждый нефрон является самостоятельно функционирующей единицей и состоит из почечного тельца, включающего сосудистый клубочек, окруженный двустенной капсулой (капсула Шумлянского – Боумена). Полость капсулы, выстланная однослойным кубическим эпителием, переходит в проксимальную часть канальца нефрона и дает начало петле Генле. Последняя проходит в мозговое вещество, а затем в корковое и образует дистальную часть канальца нефрона, которая впадает в собирательную почечную трубочку, открывающуюся в малую чашечку).

Капсула Шумлянского – Боумена на разрезе имеет форму чаши, внутри которой расположен капиллярный клубочек (мальпигиево тельце). Она состоит из двух листков (слоев) — внутреннего и наружного. Внутренний (висцеральный) листок капсулы плотно прилегает к стенкам клубочковых капилляров и является одновременно наружным (эпителиальным) слоем стенки капилляра (рис. 11.4). Наружный (париетальный) листок капсулы несколько отстоит от внутреннего, в результате между ними образуется микроскопическая полость — полость капсулы Шумлянского – Боумена, куда после фильтрации поступает жидкая часть плазмы крови и где образуется ультрафильтрат, или первичная моча. Полость клубочковой капсулы непосредственно переходит в просвет, а наружный листок капсулы — в стенку канальца. Приносящая и выносящая артериолы клубочка образуют его полюс, располагаются рядом и не покрыты капсулой Шумлянского – Боумена. Клубочковые капилляры как бы подвешены к этому полюсу. Подсчитано, что общая длина клубочковых капилляров всех нефронов обеих почек составляет примерно 25 км, а их фильтрующая (рабочая) поверхность — около 1,5 м² (в среднем равна поверхности человеческого тела — 1,73 м²).

Почечные чашечки — узкие трубки (3–5 мм), малые (5–15 мм) и большие (2–3 мм). В малые чашечки открываются сосочки, которыми заканчиваются пирамиды почек. Малые чашечки, объединяясь, образуют большие, а большие чашечки, объединяясь, образуют лоханку.

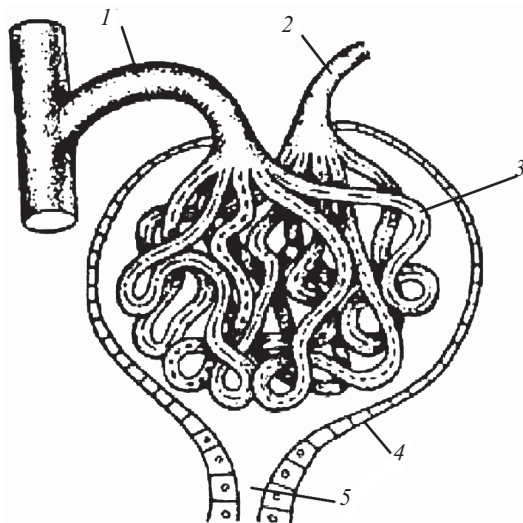


Рис. 11.4. Схематическое изображение мальпигиева тельца:

1 — приносящая клубочковая артериола; 2 — выносящая клубочковая артериола; 3 — капиллярные петли клубочка; 4 — капсула; 5 — каналец

Лоханка — расширенная часть мочеточника. Состоит, так же как и чашечки, из трех слоев: слизистого, гладкомышечного и соединительнотканного. Слизистый слой выстлан переходным эпителием. Основная функция лоханки и почечных чашечек — мочевыделение.

Мочеточник представляет собой парную цилиндрическую трубку длиной 30–35 см, диаметром около 8 мм, через которую моча из почечной лоханки поступает в мочевой пузырь. Стенка мочеточника состоит из слизистой, мышечной и наружной (соединительнотканной) оболочек. Слизистый слой имеет продольные складки. По ходу мочеточника различают поясничную, тазовую и внутривентральную части, а также сужения при переходе почечной лоханки в мочеточник и при впадении в мочевой пузырь.

Мочевой пузырь — полый орган вместимостью от 300 до 750 см³, является резервуаром для мочи, располагается в полости таза. В нем различают верхушку, тело, дно и шейку, которая переходит в мочеиспускательный канал. Внутренняя стенка мочевого пузыря состоит из слизистой оболочки, выстланной переходным эпителием. Мышечная оболочка имеет наружный продольный, средний циркулярный и внутренний косопродольный слои гладких мышечных волокон, тесно соприкасающихся между собой. В области шейки гладкомышечные волокна образуют внутренний сфинктер мочеиспускательного канала. Сокращаясь, мышечная оболочка выталкивает мочу наружу через мочеиспускательный канал. Снаружи мочевой пузырь покрыт соединительнотканной оболочкой, а сверху и частично слева и справа — брюшиной. У мужчин позади мочевого пузыря располагается прямая кишка, а у женщин — матка. В мочевой пузырь моча поступает по мочеточникам благодаря перистальтическим движениям их стенок. Там она накапливается до наполнения пузыря. Опорожнение мочевого пузыря происходит рефлекторно. При накоплении в мочевом пузыре мочи в количестве 250–300 мл она начинает давить на стенки пузыря с силой около 12–15 см вод. ст.

Мочеиспускательный канал (уретра) — трубка длиной 3–5 см у женщин и 16–20 см у мужчин, предназначенная для периодического выведения мочи из мочевого пузыря. Состоит, как и лоханка, из трех слоев. В верхней части имеет наружный сфинктер, образованный поперечнополосатой мускулатурой (произвольный, у женщин развит слабее). В связи с половыми различиями мочеиспускательный канал имеет некоторые особенности у мужчин и женщин.

Регуляция выведения мочи. *Акт мочеиспускания* является сложным рефлекторным процессом и совершается периодически. Возникшие в рецепторах стенок мочевого пузыря нервные импульсы передаются в центр мочеиспускания, который располагается в крестцовом отделе спинного мозга и находится под влиянием импульсов коры головного, продолговатого и среднего мозга. Из центра по эфферентным волокнам парасимпатических тазовых нервов сигналы поступают к стенкам мочевого пузыря и сфинктерам мочеиспускательного канала. Эти сигналы вызывают одновременное сокращение стенок мочевого пузыря и раскрытие сфинктеров мочеиспускательного канала. Моча изгоняется из мочевого пузыря.

Высшие центры мочеиспускания находятся в лобных долях полушарий большого мозга. Условно-рефлекторная задержка на некоторое время позыва к мочеиспусканию вырабатывается в процессе воспитания человека.

У маленьких детей акт мочеиспускания имеет безусловно-рефлекторный характер. С возрастом дети научаются произвольно задерживать мочеиспускание до определенного времени, что говорит об активном участии в этом коры головного мозга.

Непроизвольное мочеиспускание у детей во время сна называется *энурезом*, или *ночным недержанием мочи*. Причинами энуреза могут быть нарушения иннервационных процессов в пояснично-крестцовом отделе спинного мозга при незаращении дужек позвонков, а также другие факторы. Ночному недержанию мочи способствуют обильное питье перед сном, психические и физические травмы, переохлаждение и др.

11.2. Функции почек

Основными функциями почек являются **мочеобразование** и **выделение** продуктов метаболизма с мочой. Образование конечной мочи является результатом трех основных последовательных процессов.

1. В почечных клубочках происходит начальный этап — *клубочковая (гломерулярная) фильтрация*, ультрафильтрация безбелковой жидкости из плазмы крови в почечную капсулу, в результате чего образуется *первичная моча*.

2. *Канальцевая реабсорбция* — процесс обратного всасывания в кровоток воды и профильтровавшихся веществ, необходимых организму.

3. *Секреция*. Клетки некоторых отделов канальца переносят из внеклеточной жидкости в просвет нефрона (секретируют) ряд органических и неорганических веществ либо выделяют в просвет канальца молекулы биологически активных веществ (ренина, простагландинов), синтезированных в клетках канальца.

Клубочковая фильтрация. Фильтрация воды и низкомолекулярных компонентов плазмы крови через клубочковый фильтр обусловлена разностью давления крови в капиллярах клубочка (60–70 мм рт. ст.) и давлением ультрафильтрата плазмы крови в почечной капсуле (около 20 мм рт. ст.). Созданию высокого давления в капиллярах сосудистого клубочка способствует разница в диаметре приносящей и выносящей артериол. Диаметр приносящих артериол в 2 раза больше в сравнении с выносящими.

Общая поверхность капилляров клубочка достигает 1,5 м² на 100 г почки. При этом количество образующейся первичной мочи достигает 150–180 л в сутки. Первичная моча содержит все компоненты плазмы крови, кроме высокомолекулярных белков. В первичной моче содержатся аминокислоты, глюкоза, витамины и соли, а также продукты обмена — мочевины, мочевая кислота, креатинин и другие вещества. Состав первичной мочи обусловлен строением фильтрующей мембраны (гломерулярного фильтра), которая состоит из трех слоев: эндотелия капилляров, базальной мембраны и эпителия висцерального листка капсулы — *подоцитов* (рис. 11.5). В клетках эндотелия есть круглые и овальные отверстия, занимающие до 30 % поверхности клетки.

При нормальном кровотоке наиболее крупные белковые молекулы образуют барьерный слой на поверхности пор эндотелия (до 100 нм), препятствуя прохождению через них форменных элементов и мелких белковых молекул. Остальные компоненты плазмы крови и вода могут свободно достигнуть базальной мембраны, являющейся одной из важнейших составных частей фильтрующей мембраны клубочка.

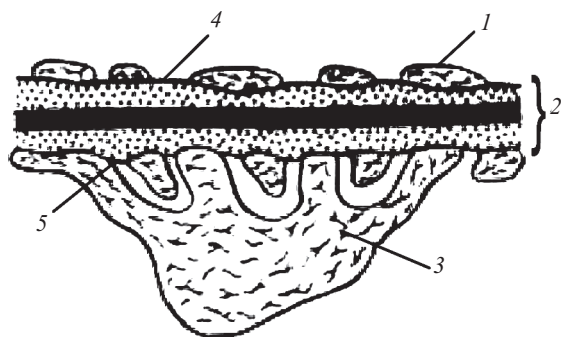


Рис. 11.5. Строение фильтрующей мембраны клубочка (схема):

1 — эндотелий; 2 — базальная мембрана; 3 — подоцит; 4 — отверстие в эндотелии; 5 — щелевая мембрана подоцита

Свободному прохождению белков через фильтр препятствуют также отрицательно заряженные молекулы в веществе базальной мембраны и в выстилке, лежащей на поверхности подоцитов и между их «ножками». Таким образом, ограничение для фильтрации белков плазмы крови, имеющих отрицательный заряд, обусловлено не только малым размером пор фильтра, но и отрицательно заряженными молекулами в базальной мембране и выстилке.

Вторичная моча существенно отличается по составу от первичной. Во вторичной моче резко повышена концентрация сульфатов, фосфатов, мочевины, мочевой кислоты и других веществ. Так, концентрация мочевины во вторичной моче в 67 раз больше, чем в крови, креатинина — в 75 раз больше, а сульфатов — в 90 раз больше, чем в крови.

Всасывание большинства веществ в канальцах нефрона осуществляется за счет активного транспорта, на что затрачивается энергия эпителиального покрова и других структур стенок канальцев. Известно, что почки потребляют более 10 % кислорода, поступающего в организм. Различают два вида активного транспорта — первично-активный и вторично-активный.

Первично-активным транспорт называется в случае, когда происходит перенос веществ против электрохимического градиента за счет энергии клеточного метаболизма. Примером служит транспорт ионов Na^+ , который происходит при участии фермента $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{АТФазы}$, использующей энергию АТФ.

Вторично-активным называется перенос веществ против концентрационного градиента, затраты энергии на этот процесс берутся из других процессов; так реабсорбируются глюкоза, аминокислоты. Из просвета канальца эти вещества поступают в клетки проксимального канальца с помощью специального переносчика, который обязательно должен присоединить ион натрия.

Реабсорбция воды, хлора и некоторых других ионов, мочевины осуществляется с помощью *пассивного транспорта* — по электрохимическому, концентрационному или осмотическому градиенту. Примером пассивного транспорта является реабсорбция в дистальном извитом канальце хлора по электрохимическому градиенту, создаваемому активным транспортом натрия. По осмотическому градиенту транс-

После фильтрации всех низкомолекулярных компонентов плазмы крови и образования первичной мочи начинается процесс реабсорбции — обратного всасывания из первичной мочи в кровь аминокислот, глюкозы, витаминной, большей части воды и солей. В проксимальных канальцах нефрона практически полностью реабсорбируются аминокислоты, глюкоза, витамины, микроэлементы, значительное количество ионов натрия, хлора и бикарбоната, до 80 % воды. В последующих отделах нефрона всасываются преимущественно электролиты и вода.

Канальцевая реабсорбция. После фильтрации всех низкомолекуляр-

портируется вода, причем скорость ее всасывания зависит от осмотической проницаемости стенки канальца и разности концентрации осмотически активных веществ по обе стороны его стенки.

Секреция. В канальцах нефрона наблюдается не только реабсорбция воды и растворенных в ней компонентов, но и выделение (секреция) в мочу некоторых веществ. К этим веществам относятся лекарственные препараты, красящие и другие вещества. Эти вещества не проходят через фильтрующую мембрану, выделяются клетками канальцев нефрона.

Образовавшаяся в почках моча из почечных чашек, а затем из лоханки поступает в мочеточники.

Благодаря мочеобразованию и выделению не происходит самоотравление организма (*уремия*). В среднем за сутки почки человека образуют 150–180 л первичной мочи, которая впоследствии превращается в 1,0–1,5 л конечной мочи, выводимой из организма. Этот процесс позволяет организму сохранить все жизненно важные для него вещества.

Регуляция образования мочи. Процесс образования мочи регулируется как нервными, так и гуморальными механизмами. Парасимпатическая нервная система (блуждающий нерв) вызывает расширение кровеносных сосудов, увеличение фильтрации и уменьшение реабсорбции. Симпатическая нервная система (симпатический нерв из чревного сплетения) вызывает противоположный эффект. На процессы образования мочи влияет гуморальная регуляция в виде действия антидиуретического гормона (вазопрессина), который вырабатывается нейросекреторными клетками гипоталамуса и поступает в кровь при участии задней доли гипофиза. Этот гормон усиливает реабсорбцию воды из первичной мочи в дистальных канальцах нефрона, что значительно увеличивает концентрацию солей во вторичной моче. При заболеваниях гипоталамуса или задней доли гипофиза поступление антидиуретического гормона в кровь снижается, в результате чего количество выделяемой в сутки мочи может увеличиться до 20–25 л. Гормон коры надпочечников — альдостерон — усиливает реабсорбцию натрия и секрецию калия в почечных канальцах.

На образование и выделение мочи влияют количество выпитой жидкости, потребление соленой пищи, физическая нагрузка.

Кроме мочеобразования почки несут на себе функцию *регуляции водного и электролитного (солевого) баланса в организме*. Адаптируясь к изменяющимся условиям, они препятствуют повышению уровня воды в организме, выводя излишек. Почки — орган очищения и поддержания кислотно-щелочного равновесия крови, что является важным для регуляции артериального давления.

Метаболическая функция почек обусловлена участием почек в обеспечении постоянства концентрации в крови ряда физиологически значимых органических веществ. В почечных клубочках фильтруются низкомолекулярные белки, пептиды. Клетки проксимального отдела нефрона расщепляют их до аминокислот или дипептидов и транспортируют через базальную плазматическую мембрану в кровь. Это способствует восстановлению в организме фонда аминокислот, что важно при дефиците белков в рационе. Почки способны синтезировать глюкозу (глюконеогенез). При длительном голодании почки могут синтезировать до 50% от общего количества глюкозы, образующейся в организме и поступающей в кровь. Почки являются

местом синтеза фосфатидилинозита — необходимого компонента плазматических мембран. Значение почек в липидном обмене состоит в том, что свободные жирные кислоты могут в клетках почек включаться в состав триацилглицерина и фосфолипидов и в виде этих соединений поступать в кровь.

Инкреторная функция почек. В почках вырабатывается несколько биологически активных веществ. Гранулярные клетки юктагломерулярного аппарата (ЮГА) (рис. 11.6) выделяют в кровь ренин при уменьшении артериального давления в почке, снижении содержания натрия в организме, при переходе человека из горизонтального положения в вертикальное. Ренин представляет собой протеолитический фермент. В плазме крови он способствует преобразованию ангиотензиногена в *ангиотензин I*. В плазме крови под влиянием фермента ренин превращается в активное сосудосуживающее вещество *ангиотензин II*. Последний повышает артериальное давление благодаря сужению артериальных сосудов, усиливает секрецию альдостерона, увеличивает чувство жажды, регулирует реабсорбцию натрия в дистальных отделах канальцев и собирательных трубках. Все перечисленные эффекты способствуют нормализации объема крови и артериального давления.

В почке синтезируется активатор плазминогена — *урокиназа*. В мозговом веществе почки образуются *простагландины*. Они участвуют в регуляции почечного и общего кровотока, увеличивают выделение натрия с мочой, уменьшают чувствительность клеток канальцев к антидиуретическому гормону (АДГ). Клетки почки извлекают из плазмы крови образующийся в печени прогормон — витамин D_3 и превращают его в физиологически активный гормон — активные формы витамина D_3 . Этот стероид стимулирует образование кальцийсвязывающего белка в кишечнике, способствует освобождению кальция из костей, регулирует его реабсорбцию в почечных канальцах. Почка является местом продукции *эритропоэтина*, стимулирующего эритропоэз в костном мозге.

Экскреторная функция почек. Почки играют ведущую роль в выведении из крови нелетучих конечных продуктов обмена и чужеродных веществ, попавших во внутреннюю среду организма. Почки выводят мочевину, мочевую кислоту и весь креатинин. Кроме того почки экскретируют гормоны, ферменты и физиологически ценные вещества (глюкоза, аминокислоты и т.д.) при их избытке в организме.

Гомеостатическая функция почек. Для поддержания почками постоянства объема и состава внутренней среды существуют специальные системы рефлекторной регуляции, включающие специфические рецепторы, афферентные пути и нервные центры, где

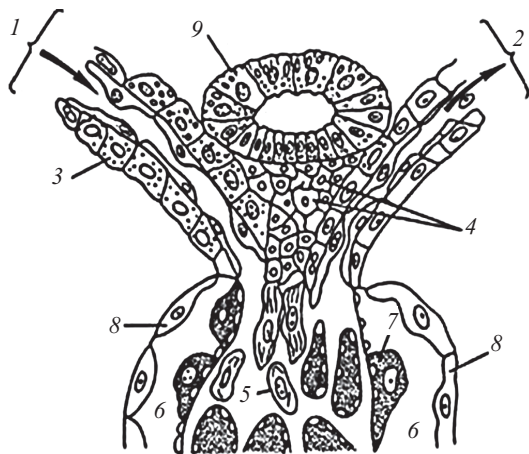


Рис. 11.6. Схема строения ЮГА:

1 — приносящая артериола; 2 — выносящая артериола; 3 — гранулярная клетка; 4 — экстрагломерулярные клетки; 5 — мезангиальная клетка; 6 — просвет капсулы клубочка; 7 — подоцит; 8 — клетка эпителия париетального листка капсулы клубочка; 9 — эндотелий. Стрелкой показано направление движения крови

происходит переработка информации. Команды к почке поступают по эфферентным нервам или гуморальным путем.

Перестройка работы почки, приспособление к изменяющимся условиям определяются влиянием на гломерулярный и канальцевый аппарат АДГ, альдостерона, паратгормона и ряда других гормонов.

Почки участвуют в поддержании объема внутрисосудистой и внеклеточной жидкости (*волюморегуляция*). Так, при увеличении содержания в организме воды (*гипергидратации*) в крови снижается концентрация осмотически активных веществ, вследствие чего снижается осмотическое давление. Информация от осморецепторов поступает в ядра гипоталамуса, а затем — в гипофиз, в результате чего снижается выделение АДГ, под воздействием которого снижается реабсорбция воды в канальцах нефрона и увеличивается ее выведение — *диурез*.

При обезвоживании (*дегидратации*) организма диурез понижается за счет увеличения выделения АДГ, увеличения реабсорбции воды в канальцах нефрона.

Почки также участвуют в **регуляции ионного состава крови**. В организме существуют специальные рецепторы, реагирующие на изменение содержания определенных ионов (Na^+ , K^+ , Ca^{+2} и Mg^{+2} рецепторы и др.). Так, если концентрация натрия в крови понижается, то информация от натриевых рецепторов поступает в ЦНС, где под воздействием адренокортикотропного гормона (АКТГ) увеличивается выделение альдостерона надпочечниками. Альдостерон увеличивает реабсорбцию ионов натрия и, одновременно, снижает реабсорбцию ионов калия в дистальных канальцах нефронов.

При снижении концентрации ионов кальция в крови увеличивается выделение паратгормона, который способствует увеличению реабсорбции этого иона в почках и его выходу из костной ткани.

Регуляция кислотно-щелочного равновесия. При поглощении пищи животного происхождения, а также во время интенсивной физической нагрузки в кровь поступает большое количество кислот, в результате чего почки увеличивают секрецию ионов H^+ и моча становится кислой. При понижении pH крови развивается *ацидоз* (закисление). Такое явление может наблюдаться при гиповентиляции легких, нарушении обмена веществ, а также при заболевании сахарным диабетом.

При питании пищей растительного происхождения pH крови сдвигается в сторону щелочной среды. При этом почки меньше секретируют H^+ -ионы, и pH мочи также становится щелочным. При повышении pH крови развивается *алкалоз* (защелачивание). Такое явление может наблюдаться при гипервентиляции легких и рвоте, что сопровождается потерей соляной кислоты. В норме почки поддерживают pH крови 7,36.

Вопросы для самопроверки

1. Объясните значение мочевыделительной системы.
2. Укажите расположение почки, назовите ее отделы и анатомические особенности.
3. Укажите особенности строения нефрона.
4. Объясните механизм мочеобразования, его нервную и гуморальную регуляцию.
5. Перечислите и охарактеризуйте основные функции почек.
6. Расскажите о строении и функциях мочевыводящих путей.
7. Объясните рефлекторный механизм выведения мочи.

Глава 12

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МУЖСКОЙ И ЖЕНСКОЙ ПОЛОВЫХ СИСТЕМ

Половые органы по строению и функциям подразделяются на мужские и женские, по расположению — на внутренние и наружные (табл. 12.1, 12.2).

12.1. Мужская половая система

Яичко (семенник) — парная мужская железа овальной формы размером в среднем 4×3 см, массой 15–25 г, находится в мошонке (рис. 12.1). Яички отделены друг от друга перегородкой мошонки и окружены оболочками. Каждое яичко подвешено на *семенном канатике*. Снаружи яичко покрыто белочной (состоящей из соединительной ткани) оболочкой, под которой находится паренхима яичка. Соединительнотканые перегородки, отходящие от белочной оболочки в толщу паренхимы яичка, делят его на пирамидальные дольки (250–300). В каждой дольке находится 2–3 *извитых семенных канальца*, окруженных рыхлой соединительной тканью и кровеносными сосудами. Изнутри семенные канальцы выстланы *сперматогенным эпителием*, который образует мужские половые клетки — *сперматозоиды*. Кроме того, в дольках яичка находятся *интерстициальные клетки*, которые секретируют мужские половые гормоны, а также *поддерживающие клетки*, выполняющие опорно-трофическую функцию для сперматогенного эпителия. Извитые семенные канальцы, выходя из долек, сливаются и образуют *прямые семенные канальцы*, впадающие в *сеть яичка*. Отсюда берут начало 12–15 *выносящих канальцев яичка*. Они проходят через белочную оболочку и направляются к **придатку яичка** (образованию на задней поверхности яичка, в котором различают *головку, тело и хвост*), где открываются в *канал придатка*. Функции придатка яичка — депонирование и созревание сперматозоидов.

Канал придатка яичка продолжается в **семявыносящий проток**. Это парный орган, представляет собой трубочку длиной около 50 см и диаметром около 3 мм. Семявыносящие протоки выстланы мерцательным эпителием, имеют складчатую слизистую оболочку и мощную мышечную оболочку, что обеспечивает их основную функцию — выведение сперматозоидов. Поднимаясь вверх, семявыносящий проток входит в состав *семенного канатика*, где также находятся сосуды и нервы. При подходе к предстательной железе семявыносящий проток расширяется, обра-

Таблица 12.1. Мужские половые органы

Внутренние половые органы	Наружные половые органы
Яички с придатками	Половой член
Семявыносящие и семявыбрасывающие протоки	Мошонка
Семенные пузырьки	
Предстательная железа	
Большоуретральные (Куперовы, луковичные железы)	

зую ампулу семявыносящего протока. Ампула в дальнейшем сужается, переходит в узкий канал, который соединяется с выделительным протоком семенного пузырька, образуя **семявыбрасывающий проток**. Он представляет собой каналец длиной около 2 см, который проходит через толщу предстательной железы и открывается в предстательную часть мочеиспускательного канала.

Семенной пузырек — парная железа мешковидной формы, имеет длину 4–5 см (в нерасправленном виде), располагается между дном мочевого пузыря и прямой кишкой. Семенные пузырьки вырабатывают основной объем жидкой части спермы, простагландины, питательные и ряд других важных для функции сперматозоидов веществ.

Предстательная железа представляет собой непарный мышечно-железистый орган, окружающий начальную часть мужского мочеиспускательного канала, по форме и величине напоминающий каштан. *Основание* железы обращено к мочевому пузырю, *передняя поверхность* направлена к лобковому симфизу, *задняя* — к прямой кишке. Предстательная железа состоит из трех отделов — *перешейка*, *правой* и *левой долей*; снаружи покрыта соединительнотканной *капсулой*. От капсулы внутрь органа отходят перегородки. Предстательная железа является в большей степени мышечным органом и в меньшей — железистым. Часть предстательной железы, расположенная впереди от мочеиспускательного канала, полностью состоит из мышечной ткани. В состав долек железы входят тонкие, слегка разветвленные трубочки, впадающие в *предстательные протоки*, которые открываются в просвет мочеиспускательного канала.

Предстательная железа образует секрет, содержащий ферменты и другие вещества, стимулирующие активность матки; белок спермин, способствующий подвижности сперматозоидов. Как мышечный орган, она выполняет функцию непроизвольного сфинктера мочеиспускательного канала, который препятствует истечению мочи во время эякуляции (вследствие этого моча и сперма не смешиваются). Показано также, что предстательная железа обладает эндокринной функцией (ее гормоны оказывают влияние на секреторную и сократительную активность самой железы). До наступления полового созревания предстательная железа является только мышечным органом.

Бульбоуретральные железы — парный орган овальной формы, диаметром 0,3–0,8 см. Расположены позади перепончатой части мочеиспускательного канала, в толще мышц промежности. Выводные протоки этих желез открываются в губчатую

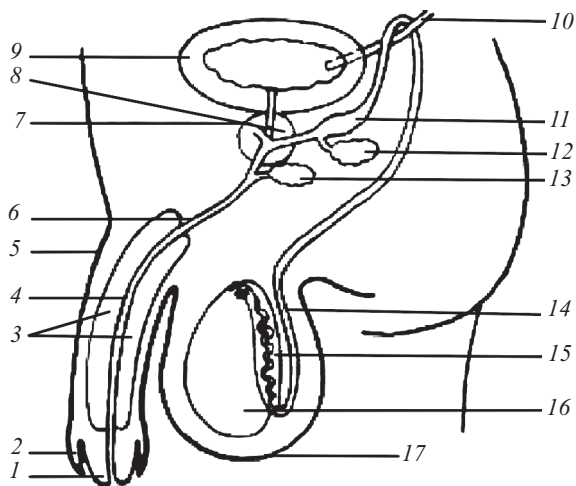


Рис. 12.1. Строение мужских половых органов:

1 — головка полового члена; 2 — крайняя плоть; 3 — пещеристые тела; 4 — губчатая часть уретры; 5 — половой член; 6 — перепончатая часть уретры; 7 — предстательная железа; 8 — семяизвергательный канал; 9 — мочевой пузырь; 10 — мочеточник; 11 — ампула семявыносящего протока; 12 — семенной пузырек; 13 — бульбоуретральная железа; 14 — семявыносящий проток; 15 — придаток яичка; 16 — яичко; 17 — мошонка

часть мочеиспускательного канала. Железы вырабатывают вязкий секрет, который защищает стенки мочеиспускательного канала от раздражения мочой (он имеет слабощелочную реакцию и нейтрализует кислую реакцию содержимого мочеиспускательного канала). Выделение секрета этих желез предшествует эякуляции.

Половой член — орган, который служит для выведения мочи и выброса семенной жидкости. В половом члене выделяют заднюю часть, прикрепленную к лобковым костям, — *корень* — и переднюю свободную часть — *тело*, которое заканчивается *головкой*. На верхушке головки открывается наружное отверстие мочеиспускательного канала, которое имеет вид щели. Кожа полового члена тонкая, подвижная и на головке образует складку, называемую *крайней плотью*. Половой член состоит из одного *губчатого* и двух *пещеристых тел*. Эти тела имеют специфическое строение — в них находятся полости (каверны), выстланные эндотелием. Пещеристые тела — длинные цилиндрические образования с заостренными концами. Губчатое тело лежит под пещеристыми телами, внутри него по всей длине проходит мочеиспускательный канал, расширяющийся в головке. При заполнении полостей венозной кровью тела полового члена становятся плотными (*эрекция*), при оттоке они спадаются.

Мошонка — кожно-мышечный мешок, представляющий собой выпячивание всех слоев передней брюшной стенки. В ней располагаются яички с придатками и нижние отделы семенных канатиков. Полость мошонки делится на две половины перегородкой — каждая являетсяместищем для одного яичка. Мошонка имеет тонкую кожу, образующую складки; волосистой покров; окраску более темную, чем в других частях тела. Она обеспечивает оптимальный температурный режим для яичек, при котором обеспечивается *сперматогенез* (образование и созревание сперматозоидов).

Сперматогенез является основным показателем наступления половой зрелости у юношей (продолжается в течение жизни мужчины, ослабевая в старческом возрасте). Сперматогенез регулируется двумя гормонами — тестостероном, стимулирующим образование сперматозоидов, и фолликулостимулирующим гормоном (ФСГ), способствующим их созреванию. Клетки семенных канальцев вырабатывают гормон ингибин, который тормозит секрецию ФСГ. При избыточном сперматогенезе образование ингибина повышается, вследствие чего тормозится выработка ФСГ и сперматогенез замедляется. При недостаточном сперматогенезе происходят обратные процессы.

12.2. Женская половая система

Женские половые органы, так же как и мужские, подразделяются на наружные и внутренние (см. табл. 12.2).

Яичник — парная половая железа, располагается в области малого таза (рис. 12.2). Представляет собой тело овальной формы, длиной 2,5–5 см, шириной 1,5–3 см, толщиной около 1 см и массой 5–8 г. Яичники являются подвижными органами — их топография зависит от положения матки и ее размеров; они соединены связками с маткой и стенками малого таза. В яичнике различают два конца — верхний (трубный), обращенный к маточной трубе, и нижний, соединенный собственной связкой с маткой. Яичник также прикрепляется к широкой маточной связке.

Таблица 12.2. Женские половые органы

Внутренние половые органы	Наружные половые органы
Яичники	Малые и большие половые губы
Матка	Преддверие влагалища
Маточные трубы (яйцеводы, фаллопиевы трубы)	Клитор
Влагалище	

В яичнике происходит рост и созревание женских половых клеток (яйцеклеток), а также образование женских половых гормонов. Каждый яичник состоит из коркового и мозгового слоев. В корковом (наружном) слое содержится большое количество *фолликулов*, находящихся на разных стадиях созревания. Фолликул представляет собой эпителиальный пузырек, заполненный жидкостью, в котором созревает яйцеклетка. В зависимости от стадии развития фолликулы имеют различную величину (от микроскопических размеров до нескольких миллиметров в диаметре). Выделяют первичные фолликулы (к моменту рождения их насчитывается около 1 миллиона, к началу полового созревания — около 400 тысяч), а также вторичные фолликулы, которые появляются только в период полового созревания. Они продолжают расти и превращаются в зрелые фолликулы (в течение жизни женщины созревает 400–500 яйцеклеток). Созревание фолликулов начинается с 12–14-летнего возраста и длится в среднем 28–30 дней. Обычно за это время становится зрелым один фолликул. Он лопается, созревшая яйцеклетка выходит из него — этот процесс называется *овуляцией*. Яйцеклетка может сразу попадать на поверхность яичника после овуляции. Это возможно благодаря тому, что яичник покрыт тонким зародышевым эпителием. В дальнейшем яйцеклетка попадает в маточную трубу и матку. На месте лопнувшего фолликула образуется *желтое тело* (полость фолликула, заполненная кровью и клетками фолликулярного эпителия желтоватой окраски), продуцирующее гормоны. Если оплодотворение не происходит, желтое тело атрофируется, а затем рассасывается, оставляя рубец. При беременности желтое тело увеличивается в размерах (около 1 см в диаметре) и превращается в *желтое тело беременности*, существующее в течение всей беременности и выполняющее внутрисекреторную функцию.

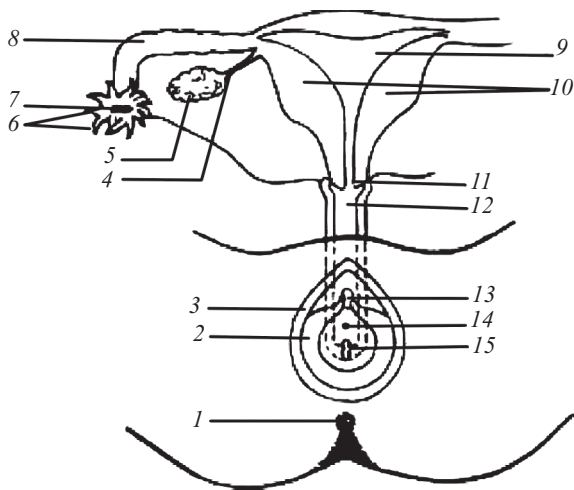


Рис. 12.2. Строение женских половых органов:

1 — анальное отверстие; 2 — малые половые губы; 3 — большие половые губы; 4 — собственная связка яичника; 5 — правый яичник; 6 — бахромки маточной трубы; 7 — отверстие фаллопиевой трубы; 8 — фаллопиева труба; 9 — полость матки; 10 — тело матки; 11 — шейка матки; 12 — влагалище; 13 — клитор; 14 — отверстие мочеиспускательного канала; 15 — отверстие влагалища

В мозговом слое яичника содержатся нервы, кровеносные и лимфатические сосуды. Этот слой выполняет опорно-трофическую функцию.

Маточные трубы — парный орган длиной 10–12 см с внутренним диаметром 2–4 мм. По ним, благодаря реснитчатому эпителию, слоям гладких мышечных клеток яйцеклетка продвигается в полость матки. В маточной трубе различают несколько отделов: 1) маточную часть (в стенке матки); 2) перешеек (ближайший к матке суженный отдел, диаметром 2–3 мм); 3) ампулу (увеличивающаяся в диаметре часть маточной трубы, составляющая около половины ее длины); 4) воронку (воронкообразное расширение трубы, края которого имеют отростки неправильной формы — *бахромки*). На верхушке воронки находится отверстие, через которое яйцеклетка попадает в ампулу трубы. Таким образом, маточные трубы имеют два отверстия: одно обращено в полость матки, другое — в брюшную полость.

Матка — полый мышечный орган, предназначенный для развития зародыша, вынашивания плода и изгнания его во время родов. Матка также выполняет менструальную функцию. Передняя часть матки обращена к мочевому пузырю, задняя — к прямой кишке. Матка фиксируется в области малого таза за счет нескольких связок. В матке различают дно (верхняя часть), тело (средняя часть), шейку (нижняя суженная часть). Масса матки у нерожавшей женщины составляет 40–50 г, у рожавшей — около 90 г. Средняя длина зрелой матки равна 6–7,5 см, толщина — 2–3 см. При беременности форма и величина матки быстро меняются (на 8-м месяце ее длина составляет около 20 см). В полость матки открываются три отверстия: вверху, в углах, — отверстия маточных труб, внизу — отверстие матки (маточный зев), переходящее во влагалище. Стенка матки состоит из трех слоев: слизистой оболочки (*эндометрий*), мышечной оболочки (*миометрий*) и серозной оболочки (*периметрий*). В эндометрии выделяют два слоя — *базальный* (прилежащий к миометрию) и *функциональный* (обращенный в полость матки). Базальный слой срастается с миометрием, способствует восстановлению функционального слоя после менструации и родов. Матка обладает значительной подвижностью, которая зависит от положения соседних органов (в частности мочевого пузыря). При растяжении мочевого пузыря матка может отклоняться назад. Резкий и (или) постоянный изгиб матки назад является патологическим явлением и может приводить к бесплодию.

Влагалище представляет собой мышечную, хорошо растяжимую трубку длиной 8–10 см, выстланную многослойным плоским эпителием. Мышечная оболочка состоит из внутреннего и наружного продольного слоев гладких мышечных волокон, наружная — из соединительной ткани и снабжена эластическими волокнами. Влагалище своим верхним концом охватывает шейку матки, а нижним — отверстием — открывается в преддверие влагалища. Спереди влагалище прилежит к мочевому пузырю и соприкасается с мочеиспускательным каналом, сзади него находится прямая кишка. Через влагалище выводятся менструальные выделения; оно участвует в процессе копуляции (принимает семенную жидкость); а также является частью родового пути.

Большие половые губы представляют собой две кожные складки (длиной 7–8 см, шириной 2–3 см), содержащие богатую жиром соединительную ткань. Они ограничивают с боков щелевидное пространство — половую щель. В коже больших

половых губ содержится большое количество потовых и сальных желез, а их латеральная поверхность имеет волосной покров.

Малые половые губы находятся между большими половыми губами и также представляют собой две продольные складки кожи, содержат сальные железы. В отличие от больших половых губ малые не имеют волос и подкожной жировой клетчатки, по внешнему виду они похожи на слизистую оболочку. Большие и малые половые губы выполняют защитную функцию.

Преддверие влагалища — щелевидное пространство между малыми половыми губами. В полость преддверия влагалища открывается мочеиспускательный канал, влагалище и выводные протоки желез преддверия (выделяют слизь, создающую благоприятные условия для продвижения сперматозоидов).

Клитор — образование в женских половых органах, соответствующее пещеристым телам мужчины. В нем различают головку, тело и две ножки. Клитор имеет плотную фиброзную оболочку, покрыт кожей, имеет большое количество чувствительных нервных окончаний.

Менструальный (половой) цикл

Менструальный цикл — это физиологический процесс в женском организме, который характеризуется циклическими изменениями секреции половых гормонов (гипофиза и яичников) и изменениями в органах половой системы: яичниках, матке, маточных трубах, влагалище, молочных железах. Менструальный цикл начинается в период полового созревания и продолжается до 45–50 лет. В норме менструальный цикл должен регулярно повторяться через определенное количество дней. Его длительность в физиологических пределах должна составлять от 21 до 35 дней. У большинства женщин половой цикл длится 27–28 дней, что считается наиболее оптимальным, так как при этом отмечается строгая периодичность циклических изменений.

Менструальный цикл состоит из двух фаз — фолликулярной (эстрогеновой) и лютеиновой (прогестероновой). Фолликулярная фаза заканчивается *овуляцией* (выход яйцеклетки из фолликула на поверхность яичника), лютеиновая — *менструацией* (гибель и отторжение функционального слоя эндометрия, сопровождающееся кровоизлиянием). Длительность каждой из этих фаз при 28-дневном половом цикле составляет в среднем 14 дней. Главную роль в осуществлении менструального цикла играют циклические изменения секреции гормонов гипофиза (ФСГ и ЛГ) и яичников (эстрогенов и прогестерона).

В течение менструального цикла последовательно происходят следующие изменения (рис. 12.3):

1. В начале фолликулярной фазы под действием ФСГ начинает созревать, как правило, один фолликул.

2. Развивающийся фолликул выделяет эстрогены, которые подавляют выработку ФСГ и ЛГ, действуют на эндометрий, вызывая его разрастание (максимальная толщина эндометрия отмечается на 12–14-й день цикла, во время полного созревания фолликула и овуляции).

3. К концу фолликулярной фазы высокая концентрация эстрогенов начинает стимулировать секрецию ЛГ.

4. Высокая концентрация ЛГ вызывает овуляцию, поддерживает существование образовавшегося на месте лопнувшего фолликула желтого тела.

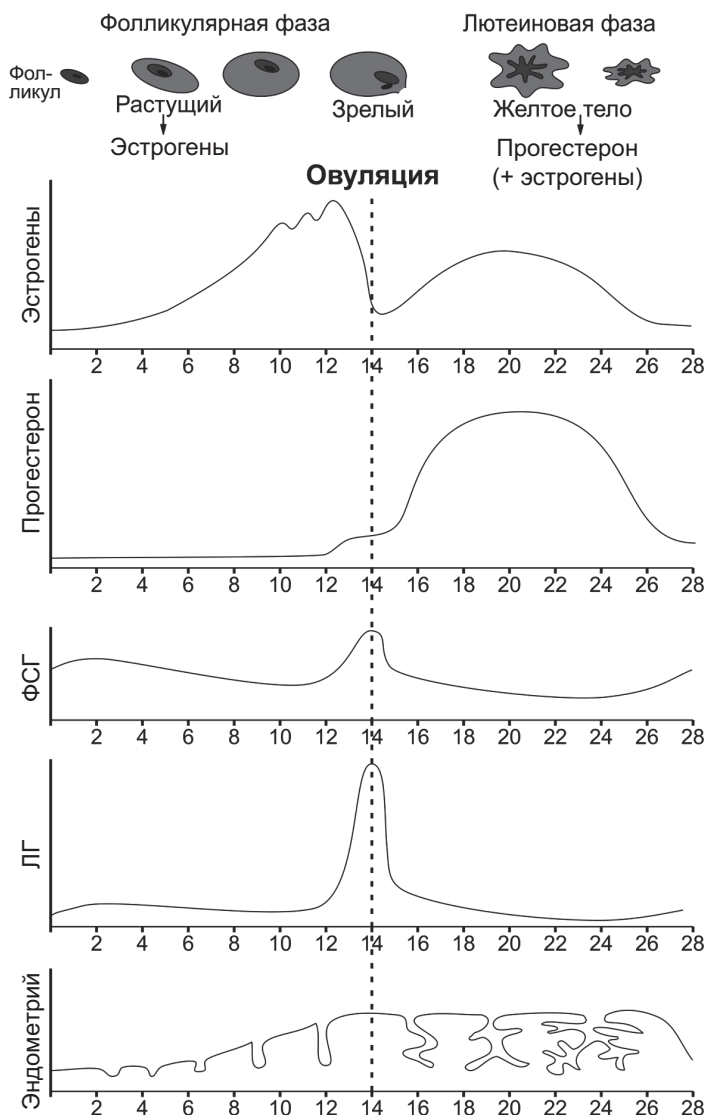


Рис. 12.3. Менструальный цикл

5. Желтое тело продуцирует прогестерон и эстрогены, которые тормозят выработку ЛГ и ФСГ, вызывают секреторные изменения эндометрия. Железы слизистой матки наполняются секретом, в клетках запасаются питательные вещества, разрастаются извитые кровеносные сосуды. Все эти изменения готовят слизистую матки к принятию и внедрению (имплантации) оплодотворенной яйцеклетки.

6. Снижение уровня ЛГ приводит в конце лютеиновой фазы к дегенерации желтого тела (если не происходит оплодотворения яйцеклетки, после чего развивается желтое тело беременности).

7. В результате дегенерации желтого тела уровень прогестерона и эстрогенов в крови падает, что вызывает спазм сосудов эндометрия и отторжение его

функционального слоя. Начинается очередная менструация. Она длится в норме 3–5 дней.

Лактация (лат. *lactare* — давать молоко) — это образование и выделение молока молочными железами. Лактация регулируется гормонами гипофиза:

1) пролактином (лактогенным) гормоном, который стимулирует образование молока млечными клетками молочных желез;

2) окситоцином, который вызывает сокращение мышечных клеток, окружающих молочные железы и млечные протоки, тем самым способствует продвижению молока к отверстиям в соске.

Весь процесс лактации имеет рефлекторный характер. Увеличение концентрации пролактина и окситоцина стимулируют импульсы, поступающие в гипоталамус от рецепторов соска груди, возбуждающиеся во время сосания ребенком материнской груди.

Вопросы для самопроверки

1. Какую роль в организме играет женская/мужская половая система?
2. Назовите женские и мужские наружные половые органы. Каковы их функции?
3. В каких железах образуются половые клетки?
4. Каковы особенности строения семенников и их функций?
5. Какие мужские половые железы вы еще знаете, какие функции они выполняют?
6. Каковы морфофункциональные особенности предстательной железы?
7. Что входит в состав семенной жидкости?
8. Какие семявыносящие пути вы знаете, где они располагаются?
9. Дайте структурно-функциональную характеристику яичников.
10. Назовите особенности строения матки и ее функции.
11. Что такое половой цикл?
12. Опишите изменения, происходящие в женском организме в течение одного полового цикла.
13. Какова роль желтого тела в менструальном цикле?
14. Какова роль гормонов в процессе лактации?

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

13.1. Общая характеристика обмена веществ и энергии

Живые организмы могут существовать только при условии постоянного обновления их структур. Для их синтеза нужны определенные вещества и энергия (которая также необходима для обеспечения всех физиологических функций). Вещества и энергию организм получает из окружающей среды. Клетки, ткани, органы находятся в постоянном химическом взаимодействии друг с другом и окружающей внешней средой. *Обмен веществ (метаболизм)* — совокупность биохимических процессов, постоянно протекающих в организме и обеспечивающих его рост, развитие и восстановление. Выделяют две стороны метаболизма — пластический и энергетический обмены. *Пластический обмен* включает процессы, направленные на рост и обновление структур организма, *энергетический* — процессы, направленные на энергообеспечение функций организма. Пластический и энергетический обмены основаны на параллельном осуществлении анаболических и катаболических реакций. *Анаболические реакции (анаболизм, ассимиляция)* — это реакции синтеза из простых молекул более сложных с накоплением энергии, построением новых клеточных структур и их развитием. *Катаболические реакции (катаболизм, диссимиляция)* сопровождаются расщеплением сложных молекул на простые с высвобождением энергии, которая используется на поддержание жизненных процессов.

Выделяют следующие этапы обмена веществ:

- переработка питательных веществ в желудочно-кишечном тракте и всасывание продуктов их расщепления в кровь;
- транспорт питательных веществ кровью и лимфой в клетки организма;
- выделение конечных продуктов обмена веществ органами выделения.

Главную роль в энергетических механизмах обмена веществ играют производные фосфорной кислоты — аденозинфосфорные кислоты. Они являются носителями энергии (макроэргическими соединениями), передающими заключенную в их химических связях энергию для использования в различных физиологических процессах. Непосредственным источником энергии для большинства энергозависимых процессов в организме является АТФ (аденозинтрифосфорная кислота). Остальные вещества могут служить источниками энергии только в том случае, если при их распаде образуется АТФ. Все основные органические вещества, поступающие с пищей в организм, окисляются с образованием АТФ и потому могут служить источниками энергии. Однако основными энергетическими субстратами в человеческом организме являются углеводы и жиры.

Обмен веществ в организме регулируется нервным и гуморальным путями. В области гипоталамуса располагаются нервные структуры, которые участвуют в регуляции различных видов обмена веществ. Гуморальный путь регуляции обмена веществ связан с воздействием гормонов на процессы превращения веществ, усиливая или ослабляя их. Однако ни один из этих путей не может действовать самостоятельно, контроль за регуляцией обмена веществ осуществляется центральной нервной системой.

На клеточном уровне обмен веществ осуществляется посредством ферментов, активность которых координируется соответствующим геном. Каждый фермент избирательно катализирует какую-либо реакцию обмена веществ. Ферменты необходимы для переваривания и всасывания питательных веществ, синтеза белков, реакций энергетического обмена, нервно-психической деятельности, размножения, процессов выведения веществ из организма и др. Сами ферменты в реакциях не участвуют, однако способны запускать химические процессы с большой скоростью и малыми затратами энергии. Ферментативную активность обычно определяет небольшая часть белковой молекулы фермента, называемая *активным центром* (*коферментом*). Коферментами, в частности, являются некоторые витамины, ионы металлов.

Интенсивность обмена веществ и энергии зависит от возраста (у детей она более высокая, чем у взрослых). Его уровень неодинаков также в пределах одной возрастной группы, так как взаимосвязан с процессами роста и индивидуального развития организма. Наиболее интенсивный обмен наблюдается у детей раннего возраста и в период полового созревания. У детей преобладают процессы ассимиляции. В организме взрослого человека процессы ассимиляции и диссимиляции находятся в равновесии. В пожилом возрасте преобладают процессы диссимиляции.

13.2. Обмен белков (белковый обмен)

Белки являются в организме основным пластическим материалом клетки, который не может образовываться из других веществ. Обмен белков начинается с их расщепления протеолитическими ферментами, в результате чего образуются низкомолекулярные пептиды и аминокислоты. В дальнейшем они превращаются в специфические белки (альбумины, глобулины, фибриноген и др.). Наиболее интенсивный распад аминокислот происходит в печени. В процессе ассимиляции простые белки и пептиды образуют сложные белки — протеины. Соединяясь с углеводами, они образуют *гликопротеины*, с липидами — *липопротеины*, с нуклеиновыми кислотами — *нуклеопротеины*. Эти соединения идут на построение клеточных структур (мембран, рибосом, хроматина клеточных ядер и др.), входят в состав ферментов, гормонов, регулируют различные процессы в организме, осуществляют защитные функции, определяют видовую и индивидуальную принадлежность организма. Конечными продуктами диссимиляции белков являются вода, углекислый газ, мочевины, мочевая кислота.

В норме белки не используются как источники энергии. Они могут быть использованы в этом качестве при недостатке других субстратов (1 г белка дает 4,1 ккал, или 17,2 кДж). При избыточном потреблении белков они частично превращаются в липиды для запасания энергии. Недостаточное поступление белков может приводить к потере внутренних белков. Вследствие этого организм, особенно развивающийся, нуждается в постоянном введении полноценных белковых веществ. Так, недостаточное снабжение организма детей белками приводит к отставанию их в физическом и умственном развитии, тяжелым расстройствам здоровья.

Суточная потребность в белках зависит от возраста, пола, профессии, веса человека, функционального состояния организма. На 1 кг массы тела детей в возрасте от 4 до 7 лет требуется в среднем 3,5 г белка, от 8 до 12 лет — 3 г и старше 12 — 2–2,5 г. Взрослым необходимо в сутки около 70–90 г белка (0,5–1 г на 1 кг массы тела), при

увеличении физической нагрузки его количество должно возрастать. Значительно возрастает потребность организма в белках после заболеваний, сопровождающихся высокой температурой.

Ряд аминокислот, входящих в состав белков, может синтезироваться в организме (аланин, глицин, цистеин и др.) — эти аминокислоты называются *заменимыми*; другие не синтезируются в организме и обязательно должны поступать с пищей (аргинин, лейцин, лизин и др.) — *незаменимые* аминокислоты. Отсутствие даже одной из них вызывает тяжелые нарушения и расстройства организма. Биологически полноценными считаются те белки, которые содержат все незаменимые аминокислоты. Это, прежде всего, животные белки. Неполноценные белки (в основном растительные) не содержат тех или иных аминокислот. В случае вегетарианской диеты следует обязательно употреблять в пищу различные растительные продукты, так как в одних продуктах могут содержаться одни незаменимые аминокислоты, в других — другие.

Для характеристики белкового обмена используется *азотистый баланс*, т.е. соотношение поступившего за сутки в организм и выведенного из него за сутки азота. Это связано с тем, что только белки содержат азот, его содержание в белках постоянно и составляет около 16 %; 1 г азота соответствует 6,25 г белка. Для того чтобы по поступлению (или расходу) азота судить о поступлении (расходе) белка в организме, количество азота умножают на 6,25. Например, если суточное выведение с мочой азота составляет 12 г, то суточный расход белка равен $12 \text{ г} \times 6,25 = 75 \text{ г}$. Состояние, при котором количество поступившего азота равно количеству выведенного из организма, называется *азотистым равновесием*. Это состояние является нормой для взрослого организма. При большем поступлении белка в организм и меньшем выведении азота образуется *положительный азотистый баланс* (наблюдается его накопление в организме). Такое состояние отмечается при беременности, у детей (в связи с интенсивным ростом, образованием новых структур), при выздоровлении после тяжелых заболеваний, после голодания, при наращивании мышечной массы. В обычном состоянии у взрослого человека, при избыточном потреблении белка в

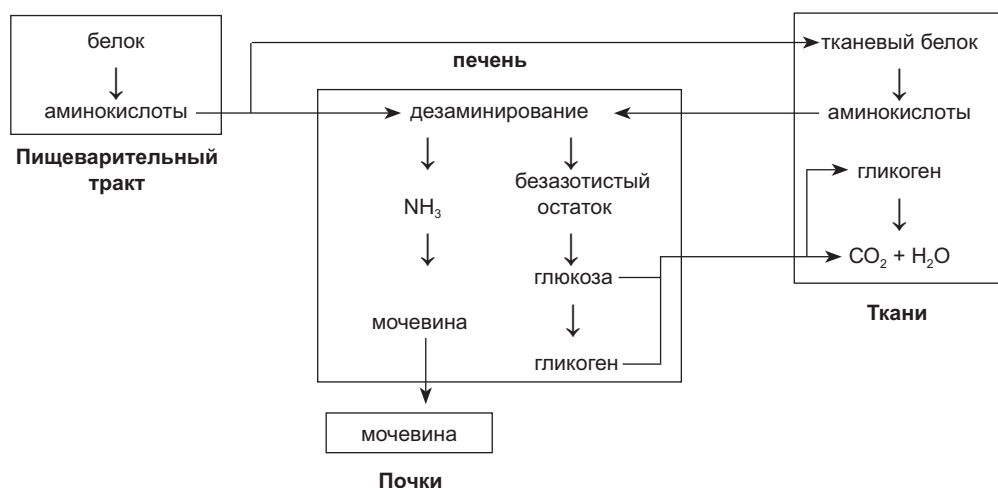


Рис. 13.1. Схема обмена белков

пищу, положительный азотистый баланс не наблюдается, так как белок в организме не депонируется. В этих условиях повышение поступления азота автоматически приводит к повышению его расхода. Состояние, при котором поступление азота с пищей меньше его выведения, называется *отрицательным азотистым балансом*. Такой баланс отмечается при голодании, употреблении неполноценных белков, тяжелых истощающих заболеваниях (например, росте опухолей). Это связано с тем, что белки в организме обязательно расходуются (даже если они не поступают с пищей) и резервов белков в организме практически нет. Также отрицательный азотистый баланс может отмечаться при лихорадочных состояниях и при нарушениях нейроэндокринной регуляции белкового обмена.

На белковый обмен (рис. 13.1) оказывает влияние ряд гормонов. Так, инсулин, соматотропный гормон (СТГ), тестостерон повышают синтез белков; глюкокортикоиды усиливают распад белков. Тиреоидные гормоны повышают обмен белков, однако в условиях недостаточного поступления липидов и углеводов они могут вызывать их распад.

13.3. Обмен углеводов (углеводный обмен)

Углеводы (сахара) служат основным источником энергии (1 г углеводов выделяет 4,1 ккал, или 17,2 кДж) в организме. В организм углеводы поступают в основном с растительной пищей (хлеб, овощи и фрукты, крупы). Суточная потребность взрослого человека в углеводах составляет около 500 г. Однако эта величина зависит от энергетических потребностей организма и может существенно меняться. Сложные углеводы пищи (*крахмал, сахароза*) под действием ферментов слюнных желез и поджелудочной железы превращаются в моносахариды (*глюкозу, фруктозу, галактозу, маннозу*) и всасываются в тонком кишечнике в кровь. Большую часть из них составляет глюкоза. Остальные моносахариды в печени также превращаются в глюкозу, которая таким образом является основным углеводом крови (концентрации в крови остальных моносахаридов незначительны). Кроме энергетической функции углеводы также выполняют пластическую функцию — входят в состав клеточных структур. Конечные продукты распада углеводов — углекислый газ и вода.

Глюкоза — основной источник энергии для всех клеток организма. Снижение глюкозы ниже критического уровня вызывает нарушение функции головного мозга, так как его клетки используют в качестве источника энергии почти исключительно углеводы. В связи с этим уровень глюкозы в крови является одной из констант внутренней среды организма. Углеводы запасаются в организме в виде гликогена (в печени и скелетных мышцах). Общее количество гликогена в организме взрослого человека составляет 300–400 г, но только 1/5 от этого количества приходится на долю гликогена печени (из него глюкоза может высвобождаться в кровь). Гликоген мышц используется только самими мышцами. Показано, что гликогена печени может хватить на поддержание уровня глюкозы в крови на 12–16 ч. Запасы углеводов в организме, таким образом, невелики и используются главным образом для неотложных потребностей энергообеспечения. Кроме поступления в организм человека с пищей и в результате распада гликогена печени глюкоза может образовываться из белков и липидов. Последний путь является более медленным, но благодаря ему

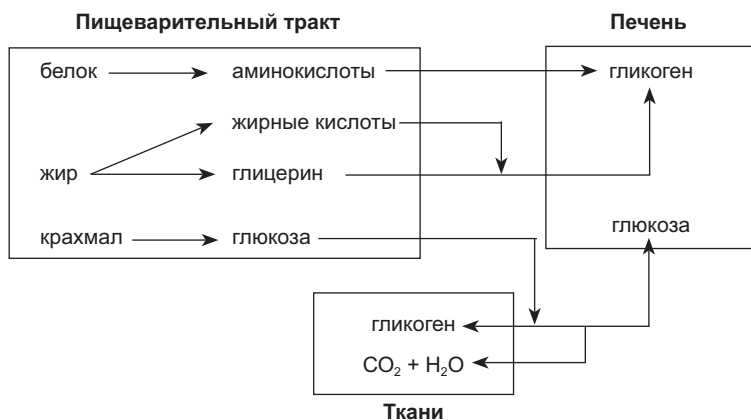


Рис. 13.2. Схема обмена углеводов

может поддерживаться уровень глюкозы в крови при длительном голодании или безуглеводной диете, а также в условиях хронического стресса.

Особенностью регуляции углеводного обмена (рис. 13.2) является необходимость поддержания уровня глюкозы в крови на постоянном уровне. Избыток углеводов тормозит распад жиров и приводит к переходу на преимущественное использование углеводов как основного источника энергии, недостаток же углеводов — на использование жиров. При повышении уровня глюкозы в крови усиливается образование гликогена печени, при понижении — наоборот, происходит его расщепление до глюкозы. Пониженная концентрация глюкозы в крови также усиливает ее образование из белков и жиров. При резко повышенной концентрации глюкозы в крови она может выводиться с мочой (это происходит при сахарном диабете, в норме этот механизм не действует).

В регуляции углеводного обмена принимают участие гормоны гипофиза, поджелудочной железы и надпочечников. *СТГ* гипофиза тормозит транспорт глюкозы в клетки (особенно мышц и печени). *Инсулин* усиливает транспорт глюкозы в клетки, способствует депонированию ее избытка в виде гликогена; *глюкагон* — стимулирует распад гликогена печени. Также наряду с глюкокортикоидами глюкагон активизирует образование глюкозы из белков и жиров. *Адреналин* способствует быстрому, но кратковременному способу поступления глюкозы в кровь — из гликогена печени и мышц, что необходимо в условиях острого стресса. Таким образом, единственным гормоном, понижающим уровень глюкозы в крови, является инсулин, остальные гормоны действуют противоположным образом.

Содержание глюкозы в крови и запасы гликогена регулируются также ЦНС. В случае снижения концентрации глюкозы в крови активизируется центр голода и запускается пищевое поведение; активизируется симпатическая нервная система, что способствует расщеплению гликогена и выделению из надпочечников адреналина.

13.4. Обмен жиров (жировой обмен)

Жировые вещества используются в организме в качестве энергетического материала (1 г жира выделяет 9,3 ккал, или 38,9 кДж), а также выполняют еще целый

ряд важных функций в организме. Они являются необходимым компонентом многих клеточных структур (особенно мембран), необходимы для синтеза различных биологически активных веществ, участвуют в усвоении некоторых веществ (например, жирорастворимых витаминов в кишечнике), выполняют различные физиологические и биохимические функции. Потребность в жирах составляет у взрослого человека 1 г на 1 кг массы тела. Избыточное потребление жира способствует его отложению в подкожной жировой клетчатке. Конечные продукты диссимиляции жиров — вода и углекислый газ.

Жиры (липиды) представляют собой сложные органические соединения, в состав которых входят жирные кислоты. К липидам относят нейтральные жиры (*триглицериды*, состоящие из глицерина и жирных кислот) и липоидные (жироподобные) вещества (*липиды*, в состав которых кроме жирных кислот входят многоатомные спирты, фосфаты и азотистые соединения).

Триглицериды являются главной формой депонирования липидов в жировой ткани. Мобилизация жира на энергетические потребности заключается в гидролизе триглицеридов и образовании свободных жирных кислот. Основной энергетический субстрат, поставляемый из жировой ткани клетками, — жирные кислоты. Это связано с тем, что жирные кислоты лучше, чем триглицериды, проникают через клеточные мембраны. В энергетическом отношении окисление жирных кислот дает в 2 раза больше энергии, чем белки и углеводы.

Выделяют (на основе особенностей строения) *насыщенные жирные кислоты* и *ненасыщенные жирные кислоты*. К насыщенным жирным кислотам относятся, в частности, пальмитиновая, стеариновая и др. Они используются в основном как энергетический материал, содержатся в большей степени в животных жирах. Ненасыщенные жирные кислоты делят на моновенасыщенные (олеиновая кислота и др.) и полиненасыщенные (ПНЖК). К ПНЖК относят линолевую, линоленовую (является незаменимой, должна поступать с пищей) и арахидоновую кислоты. Недостаточное содержание в организме ПНЖК приводит к задержке роста, некротическим поражениям кожи, изменениям проницаемости капилляров и другим патологическим нарушениям. ПНЖК являются предшественниками в синтезе простагландинов, которые препятствуют отложению холестерина на стенках кровеносных сосудов. ПНЖК в большей степени содержатся в растительных продуктах и некоторых видах морепродуктов. В связи с этим жиры растительного происхождения должны обязательно входить в состав рациона человека.

Липоидные вещества входят в состав всех клеточных мембран организма, определяют активность многих ферментов, участвуют в мышечном сокращении и проведении нервного импульса. Они образуют комплексы с белками (липопротеины), с фосфорной кислотой (фосфолипиды) и др. Роль таких сложных соединений жиров очень велика. Представителем фосфолипидов, в частности, является лецитин. Фосфолипиды входят в состав клеточных мембран, в состав миелиновой оболочки нервных волокон, участвуют в свертывании крови и т.д. Большая их часть синтезируется в организме (в основном в печени), с пищей человек получает их значительно меньше.

К липоидным веществам также относится *холестерин*. Он поступает в организм с продуктами животного (только) происхождения, а также синтезируется в организ-

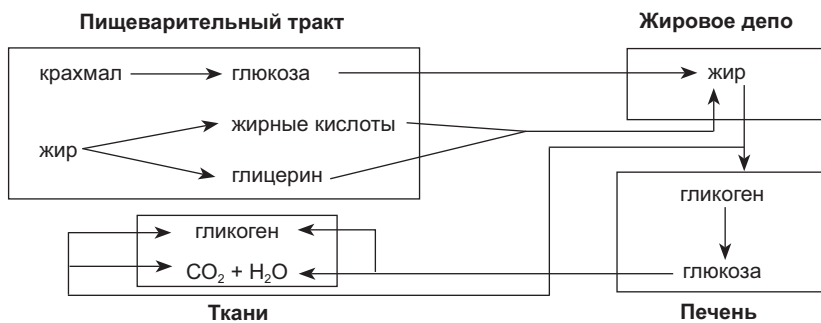


Рис. 13.3. Схема обмена жиров

ме человека. Холестерин является предшественником в синтезе витамина D, ряда гормонов; принимает участие в обмене желчных кислот, участвует в образовании рогового слоя эпидермиса. Известно, что высокий уровень холестерина может привести к образованию атеросклеротических бляшек и закупорке кровеносных сосудов (атеросклерозу). Поэтому людям с повышенным уровнем холестерина рекомендуют ограничить потребление пищевых продуктов с высоким его содержанием (яйца, сливочное масло, печень, мясо).

В регуляции липидного обмена (рис. 13.3) значительную роль играют нервная система, а также ряд желёз внутренней секреции (гипофиз, щитовидная железа, надпочечники, гонады). Регуляция обмена липидов направлена (как и в случае углеводов) на изменение путей их превращения (расходования и депонирования, перехода на преимущественное использование липидов или углеводов, взаимных превращениях энергетических субстратов) в зависимости от текущего состояния организма и его потребностей. Избыток углеводов тормозит распад липидов и приводит к преимущественному использованию углеводов как источника энергии. Недостаток углеводов способствует переходу на использование в большей степени липидов.

Мобилизацию жирных кислот из жировой ткани (липолиз) стимулируют адреналин, глюкокортикоиды, СТГ, а также тиреоидные гормоны (в результате повышения интенсивности обменных процессов). Тормозит липолиз только инсулин, способствуя, таким образом, депонированию энергии в виде липидов.

Масса жировой ткани в организме должна находиться на определенном уровне. Это особенно важно для женского организма — необходимы запасы энергии для осуществления репродуктивных функций. За поддержание массы жировой ткани отвечает гормон *лептин*, который вырабатывается жировой тканью. Он действует на гипоталамус, подавляя чувство голода. Чем больше масса жировой ткани, тем больше лептина вырабатывается. В случае снижения массы жировой ткани выработка лептина уменьшается, повышается чувство голода, увеличивается потребление пищи, масса жировой ткани восстанавливается.

13.5. Водный и минеральный обмен

Вода — наиболее распространенное вещество в нашем организме, которое является важной составной частью каждой клетки. У человека содержание воды в различных тканях колеблется от 20 % (в костях) до 85 % (головной мозг), составляя в

среднем 70 % массы тела. Вода выполняет в организме ряд важных функций. Она необходима в качестве среды, в которой протекают химические реакции, принимает активное участие в процессах обмена веществ. Вода обладает большой теплоемкостью и теплопроводностью, что способствует процессам терморегуляции.

Основная масса воды содержится внутри клеток, в плазме крови и межклеточном пространстве. Потребность в воде у детей младшего возраста составляет 50–60 мл на 1 кг массы тела и с возрастом увеличивается в среднем до 2–2,5 л. В организме также образуется метаболическая вода (около 300 мл) как один из конечных продуктов обмена. Обмен воды в обычных условиях не превышает 5 % массы тела в сутки. Повышение температуры и высококалорийная пища способствуют выделению воды и увеличивают ее потребление. Обезвоживание организма приводит к гибели человека. Без воды человек может прожить около 5–6 дней, тогда как без пищи может обходиться намного дольше.

Вода и растворенные в ней минеральные вещества всасываются на протяжении всего желудочно-кишечного тракта. Удаляется вода из организма через почки, кожу, легкие, а также с каловыми массами. Регуляция водного обмена контролируется гормонами гипоталамуса, гипофиза, надпочечников.

Минеральные вещества, как и витамины, не обладают энергетической ценностью, однако играют важную роль в различных обменных процессах. Минеральные вещества поступают в организм с продуктами питания и водой. Они выполняют пластическую функцию, участвуют в регуляции водно-солевого и кислотно-щелочного баланса, построении костной ткани, входят в состав ферментных систем. Потребность в различных минеральных веществах неодинакова. Они подразделяются на *макроэлементы* (кальций, фосфор, магний, натрий, калий, хлор и др.), необходимые организму в относительно больших количествах, и *микроэлементы* (железо, цинк, медь, йод, фтор и др.), необходимые человеку в очень малых дозах — долях миллиграмма. Содержание некоторых неорганических соединений в пищевых продуктах регламентируется медико-биологическими требованиями и санитарными нормами, так как в случае попадания в организм в больших количествах они могут проявлять токсические свойства.

Кальций входит в состав костей, зубов и имеет большое значение для формирования скелета. Он является важнейшим компонентом в системе свертывания крови, необходим для нормальной возбудимости нервной ткани и сократимости мышечных волокон. Недостаток кальция в пище отрицательно сказывается на процессах окостенения, функции сердечной мышцы и др. Суточная норма кальция для детей школьного возраста — от 1000 до 1200 мг, потребность взрослых составляет около 1000 мг. Достаточное поступление кальция в детском и подростковом возрасте считается важным фактором укрепления костной системы в течение всей жизни. Наиболее богаты кальцием молоко и молочные продукты.

Фосфор входит в состав каждой клетки, 85 % его содержится в костях и зубах, он является биологическим спутником кальция. Фосфор имеет большое значение для деятельности нервной системы, сокращении мышц. Органические соединения фосфора являются центральным звеном энергетического обмена. Фосфолипиды — основные строительные белки мембран клеток. Являясь составной частью нуклеиновых кислот, соединения фосфора играют важную роль в процессах роста и деления

клеток. Норма физиологической потребности фосфора для школьников от 1500 до 1800 мг, для взрослых — около 1200 мг. Недостаточность фосфора, обусловленная его нехваткой в пище, практически не встречается. Важным является предупреждение его излишнего поступления и соблюдение оптимального соотношения с кальцием (примерно 1:1). Фосфором богаты мясо, сыры, рыба, бобовые.

Физиологическая роль магния обусловлена его участием в ряде важнейших ферментативных процессов. Магний активизирует фосфорный обмен, способствует снижению артериального давления, поддерживает стабильность сердечного ритма, нервную и мышечную деятельность и т.д. Потребность в магнии у взрослых — 400 мг в сутки, у школьников — от 250 до 300 мг. Обычный рацион, включающий хлеб, овощи и фрукты, обеспечивает потребность здорового человека в магнии. Дефицит магния может развиваться при определенных заболеваниях или особенностях питания, что является одной из причин сердечно-сосудистых патологий.

Натрий содержится во многих тканях организма и биологических жидкостях. Хлорид натрия действует как электролит во внеклеточной жидкости; участвует в транспортной системе клеточной оболочки. Он необходим для регуляции водно-солевого баланса, поддержания осмотического давления крови; для нормальной мышечной и нервной деятельности. Человек получает натрий главным образом с поваренной солью, он также присутствует во многих пищевых источниках. Суточная потребность в натрии составляет 4–6 г, однако при некоторых состояниях (болезни почек, артериальная гипертензия и др.) его потребление должно уменьшаться до 2–3 г.

Хлор — второй элемент, входящий в состав поваренной соли, которая является основным его источником. Хлор участвует в поддержании ионного и осмотического балансов, входит в состав соляной кислоты желудочного сока, поддерживает нормальный баланс жидкостей. Много хлора содержится в морских продуктах, он встречается также во многих продуктах и напитках, употребляемых ежедневно. Важно, чтобы в питании соблюдалось правильное соотношение хлора, калия и натрия.

Калий наряду с натрием и хлором необходим для обеспечения биоэлектрических процессов, происходящих в возбудимых тканях; участвует в регуляции внутриклеточного осмотического давления, способствует снижению артериального давления, необходим для нормальной работы мышц (в частности сердечной мышцы). Суточная потребность взрослого в калии составляет около 2–2,5 г. Много калия содержится в морской рыбе, мясе, в некоторых растительных продуктах (орехи, курага, изюм, яблоки, смородина, крупы и др.). Обычно люди не испытывают недостатка в этом элементе, однако калий интенсивно выводится из организма при использовании некоторых мочегонных средств. В этом случае следует принимать дополнительно препараты калия либо питаться продуктами с большим его содержанием.

Среди микроэлементов выделяют наиболее необходимые для организма, а также нейтральные — не оказывающие выраженных физиологических (или токсических) действий на организм. Незаменимыми компонентами пищи, в частности, являются: *железо* (составная часть гемоглобина, многих ферментов); *медь* (помогает железу выполнять его функции, играет важную роль в обеспечении репродуктивных функций, влияет на состояние соединительных тканей); *цинк* (участвует в метаболизме белков, жиров, нуклеиновых кислот, влияет на иммунную систему); *марганец* (необ-

ходим для функционирования ферментов, участвующих в формировании соединительной ткани, активно влияет на синтез холестерина, метаболизм инсулина и другие виды обмена веществ); *молибден* (оказывает влияние на использование запасов железа в организме, активизирует обмен аминокислот, важных для работы нервной системы); *йод* (входит в состав гормонов щитовидной железы); *хром* (влияет на метаболизм инсулина, на уровень холестерина в крови); *фтор* (участвует в костеобразовании, процессах образования дентина и зубной эмали); *селен* (способствует синтезу гормонов щитовидной железы, его соединения действуют как антиоксиданты и иммуномодуляторы), *кобальт* (является компонентом витамина В₁₂); *кремний* (регулятор синтеза коллагена костной ткани). В большинстве случаев микроэлементы являются составной частью ферментов, гормонов, витаминов.

Перечень минеральных веществ, необходимых человеку, на этом не заканчивается. Известно, что в организме человека содержится большая часть периодической системы химических элементов. Многие вещества, ранее считавшиеся токсичными или нейтральными, оказались при дальнейших исследованиях необходимыми человеку, но в очень малых количествах (например мышьяк и алюминий). Нарушение минерального обмена может приводить к серьезным нарушениям функций организма человека. При этом необходимо помнить, что различные минеральные вещества оказывают взаимное влияние. Так, обмен кальция тесным образом связан с обменом фосфора; на метаболизм кальция и магния влияет бор; избыток марганца усиливает дефицит магния и меди и т.д. В связи с этим для нормального функционирования организма человеку необходимо сбалансированное питание, обеспечивающее поступление различных веществ (считается, что человек должен получать с пищей около 600 веществ, каждое из которых занимает определенное место в сложном механизме биохимических процессов).

13.6. Витамины

Витамины — группа органических веществ, различных по своей химической структуре, имеющих высокую биологическую активность. Они не синтезируются в организме (или образуются в недостаточном количестве) и поэтому должны поступать с пищей. В связи с высокой биологической активностью витамины необходимы организму в очень небольших количествах — от нескольких микрограммов до нескольких миллиграммов в день (табл. 13.1). Витамины не являются пластическим или энергетическим материалом, но без них невозможно нормальное развитие и функционирование организма. Витамины особенно необходимы молодому, растущему организму. Витамины участвуют в регуляции различных биохимических и физиологических процессов, обмене веществ (являясь составной частью ферментов). Так, витамины В₁ и В₂ являются коферментами ферментов энергетического обмена клетки.

При недостатке витаминов развиваются состояния *гипоавитаминоза* или *авитаминоза*, которые могут иметь тяжелые последствия (вплоть до смертельного исхода). Это может происходить при уменьшении поступления витаминов с пищей или недостаточном их всасывании. К *гиповитаминозам* относятся состояния уме-

Таблица 13.1. Витамины

Название	Нормы суточной потребности (для мужчин/женщин 18–59 лет)	Основные источники	Физиологическое действие	Нарушения, возникающие при недостатке
Водорастворимые витамины				
Аскорбиновая кислота (витамин С)	70–100/70–80 мг	Овощи, фрукты, ягоды	Участвует в окислительно-восстановительных реакциях; усиливает иммунитет, укрепляет сосудистые стенки, участвует в обмене белков и углеводов	Цинга — кровоточивость десен, мелкие кровоизлияния в коже (в связи с увеличением проницаемости кровеносных сосудов), снижение умственной и физической работоспособности, боли в суставах и мышцах
Тиамин (витамин В ₁)	1,2–2,1/1,1–1,5 мг	Зерновые и бобовые культуры; дрожжи, свинина, печень, почки, сердце	Необходим для нормальной работы нервной, эндокринной, иммунной систем; участвует в обмене белков, жиров и углеводов	Бессонница, повышенная раздражительность, беспокойство, головные боли; крайняя степень авитаминоза — болезнь Бери-Бери, приводящая к параличу и атрофии мышц в результате поражения нервов и нарушения нервной проводимости
Рибофлавин (витамин В ₂)	1,5–2,4/1,3–1,8 мг	Печень, почки говяжьи и свиные, молоко и молочные продукты, яйца; зерновые и бобовые культуры	Необходим для правильного развития плода и роста ребенка; нормального восприятия цвета, остроты зрения и защиты глаз от ультрафиолетового излучения	Задержка роста (в детстве); воспаление слизистой оболочки языка, губ; плохо заживают повреждения кожи; слезоточивость, светобоязнь
Витамин В ₆ (пиридоксин)	2,0/1,8 мг	Бобовые культуры; почки говяжьи и свиные, печень, мясо животных и птицы, рыба; синтезируется микрофлорой толстого кишечника	Участвует в обмене белков, жиров, углеводов, влияет на кроветворение	Потеря аппетита, тошнота, анемия; поражения кожи. Авитаминоз может возникать при употреблении лекарств, подавляющих микрофлору кишечника, радиации

Кобаламины (витамин В ₁₂)	3,0/3,0 мкг	Продукты животного происхождения: мясо, почки, печень рыб и рогатого скота, рыба, сыры	Влияет на кроветворение, обмен белков и нуклеиновых кислот, стимулирует рост, способствует нормальной работе нервной системы	Злокачественная анемия
Фолацин (фолиевая кислота)	200/200 мкг	Свежие овощи, зелень; грибы, дрожжи, печень, творог, сыры, молоко и молочные продукты	Необходим для нормального кроветворения, роста организма и поддержания иммунитета, влияет на синтез нуклеиновых и аминокислот	Анемия, снижение иммунитета, ряд заболеваний ЖКТ и печени
Ниацин (витамин РР, никотиновая кислота)	16–28/14–20 мг	Печень говяжья и свиная, мясо, рыба; хлеб, крупы, овощи	Влияет на энергетический обмен в клетках, нормализует моторную и секреторную функции ЖКТ и функции печени, укрепляет стенки сосудов	Диарея, поражения кожных покровов; при сильном авитаминозе — заболевание пеллагры (поражаются ЖКТ, кожа, при тяжелых проявлениях нарушается психика)

Жирорастворимые витамины

Витамин А	1000/800–1000 мкг	Печень рыб и животных, яйца, рыбий жир, молоко, морковь (содержит провитамин бета-каротин, из которого в организме образуется витамин А)	Обеспечивает нормальный рост организма, формирование скелета, влияет на состояние эпителия кожи, необходим для образования зрительного пигмента родопсина	Куриная слепота (нарушение сумеречного зрения), повреждение глаз; поражения кожи (дерматиты)
Витамин D (кальциферолы)	2,5/2,5 мкг	Печень рыб, рыбий жир, яйца, говяжья печень, молочные продукты; вырабатывается в коже под действием ультрафиолетовых лучей	Регулирует обмен кальция и фосфора, необходим для нормального образования костной ткани	У детей авитаминоз проявляется в виде рахита — нарушается костеобразование (чаще наблюдается у городских детей)
Витамин Е	10/8 мг	Растительные масла, хлеб, крупы; яйца	Защищает клетки организма от повреждения свободными радикалами, влияет на созревание половых клеток	Дистрофия скелетных мышц, ослабление половой функции
Витамин К	От 10–40 мкг до 3–5 мг (по данным различных авторов)	Капуста, салат, кабачки, томаты; говяжья печень; синтезируется микрофлорой кишечника	Способствует нормальному свертыванию крови	Увеличение времени свертывания крови, кровотечения в ЖКТ, подкожные кровоизлияния

ренного дефицита витамина со стертой клинической картиной и неспецифическими проявлениями. Чаще встречаются гиповитаминозы В₁, В₂, В₁₂, РР, С, D, К. Под *авитаминозом* понимают состояние глубокого дефицита витамина с выраженной клинической симптоматикой. Для ряда витаминов опасно не только недостаточное, но также избыточное (что встречается редко) потребление.

Источниками витаминов служат пищевые продукты животного и растительного происхождения. В пищевых продуктах они могут находиться в активной или неактивной форме (провитамины). Провитамины в организме переходят в активное состояние. Некоторые витамины могут синтезироваться микрофлорой кишечника. Витамины подразделяют на *жирорастворимые* и *водорастворимые*. Жирорастворимые витамины могут полноценно усваиваться только при нормальном всасывании жиров. В связи с этим у пожилых людей (при ослаблении функций печени), как правило, наблюдается их недостаток.

13.7. Энергетический обмен

Как уже говорилось ранее, основными источниками энергии в организме человека являются углеводы и жиры. Белки являются ценным пластическим материалом и редко используются в качестве непосредственного источника энергии. Различные энергетические источники в организме отличаются, в частности, по величине запасов и скорости высвобождения энергии. Чем выше скорость высвобождения энергии при использовании того или иного источника, тем меньше его запасы. Так, для интенсивной работы необходимо использовать источники энергии с быстрым ее высвобождением, для длительной — с большими запасами в организме. Молекулы углеводов являются водорастворимыми. Благодаря этому они могут достигать высокой концентрации в крови и быстро поступать к тканям. Углеводы обеспечивают быстрое высвобождение энергии, но их резервов в организме меньше, чем жиров. Углеводы, таким образом, используются в большей степени для неотложных потребностей энергообеспечения. Жиры являются медленным энергетическим субстратом в связи с тем, что они малорастворимы в воде (и, следовательно, не могут достигать высокой концентрации в крови). Однако, благодаря своим физико-химическим свойствам, липиды могут заполнять большую часть клетки. Поэтому именно они являются основными резервами энергии. Запасов жиров в организме человека (со средней массой тела) хватает примерно на 1,5 месяца полного голодания.

Под поступлением энергии в организм понимается поступление питательных веществ в кровь (а не в ЖКТ), т.е. количество усвоившихся питательных веществ. Неусвоенные вещества проходят через ЖКТ и выводятся с каловыми массами, не участвуя в энергетическом обмене. Количество энергии, используемое организмом в состоянии покоя и бодрствования натошак, называется основным обменом. Его определяют утром в положении лежа, в отсутствие умственной и физической нагрузки, при температуре воздуха 18–20 °С. Основной обмен выражают в ккал или кДж, выделенных организмом на 1 кг массы тела за 1 ч. У взрослого здорового мужчины он составляет в среднем 1 ккал (4,2 кДж)/кг/ч. Уровень основного обмена имеет индивидуальные особенности и главным образом зависит от возраста, массы тела, пола, роста. Он может изменяться при недостаточном или избыточном питании, из-

менении климатических условий, физической нагрузки и др. У женщин он меньше на 10–15 % (в связи с меньшим объемом мышечной ткани); у детей он выше, чем у взрослых. В пожилом возрасте его уровень снижается. Повышение уровня энергетического обмена выше основного обмена называют *рабочей прибавкой*. Она складывается из затрат энергии на прием пищи; физическую, умственную и эмоциональную нагрузку; на процессы терморегуляции. Так, при приеме белковой пищи энергозатраты могут повышаться на 30 % в течение 3–12 ч; энергозатраты на умственную нагрузку — на 10 %. При особо тяжелой физической работе увеличение энергозатрат может в 3 раза превосходить основной обмен. Поступление калорий в организм с пищей должно соответствовать суточным энергозатратам. Сбалансированный рацион должен включать у взрослого человека белки, жиры и углеводы в соотношении 1 : 1 : 4. Энергетическая доля углеводов при таком соотношении должна составлять около 55 %, жиров — 30 %, белков — 15 %. При необходимости снижения массы тела следует уменьшить, таким образом, количество потребляемых углеводов. Нерациональный по калорийности, составу, распределению по приемам пищи рацион может приводить к нарушениям обмена веществ и энергии. Основной обмен может также нарушаться при заболеваниях эндокринной системы. При гиперфункции щитовидной железы он может увеличиваться до 150 % от нормы, при гипофункции — снижается. Значительные изменения отмечаются также при патологиях гипофиза.

Все энергетические процессы в организме, протекающие с участием кислорода, образуют систему *аэробного обмена*. Выделение энергии без участия кислорода — *анаэробный обмен*.

13.8. Терморегуляция

Терморегуляция — физиологическая функция, обеспечивающая поддержание температуры тела в определенном диапазоне при колебаниях температуры внешней среды и собственной теплопродукции. Температура тела является одной из самых важных констант внутренней среды организма. Это связано с тем, что при изменении температуры тела меняется скорость протекания процессов обмена веществ. В норме температура тела должна составлять около 37 °С (индивидуальные значения могут колебаться у человека от 36,5 °С до 36,9 °С). Предельный температурный диапазон, совместимый с жизнью, составляет 25–43 °С. Температура тела поддерживается на постоянном уровне благодаря балансу процессов *теплопродукции* (*химической терморегуляции*) и *теплоотдачи* (*физической терморегуляции*).

Под *теплопродукцией* понимают образование тепла в организме, обусловленное превращением энергии, которое происходит в результате обмена веществ и механической мышечной работы. В состоянии покоя у человека среднего возраста выделяется 1 ккал на 1 кг массы тела в час (50 % — в органах брюшной полости, 20 % — в скелетных мышцах, 20 % — в центральной нервной системе, около 10 % связано с работой дыхательной и сердечнососудистой системы). Это так называемая *обязательная теплопродукция*. Ее хватает для поддержания нормальной температуры тела человека при температуре окружающей среды 25–26 °С. Если температура окружающей среды становится ниже, включаются механизмы *дополнительной*

теплопродукции. Это обеспечивается в большей степени за счет произвольного и непроизвольного сокращения мышц (дрожь). В связи с этим, когда человек мерзнет, ему необходимо двигаться. Самое значительное количество тепла образуется в организме при сокращении мышц во время физической работы. Теплопродукция на единицу массы тела увеличивается с уменьшением его размеров.

Теплоотдача — процесс перехода тепла в окружающую среду из организма, выделяемого в процессе его жизнедеятельности. Существует несколько путей теплоотдачи: излучение, испарение, проведение и конвекция. У обнаженного человека в оптимальных условиях рассеивается путем излучения около 60 % тепла, вследствие испарения — около 20 %, за счет конвекции и проведения — 20 %. *Излучение* обусловлено испусканием с поверхности кожи человека инфракрасных лучей. Теплоотдача путем излучения тем ниже, чем выше температура окружающей среды. *Испарение* жидкости с поверхности связано с затратами большого количества тепла, поверхность при этом охлаждается. Это происходит и в случае испарения пота с поверхности кожи. Однако если пот выделяется, но не испаряется, теплоотдачи не происходит. Теплоотдача путем испарения тем ниже, чем выше влажность окружающей среды. При 100%-ной влажности (например, в бане) теплоотдачи путем испарения не происходит. Под *проведением* понимается теплоотдача между физическими телами, находящимися в непосредственном соприкосновении друг с другом. Таким способом человек может отдать часть тепла в том случае, если температура предметов, которых он касается, ниже температуры поверхности его тела. Такая теплоотдача незначительна. В большей степени происходит отдача тепла воздуху, которая усиливается за счет *конвекции* (удаление нагретого воздушного слоя с поверхности кожи с движущимся воздухом). Теплоотдача путем проведения тем ниже, чем выше температура окружающей среды (если эта температура становится выше температуры тела, то теплоотдача превращается в прием тепла).

Если процессы теплопродукции преобладают над процессами теплоотдачи, организм перегревается. Перегревание может возникать под влиянием высокой температуры окружающей среды, а также при затруднении отдачи образующегося в организме тепла. Перегреванию способствует также теплопродукция при мышечной работе (особенно во влагонепроницаемой одежде, затрудняющей испарение пота).

Выделяют три диапазона температур окружающей среды: зону комфорта (25–26 °С для спокойно сидящего обнаженного человека), зону высоких температур (выше температуры комфорта) и зону низких температур (ниже температуры комфорта). В *зоне комфорта* терморегуляция обеспечивается за счет сужения или расширения кожных сосудов. В *зоне высоких температур* главную роль играет испарение (чем выше температура, тем больше его вклад в теплоотдачу), в диапазоне *низких температур* — сокращение мышц. В последнем случае происходит также сужение сосудов. Это может происходить лишь до определенного предела, так как это может нарушить питание кожи.

Центр терморегуляции находится в гипоталамусе. Терморецепторы, воспринимающие температуру, располагаются в коже и слизистых оболочках, внутренних органах и центральной нервной системе (включая гипоталамус). Эфферентные нервные пути от ЦНС идут к сосудам кожи, эндокринным и потовым железам, скелетным мышцам. Кора больших полушарий обеспечивает реакции поведенческой

терморегуляции (выбор одежды, изменение поверхности тела — принятие определенной позы во время сна или бодрствования, избегание помещений с некомфортной температурой и др.). При длительном пребывании в холодном климате включаются механизмы гипоталамо-гипофизарной системы, направленные на активизацию тиреоидных гормонов. Это приводит к повышению метаболизма, основного обмена и, как следствие, теплопродукции.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение метаболизма.
2. Что такое анаболизм и катаболизм?
3. Расскажите об обмене белков в организме, как осуществляется его регуляция?
4. Почему углеводы являются наиболее оптимальным источником энергии для организма, расскажите о пластических функциях углеводов.
5. Какие гормоны принимают участие в регуляции обмена углеводов?
6. Расскажите о липидном обмене, значении жиров в организме. Как происходит регуляция обмена липидов?
7. Какую роль играют в организме витамины, чем опасны авитаминозы?
8. Охарактеризуйте водный и минеральный обмен.
9. Назовите макроэлементы, являющиеся незаменимыми компонентами пищи. На какие процессы в организме они влияют?
10. Что относят к микроэлементам, каковы их функции в организме?
11. Какова роль АТФ в организме?
12. Какой энергетической способностью обладают белки, жиры, углеводы?
13. Что такое основной обмен?
14. Какие процессы в организме называют химической и физической терморегуляцией?
15. Где находятся центры терморегуляции?
16. Как изменяется теплообразование в зависимости от условий окружающей среды?

Литература

1. Алипов Н.Н. Основы медицинской физиологии: учеб. пособие / Н.Н. Алипов. — М.: Практика, 2008. — 413 с.
2. Большой Российский энциклопедический словарь. — М.: Большая Российская энциклопедия, 2006. — 1887 с.
3. Вартамян И.В. Физиология сенсорных систем: руководство / И.В. Вартамян. — СПб.: Лань, 1999. — 224 с.
4. Возрастная анатомия, физиология и школьная гигиена: учеб. пособие / Н.Ф. Лысова, Р.И. Айзман, Я.Л. Завьялова, В.М. Ширшова. — Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2009. — 398 с.
5. Крылова Н.В. Анатомия скелета: Анатомия человека в схемах и рисунках: атлас-пособие / Н.В. Крылова, И.А. Искренко. — 2-е изд., перераб. — М.: Изд-во РУДН, 2000. — 83 с.
6. Начала физиологии: учебник для вузов / под ред. А.Д. Ноздрачева. — СПб.: Лань, 2001. — 1088 с.
7. Сапин М.Р. Анатомия и физиология детей и подростков: учеб. пособие для студентов пед. вузов / М.Р. Сапин, Г.А. Брыксина. — М.: Академия, 2004. — 456 с.
8. Семенов Э.В. Физиология и анатомия / Э.В. Семенов. — М.: Московская правда, 1997. — 470 с.
9. Фаллер А. Анатомия и физиология человека / А. Фаллер, М. Шюнке; пер. с англ. — М.: БИНОМ; Лаборатория знаний, 2008. — 537 с.
10. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека: учеб. пособие / Н.И. Федюкович. — Ростов н/Д: Феникс, 2001. — 416 с.
11. Федюкович Н.И. Анатомия и физиология человека: учебник / Н.И. Федюкович. — 13-е изд. — Ростов н/Д: Феникс, 2008. — 478 с.
12. Фениш Х. Карманный атлас анатомии человека на основе Международной номенклатуры / Х. Фениш, при участии В. Даубера; пер. с англ. С.Л. Кабак, В.В. Руденок под ред. С.Д. Денисова. — 2-е изд., стер. — Минск: Высшая школа, 1998. — 464 с.
13. Физиология человека: в 3 т. / пер. с англ.; под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. — М.: Мир, 1996.
14. Физиология человека: учебник: в 2 т. / под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротко. — М.: Медицина, 1997.
15. Физиологические основы здоровья / под ред. Р.И. Айзмана, А.Я. Тернера. — Новосибирск: Лада, 2001. — 524 с.
16. Человек: анатомия, физиология, психология: энцикл. иллюстрированный словарь / под ред. А.С. Батуева, Е.П. Ильина, Л.В. Соколовой. — СПб.: Питер, 2007. — 672 с.
17. Швырев А.А. Анатомия и физиология человека с основами общей патологии / А.А. Швырев; под общ. ред. Р.Ф. Морозовой. — 2-е изд. — Ростов н/Д: Феникс, 2005. — 411 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Раздел 1. Организационно-методический

1.1. Пояснительная записка

Дисциплина «Анатомия и физиология человека» входит в блок дисциплин предметной подготовки студентов педагогического направления всех профилей, в том числе профиля «Безопасность жизнедеятельности». Дисциплина изучается в I и II семестрах.

Знания о структуре и функциях организма человека, складывающихся в процессе онтогенеза, необходимы студентам специальности «Безопасность жизнедеятельности» в дальнейшем для изучения многих специальных дисциплин и для становления их как педагогов.

Программа курса предусматривает следующие принципы изучения материала: морфологию органов и систем, их функции и механизмы регуляции деятельности; диапазон резервных возможностей организма в целом и отдельных его систем и органов при действии чрезвычайных факторов среды, а также совершенствование адаптивных возможностей в процессе онтогенеза; естественные системы защиты органов и систем.

Курс рассматривает человеческий организм, как целостную саморегулирующую систему, включая функциональную взаимосвязь отдельных органов и систем, обеспечивающую взаимодействие организма со средой.

1.2. Цели и задачи дисциплины

Целью настоящей дисциплины является: дать знание о структуре и функциях организма человека, складывающихся в процессе онтогенеза, необходимые не только для изучения специальных дисциплин, но и для становления педагога любой специальности.

Задачи курса:

1. Дать представление об основных закономерностях деятельности целостного организма человека во взаимосвязи со средой.
2. Рассмотреть основные механизмы, обеспечивающие гомеостаз.
3. Выяснить диапазоны структурно-функциональных возможностей организма в целом и отдельных его органов и систем, обеспечивающих адаптацию к изменяющимся условиям среды.
4. Рассмотреть структурно-функциональные особенности органов и систем, их регуляцию, взаимосвязь различных систем и их координацию в обычных условиях существования и при действии повреждающих факторов.
5. Дать анатомо-физиологическое обоснование для грамотной диагностики повреждений и оказания квалифицированной первой помощи при действии повреждающих факторов среды.
6. Определить структуры и функции, наиболее уязвимые при травматизме.
7. Выявить естественные механизмы защиты организма.

1.3. Требования к уровню освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Анатомия и физиология человека» специалист должен:

- владеть основными понятиями анатомии и физиологии;
- иметь представление о расположении, особенностях строения и функционирования нервной системы, висцеральных, сенсорных и моторных систем;
- знать существующие естественные механизмы защиты органов и систем;

- иметь представление о деятельности организма во взаимосвязи с окружающей средой;
- иметь навыки работы с муляжами, таблицами, схемами.

1.4. Организация учебного процесса

Программой курса «Анатомия и физиология человека» предусмотрены как аудиторные занятия (лекции, лабораторные и практические), так и самостоятельная работа студентов (изучение отдельных вопросов и тем курса, подготовка докладов, составление мини-конспектов).

Содержание курса. Программа курса состоит из 14 тем, в которых рассматриваются: краткая характеристика тканей организма; общий принцип регуляции функций в организме; внутренняя среда организма; строение и функции: центральной нервной системы, анализаторов и органов чувств, опорно-двигательного аппарата, желез внутренней секреции, сердечно-сосудистой системы, дыхательной системы, пищеварительной системы, мочевыделительной системы, половой системы; физиология обмена веществ и превращения энергии.

Методология дисциплины «Анатомия и физиология человека» основывается на законах диалектики, естественнонаучных принципах и системном подходе, что позволяет рассматривать организм как целостную, открытую развивающуюся систему.

Раздел 2. Содержание дисциплины

2.1. Содержание отдельных тем учебной дисциплины

Тема 1. Введение в предмет, структура и задачи курса

Анатомия и физиология как науки, изучающие организм человека. Методы анатомии для изучения строения тела человека (препаровочные и беспрепаровочные). Методы физиологии для изучения функционирования органов, систем и целостного организма во взаимосвязи с окружающей средой. Физиологические эксперименты. Роль анатомии и физиологии в общем образовании учителя ОБЖ.

Тема 2. Ткани. Общие свойства возбудимых тканей

Понятие ткани. Принципы классификации тканей.

Эпителий. Общие характерные особенности эпителиев. Морфологическая классификация, особенности строения и функций различных типов покровного эпителия. Железистый эпителий. Соединительные ткани. Их классификация. Рыхлая соединительная ткань — типичный представитель собственно соединительных тканей. Структура и функции клеточного состава. Структура, химический состав и функциональное значение межклеточного вещества. Сравнительная характеристика плотной оформленной и плотной неоформленной соединительных тканей.

Хрящевые ткани. Особенности строения и функции межклеточного вещества и клеток хрящевой ткани. Расположение в организме гиалинового, эластичного и волокнистого хряща.

Костная ткань. Клеточный состав и структура основного вещества. Характеристика компактного и губчатого вещества.

Мышечные ткани. Общая морфофункциональная характеристика, классификация. Сравнительная характеристика морфофункциональных особенностей мышечных тканей.

Нервная ткань. Общая морфофункциональная характеристика нервных клеток и глий. Нейрон, классификация по форме и функции. Роль мембраны и специфических органоидов в осуществлении функций нейрона. Нейроглия. Межклеточное вещество нервной ткани. Структура и функция мягкотных и безмякотных волокон. Формирование мягкотных волокон в онтогенезе.

Регенерация тканей как защитно-приспособительная реакция. Физиологическая и репаративная, полная и неполная регенерация. Регенерирующая способность различных органов и тканей.

Понятие «возбудимые ткани». Возбудимость, проводимость, функциональная лабильность — свойства живых тканей. Структура и функция синапсов. Возбуждающие и тормозные медиаторы. Рецепторы, их классификация. Законы проведения возбуждения по нервному волокну. Скорость проведения возбуждения по различным волокнам. Раздражители и их виды. Адекватные и неадекватные раздражители. Физиологический покой и физиологическая активность. Понятие возбуждения и торможения. Торможение как активное состояние ткани.

Тема 3. Общий принцип регуляции функций в организме

Организм как саморегулируемая система (клеточный, органнй, системный и функциональный уровни саморегуляции). Виды регуляции функции (гуморальная, нервная). Эволюция регуляторных механизмов. Понятие внутренней среды организма. Гомеостаз. Роль нервной системы в жизнедеятельности организма. Общий план строения нервной системы. Рефлекс как основной акт нервной деятельности, определяющий взаимодействие организма со средой. Принципы рефлекторной деятельности. Рефлекторная дуга, части рефлекторной дуги. Рефлекторное кольцо. Связь между нейронами и эффекторами.

Тема 4. Функциональная анатомия спинного и головного мозга

Спинной мозг. Морфофункциональная структура передних, задних, боковых рогов и спинальных ганглиев. Сегменты спинного мозга. Белое вещество спинного мозга. Спинномозговые нервы. Проводящие пути как структуры, обеспечивающие сегментарные связи и связь спинного мозга с головным. Спинная двигательная система. Эфферентное звено соматических рефлексов. Головной мозг. Строение и функции ствола мозга. Промежуточный мозг и функции его центров. Морфофункциональные особенности мозжечка и больших полушарий. Ретикулярная формация и ее роль в организме. Структура лимбической системы. Функциональная структура вегетативной нервной системы. Отличительные черты соматической и вегетативной (симпатической и парасимпатической) нервной системы. Влияние вегетативной нервной системы на функцию органов.

Тема 5. Анализаторы. Органы чувств. Сенсорные системы. Кожа

Понятие анализаторов. Общий принцип строения анализаторов. Строение и функции воспринимающего блока. Органы чувств. Рецепторы. Строение и функции проводникового и центрального блока. Локализация сенсорной чувствительности в корковом отделе головного мозга. Виды анализаторов.

Общие свойства анализаторов (способность к адаптации, высокая специфичность к действию адекватных раздражителей, взаимосвязь, способность к тренировке и т.д.).

Зрительная система. Морфофункциональные особенности периферического отдела зрительной системы. Вспомогательные образования глаза. Оболочки глаза. Преломляющие среды и структуры глаза. Фоторецепция и ее механизм. Цветовое зрение. Дальтонизм. Нарушение сумеречного зрения. Зрительные пути (зрительный нерв, зрительный тракт, ядра верхних бугров четверохолмия среднего мозга, ядра наружного коленчатого тела таламуса, ядра глазодвигательного нерва, ядра гипоталамуса).

Корковый отдел зрительного анализатора.

Роль зрительного анализатора в восприятии окружающего мира и в обеспечении безопасного поведения.

Слуховая система. Морфофункциональные особенности периферического отдела слухового анализатора.

Орган слуха. Звуковая рецепция и ее механизм.

Слуховые пути (слуховой нерв, ядра продолговатого мозга, ядра оливы, ядра нижних бугров четверохолмия среднего мозга, ядра медиального колленчатого тела).

Слуховые зоны коры.

Роль слуховых ощущений в ориентировочных реакциях и поведении. Значение слуховой информации для обеспечения безопасного поведения.

Вестибулярная система. Морфофункциональные особенности периферического отдела вестибулярного анализатора. Орган гравитации и равновесия. Вестибулярная рецепция и ее механизм.

Вестибулярные пути (статослуховой нерв, ядра продолговатого мозга, мозжечок, ядра глазодвигательного нерва, ядра шейного отдела спинного мозга, мотонейроны мышц-сгибателей, ретикулярная формация, ядра таламуса и гипоталамуса). Автоматический контроль равновесия тела и его значение.

Вестибулярные зоны коры. Чувство равновесия. Роль вестибулярной системы в регуляции и контроле моторных реакций. Вестибулоспинальные реакции и роль мозжечка. Вестибуло-висцеральные реакции (тошнота, рвота, дизритмия, морская болезнь, болезнь движения).

Обонятельная система. Значение обонятельной системы при адаптации организма к окружающей среде. Обоняние и защитные рефлексы.

Особенности строения и функции органа обоняния. Классификация запахов. Инерционность системы обоняния при изменении химических свойств раздражителя. Компенсаторные возможности периферического отдела обонятельной системы.

Обонятельные пути (первичные обонятельные волокна, обонятельные нити, обонятельная луковица, обонятельный восходящий тракт). Связь с лимбической системой и ядрами гипоталамуса. Функциональное влияние на эмоции.

Корковое представительство обонятельной системы. Причины изменения обонятельных способностей человека. Особенности компенсаторно-приспособительных реакций обонятельного анализатора. Роль в безопасности жизнедеятельности.

Вкусовая система. Значение вкусового анализатора. Взаимосвязь вкуса с другими ощущениями. Чувство вкуса и защитные рефлексы.

Особенности строения и функции органа вкуса. Вкусовая рецепция и ее механизм. Компенсаторные возможности периферического отдела вкусового анализатора.

Проводниковый отдел вкусового анализатора (вкусовые волокна лицевого, языкоглоточного и черепно-мозговых нервов, продолговатый мозг, ядра таламуса).

Влияние коркового отдела на вкусовые ощущения. Адаптация и гетерогенность вкусовой системы. Роль в безопасности жизнедеятельности.

Соматовисцеральная система. Морфофункциональные особенности периферического отдела соматовисцерального анализатора. Кожная механорецепция. Терморецепция. Проприцепция. Ноцицепция (болевая).

Проводниковые пути (спинномозговые и черепно-мозговые нервы, ядра спинного мозга, ядра ствола мозга, таламуса, мозжечка).

Корковая проекция соматовисцеральной системы. Центральные механизмы торможения болевой чувствительности.

Кожа: структура, функции. Кожа как наружный покровный орган. Значение и особенности строения кожи в связи с выполняемыми функциями.

Функции кожи (защитная, выделительная, дыхательная, рецепторная, барьерная, обменная, терморегулирующая).

Слои кожи: эпидермис, дерма, гиподерма. Анатоомофункциональные особенности эпидермиса. Защитная роль белка меланина ростового слоя, белка элаидина блестящего слоя, зернистого и рогового слоя эпидермиса. Значение эластических и коллагеновых волокон

дермы. Потовые и сальные железы, их расположение и функции. Рецепторные образования кожи (тактильные, температурные и болевые рецепторы) и их роль. Анатомофункциональные особенности гиподермы.

Капиллярная сеть кожи, ее роль в терморегуляции.

Придаточные образования кожи и их роль (волосы, ногти).

Всасывающая способность кожи в различных условиях.

Тема 6. Опорно-двигательный аппарат

Значение опорно-двигательного аппарата. Скелет и его значение. Строение, химический состав и физиологические свойства костей. Изменение химического состава костей с возрастом. Форма костей. Развитие и рост костей в длину и ширину. Строение скелета: скелет головы, туловища, конечностей. Соединение костей: непрерывные, полупрерывные и прерывные. Суставы. Обязательные элементы сустава. Классификация суставов по числу суставных поверхностей, по форме суставных поверхностей и числу осей вращения (функциям). Дополнительные элементы суставов. Факторы, обеспечивающие подвижность суставов и их прочность. Суставы, наиболее подверженные к смещениям в результате чрезмерных или неадекватных нагрузок.

Соотношение костной и хрящевой ткани в скелете человека на разных этапах онтогенеза. Развитие механической прочности костей. Места костей, наиболее уязвимые при травмах.

Скелетные мышцы. Значение и классификация мышц по расположению, внешнему виду, выполняемым функциям и действию. Основные группы мышц. Основные свойства мышечной ткани (возбудимость, сократимость, эластичность).

Механизм мышечного сокращения. Работа мышц. Сила мышц. Динамическая и статическая работа мышц. Процессы утомления мышц. Влияние нервной системы на их работу. Тонус мышц.

Тема 7. Внутренняя среда организма. Физиология крови

Понятие внутренней среды организма и ее составляющие (кровь, лимфа, тканевая жидкость). Количественный и качественный состав крови как части внутренней среды. Физико-химический состав плазмы крови. Биологические константы (жесткие и пластические). Физиологическая роль белков плазмы. Электролитный состав плазмы. Их роль в функциях клеток, свертывающей системе крови и в поддержании кислотно-щелочного равновесия.

Форменные элементы крови. Особенности строения и функции эритроцитов. Гемоглобин и его свойства. Роль гемоглобина в транспорте O_2 и CO_2 . Артериальная и венозная кровь. Анемия, ее причины. Соединения гемоглобина с CO , азотом и другими окислителями.

Агглютинины и агглютиногены системы АВО, реакции агглютинации. Группы крови. Антигены системы резус. Механизмы резус иммунизации. Правила переливания крови.

Лейкоциты. Виды лейкоцитов (нейтрофилы, базофилы, эозинофилы, лимфоциты, моноциты) и их роль в организме. Явление фагоцитоза как неспецифическая клеточная система защиты организма. Понятие об иммунитете и иммунной системе. Неспецифические гуморальные системы защиты крови. Органы иммунной системы: центральные и периферические (красный костный мозг, тимус, лимфатические узлы). Клеточный и гуморальный иммунитет. В- и Т-лимфоциты и их функция. Принципиальная сущность иммунных реакций. Проблема тканевой совместимости. Роль иммунной системы человека в контроле клеточного состава.

Свертывающая и антисвертывающая системы крови. Биологическое значение процессов свертывания. Основные факторы свертывания: факторы плазматического и тромбоцитарного происхождения (тромбопластин, протромбин, ионы кальция, фибриноген), место образования, роль витамина К в их синтезе. Гемофилия.

Антисвертывающая система организма, ее взаимодействие со свертывающей системой.

Роль форменных элементов крови в регуляции постоянства тканевой жидкости. Лимфа как внутренняя среда организма. Роль лимфы в поддержании гомеостаза.

Тема 8. Морфофункциональные особенности эндокринных желез

Основные понятия об эндокринных железах. Общие закономерности их деятельности. Гормоны, их физиологическая роль и свойства. Взаимодействие нервной и гормональной систем.

Роль гипоталамо-гипофизарной системы. Анатомо-физиологические особенности гипофиза.

Анатомо-физиологические особенности желез внутренней секреции (эпифиза, щитовидной железы, паращитовидных желез, вилочковой и поджелудочной желез, надпочечников и половых желез), основные гормоны и их роль в различные периоды онтогенеза. Гипер- и гипопункция желез у детей и взрослых.

Тема 9. Анатомия и физиология сердечно-сосудистой системы

Сердце. Его топография. Строение стенки сердца и его полостей. Автоматизм. Проводящая система сердца. Функции проводящей системы. Сердечный цикл. Работа клапанного аппарата сердца в различные фазы сердечного цикла. Сердечный толчок, пульсовая волна. Кровоснабжение и иннервация сердца. Нервная и гуморальная регуляция работы сердца. Изменение работы сердца при физической нагрузке, стрессе, недостатке кислорода.

Большой и малый круги кровообращения. Воротная система печени.

Строение и функции сосудов в различных отделах сосудистого русла (аорта, легочная артерия, артерии органов, артериолы, капилляры, вены).

Основные законы гемодинамики. Причины непрерывности кровотока по сосудам. Факторы, создающие давление в сосудистой системе. Изменение давления крови по ходу сосудистого русла. Понятие систолического и диастолического артериального давления для суждения о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы. Особенности артериального, капиллярного и венозного кровотока.

Гемодинамический центр. Рефлекторная регуляция системного кровяного давления. Гуморальные факторы регуляции кровяного давления. Роль гипоталамуса, лимбической системы и конечного мозга в регуляции кровяного давления.

Лимфатическая система. Структура и функции лимфатических сосудов. Значение лимфатической системы.

Тема 10. Функциональная структура дыхательной системы и физиология дыхания

Сущность и физиологическая значимость процесса дыхания и его звеньев. Органы дыхания. Их топография.

Носовая полость и носоглотка. Морфофункциональные механизмы согревания и увлажнения воздуха, удаления пылевых частиц в верхних дыхательных путях. Аденоиды. Миндалины, их функции.

Гортань, структура и функции. Хрящи гортани, их комплексное функционирование. Надгортанник и его роль. Голосовые связки и голосовая щель. Мышцы гортани и их роль в процессе голосообразования. Резонаторы. Особенности голосового аппарата у детей, подростков и взрослых. Повреждение голосовых связок при чрезмерном крике, курении, переохлаждении.

Трахея, бронхи, бронхиальное дерево. Мышцы бронхов и их функции.

Структурно-функциональная единица легкого — ацинус. Особенности кровоснабжения и иннервация органов дыхания. Альвеольно-капиллярный барьер.

Биомеханика дыхательных движений. Дыхательные мышцы. Вспомогательные мышцы, обеспечивающие форсированное дыхание. Внутриплевральное давление и изменение

внутриплеврального давления в механике вдоха и выдоха. Причина поступления и выхода воздуха из легкого. Пневмоторакс. Легочная вентиляция. Дыхательные объемы. Жизненная емкость легких. Зависимость легочной вентиляции от положения тела. Альвеолярная газовая смесь, ее состав и значение. Газообмен в легких и тканях. Законы диффузии. Роль парциального давления. Физически растворенный и химически связанный газ.

Механизмы регуляции дыхания. Дыхательные центры, их функциональная структура. Дыхательный центр продолговатого мозга и моста, его роль в регуляции дыхания. Чувствительность дыхательного центра к насыщению крови CO_2 и O_2 . Роль центров гипоталамуса и больших полушарий в регуляции дыхания.

Кашель и чихание как естественные механизмы защиты организма.

Тема 11. Анатомия и физиология пищеварения

Понятие пищеварения и его функциональная роль. Общий план строения пищеварительной системы. Топография отделов пищеварительной трубы и пищеварительных желез.

Общий принцип и особенности строения различных отделов пищеварительной трубки в связи с выполняемой функцией (оболочки, кровоснабжение, центральная вегетативная иннервация).

Функциональная анатомия ротовой полости. Жевание и его роль в пищеварении. Слюнные железы (околоушные, подчелюстные, подъязычные) и их функция. Состав и свойства слюны. Ферменты слюны. Роль слюны в пищеварении. Защитная роль слюны. Рефлекторный механизм слюноотделения. Ротовая полость как опробовательный аппарат. Рецепторы слизистой оболочки рта, языка, глотки. Всасывающая функция ротовой полости.

Глотание, продвижение пищевого комка по пищеводу.

Морфофункциональные особенности желудка. Структуры, обеспечивающие секреторную и моторную функцию желудка. Состав и свойства желудочного сока. Роль соляной кислоты. Рефлекторная и гуморальная фазы желудочной секреции (рецепторные аппараты ротовой полости и желудка; центры желудочной секреции продолговатого и промежуточного мозга и коры, эффекторное звено). Роль химических раздражителей в стимуляции секреции биологически активных веществ, регулирующих желудочную секрецию. Всасывание в желудке. Нарушение функции желудка при употреблении недоброкачественной пищи, ядовитых веществ и недостаточной механической переработка пищи (пережевывании). Рвотные рефлексы как естественные механизмы защиты организма.

Морфофункциональные особенности тонкого кишечника. Структуры, обеспечивающие моторную и секреторную функции, переваривающую и всасывающую функции.

Роль поджелудочной железы в пищеварении. Состав и свойства панкреатического сока.

Печень и ее функциональное значение в организме. Состав и свойства желчи, ее роль в пищеварении и в защите организма. Влияние на печень токсических веществ (алкоголя, ацетона, бензина и др.).

Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Кишечный сок. Его состав и свойства. Полостное и пристеночное пищеварение.

Всасывание в тонком кишечнике продуктов гидролиза питательных веществ, электролитов, витаминов и токсических веществ.

Функциональная анатомия толстого кишечника и его физиологическая роль. Отросток слепой кишки — аппендикс, его роль в организме. Роль микрофлоры толстого кишечника. Акт дефекации. Моторика толстого кишечника и ее нарушение (запоры).

Тема 12. Морфофункциональные особенности мочевыделительной системы

Структура и функция органов выделения (почки, мочевыводящие пути), их топография. Морфофункциональная анатомия почки, особенности кровоснабжения. Нефрон — морфофункциональная единица почки.

Современные представления о процессе мочеобразования. Образование первичной и вторичной мочи (клубочковая фильтрация, канальцевая реабсорбция, секреция).

Почка — орган гомеостаза (выделение конечных продуктов обмена, поддержание водно-солевого баланса и кислотно-щелочного равновесия). Нервная и гуморальная регуляция водно-солевого баланса.

Тема 13. Морфофункциональные особенности женской и мужской половой системы

Мужская половая система. Структура и функции наружных и внутренних половых органов. Половое развитие. Влияние гипоталамо-гипофизарной системы на развитие полового аппарата и формирование вторичных половых признаков.

Женская половая система. Структура и функции наружных и внутренних половых органов. Влияние гипоталамо-гипофизарной системы на развитие полового аппарата и формирование вторичных половых признаков. Овариально-менструальный цикл, лактация, роль гормонов в регуляции этих процессов.

Тема 14. Физиология обмена веществ и превращение энергии. Терморегуляция

Обмен веществ и энергии как основная функция живого организма. Биологическое значение обмена веществ и энергии. Процесс ассимиляции и диссимиляции. Основные этапы обмена веществ, их биологическое значение. Взаимосвязь обмена белков, жиров и углеводов. Общий принцип регуляции обмена веществ.

Обмен белков. Биологическая роль белков в организме. Основные этапы белкового обмена (переваривание и всасывание белков, межклеточный синтез белков, распад тканевых белков и превращение аминокислот). Зависимость межклеточного обмена от белкового питания. Азотистый баланс. Белки плазмы и их роль в межклеточном обмене. Конечные этапы белкового обмена. Регуляция белкового обмена (нервная и гуморальная), роль желез внутренней секреции в регуляции белкового обмена (соматотропин, тироксин, трийодтиронин, инсулин, глюкокортикоиды и половые гормоны).

Обмен углеводов. Биологическое значение углеводов. Основные этапы обмена углеводов (переваривание и всасывание углеводов, межклеточный обмен; глюкоза как компонент внутренней среды). Роль нервной системы и гормонов в регуляции уровня глюкозы крови и регуляции углеводного обмена.

Обмен жиров. Биологическая роль жира. Основные этапы обмена жиров (переваривание и всасывание жира в кишечнике; транспорт жира и его переход из крови в ткани; межклеточный обмен жира; выделение конечных продуктов). Выделение конечных продуктов. Взаимосвязь жирового и углеводного обмена. Регуляция обмена жиров. Превращение энергии как вторая сторона обмена веществ. Терморегуляция. Механизм терморегуляции — уравнивание процессов теплопроизводства и теплоотдачи. Способы потери тепла (телопроводение, теплоизоляция, испарение пота). Взаимосвязь теплопродукции и теплоотдачи.

Раздел 3. Информационное обеспечение учебной дисциплины

3.1. Вопросы к экзамену

1. Предмет и методы в анатомии и физиологии. Роль анатомии и физиологии в общем образовании учителя ОБЖ.

2. Общие представления о регуляции функций организма. Целостность организма и его взаимосвязи с окружающей средой.

3. Рефлекс как один из видов регуляции функций. Рефлекторная дуга (кольцо) как морфологическая основа рефлекса. Классификация рефлексов. Принципы рефлекторной деятельности.

4. Основные свойства живых тканей — возбудимость, проводимость, функциональная подвижность (лабильность). Раздражители, их классификация.

5. Покой, возбуждение и торможение как функциональное состояние клеток, тканей, органов. Биоэлектрические явления в тканях, потенциал покоя и потенциал действия. Особенности проведения возбуждения по нервам

6. Синапс. Виды синапсов. Механизм синаптического проведения.

7. Анатомо-функциональные особенности спинного мозга.

8. Функциональное значение различных отделов стволовой части головного мозга.

9. Структура и функции мозжечка и больших полушарий.

10. Структура и функции вегетативной нервной системы. Ее роль в регуляции физиологических процессов.

11. Общие представления об анализаторах (строение, функции, свойства).

12. Зрительная система. Орган зрения. Значение зрения в обеспечении безопасного поведения.

13. Слуховая система. Орган слуха. Значение слуха в обеспечении безопасного поведения.

14. Вестибулярная система. Орган равновесия и его значение в обеспечении безопасного поведения.

15. Соматосенсорная система.

16. Висцеральные системы.

17. Обонятельная система. Орган обоняния и его роль в обеспечении безопасного поведения.

18. Вкусовая система. Орган вкуса и его роль в обеспечении безопасного поведения.

19. Значение скелета. Отделы скелета. Изменение химического состава и физических свойств костей с возрастом.

20. Строение скелета. Места костей, наиболее уязвимых при травмах.

21. Виды соединения костей. Суставы: строение и функции. Суставы, наиболее подверженные смещениям.

22. Значение мышц. Строение, форма и классификация скелетных мышц. Основные группы мышц.

23. Свойства мышечной ткани. Работа мышц. Утомление мышц.

24. Кровь, лимфа, тканевая жидкость как внутренняя среда организма. Понятие внутренней среды организма и ее постоянства (гомеостаз).

25. Форменные элементы крови и их значение. Эритроциты. Гемоглобин, его структура, свойства и соединения, роль в транспорте газов. Лейкоциты и их роль.

26. Группы крови. Резус-фактор. Правила переливания крови.

27. Иммуитет (клеточный и гуморальный). Функции В- и Т-лимфоцитов. Иммунная система.

28. Свертывание крови как защитная реакция организма. Механизмы свертывания крови. Свертывающая и противосвертывающая системы.

29. Структура и функции сосудистой системы. Круги кровообращения. Морфофункциональные особенности артерий, вен и капилляров.

30. Сердце, его строение, функции.

31. Сердечный цикл и его фазы. Роль клапанного аппарата в работе сердца. Автоматизм сердца. Механизм его возникновения.

32. Нервная и гуморальная регуляция сердечной деятельности. Блуждающий нерв — основной регулятор деятельности сердца.

33. Морфофункциональные особенности кровеносных сосудов (артерий, вен, капилляров). Движение крови по сосудам большого и малого кругов кровообращения. Причины движения крови по сосудам.

34. Внешнее проявление сердечной деятельности. Сердечный толчок, пульсовая волна, определение сердечного толчка и пульса. Кровяное давление и условия его возникновения (роль работы сердца, периферического сопротивления и эластичности сосудистой стенки). Верхнее и нижнее артериальное давление (систолическое и диастолическое). Саморегуляция артериального давления.

35. Структура и функция дыхательной системы. Естественные механизмы защиты органов дыхания (кашель, чихание).

36. Механизм вдоха и выдоха. Условия, обеспечивающие экскурсию легких. Пневмоторакс.

37. Дыхательные объемы. Объемы легочной вентиляции. Альвеолярный воздух, его состав и значение.

38. Рефлекторная саморегуляция дыхания. Роль CO_2 в регуляции дыхания.

39. Значение пищеварения. Питательные вещества. Пищеварительные ферменты и их роль в пищеварении.

40. Пищеварение в полости рта. Строение слюнных желез. Состав и физиологические функции слюны. Регуляция слюноотделения. Акт глотания.

41. Функциональная структура желудка. Состав желудочного сока. Регуляция отделения желудочного сока: а) сложнорефлекторная фаза желудочной секреции; б) гуморально-химическая фаза. Возбудители секреции. Ингибиторы желудочной секреции. Моторика желудка. Переход пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку. Акт рвоты.

42. Структура и функция поджелудочной железы. Поджелудочный сок, его состав. Нервная и гуморальная фазы секреции (секретин, панкреозин).

43. Структура и функции печени, ее роль в пищеварении. Желчеобразование и желчевыделение. Пищеварительное значение желчи.

44. Морфофункциональная структура тонкого и толстого кишечника. Пищеварение в двенадцатиперстной кишке. Пищеварение в тонком кишечнике (полостное, пристеночное пищеварение). Двигательная деятельность кишечника: тонус, перистальтическая деятельность, маятникообразные движения, ритмическая сегментация.

45. Всасывание. Механизм всасывания (активный и пассивный). Всасывание белков, жиров, углеводов. Особенности процессов всасывания у детей.

46. Морфология почек и особенности их кровоснабжения. Нефрон как структурно-функциональная единица почки.

47. Функциональное значение почки в организме (гомеостатическая, экскреторная и внутрисекреторная функции).

48. Основные процессы мочеобразования — фильтрация, реабсорбция, секреция. Значение секреции в механизме мочеобразования.

49. Строение и функции органов мочевыделения. Особенности регуляции мочевыделения у детей.

50. Эндокринные железы. Гормоны, их физиологическая роль. Общие свойства, классификация, механизм действия.

51. Анатомо-физиологические особенности гипофиза. Взаимодействие нервной и гормональной систем. Гипоталамо-гипофизарная система, ее роль в регуляции физиологических процессов.

52. Роль эпифиза и вилочковой железы. Физиологическая роль гормонов в онтогенезе.

53. Поджелудочная железа. Инсулин, глюкагон, их роль в регуляции углеводного обмена.

54. Гормоны надпочечников и их роль в регуляции физиологических функций.

55. Гормоны щитовидной железы и их роль в организме. Регуляция функций. Гипо- и гиперфункция у детей и взрослых.

56. Роль щитовидной железы и паращитовидных желез в регуляции кальциевого обмена.

57. Мужские половые органы. Мужские половые гормоны, их значение в развитии организма.
58. Женские половые органы. Женские половые гормоны, их значение в развитии организма.
59. Менструальный цикл, лактация. Роль гормонов в регуляции этих процессов.
60. Обмен веществ как основной признак живого организма. Ассимиляция и диссимиляция. Основной обмен.
61. Роль белков в организме. Обмен белков и нейрогормональная регуляция. Азотный баланс, нормы белков.
62. Роль жиров в организме. Обмен жиров и механизмы его регуляции. Нормы жиров.
63. Роль углеводов в организме. Обмен углеводов и механизмы его регуляции. Нормы углеводов.
64. Превращение энергии как вторая сторона обмена веществ. Терморегуляция.
65. Кожа как орган. Особенности строения в связи с выполняющими функциями.

3.2. Темы курсовых и дипломных работ

1. Естественные системы защиты организма:
 - Кожа как орган защиты;
 - Системы защиты дыхательных путей;
 - Системы защиты желудочно-кишечного тракта;
 - Системы защиты жидких сред организма (крови, лимфы, тканевой жидкости, ликвора); фагоцитоз; гуморальный и клеточный иммунитет;
 - Боль и другие защитно-приспособительные реакции организма (лихорадка, воспаление и т.п.);
 - Надежность биологических систем;
 - Роль сенсорных систем в безопасности жизнедеятельности.
2. Работоспособность и ее динамика. Пути повышения эффективности трудовой деятельности.

3.3. Рекомендуемая литература

1. *Сапин М.Р.* Анатомия и физиология детей и подростков: учеб. пособие для студентов педагогических вузов / М.Р. Сапин, Г.А. Брыксина. — М.: Академия, 2004. — 456 с.
2. *Физиологические основы здоровья* / под ред. Р.И. Айзмана, А.Я. Тернера. — Новосибирск: Лада, 2001. — 524 с.
3. *Федюкович Н.И.* Анатомия и физиология человека: учеб. пособие / Н.И. Федюкович. — Ростов н/Д: Феникс, 2001. — 416 с.
4. *Вартанян И.В.* Физиология сенсорных систем: руководство / И.В. Вартанян. — СПб.: Лань, 1999. — 224 с.
5. *Начала физиологии: учебник для вузов* / под ред. А.Д. Ноздрачева. — СПб.: Лань, 2001. — 1088 с.
5. *Семенов Э.В.* Физиология и анатомия / Э.В. Семенов. — М.: Московская правда, 1997. — 470 с.
6. *Физиология человека: в 3 т.* / пер. с англ.; под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. — М.: Мир, 1996.
7. *Физиология человека: учебник: в 2 т.* / под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротко. — М.: Медицина, 1997.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Рекомендации по использованию материалов учебного пособия

Учебное пособие предназначено для самостоятельного изучения дисциплины студентами. В состав пособия включены следующие элементы:

- теоретический материал;
- вопросы для самопроверки;
- список литературы;
- программа курса;
- вопросы к экзамену;
- рекомендуемые лабораторно-практические работы;
- словарь основных понятий;
- тестовые задания по каждой теме дисциплины.

2. Пожелания к изучению отдельных тем курса

При изучении **темы 1 «Введение в предмет, структура и задачи курса»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме и усвоить следующие понятия: анатомия, физиология, предмет, методы.

При изучении **темы 2 «Ткани. Общие свойства возбудимых тканей»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, просмотреть видеофильм «Ткани»; внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «ткань», «нейрон», «глиальные клетки», «аксон», «дендриты», «возбудимые ткани», «возбудимость», «проводимость», «синапс», «возбуждение», «торможение», «медиаторы», «раздражители».

При изучении **темы 3 «Общий принцип регуляции функций в организме»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «гомеостаз», «центральная и периферическая нервная система», «афферентные, эфферентные, мякотные и безмякотные нервные волокна», «рефлекс», «время рефлекса», «рефлекторное кольцо», «рецепторы», «гуморальная регуляция».

При изучении **темы 4 «Функциональная анатомия спинного и головного мозга»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, просмотреть видеофильм «Нервная система», внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «белое и серое вещество мозга», «блуждающий нерв», «продолговатый мозг», «Варолиев мост», «промежуточный мозг», «большие полушария», «кора больших полушарий», «борозды и извилины коры больших полушарий», «соматическая и вегетативная нервная система», «таламус», «гипоталамус», «желудочки головного мозга», «задние и передние корешки спинного мозга».

В рамках данной темы студентам заочного обучения необходимо выполнить самостоятельно практические работы и задания по теме «Нервная система».

При изучении **темы 5 «Анализаторы. Органы чувств. Сенсорные системы. Кожа»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, просмотреть видеофильмы «Сенсорные системы», «Кожа», внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «анализатор», «органы чувств», «сенсорная система», «вестибулярный аппарат», «бинауральный слух», «бинауральное зрение», «болевые рецепторы», «сетчатка», «палочки и колбочки», «слепое пятно», «кортиева орган», «дерма», «эпидермис», «гиподерма».

В рамках данной темы студентам заочного обучения необходимо выполнить самостоятельно практические работы по теме «Анализаторы. Органы чувств».

При изучении **темы 6 «Опорно-двигательный аппарат»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, просмотреть видеофильм «Опора и движение», внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «скелет», «череп», «скелет туловища», «пояс верхних и нижних конечностей», «кость», «плечо», «предплечье», «кисть», «бедро», «голень», «стопа», «голеностопный сустав», «грудная клетка», «трубчатые и губчатые кости», «красный и желтый костный мозг», «диафрагма».

В рамках данной темы студентам заочного обучения необходимо выполнить самостоятельно практические работы и задания по темам «Скелет», «Скелетные мышцы».

При изучении **темы 7 «Внутренняя среда организма. Физиология крови»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, просмотреть видеофильм «Кровь», внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «внутренняя среда организма», «анемия», «антитела», «лейкоциты», «лимфоциты», «эритроциты», «тромбоциты», «иммунитет», «гепарин», «группы крови».

При изучении **темы 8 «Морфофункциональные особенности эндокринных желез»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «внешняя и внутренняя секреция», «эндокринные железы», «андрогены», «эстрогены», «вторичные половые признаки», «гипофиз», «гормоны».

При изучении **темы 9 «Анатомия и физиология сердечно-сосудистой системы»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, просмотреть видеофильм «Кровообращение», внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «аорта», «артериальная кровь», «венозная кровь», «кровяное и артериальное давление», «артерии», «вены», «лимфатические сосуды», «большой и малый круги кровообращения», «воротная вена печени», «гипертония и гипотония», «проводящая система сердца», «створчатые и полулунные клапаны».

В рамках данной темы студентам заочного обучения необходимо выполнить самостоятельно практические работы и задания по теме «Сердечно-сосудистая система».

При изучении **темы 10 «Функциональная структура дыхательной системы и физиология дыхания»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, просмотреть видеофильм «Дыхание», внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «дыхание», «газообмен», «бронхиальное дерево», «вдох», «выдох», «вентиляция легких», «гортань», «дыхательный центр», «жизненная емкость легких», «защитные дыхательные рефлексы».

В рамках данной темы студентам заочного обучения необходимо выполнить самостоятельно практические работы и задания по теме «Дыхательная система».

При изучении **темы 11 «Анатомия и физиология пищеварения»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, просмотреть видеофильм «Пищеварение», внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «желудок», «печень», «барьерная функция печени», «желчь», «желчный пузырь», «пищеварительные ферменты».

В рамках данной темы студентам заочного обучения необходимо выполнить самостоятельно практические работы и задания по теме «Пищеварительная система».

При изучении **темы 12 «Морфофункциональные особенности мочевыделительной системы»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, просмотреть видеофильм «Выделения», внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «почка», «мочеобразование», «фильтрация», «реабсорбция», «секреция», «экскреция», «диурез».

В рамках данной темы студентам заочного обучения необходимо выполнить самостоятельно практические работы и задания по теме «Мочевыделительная система».

При изучении **темы 13 «Морфофункциональные особенности женской и мужской половой системы»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, просмотреть видеофильм «Размножение и развитие», внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «первичные половые признаки», «семенники», «яичники», «эрекция», «эякуляция», «поллюции», «половые клетки».

При изучении **темы 14 «Физиология обмена веществ и превращение энергии. Терморегуляция»** необходимо ознакомиться с теоретическим материалом учебного пособия по данной теме, просмотреть видеофильм «Температура тела и терморегуляция», внимательно изучить предлагаемые рисунки и усвоить следующие понятия: «метаболизм», «углеводы», «белки», «жиры», «гликоген».

Выполненные практические работы передаются преподавателю на проверку в напечатанном варианте или по электронной почте.

3. Рекомендации по работе с литературой

При выборе литературы необходимо отдавать предпочтение более поздним изданиям и книгам из списка основной литературы, однако следует учитывать, что многие новые учебники сложны для восприятия и перегружены анатомической и физиологической информацией. Дополнительная литература требуется для более глубокого изучения какого-либо вопроса отдельной темы, а также при выполнении контрольных и курсовых работ.

4. Разъяснения по поводу работы с тестовой системой курса

После изучения каждой темы для сдачи зачета или допуска к экзамену по курсу студенту необходимо выполнить тестовые задания закрытого типа (с одним или несколькими предполагаемыми ответами и на соответствие). Задания выполняются только после предварительного изучения теоретического материала и просмотра видеофильмов по теме.

5. Советы по подготовке к зачету (экзамену)

Для сдачи зачета (экзамена) необходимо выполнение всех рекомендуемых практических работ. При оформлении практических работ записываются тема, цель, оборудование, результаты и выводы по работе, содержание работы не переписывается. Выводы делаются обязательно по цели работы, а не произвольно. Результаты оцениваются по 5-балльной системе, и выводится средний балл. Студент сдает практические работы преподавателю в период промежуточной аттестации, кроме того, выполняет тестовые задания по всем темам курса. Студент допускается к зачету (экзамену), если по каждой теме правильно выполнено не менее 60 % заданий. В случае если студент выполняет правильно по каждой теме задания (100 %), ему выставляется зачет по предмету досрочно.

ПРАКТИКУМ

Тема «НЕРВНАЯ СИСТЕМА»

Практическая работа 1

Определение индекса Кердо

Цель: выявить соотношение симпатических и парасимпатических влияний на организм.

Оборудование: секундомер, тонометр, калькулятор

Ход работы

1. Измерить ЧСС (пульс) и ДАД (диастолическое артериальное давление) в состоянии покоя, в положении сидя.
2. Вычислить индекс Кердо (ИК) по формуле: $ИК = (1 - ДАД/ЧСС) \times 100$.
3. Провести анализ полученного результата, учитывая, что положительное значение ИК указывает на преобладание симпатических влияний, а отрицательное значение — на преобладание парасимпатического тонуса.
4. Сделать вывод по результатам проведенной работы.

Практическая работа 2

Наблюдение за деятельностью различных отделов вегетативной нервной системы

Цель: познакомиться с совместной деятельностью симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.

Оборудование: карандаш или ручка.

Ход работы

1. Провести тупой частью карандаша по коже тыльной стороны кисти.
2. Пронаблюдать за изменением цвета появившейся полосы.
3. Сделать вывод о влиянии симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы на артериолы кожи, учитывая изменение цвета полосы.
4. Ответить на вопросы:
 - Какого цвета появляется полоса вначале, а какого цвета становится спустя некоторое время и почему?
 - О чем свидетельствует восстановление обычного цвета кожи спустя некоторое время?

Тема «АНАЛИЗАТОРЫ. ОРГАНЫ ЧУВСТВ»

Практическая работа 1

Реакция зрачков на свет (зрачковые рефлексy)

Цель: пронаблюдать прямую и содружественную рефлекторные реакции зрачков на свет.

Оборудование: источник света.

Ход работы. Посадить испытуемого лицом к источнику света. Через 1–2 мин отметить ширину зрачков. После этого провести следующие наблюдения:

а) закрыть один глаз испытуемого рукой и наблюдать за изменением ширины зрачка открытого глаза (расширился или сузился);

б) быстро открыть глаз и наблюдать за изменением ширины зрачков обоих глаз;

в) закрыть оба глаза испытуемого на 30–60 с, затем быстро открыть и в этот момент отметить расширение зрачков. Степень расширения сравнить по п. «а»;

г) предложить испытуемому фиксировать взглядом далеко расположенный предмет и отметить ширину зрачков. Затем поместить какой-нибудь предмет на расстоянии 15–20 см от глаз и предложить рассмотреть его. Наблюдать за изменением положения обоих глаз (конвергенция) и изменением ширины зрачков.

Сделать выводы на основе наблюдений.

Практическая работа 2

Обнаружение слепого пятна на сетчатке глаза (опыт Мариотта)

Цель: обнаружить на сетчатке глаза слепое пятно.

Оборудование: лист бумаги, карандаш.

Ход работы

1. Нарисовать в тетради на чистом листе кружок и крестик диаметром 0,8 см на расстоянии 6–8 см друг от друга (кружок закрасьте).

2. Взять в руку тетрадь и расположить так, чтобы кружок находился напротив правого глаза, а крестик — правее. Закрывать левый глаз. Зафиксировав взглядом кружок, медленно двигать тетрадь назад (книзу). На определенном расстоянии (20–30 см) от глаза крестик «исчезает».

Примечание: рисунок в тетради должен находиться на одной горизонтальной оси с глазом; если крестик не исчезнет, следует во время движения тетради с рисунком смещать ее чуть вверх или вниз.

3. Прodelать опыт и для левого глаза, закрывая правый глаз и фиксируя взгляд на крестике.

4. Сделать выводы, объяснив, почему отмечается «исчезновение» крестика или кружка.

Практическая работа 3

Измерение диаметра желтого пятна

Цель: измерить диаметр желтого пятна.

Оборудование: печатный текст, линейка длиной более 20 см или сантиметровая лента.

Ход работы

1. В тексте, напечатанном некрупным (14-м) шрифтом, выбрать слово, состоящее из 10–12 букв. Закрывать один глаз. Фиксировать взглядом одну среднюю букву. Убедиться в том, что только несколько букв видны отчетливо, остальная часть страницы хотя и видна, но форма букв неразличима. Продолжая фиксировать ту же букву, отметить, какие буквы еще могут быть прочтены.

2. Закончив наблюдение, измерить:

– расстояние от глаза до страницы;

– сколько миллиметров занимают видимые одновременно буквы.

3. Рассчитать размер (диаметр) желтого пятна по формуле:

$$d = (D \times f) / (F + a),$$

где d — диаметр желтого пятна на сетчатке;

D — расстояние, занимаемое видимыми одновременно буквами (в миллиметрах);

f — расстояние от сетчатки до узловой точки глаза (у взрослых 15–17 мм);

F — расстояние от глаза до бумаги (в миллиметрах);

a — расстояние от роговицы до узловой точки глаза (у взрослых 7 мм).

Примечание: лишь те предметы, изображение которых попадает на область желтого пятна, могут отчетливо различаться глазом.

4. Сделать вывод по работе.

Тема «СКЕЛЕТ»

Практическая работа 1

Изучение строения скелета

Цель: выучить названия и расположение костей скелета человека.

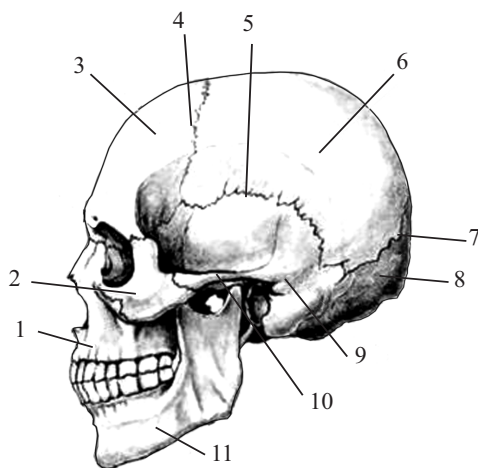
Оборудование: материал и рисунки учебника, атлас, видеофильм «Опора и движение».

Ход работы

1. Просмотреть видеофильм «Опора и движение», изучить материал учебника по теме «Опорно-двигательный аппарат» (раздел «Скелет»), рассмотреть рисунки и подписи к ним в учебнике, сопоставить с рисунками в имеющемся атласе.

2. Сделать подписи к рис. 1 и 2.

Рис. 1. Череп



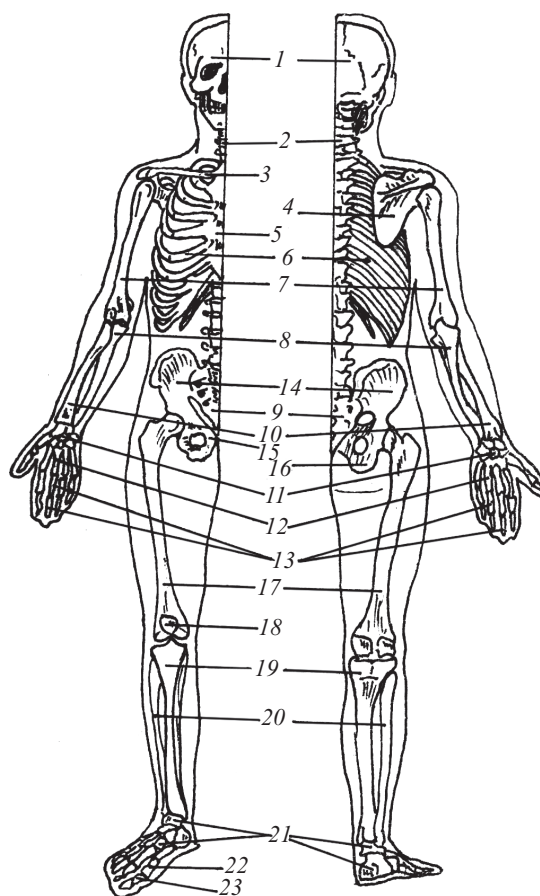


Рис. 2. Скелет человека

3. Ответить на вопросы:

- Какие кости черепа располагаются внутри него?
- Какие изменения произошли в скелете человека в связи:
 - а) с прямохождением;
 - б) с трудовой деятельностью;
 - в) с развитием речи.

Тема «СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ»

Практическая работа 1

Изучение расположения мышц на теле человека

Цель: выучить названия и расположение наружных скелетных мышц человека, их основные функции.

Оборудование: материал и рисунки учебника, атлас, видеофильм «Опора и движение».

Ход работы

1. Просмотреть видеофильм «Опора и движение», изучить материал учебника по теме «Опорно-двигательный аппарат» (раздел «Скелетные мышцы»), рассмот-

реть рисунки и подписи к ним в учебнике, сопоставить с рисунками в имеющемся атласе.

2. Сделать подписи к рис. 3 и 4.

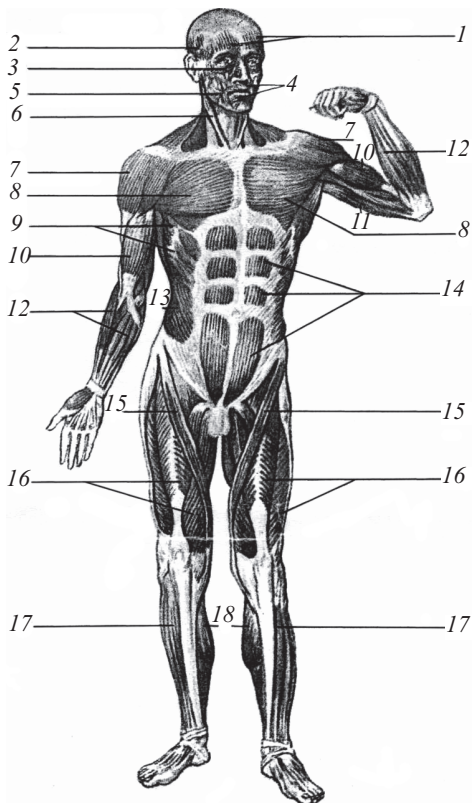


Рис. 3. Скелетные мышцы спереди

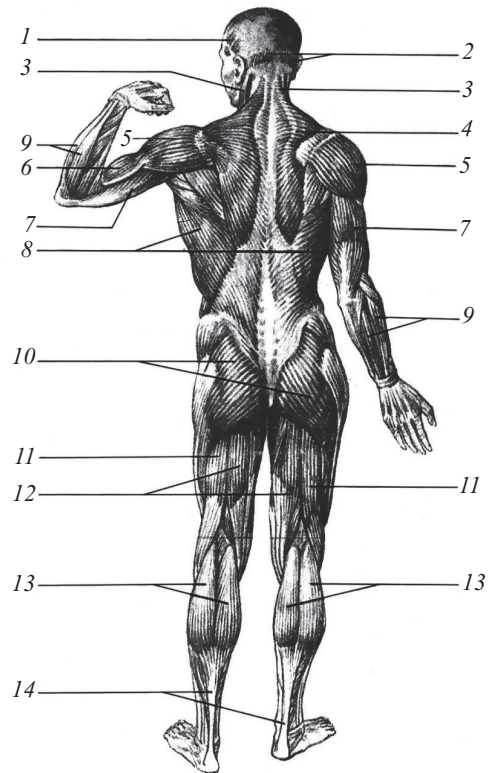


Рис. 4. Скелетные мышцы сзади

[illegible][illegible]

3. Ответить на вопросы:

- Какие функции выполняют мышцы головы, шеи, спины, груди, живота, верхних и нижних конечностей?
- Как функционируют мышцы-антагонисты и мышцы-синергисты? Двуглавая и трехглавая мышцы плеча — это мышцы антагонисты или синергисты?
- Чем отличается динамическая работа мышц от статической?
- Какие условия необходимы для мышечного сокращения? При каких условиях прекращаются сокращения?
- Почему после долгого вынужденного лежания в постели человек снова учится ходить?
- Чем объяснить, что движения мышечной системы человека столь разнообразны?
- Почему у бегунов хорошо развиты мышцы не только ног, но и грудной клетки и сердца?
- Почему стоять более утомительно, чем идти?
- Почему возникает утомление мышц?
- Почему после физической работы не болят мышцы у физически тренированных людей?
- Почему при ходьбе люди размахивают руками?

Тема «КРОВЬ»

Практическая работа 1

Определение группы крови

Цель: овладеть методикой определения группы крови. Определить групповую принадлежность своей крови.

Объект исследования: кровь человека.

Оборудование: набор для взятия крови из пальца, стандартные сыворотки I, II, III групп крови, пипетки (3 шт.), стеклянная пластинка или тарелка, предметное стекло, скарификатор (разового использования).

Ход работы. Ячейки в стеклянной пластинке или разные участки тарелки обозначьте цифрами I, II, III и пипетками нанесите на них — по капле — сыворотки соответствующих групп.

Протрите подушечку пальца ваткой, смоченной спиртом. Проколите скарификатором подушечку пальца. Углом предметного стекла снимите каплю крови, перенесите в сыворотку группы I и тщательно перемешайте смесь. Другими углами предметного стекла таким же способом внесите кровь в сыворотки II и III групп. Через 2 мин определите наличие в исследуемых каплях реакции агглютинации (эта реакция характеризуется выпадением эритроцитов в виде комочков — хлопьев). Полученные результаты занесите в таблицу и зарисуйте.

Номер сыворотки	Результат взаимодействия сыворотки с кровью
I (α, β)	
II (β)	
III (α)	

Сделайте выводы о принадлежности своей крови к определенной группе. Если реакция агглютинации отсутствует, то, следовательно, испытуемая кровь имеет I (0) группу. Если реакция агглютинации произошла в сыворотках I и III групп, то кровь II (A) группы. Если агглютинация в сыворотках I и II групп, то исследуемая кровь — III (B) группы. При агглютинации в сыворотках всех групп крови — IV (AB) группы.

Укажите значение определения групповой принадлежности для возможности переливания крови человеку (донорства). При переливании крови с разноименными группами крови обращают внимание на агглютиногены донора и агглютинины реципиента. Объясните это правило и нарисуйте схему переливая крови.

Тема «СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА»

Практическая работа 1

Изучение строения сердца

Цель: изучить особенности внешнего и внутреннего строения сердца.

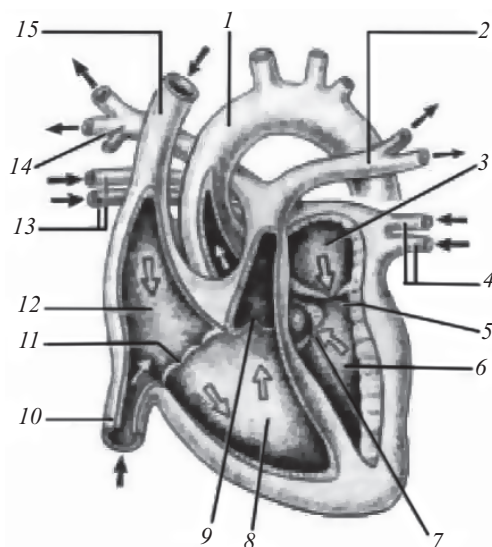
Оборудование: материал и рисунки учебника, атлас, видеофильм «Кровообращение».

Ход работы

1. Просмотреть видеофильм «Кровообращение», изучить материал учебника по теме «Анатомия и физиология сердечно-сосудистой системы» (раздел «Сердце, его строение и функции»), рассмотреть рисунки и подписи к ним в учебнике, сопоставить с рисунками в имеющемся атласе.

2. Сделать подписи к рис. 5.

Рис. 5. Строение сердца, сосуды, выносящие и приносящие кровь в сердце



3. Ответить на вопросы:

- Где и каким образом расположено сердце? С какими органами оно граничит?
- Почему миокард левого желудочка толще, чем правого?
- Чем отличается сердце тренированного человека от сердца нетренированного?
- Какова роль клапанного аппарата сердца?
- Какие структуры сердца, описанные в тексте, не изображены на рис. 5?

Практическая работа 2

Изучение работы сердца

Цель: изучить особенности работы сердца и регуляции сердечной деятельности.

Оборудование: материал и рисунки учебника, видеофильм «Кровообращение».

Ход работы

1. Просмотреть видеофильм «Кровообращение», изучить материал учебника по теме «Анатомия и физиология сердечнососудистой системы» (раздел «Сердце, его строение и функции»).

2. Ответить на вопросы:

- Какова физиологическая роль сердца?
- Что такое автоматизм и какова его роль в сердечной деятельности?
- Из каких фаз складывается сердечный цикл?
- Как работает клапанный аппарат сердца во время осуществления сердечного цикла?
- Зачем необходима нервная и гуморальная регуляция сердечной деятельности, если сердце обладает автоматизмом?

3. Заполнить таблицы.

Сердечный цикл

Фазы сердечного цикла	Длительность фазы (с)	Состояние клапанов		Перемещение крови
		Створчатых	Полулунных	
Систола предсердий				
Систола желудочков				
Диастола сердца				

Регуляция работы сердца

Воздействие	Частота и сила сердечных сокращений
Симпатической нервной системы	
Парасимпатической нервной системы	
Адреналина	
Ацетилхолина	
Солей кальция	
Солей калия	

Практическая работа 3

Изучение регуляции работы сердца

Цель: познакомиться с влиянием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы на сердечную деятельность.

Оборудование: секундомер или часы с секундной стрелкой, чистые марлевые салфетки.

Ход работы. У человека при надавливании на глазные яблоки частота сердечных сокращений (ЧСС) обычно замедляется (опыт Даннини – Ашнера). Это объясняется рефлекторным возбуждением ядер блуждающего нерва.

Работа проводится в парах (*очень аккуратно!*). У испытуемого определяют частоту сердечных сокращений (по пульсу) в покое за одну минуту в положении сидя. Экспериментатор через марлевые салфетки большими пальцами (*не сильно!*) надавливает на оба глаза в течение 10 с. Сразу после надавливания на глазные яблоки вновь подсчитывают частоту сердечных сокращений. Данные подсчета пульса занести в таблицу.

Изменение частоты пульса

Условия эксперимента	ЧСС
1. Покой, положение сидя	
2. После надавливания на глазные яблоки	

Сделать вывод по работе.

Ответить на вопросы:

- Каков механизм возникновения глазодвигательного рефлекса?
- Как знание данного рефлекса можно использовать на практике?

Практическая работа 4

Изучение строения и функции сосудистой системы

Цель: изучить особенности строения и функции сосудов, их расположение в малом и большом круге кровообращения.

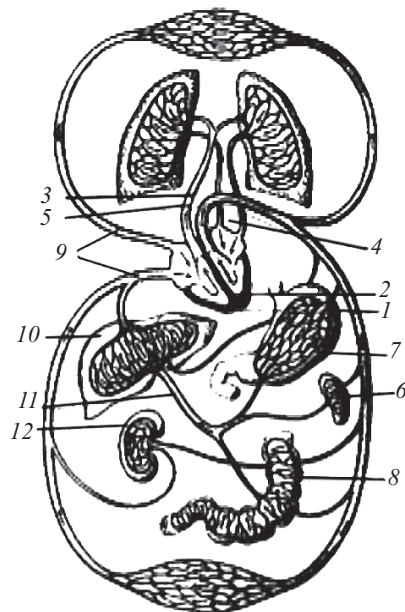
Оборудование: материал и рисунки учебника, атлас, видеофильм «Кровообращение».

Ход работы

1. Просмотреть видеофильм «Кровообращение», изучить материал учебника по теме «Сердечно-сосудистая система» (раздел «Кровеносные сосуды»), рассмотреть рисунки и подписи к ним в учебнике, сопоставить с рисунками в имеющемся атласе.

2. Сделать подписи к рис. 6.

Рис. 6. Сосуды большого и малого кругов кровообращения



3. Ответить на вопросы:

- Какие сосуды называются артериями, а какие венами?
- Где и какими сосудами начинаются и заканчиваются большой и малый круги кровообращения?
- По каким артериям течет венозная кровь, по каким венам течет артериальная кровь?
- От каких органов оттекает кровь в воротную вену печени? Какое это имеет значение?

4. Заполнить таблицу.

Сравнительная характеристика сосудов

Признак	Артерии	Капилляры	Вены
1. Функции и роль в системе кровообращения			
2. Особенности среднего слоя			
3. Наличие полулунных клапанов			
4. Давление крови			
5. Наличие пульсации			
6. Скорость движения			

5. Прощупать на себе пульсацию следующих артерий:

- лучевой (прижав ее тремя пальцами к лучевой кости ближе к запястью);
- общей сонной (в районе нижней половины грудинно-ключично-сосцевидной мышцы);
- височной (прижав ее к височной кости спереди наружного слухового прохода).

Тема «ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА»

Практическая работа 1

Изучение строения дыхательной системы

Цель: изучить особенности внешнего и внутреннего строения органов дыхания.

Оборудование: материал и рисунки учебника, атлас, видеофильм «Дыхание».

Ход работы

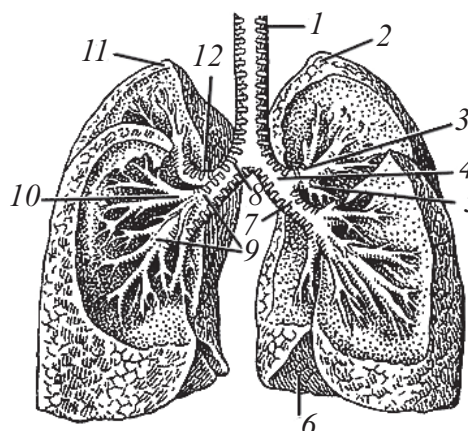
1. Просмотреть видеофильм «Дыхание», изучить материал учебника по теме «Функциональная структура дыхательной системы и физиология дыхания», рассмотреть рисунки и подписи к ним в учебнике, сопоставить с рисунками в имеющемся атласе.

2. Сделать подписи к рис. 7.

3. Ответить на вопросы:

- Что относится к верхним и что к нижним дыхательным путям человека?
- Почему нужно дышать через нос, а не через рот?
- В чем проявляется взаимосвязь строения и функции носовой полости?

Рис. 7. Нижние дыхательные пути и легкие



- Какие особенности строения легких обеспечивают осуществление в них газообмена?
- Что является структурно-функциональной единицей легкого?
- Почему легкие находятся в растянутом положении?
- Что такое пневмоторакс?
- Почему приостанавливается дыхание, когда человек погружается в холодную воду?

Тема «ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА»

Практическая работа 1

Действие слюны на крахмал

Цель: пронаблюдать действие слюны на крахмал и убедиться, что в слюне есть ферменты, способные расщеплять крахмал.

Оборудование: кусок крахмаленного сухого бинта (10×10 см), чашка Петри или блюдце со слабым раствором йода, спички (без головки) с намотанными на конце кусочками ваты.

Ход работы

1. Смочить обильно вату на спичке слюной и написать ею любую букву в середине кусочка крахмаленного бинта.
2. Зажать марлю между ладонями на 2–3 мин, затем опустить в раствор йода.
3. Пронаблюдать, как изменилась окраска кусочка марли.
4. Объяснить результат проведенного опыта. Сделать вывод. Закончить схему реакций, подтверждающих вывод.



Тема «ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА»

Практическая работа 1 Изучение строения почек

Цель: изучить особенности внешнего и внутреннего строения почек.

Оборудование: материал и рисунки учебника, атлас.

Ход работы

1. Просмотреть видеофильм «Выделительная система», изучить материал учебника по теме «Морфофункциональные особенности мочевыделительной системы», рассмотреть рисунки и подписи к ним в учебнике, сопоставить с рисунками в имеющемся атласе.

2. Сделать подписи к рис. 8

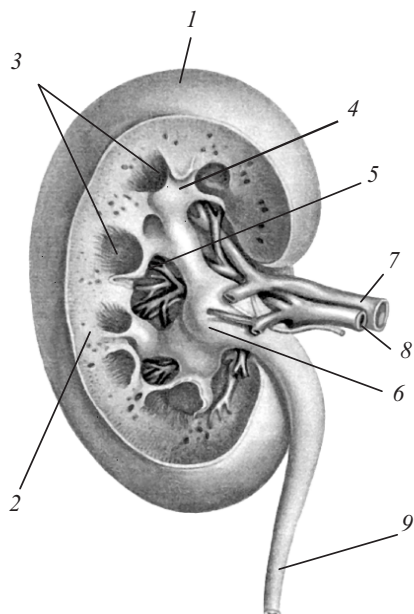


Рис. 8. Макростроение почки

3. Ответить на вопросы:

- Какое биологическое значение имеет разный диаметр приносящей и выносящей артериол?
- В чем отличие первичной мочи от вторичной?
- Какие функции выполняют почки?

СЛОВАРЬ

- Автоматизм** (от греч. *automatos* — самодвижущийся) — способность некоторых тканей, (органов) приходить в состояние возбуждения без видимых внешних воздействий, под влиянием импульсов возникающих в ней самой.
- Агглютинины** (от лат. *agglutinare* — приклеивать) — особые белки плазмы (α — альфа и β — бета), содержание которых определяет групповую принадлежность крови человека.
- Агглютиногены** (от лат. *agglutinare* — приклеивать и греч. *genos* — род, происхождение) — особые белки (А и В), содержащиеся в эритроцитах, антигенные свойства которых определяют группу крови.
- Адаптация рецепторов** (от лат. *adaptation* — приспособление) — снижение возбудимости рецепторов, приводящее к ослаблению или полному затуханию в них импульсов возбуждения. Частным случаем является световая адаптация глаза — приспособление к повышенной освещенности. Возбудимость рецепторов сетчатки глаза максимальна в темноте и снижается пропорционально увеличению интенсивности освещения.
- Адекватное раздражение** — раздражение, к которому рецептор обладает избирательной чувствительностью: свет для сетчатки глаза, растяжение для проприорецепторов мышц, изменение давления для барорецепторов и т.д.
- Адекватный** (от лат. *adaequatus* — равный, приравненный) — тождественный, соответствующий.
- Адреналин** (от лат. *adrenalis* — относящийся к надпочечникам, надпочечниковый) — гормон мозгового слоя надпочечников, выделение которого происходит при реакциях тревоги, нападения, защиты. Адреналин стимулирует обмен веществ организма, вызывает повышение кровяного давления, усиление сердцебиения, потребление кислорода, увеличение содержания сахара в крови, замедление перистальтики кишок и др. Действие адреналина аналогично влиянию симпатических нервов, в окончаниях которых выделяется адреналиноподобный медиатор — симпатин (адреналин или норадреналин).
- Аккомодация глаза** (от лат. *accomodatio* — приспособление) — приспособление к ясному (четкому) видению предметов, расположенных на разных расстояниях; достигается за счет изменения кривизны хрусталика, обеспечивающего сходжение на сетчатке лучей от различно удаленных предметов.
- Аксон** (от греч. *axon* — ось) — длинный отросток нервной клетки, проводящий возбуждение от клетки к эффекторам или другим нервным клеткам.
- Актин** — белок мышечной ткани, участвующий во взаимодействии с другим белком мышц — миозином — в мышечном сокращении.
- Акцептор результатов действия** — нервный аппарат восприятия результатов действия, сопоставления текущих сигналов от исполнительных приборов со следами прошлого опыта. В функциональной системе формируется после принятия решения о предстоящем действии, позволяющего предвидеть результаты действия на основе памяти о ранее выполненных действиях.
- Альвеолы** (от лат. *alveolus* — желобок, выемка) — 1) концевые пузырьки альвеолярных желез; 2) пузырьки в легких, обвитые сетью капилляров, через которые происходит обмен газов в легких; 3) ячейки в челюстях, где помещаются корни зубов.
- Анализ** (от греч. *analysis* — разложение, расчленение, разбор) — метод исследования посредством разложения, расчленения целого на составляющие его части; деятельность нервной системы, обуславливающая различение, дифференцирование, расчленение факторов внешней среды.
- Анализатор** — сложное образование нервной системы, ответственное за восприятие раздражителя, его анализ и формирование ощущений.

Анастомоз (от греч. *anastomosis* — отверстие, выход) — соединение между двумя кровеносными (артерио-венулярными и венозными) или лимфатическими сосудами или двумя нервами.

Анатомия (от греч. *anatome* — рассечение) — наука о строении и форме организма и его частей.

Андрогены (от греч. *andros* — мужчина и *genos* — порождающий) — мужские половые гормоны (тестостерон, андростерон и др.), под влиянием которых формируются первичные и вторичные признаки пола.

Анемия (малокровие; от греч. *an* — отрицательная частица и *haima* — кровь) — заболевания, характеризующиеся уменьшением количества эритроцитов и (или) содержания гемоглобина в них, вследствие чего ухудшается снабжение клеток и тканей организма кислородом. Причины анемии: кровопотери, нарушения кроветворения, недостаток некоторых витаминов и микроэлементов, токсикоз и т.д.

Аномалии рефракции глаза (от греч. *anomalía* — отклонение) — отклонения в развитии преломляющих сред глаза. В зависимости от положения главного фокуса по отношению к сетчатке различают следующие аномалии: миопическую, или *близорукость* (см.), и гиперметропическую, или *дальнозоркость* (см.). Одной из форм аномалий рефракции глаза является астигматизм, при котором нарушается сферичность преломляющих сред глаза, в результате на сетчатке получается расплывчатое, нечеткое изображение.

Антикоагулянты (от лат. *anti* — против и *coagulatio* — свертывание) — вещества, препятствующие свертыванию крови. Главным представителем таких веществ является гепарин, который образуется тучными клетками.

Антитела — специфические белки, образующиеся в организме в ответ на введение в него чужеродных веществ — антигенов — и нейтрализующие их вредное действие. Антитела обуславливают активный иммунитет к определенному заболеванию (сыворотка человека, переболевшего холерой, содержит антитела, уничтожающие бактерии холеры, но безвредные для других микробов).

Аорта (от греч. *aeiro* — поднимать) — самая крупная артерия большого круга кровообращения, отходящая от левого желудочка сердца.

Аппарат (от лат. *apparatus* — нечто изготовленное, снаряд) — функциональное объединение органов и систем организма различного происхождения (например, опорно-двигательный аппарат).

Аппендикс (от лат. *appendix* — придаток) — червеобразный отросток слепой кишки.

Аритмия — нарушение нормального ритма деятельности сердца.

Артериальная кровь — кровь, насыщенная кислородом.

Артериальное давление — давление крови на стенки артериальных сосудов. Различают максимальное (систолическое) артериальное давление — в момент выбрасывания сердцем в артерии очередной порции крови, минимальное (диастолическое) — в интервалы между сердечными сокращениями.

Артерии — крупные сосуды, несущие кровь от сердца по большому кругу кровообращения к органам и тканям, по малому кругу кровообращения — к легким.

Ассимиляция — см. *Обмен веществ*.

Афферентное нервное волокно (чувствительное, центроостремительное; от лат. *afferens* — приносящий) — передающее возбуждение от рецепторов в ЦНС. Противоположно: *эфферентное нервное волокно* (см.).

Ацетилхолин (АХ) — основной медиатор позвоночных и многих беспозвоночных животных, посредством которого возбуждение передается с одной клетки на другую, а также с окончаний парасимпатических и двигательных нервных волокон на эффекторные органы; физиологически активное вещество, вызывающее в тканях и органах реакцию,

характерную для раздражения парасимпатического, или двигательного, нерва; обладает многосторонним фармакологическим действием.

Базедова болезнь (зоб диффузный токсический, тиреотоксикоз) — эндокринное заболевание, связанное с гиперфункцией щитовидной железы (избыточным выделением тироксина). Характеризуется повышением обмена веществ, диффузным увеличением железы (зоб), похуданием, пучеглазием, тахикардией.

Барабанная лестница — часть внутреннего уха, заполненная перелимфой, открывающаяся в барабанную полость окном улитки.

Барабанная перепонка — упругая соединительнотканная перегородка (перепонка) на границе наружного и среднего уха. Воспринимает звуковые колебания и передает их через слуховые косточки на внутреннее ухо.

Барабанная полость — см. *Среднее ухо*.

Барорецепторы (от греч. *barys* — тяжелый, лат. *recipio* — брать, принимать) — специализированные образования чувствительных нервных волокон (рецепторы), воспринимающие изменение давления в кровеносном русле, межклеточной жидкости, внутренних органах.

Барьерная функция печени — способность печени обезвреживать токсические вещества, попадающие в кровь вместе с продуктами всасывания в кишечнике, а также ядовитые продукты метаболизма клеток (например, аммиак).

Безмякотные нервные волокна — нервные волокна, у которых отсутствует миелиновая (мякотная) оболочка.

Белки — см. *Обмен белков*.

Белое вещество мозга — вещество мозга, состоящее из нервных волокон, покрытых белой (миелиновой) оболочкой.

Белочная оболочка глаза (склера) — наружная прочная оболочка глаза белого цвета, выполняющая опорную и защитную функции. К белочной оболочке глаза присоединяются сухожилия глазодвигательных мышц.

Белые кровяные клетки — то же, что и лейкоциты.

Бери-бери (от сингальского *beri* — слабость) — заболевание, связанное с недостаточным содержанием витамина В1 в организме, которое проявляется множественными воспалениями нервов (полиневриты).

Бинауральный слух (от лат. *bini* — два, пара и *auris* — ухо) — восприятие звуков одновременно правым и левым ухом, благодаря которому обеспечивается более совершенное восприятие, в частности, определение локализации звука в пространстве.

Бинокулярное зрение (от лат. *bini* — пара и *oculus* — глаз) — зрение двумя глазами, обеспечивающее лучшее восприятие и определение пространственного положения предмета (объемное восприятие), чем каждым глазом в отдельности.

Биологически активные вещества — вещества (гормоны, витамины, ферменты и др.), оказывающие выраженное влияние на биологические процессы в организме.

Близорукость (миопия) — аномалия зрения, при которой хорошо видны близко расположенные предметы и плохо — отдаленные. При близорукости лучи, идущие от отдаленных предметов, фокусируются не на сетчатке (как необходимо для ясного видения), а ближе, впереди нее.

Блуждающий нерв — десятая пара черепномозговых нервов, отходящая от продолговатого мозга; иннервирует гортань, органы грудной клетки и брюшной полости («блуждает» по организму).

Болевые рецепторы (ноцицептивные рецепторы, ноцицепторы, ноцирецепторы) — чувствительные окончания афферентных нервных волокон, при раздражении которых

возникает ощущение боли (при чрезмерно сильном раздражении любых рецепторов может возникать ощущение боли).

Большие полушария — парные образования переднего отдела головного мозга, соединенные друг с другом мозолистым телом. Серое вещество больших полушарий, состоящее из тел нервных клеток, расположено на поверхности и образует так называемую кору больших полушарий. Белое вещество, расположенное внутри полушарий, образует многочисленные связи внутри больших полушарий и с другими отделами мозга. Большие полушария играют ведущую роль в приспособлении организма к меняющимся условиям среды (образование условных рефлексов), обуславливают сложные формы поведения, сознание и речь человека.

Большое затылочное отверстие — округлое отверстие в затылочной кости, через которое полость черепа соединяется с позвоночным каналом.

Большой круг кровообращения — замкнутая система артериальных и венозных сосудов, обеспечивающих кровоснабжение всех органов и тканей. По большому кругу кровь движется от левого желудочка сердца по аорте, артериям и капиллярам к тканям, где отдает кислород и обогащается углекислым газом, превращаясь из артериальной в венозную, и по венозным сосудам поступает в правое предсердие, а из него — в правый желудочек сердца.

Борозды коры больших полушарий — узкие вдачивания в поверхности коры больших полушарий, придающие ей складчатость и увеличивающие ее поверхность (2/3 поверхности коры находится в углублениях). Глубокими бороздами каждое полушарие делится на доли: лобную, теменную, височную, затылочную и др.

Брадикардия — урежение частоты сердечных сокращений до 60 ударов в минуту и менее (в норме наблюдается у спортсменов, тренирующихся в видах спорта с преимущественной направленностью на развитие выносливости).

Бронзовая болезнь (Аддисонова болезнь) — заболевание, возникающее вследствие недостаточности внутрисекреторной функции коры надпочечников; характеризуется интенсивной пигментацией кожи, слабостью, истощением и т.п. Описана в 1845–1855 гг. английским врачом Т. Аддисоном.

Бронхиальное дерево — древовидное разветвление бронхов легкого; общая поверхность бронхиального дерева около 4000 см².

Бронхиолы (уменьшит. от лат. *bronchus* — бронх) — тонкие конечные разветвления бронхов, оканчивающиеся альвеолами.

Баролиев мост — отдел ствола головного мозга, расположенный между продолговатым и средним мозгом.

Вдох (инспирация) — поступление воздуха в легкие через дыхательные пути в результате увеличения объема грудной полости, вызываемого сокращением дыхательных мышц (диафрагма, межреберные мышцы).

Вегетативная нервная система — нервная система, иннервирующая внутренние органы, кровеносные сосуды, кожу и железы; оказывает на них трофическое влияние; делится на симпатическую и парасимпатическую.

Вегетативные висцеральные ганглии — анатомическое образование, состоящее из скопления вегетативных нейронов, представляющее собой станции переключения возбуждения с первого нейрона вегетативной нервной системы на второй. Ганглии (узлы) симпатической нервной системы расположены в виде цепочки вдоль спинного мозга; ганглии парасимпатической нервной системы расположены вблизи иннервируемого органа или в нем самом.

Вегетативные нервы — нервы, иннервирующие внутренние органы, кровеносные сосуды и др.; делятся на симпатические и парасимпатические. Ср.: *Соматические нервы*.

Венозная кровь — кровь, обедненная кислородом и насыщенная углекислым газом.

Вентиляция легких (от лат. *ventilation* — проветривание) — воздухообмен легких с окружающей средой, осуществляемый посредством периодических дыхательных движений (вдоха и выдоха).

Вены — кровеносные сосуды, несущие кровь от органов к сердцу.

Верхняя полая вена — крупная вена, по которой кровь от головы и верхних конечностей поступает к сердцу.

Вестибулярная система — сенсорная система восприятия и кодирования раздражителей, воспринимаемых вестибулярным аппаратом (полукружные каналы, отолитовый прибор, вестибулярные нервные центры). Устойчивость вестибулярной системы повышается специальной тренировкой (активные и пассивные перемещения тела в различных плоскостях).

Вестибулярный аппарат (от лат. *vestibulum* — преддверие) — орган равновесия, воспринимающий изменения положения тела в пространстве, а также направление его движения; часть внутреннего уха. Линейное и угловое ускорение воспринимается рецепторами мешочков и полукружных каналов внутреннего уха, образующих вестибулярный аппарат.

Витамины (от лат. *vita* — жизнь) — органические компоненты пищи, которые необходимы в небольших количествах для нормальной жизнедеятельности организма. Они выполняют строго специфические функции в обменных процессах. Выделяют две группы: жирорастворимые (А, D, E, К) и водорастворимые (В, С).

Вкус (от греч. *gustus*) — ощущение, возникающее при воздействии растворенных химических веществ на вкусовые рецепторы языка и слизистых оболочек рта. Различают следующие основные вкусовые ощущения: сладкое, горькое, кислое, соленое.

Вкусовая зона — центр, часть вкусового анализатора, расположенная под височной долей, вблизи силвиевой борозды коры больших полушарий (в области старой и древней коры), где возникают вкусовые ощущения.

Вкусовой анализатор — нервный аппарат, осуществляющий восприятие и анализ вкусовых раздражителей; состоит из вкусовых рецепторов, вкусового нерва, проводящих путей, подкорковых центров и вкусовой зоны коры больших полушарий.

Вкусовые почки (вкусовые луковичи) — совокупность эпителиальных клеток, связанных с концевыми разветвлениями вкусовых нервных волокон; расположены главным образом в сосочках языка, а также в слизистой оболочке мягкого неба, задней стенки глотки и надгортанника. С возрастом количество вкусовых почек уменьшается, что может служить причиной изменения вкусовых ощущений и предпочтений у пожилых.

Вкусовые раздражители — растворы химических веществ, вызывающие возбуждение вкусовых рецепторов ротовой полости.

Вкусовые рецепторы — скопление воспринимающих (рецепторных) клеток слизистой оболочки полости рта, чувствительных к горькому, сладкому, кислому и соленому.

Вкусовые сосочки — эпителиальные выросты (сосочки) ротовой полости (языка, задней стенки глотки, мягкого неба, миндалин, надгортанника), в которых находятся вкусовые рецепторы.

Внешняя секреция — процесс выделения (секреции) железами образующихся в них веществ (соков, слизей и др.) через выводные протоки наружу или в какую-либо полость организма, например пищеварительную трубку. К внешней секреции относится деятельность потовых, пищеварительных, молочных и других желез, имеющих выводные протоки. Ср.: *Внутренняя секреция*.

Внутреннее ухо — система полостей и извитых каналов в глубине височной кости, в которых расположены воспринимающие (рецепторные) нервные окончания органа слуха и равновесия; состоит из преддверия, трех полукружных каналов и улитки.

Внутренние органы — органы, расположенные в грудной и брюшной полостях, например сердце, легкие, кишечник, почки.

Внутренняя секреция — выделение железами физиологически активных веществ — гормонов. В отличие от желез внешней секреции железы внутренней секреции не имеют выводных протоков и секретируют гормоны непосредственно в межтканевую жидкость и кровь.

Внутренняя среда организма — жидкости, окружающие клетки и ткани организма: кровь, лимфа, межтканевая жидкость, ликвор; участвуют в транспорте веществ в организме.

Водный баланс — соотношение между количеством воды, поступающей в организм, и количеством воды, покидающей его с мочой, выдыхаемым воздухом и т.п.

Водный обмен — совокупность процессов потребления, распределения и использования воды в организме, а также выделения ее. Суточное потребление (и, соответственно, выделение) воды взрослым человеком составляет 2–2,5 л.

Возбудимость — способность живых тканей приходить в деятельное состояние под влиянием раздражителей (возбуждаться). Мерой возбудимости ткани (клетки) служит порог раздражения (сила раздражителя): чем выше порог раздражения, тем ниже возбудимость и наоборот.

Возбудимые ткани — ткани, клетки которых способны генерировать возбуждение (нервная, мышечная ткань, секреторные клетки эпителиальной ткани).

Возбуждающий медиатор — см. *Медиатор*.

Возбуждение — электрический импульс, возникающий на наружной клеточной мембране вследствие специфических изменений ее ионной проницаемости. Различают местное и распространяющееся возбуждение.

Воздух остаточный — воздух, остающийся в легких после максимального выдоха. Составляет в среднем 1200 мл.

Воротная вена печени — крупный кровеносный сосуд, по которому кровь от органов пищеварения брюшной полости поступает в печень, где вена разветвляется, образуя воротную систему печени.

Восходящие проводящие пути — пучки нервных волокон спинного и головного мозга, передающие возбуждение в вышележащие отделы.

Время рефлекса (латентный период рефлекса) — время от момента нанесения раздражения до начала рефлекторного ответа.

Врожденный иммунитет — наследственная невосприимчивость человека или животных к тому или иному инфекционному заболеванию.

Вставочные нервные волокна (промежуточные, контактные нейроны) — нервные волокна, соединяющие чувствительные (афферентные) нейроны с двигательными (эфферентными).

Вторичные половые признаки — внешние особенности строения, которыми один пол отличается от другого: характерные пропорции тела, степень развития молочных желез, характер оволосения, тембр голоса и т.д. Развиваются в период полового созревания (подростковый возраст).

Выделение (экскреция) — удаление из организма во внешнюю среду конечных продуктов обмена веществ — избытка воды, солей, токсичных соединений. У человека выделение осуществляется, главным образом, почками, легкими, пищеварительным трактом, кожей.

Выделительная система — совокупность органов (почки, легкие, кожа, пищеварительный тракт), осуществляющих удаление из организма конечных продуктов обмена веществ — избытка минеральных солей, чужеродных веществ, накопление которых нарушило бы постоянство внутренней среды организма.

Выдох — процесс выхода воздуха из легких, связанный с уменьшением объема грудной полости и увеличением внутрилегочного давления выше атмосферного.

Газообмен — обмен газов между организмом и внешней средой, а также между кровью и тканями.

Газообмен в легких — процесс обогащения венозной крови кислородом и отдача ею избытка углекислого газа.

Ганглий (от греч. *ganglion* — опухолевидное образование) — скопление тел нервных клеток и сопровождающей их ткани вне спинного и головного мозга. Различают спинальный ганглий и ганглии симпатической и парасимпатической нервной системы.

Гастрин (от греч. *gastor* — желудок) — гормон, образующийся и выделяющийся эндокринными клетками желудка, двенадцатиперстной кишки, а также ЦНС. Основная физиологическая функция гастрина состоит в стимулировании желудочной секреции.

Гем-, гемато-, гемо- (от греч. *haima* — кровь) — часть сложных слов, означающая: принадлежащий, относящийся к крови.

Гематома (от «гемато-» и *oma* — опухоль) — скопление крови в тканях при закрытых повреждениях, сопровождающихся разрывом сосудов и кровоизлиянием.

Гематоэнцефалический барьер (от «гемато-» и *enkephalos* — головной мозг) — морфологическое образование, состоящее из эндотелия сосудов, базальной мембраны и глиальных клеток, препятствующее свободному проникновению веществ из крови в ликвор (цереброспинальную жидкость).

Гемоглобин (от греч. *haima* и лат. *globus* — шар) — пигмент красного цвета, находящийся в эритроцитах, состоящий из белка глобина и железопорфирина гемма, в состав которого входит двухвалентное железо. Выполняет в организме функцию переноса кислорода и углекислого газа.

Гемолиз (от греч. *haima* и *lysis* — растворение) — разрушение эритроцитов с выходом гемоглобина в плазму. В норме гемолиз завершает жизненный цикл эритроцитов, который длится около 120 дней. При патологии гемолиз может быть обусловлен ядами, некоторыми лекарственными веществами, холодом и другими факторами.

Гепарин (от греч. *hepar* — печень) — вещество, препятствующее свертыванию крови; впервые получено из печени (отсюда и название). Содержится также в тканях легких, кишечника, почек и мышц.

Гипер- (от греч. *hyper* — над, сверх) — начальная часть сложных слов, означающая превышение нормы, например гиперполяризация. Противоположно: *гипо-* (см.).

Гиперемия (от греч. *hyper* и *haima* — кровь) — покраснение кожи в результате увеличения ее кровенаполнения.

Гиперкинезия (от греч. *hyper* и *kinesis* — движение) — повышенная двигательная активность.

Гипертония (от греч. *hyper* и *tonus* — напряжение) — длительное увеличение кровяного давления в артериях, симптом ряда заболеваний.

Гипертрофия (от греч. *hyper* и *trophe* — питание) — увеличение объема ткани или органа с сохранением обычных пропорций.

Гипо- (от греч. *hupo* — внизу, снизу, под) — приставка, указывающая на понижение против нормы. Противоположно: *гипер-* (см.).

Гиподерма (от греч. *hupo* и *derma* — кожа) — внутренний слой кожи, то же, что *подкожная жировая клетчатка* (см.).

Гиподинамия (от греч. *hupo* и *dynamis* — сила) — пониженная двигательная активность, обусловленная малоподвижным образом жизни и другими условиями, резко ограничивающими подвижность.

Гипокинезия (от греч. *hypo* и *kinesis* — движение) — ограниченная двигательная активность организма, обусловленная малоподвижным образом жизни, спецификой некоторых видов профессиональной деятельности.

Гипоксия (кислородное голодание); от греч. *hypo* и лат. *oxxygenium* — кислород) — недостаточное снабжение организма кислородом или снижение его утилизации тканями.

Гипоталамус (подбугровая область); от греч. *hypo* и *thalamus* — комната) — отдел промежуточного мозга, расположенный ниже таламуса; является высшим подкорковым центром вегетативной нервной системы (регулирует обмен веществ, деятельность сердечно-сосудистой системы, пищеварения, выделения, желез внутренней секреции, энергообмен, сон, бодрствование, эмоции).

Гипотонические растворы — растворы, осмотическое давление которых меньше, чем осмотическое давление плазмы крови. Они имеют концентрацию NaCl ниже 0,9 %. Противоположно: гипертонические растворы.

Гипотония (от греч. *hypo* и *tonos* — напряжение) — понижение кровяного давления или мышечного тонуса по сравнению с нормой.

Гипофиз (питуитарная железа, мозговой придаток, придаток мозга); от греч. *hypo* и *phyo* — расти) — ведущая железа внутренней секреции позвоночных животных и человека, расположенная в основании головного мозга, на турецком седле основной кости черепа; состоит из трех частей: передней, средней, задней. Вырабатывает ряд важных гормонов, регулирующих обмен веществ и деятельность внутренних органов. Гипофиз тесно связан с гипоталамусом, при участии которого осуществляется синтез гормонов.

Главная оптическая ось — прямая, соединяющая центр рассматриваемого предмета со средней желтой пятны глаза.

Гладкие мышцы (гладкая мышечная ткань) — ткань, состоящая из веретенообразных одноядерных гладких (в отличие от поперечнополосатых мышц, не имеющих поперечной исчерченности) клеток, обладающих способностью сокращаться. Гладкие мышцы образуют мускулатуру внутренних органов, кровеносных сосудов, многих желез.

Глаз — орган чувств, воспринимающий световые раздражения.

Глазница (орбита) — впадина на лицевом черепе, в которой располагается глаз.

Глазное дно — задняя внутренняя стенка глазного яблока.

Глазное яблоко — собственно глаз (без мышц, слезных желез и других вспомогательных образований).

Глазные мышцы — мышцы, сокращение которых вызывает движение глазного яблока.

Глазодвигательный нерв — третья пара черепно-мозговых нервов, отходящих от промежуточного мозга; иннервирует мышцы глаза и верхнего века.

Глиальные клетки (глионы, глиоциты) — совокупность клеток-сателлитов ЦНС эктодермального происхождения — макроглиоцитов, расположенных вокруг нейронов (олигодендроциты) и оплетающих кровеносные сосуды (астроциты), и мелких подвижных клеток мезодермального происхождения, выполняющих функцию фагоцитоза, — микроглиоцитов; в периферии, нервах клетки-сателлиты (разновидность олигодендроцитов) называются шванновскими клетками. Обеспечивают доставку к нейронам питательных веществ и транспорт от них продуктов метаболизма, служат для защиты и опоры нейронов, направляют рост нервных волокон, выполняют также ряд других функций.

Гликоген (от греч. *glykos* — сладкий и *genos* — рождение) — животный крахмал, углевод, состоящий из соединенных друг с другом остатков молекул глюкозы. Образуется из глюкозы крови в печени, где откладывается в запас как резерв углеводов.

Гликогенез (от греч. *glykos* — сладкий и *genesis* — зарождение, развитие) — синтез в организме гликогена из глюкозы.

Глобулины (от лат. *globulas* — шарик) — нерастворимые в воде простые белки сыворотки крови; растворяются в любых растворах солей, щелочей и кислот. Различают альфа-,

бета- и гамма-глобулины. В глобулиновых фракциях сыворотки находятся антитела к различным антигенам, обеспечивающие иммунную защиту организма.

Глотание — совокупность рефлекторных мышечных сокращений, посредством которых пища переводится из полости рта в пищевод.

Глотка — участок пищеварительного тракта на границе ротовой полости и пищевода.

Глюкагон — гормон поджелудочной железы, вырабатываемый α -клетками, повышает уровень глюкозы в крови за счет усиления расщепления гликогена в печени и способствует образованию углеводов из жиров и белков.

Голеностопный сустав — сочленение предплюсны с голенью.

Голень — часть ноги от коленного до голеностопного сустава.

Головной мозг — передний отдел ЦНС позвоночных, осуществляющий связь организма со средой, адекватное взаимодействие с ней — поведение. Делится на конечный, или большой, мозг и мозговой ствол. Конечный мозг состоит из двух больших полушарий, соединенных мозолистым телом; ствол мозга включает промежуточный мозг, средний мозг, задний мозг, состоящий из моста мозга, мозжечка и продолговатого мозга. Ведущая роль в эволюции головного мозга принадлежит коре больших полушарий, наибольшее развитие она получила у человека и обуславливает его высшие специфические функции — такие как сознание, речь и др.

Голосовая щель — пространство между голосовыми связками. Выдыхаемый воздух, проходя через голосовую щель, вызывает колебание голосовых связок и образование звуков.

Голосовые связки — парные эластические тяжи (связки), прикрепленные к боковым стенкам гортани; при колебании образуют звуки.

Гомеостаз (от греч. *homoios* — подобный, сходный и *stasis* — стояние) — сохранение постоянства внутренней среды организма (тканевой жидкости, крови, лимфы) несмотря на значительные колебания параметров внешней среды.

Гонады (от греч. *gone* — зарождение и *adeh* — железа) — то же, что и *половые железы* (см.).

Гормон роста — гормон, вырабатываемый передней частью (долей) гипофиза. Гормон роста усиливает деление клеток и рост тела в длину.

Гормоны (от греч. *hormaino* — привожу в движение, побуждаю) — физиологически активные вещества, вырабатываемые в организме специальными органами — железами внутренней секреции; участвуют в регуляции важнейших жизненных функций — роста, развития, размножения, обмена веществ.

Гортань — начальный хрящевой отдел дыхательной системы, расположенный между глоткой и трахеей. Участвует в образовании звуков.

Грудина — непарная кость грудной клетки, к которой присоединяются 10 верхних пар ребер.

Грудная клетка — костно-хрящевой скелет груди, образованный позвонками, ребрами и грудиной; защищает внутренние органы, является опорой для верхнего плечевого пояса.

Грудная полость — полость, расположенная в грудном отделе туловища; отделена от брюшной полости диафрагмой, выстлана серозной оболочкой — плеврой. В грудной полости помещаются дыхательные пути, легкие, сердце, пищевод, бронхиальные и лимфатические узлы, вилочковая железа.

Группы крови — типы крови, выделяемые у человека и животных на основании их совместимости, возможности переливания (введения) от одного индивида другому. У человека принято различать 4 основных группы крови: I, II, III, IV.

Губчатые кости — кости разные по форме, снаружи покрыты компактной костной тканью, внутри содержится губчатое вещество, заполненное красным костным мозгом.

Гумор (от лат. *humor* — влага, жидкость) — внеклеточные жидкости организма: кровь, лимфа, межклеточная жидкость.

Гуморальная регуляция — регуляция функций организма посредством переносимых кровью, лимфой и межклеточной жидкостью физиологически активных веществ (гормонов, витаминов, ферментов, медиаторов) и продуктов метаболизма (например углекислого газа, молочной кислоты).

Дальнозоркость (гиперметропия) — дефект (недостаток) зрения, при котором плохо видны близкие предметы и хорошо — отдаленные. Лучи, идущие от близкорасположенных предметов, собираются не на сетчатке (как необходимо для ясного видения), а за ней. Дальнозоркость зависит от слабой преломляющей силы роговицы хрусталика или от слишком короткой передне-задней оси глаза. Исправляется очками с положительными (выпуклыми) стеклами.

Дальтонизм (протанопия) — нарушение цветовосприятия, проявляющееся в неспособности различать некоторые цвета, обычно красный и зеленый.

Двигательный анализатор — нейромоторный аппарат, состоящий из: 1) двигательной коры (области коры больших полушарий, раздражение которой приводит к двигательным реакциям определенных частей тела); 2) отходящих от ее нейронов пучков нервных волокон — двигательных нервов (нервов, иннервирующих мышцы); 3) всех скелетных мышц, кроме мимических.

Дегенерация (от лат. *degenero* — вырождаться, перерождаться) — перерождение, обратное развитие, атрофия, дистрофия.

Дендриты (от греч. *dendron* — дерево) — короткие ветвящиеся отростки нервной клетки, воспринимающие импульсы от других нервных клеток.

Депозит крови (от франц. *depot* — склад, хранилище) — органы, в которых задерживается кровь, не участвующая в циркуляции по сосудам. Около 50 % всей массы крови хранится вне общего кровотока — в селезенке (до 16 %), печени (до 20 %), коже (10 %) и других органах.

Дерма (от греч. *derma* — кожа) — средний слой кожи, образованный плотной соединительной тканью, расположенный под эпидермисом.

Диастола (от греч. *diastole* — растягивание) — ритмически повторяющееся расслабление мышцы сердца, наступающее вслед за ее сокращением. Различают диастолу предсердий (0,65 с) и диастолу желудочков (0,45 с). Время совпадения периода диастолы предсердий и желудочков составляет 0,3 с и называется паузой, в течение которой все отделы сердца находятся в состоянии покоя, а сердце является резервуаром, куда свободно изливается кровь из сосудистой системы.

Диафиз (от греч. *diaphyomai* — расту между) — средняя часть трубчатой кости, расположенная между двумя концами (эпифизами).

Диафрагма (от греч. *diaphragma* — перегородка) — мышечно-сухожильная пластинка, отделяющая грудную полость от брюшной.

Диски и мениски — хрящевые прокладки сплошной и полукруглой формы, располагающиеся между суставными поверхностями и срастающиеся по краям с суставной сумкой. Они содействуют разнообразию движений в суставе и играют роль амортизаторов.

Диссимиляция (катаболизм) — см. *Обмен веществ*.

Дистальные рецепторы — рецепторы зрения, слуха, обоняния, воспринимающие раздражение от предметов, находящихся на некотором расстоянии (дистанции) от организма. Противоположно: *контактные рецепторы* (см.).

Диурез (от греч. *di* — приставка, означающая «два», «дважды», «двойной» и *uresis* — мочеиспускание) — отделение мочи.

Диффузия (от лат. *diffusion* — распространение, растекание) — проникновение молекул одного вещества в другое через проницаемую мембрану по электрохимическому концентрационному градиенту. Силы, участвующие в диффузии, являются физическими и не требуют затраты энергии.

Длинные трубчатые кости — кости плеча, предплечья, бедра, голени, выполняющие функции опоры и рычагов при движении. В длинных костях различают полое тело (диафиз), заполненное у взрослого человека желтым костным мозгом, и две утолщенных концевых головки — эпифизы, состоящие из компактной и губчатой ткани.

ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота.

Древняя кора — филогенетически самая древняя часть коры больших полушарий головного мозга, занимающая смежные участки лобной и височной долей на нижней и медиальной поверхности полушарий.

Дыхание — совокупность процессов, обеспечивающих потребление организмом кислорода и выделение углекислого газа. Выделяют следующие этапы дыхания: 1) внешнее дыхание — газообмен между внешней средой и альвеолярным пространством легких; 2) легочное дыхание — газообмен между альвеолярным воздухом и кровью; 3) транспорт газов кровью от легких к тканям и обратно; 4) внутреннее (тканевое) дыхание; 5) клеточное дыхание — использование кислорода в ходе окисления органических веществ до воды и углекислого газа с образованием энергии, используемой в процессах жизнедеятельности.

Дыхательная система — совокупность органов, обеспечивающих потребление организмом кислорода из внешней среды и выделение в нее углекислого газа.

Дыхательные рефлексы — рефлексы, возникающие в ответ на изменение концентрации углекислого газа и кислорода в крови, степени растяжения легких, дыхательных мышц; приводят к изменению глубины и частоты дыхания.

Дыхательный центр — совокупность нейронов ЦНС (основное ядро дыхательного центра находится в продолговатом мозге), посылающих импульсы к дыхательным мышцам и обеспечивающих координированный вдох и выдох.

Евстахиева труба (слуховая труба) — анатомическое образование, представленное узкой вытянутой трубкой, которая соединяет полость среднего уха с носоглоткой. Выполняет различные функции: защитную, дренажную, вентиляционную и выравнивания давления на барабанную перепонку.

Естественный специфический иммунитет — выработка организмом специфических антител в результате естественной встречи с микроорганизмами, а также перенесённого заболевания (активный иммунитет) или передача антител ребёнку с молоком матери (пассивный иммунитет).

Железа вилочковая (тимус, зубная железа) — парный дольчатый орган, расположенный в верхнем отделе средостения; является центральным органом системы иммуногенеза, ответственным за формирование и функционирование клеточного иммунитета.

Железа поджелудочная — железа смешанной секреции, вырабатывающая пищеварительные ферменты — поджелудочный сок (внешнесекреторная функция) и гормоны инсулин и глюкагон, регулирующие углеводный обмен организма (внутрисекреторная функция); название получила по своему местоположению — позади задней стенки желудка.

Железа предстательная — непарная железа мужской половой системы, представляющая собой железисто-мышечный орган, окружающий начальную часть мочеиспускательного канала. Железистая часть вырабатывает секрет, который, смешиваясь со спермой, поддерживает активность сперматозоидов.

Железа щитовидная — железа внутренней секреции, расположенная на шее, впереди щитовидного хряща. Вырабатывает гормоны, регулирующие рост и развитие организма, ин-

тенсивность обмена веществ. Поражение щитовидной железы приводит к заболеваниям: мексидеме (слизистому отеку), базедовой болезни и др.

Железы — органы, основной функцией которых является выработка и выделение секретов (например, слюнные, потовые, половые железы, гипофиз и др.); делятся на железы внешней и внутренней секреции.

Железы внешней секреции — железы, имеющие выводные протоки, по которым секретируемые вещества выделяются на наружную поверхность кожи или в какую-либо полость организма.

Железы внутренней секреции (эндокринные железы) — органы человека и животных, не имеющие выводных протоков и выделяющие вырабатываемые ими вещества (гормоны) в кровь или лимфу. Наряду с нервной системой выполняют регуляторную функцию, обеспечивая связь и координацию частей организма и объединение их в единое целое.

Железы околощитовидные (паратиреоидные, парашитовидные железы) — железы внутренней секреции; у человека расположены на задней поверхности щитовидной железы; вырабатывают паратгормон, регулирующий кальциевый и фосфорный обмен в организме.

Железы потовые — простые трубчатые железы, расположенные в коже, преимущественно в подмышечных впадинах, на лбу, ладонях и подошвах. Выделяют на поверхность кожи жидкий секрет — пот, состоящий из воды (98–99 %) и твердых веществ (хлорида натрия, мочевины, мочевой кислоты, жиров и др.). Потоотделение происходит постоянно, даже при низкой температуре. Пот выделяется на поверхность кожи отдельными порциями, частота их выброса регулируется посредством нервных (рефлекторных и центральных) и гуморальных факторов в ответ на температурные, тактильные, эмоциональные и другие стимулы. Центры потоотделения расположены в боковых рогах спинного мозга, продолговатом мозге, гипоталамусе, коре больших полушарий. Потоотделение — один из физиологических механизмов терморегуляции, поддержания водно-солевого баланса, выделения.

Желтое пятно — место наибольшего скопления световоспринимающих элементов в сетчатке глаза.

Желтое тело — временное образование, выполняющее функции железы внутренней секреции. Оно развивается в яичнике после овуляции и вырабатывает гормон прогестерон.

Желтый (жировой) костный мозг — см. *Костный мозг*.

Желудок — полый мышечный орган, расположенный между пищеводом и двенадцатиперстной кишкой и представляющий собой расширение пищеварительного тракта; является резервуаром, в котором накапливается потребленная пища, происходит ее химическое расщепление под влиянием ферментов желудочного сока.

Желудочки головного мозга — общее название расширений полостей мозга, сообщающихся с субархноидальным пространством, заполненных цереброспинальной жидкостью.

Желудочки сердца — отделы сердца, в которые кровь поступает из предсердий.

Желудочный сок — секрет желудка, содержащий соляную кислоту, ферменты, расщепляющие белки, и жиры, створаживающие молоко. У человека за сутки выделяется около 1,5 л желудочного сока.

Желчный проток — проток, по которому желчь поступает из желчного пузыря в двенадцатиперстную кишку.

Желчный пузырь — полый орган, в котором скапливается желчь; представляет собой ответвление главного желчного протока, по которому желчь из печени поступает в двенадцатиперстную кишку.

Желчь — темная красновато-зеленая жидкость, секретируемая печенью; усиливает расщепление жира, перистальтику кишечника, влияет на активность ферментов двенадцатиперстной кишки.

Жизненная емкость легких — максимальное количество воздуха, которое может выдохнуть человек после предельно глубокого вдоха; является одним из показателей физического развития организма. У мужчин жизненная емкость легких равна 3500–4500 см³, у женщин — 2500–3500 см³.

Жиры — см. *Обмен жиров*.

Задние корешки — пучки нервных волокон, по которым возбуждение передается от чувствительных нейронов, расположенных в спинальном ганглии, к промежуточным нейронам спинного мозга.

Задний мозг — часть головного мозга, состоящая из продолговатого мозга, мозжечка и моста мозга.

Задняя камера глаза — небольшое пространство между хрусталиком и радужной оболочкой, заполненное прозрачной жидкостью.

Защитные дыхательные рефлексы — рефлекторные акты (чихание, кашель и др.), возникающие в ответ на раздражение дыхательных путей микробами, вирусами, инородными веществами.

Зоны коры — области коры больших полушарий мозга.

Зрачковый рефлекс — расширение или сужение зрачка в ответ на ослабление или усиление интенсивности светового потока.

Зрачок — отверстие в центре радужной оболочки глаза; регулирует количество света, поступающего на сетчатку.

Зрительная зона — расположенная в затылочной доле часть коры больших полушарий, при участии которой происходят восприятие и анализ световых раздражений. Разрушение или удаление зрительной зоны приводит к слепоте.

Зрительный нерв — совокупность нервных волокон, проводящих возбуждения от сетчатки к зрительным центрам мозга.

Зрительный пурпур (от лат. *purpura* — пурпурная улитка, пурпурный цвет), **зрительный пигмент родопсин** (от греч. *rhodon* — роза и *opsis* — зрение) — содержащееся в палочках белковое светочувствительное вещество красного цвета. При действии света зрительный пурпур претерпевает ряд химических превращений, являющихся начальным звеном возбуждения рецепторов.

Зрительный рецептор — световоспринимающие элементы (палочки и колбочки) сетчатки глаза.

Извилины коры больших полушарий — выпуклости коры больших полушарий головного мозга, лежащие между соседними бороздами (углублениями) в складчатой структуре коры. Извилины и борозды увеличивают поверхность коры больших полушарий, которая достигает 2000–2500 см².

Извитой почечный каналец — то же, что и *почечный каналец* (см.).

Изо- (от греч. *isos* — равный) — часть сложных слов, означающая: одинаковый, равный, соразмерный.

Изотонические растворы (от греч. *isos* и *tonos* — напряжение) — растворы, осмотическое давление которых равно осмотическому давлению в растительных или животных клетках. Специально приготовленные изотонические растворы для выдерживания в них изолированных тканей и органов или введения в кровеносные сосуды носят название физиологических растворов.

Изотоническое сокращение — сокращение мышцы, при котором изменяются ее размеры, а внутреннее напряжение остается относительно постоянным (изотоническим).

Иммунитет (от лат. *immunitas* — освобождение от чего-либо) — невосприимчивость организма к агентам, несущим генетически чужеродную информацию, проявляется в невос-

приимчивости организма к возбудителям болезней (инфекциям), некоторым ядам, отторжении пересаженной ткани. Различают *естественный* (врожденный) и *искусственный* (приобретенный) *иммунитет* (см.).

Иммунная система — совокупность органов, обеспечивающих иммунную защиту организма, включает красный костный мозг, тимус, лимфоидные органы, лимфоциты и др.

Импульс (от лат. *impulses* — удар, толчок) — быстро протекающий процесс; в физиологии — то же, что и возбуждение.

Иннервация (от лат. *in* — внутри чего-либо и греч. *neuron* — нерв) — нервная регуляция периферического органа, снабжение его нервными волокнами.

Инстинкт (от лат. *instinctus* — побуждение) — совокупность врожденных, т.е. свойственных всем представителям данного вида, поведенческих актов, возникающих в ответ на действие внешних и внутренних факторов (например, инстинкт материнства, инстинкт перелета у птиц). Инстинкт представляет собой цепь безусловных рефлексов, в которой конец одного звена является началом другого.

Инсулин (от лат. *insula* — остров) — гормон поджелудочной железы, выделяемый островковыми клетками в кровь; переводит избыток глюкозы крови в гликоген, стимулирует усвоение глюкозы жировой тканью и переводит углеводы в жир. При недостатке инсулина развивается заболевание диабет.

Интерорецепторы (от лат. *interior* — внутренний и «рецептор») — специализированные чувствительные нервные образования (рецепторы), воспринимающие раздражения, которые возникают в самом организме (во внутренних органах, мышцах, кровеносных сосудах), например, хеморецепторы, барорецепторы, проприорецепторы и др. Противоположно: *экстерорецепторы* (см.).

Ионные каналы — участки биологических или искусственных мембран, избирательно пропускающие те или иные ионы.

Искусственный специфический иммунитет — выработка организмом специфических антител в ответ на искусственное введение ослабленных бактерий или их ядов при вакцинации (активный иммунитет) или введение готовых антител (пассивный иммунитет).

Кифоз (от греч. *kyphos* — сгорбленный, согнутый) — физиологические изгибы позвоночника в грудном и крестцовом отделах, обращенные выпуклостью назад.

Клетка — основная структурная единица животных и растительных организмов; состоит из клеточной мембраны, отделяющей клетку от окружающей среды, цитоплазмы, в которой происходят основные процессы жизнедеятельности клетки (ассимиляция и диссимиляция), и ядра — носителя наследственной информации.

Клеточный центр — клеточный органоид, участвующий в распределении ядерного вещества (хромосом) при делении клетки.

Кожа — наружный покров тела, состоящий у человека и позвоночных животных из эпидермиса и собственно кожи. Кожа защищает организм от внешних повреждений, является органом осязания, участвует в терморегуляции, выделении. Производные кожи: волосы, ногти, когти, перья, рога, копыта, потовые, сальные и молочные железы.

Кожный анализатор — анализатор, состоящий из рецепторов кожи (чувствительных к давлению, прикосновению, болевым и температурным раздражениям), проводящего нерва и нейронов коры больших полушарий, расположенных позади центральной борозды (часть кожно-мышечной зоны).

Колбочки сетчатки — округлые, слегка вытянутые светочувствительные клетки сетчатки глаза, воспринимающие дневное освещение и цвет предметов (аппарат дневного видения).

Коленный рефлекс — рефлекторное разгибание ноги в коленном суставе, вызываемое растяжением мышц-разгибателей в ответ на нанесение удара по ее сухожилию.

- Колит** (от греч. *kolon* — толстая кишка) — воспаление слизистой оболочки толстой кишки.
- Конечный мозг** — то же, что и *большие полушария* (см.).
- Контактные рецепторы** — рецепторы, возбуждающиеся при непосредственном контакте с раздражителем (вкусовые, осязательные и др.). Противоположно: *дистальные рецепторы* (см.).
- Координация функций** — согласование деятельности различных органов и систем организма, осуществляемое нервной и гуморальной системами. Например, при сгибании конечностей возбуждение нервных клеток, посылающих импульс к мышцам-сгибателям, вызывает одновременное торможение клеток, связанных с мышцами-разгибателями; возникающее при этом расслабление разгибателей облегчает сгибание конечностей.
- Копчик** — концевой отдел позвоночника, состоящий из 4-5 недоразвившихся позвонков; соответствует хвостовому скелету позвоночных животных.
- Кора больших полушарий головного мозга** — серое вещество (скопление тел нервных клеток), покрывающее поверхность больших полушарий головного мозга человека и многих высших животных; является центром психической деятельности, обуславливающим поведение, а у человека — сознание и речь; участвует в регуляции всех функций организма.
- Корешки спинномозгового нерва** — ответвления от общего (смешанного) нервного ствола вблизи спинного мозга: задний корешок спинномозгового нерва, по которому возбуждение поступает в спинной мозг, и передний, по которому возбуждение выходит из спинного мозга к периферическим эффекторным органам.
- Короткие губчатые кости** — небольшие симметричные (образуют позвоночный столб) и асимметричные (образуют запястье кисти и предплюсну стопы) кости, обеспечивающие большую подвижность частей скелета.
- Кортиев орган** — рецепторная часть внутреннего уха; преобразует звуковые колебания в нервное возбуждение. Состоит из нервных и опорных клеток.
- Кортикоиды** (от лат. *cortices* — кора и греч. *eides* — подобный) — гормоны коры надпочечников.
- Костная ткань** — одна из разновидностей соединительной ткани; состоит из костных клеток (остеоцитов) и межклеточного вещества. Имеются два вида костной ткани — грубоволокнистая и пластинчатая, различающиеся особенностями строения межклеточного вещества.
- Костный мозг** — ткань, заполняющая полости костей у позвоночных животных и человека. Различают красный и желтый костный мозг. Красный костный мозг является основным органом кроветворения взрослого человека, он располагается в плоских костях (ребрах, грудице, костях черепа, таза), а также позвонках и эпифизах трубчатых костей. Желтый (жировой) костный мозг располагается в диафизах трубчатых костей, содержит много жировых клеток.
- Кость** — твердая часть скелета человека и позвоночных животных, состоящая из костных клеток и большого количества межклеточного вещества. Содержит органическое вещество, обеспечивающее кости эластичность, и минеральные соли, придающие ей твердость и прочность. Вместе с хрящами, суставами и связками кости образуют скелет.
- Красные кровяные клетки** — то же, что и *эритроциты* (см.).
- Красный костный мозг** — см. *Костный мозг*.
- Кретинизм** (от франц. *cretin* — кретин) — заболевание, обусловленное уменьшением выработки тироксина щитовидной железой в период развития организма (в детстве); проявляется в задержке роста и психического развития.
- Кровь артериальная** — кровь, насыщенная кислородом.
- Кровь венозная** — кровь, обедненная кислородом и насыщенная углекислым газом.

Кровяная сыворотка — плазма, лишенная фибриногена.

Кровяное давление — давление крови на стенки сосудов, создающееся в результате нагнетания сердцем крови в артериальное русло кровеносной системы. Величина кровяного давления зависит от интенсивности работы сердца и степени сокращения (сжатия) стенок кровеносных сосудов.

Кровяные клетки — форменные элементы крови: *эритроциты, лейкоциты, тромбоциты* (см.).

Круги кровообращения — замкнутые пути, по которым течет кровь от сердца к органам и обратно. У человека различают *большой* и *малый* (легочный) *круги кровообращения* (см.).

Латентный (от лат. *latentis* — скрытый) — скрытый, невидимый; незаметно, бессимптомно протекающий.

Латентный период рефлекса (скрытый период) — период (интервал времени) от начала раздражения до начала ответной реакции.

Лейкоциты — белые кровяные клетки. Различают гранулоциты (зернистые лейкоциты) и агранулоциты (незернистые лейкоциты). Определение количества отдельных видов лейкоцитов широко используется в целях диагностики.

Лимфатическая система — разветвленная сеть сосудов с расположенными по их ходу лимфатическими узлами.

Лимфатические сосуды — сосуды, по которым движется лимфа.

Лимфатические узлы — образования овальной формы, расположенные по ходу лимфатических сосудов; образуют лимфоциты, антитела, задерживают и обезвреживают бактерии, токсины.

Лимфоциты (от лат. *lympha* — чистая вода и греч. *cytos* — клетка) — одна из разновидностей лейкоцитов (белых кровяных клеток), образующихся в лимфатических узлах; участвуют в образовании антител.

Лордоз (от греч. *lordosis* — согнувшийся, сутулый) — физиологические изгибы позвоночника в шейном и поясничном отделах, образующиеся по мере роста и развития организма, особенно после того как ребенок научится стоять и ходить. Наряду с кифозами лордозы смягчают резкие вертикальные нагрузки на позвоночник.

Луковица волосая — расширенная часть корня волоса, образованная эпителиальными клетками, за счет размножения которых происходит рост волоса.

Малый круг кровообращения — часть системы кровообращения, несущая кровь от правого желудочка сердца через легкие к левому предсердию.

Медиатор (от лат. *mediator* — посредник) — химическое вещество, выделяемое из нервных окончаний, с помощью которого передается возбуждение с одной клетки на другую (возбуждающий медиатор) или вызывается торможение (тормозной медиатор). Медиатор обычно вызывает повышение проводимости постсинаптической мембраны для определенных ионов. Основным медиатором, с помощью которого передается возбуждение в нервной системе и с нерва на мышцу, является ацетилхолин; медиатор симпатической нервной системы — симпатин (адреналин, норадреналин), парасимпатической — ацетилхолин; в некоторых структурах мозга медиаторами являются серотонин, гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), дофамин, глицин, глутаминовая кислота и др. У некоторых животных одно и то же вещество, например, ацетилхолин, может выступать в качестве и возбуждающего, и тормозящего медиатора, т.е. эффект медиатора зависит не только от его химического строения, но и от свойств постсинаптической мембраны — характера возникающих в ней изменений проницаемости.

- Межреберные мышцы** — мышцы, расположенные между ребрами. Сокращение наружных межреберных мышц поднимает ребра и увеличивает объем грудной клетки на вдохе, сокращение внутренних межреберных мышц опускает ребра и уменьшает объем грудной клетки при усиленном выдохе.
- Межреберные нервы** — пучки центробежных нервных волокон (нервы), идущих от грудного отдела спинного мозга к межреберным мышцам.
- Мембранный потенциал (клеточный потенциал, потенциал покоя)** — разность потенциалов между наружным раствором и цитоплазмой клетки; у нервных клеток составляет 70–80 мВ, у клеток других тканей колеблется от 30 до 90 мВ.
- Метаболизм** (от греч. *metabole* — перемена) — то же, что и *обмен веществ* (см.).
- Метод** (от греч. *methodos* — путь исследования) — способ достижения какой-либо цели, совокупность приемов практического или теоретического освоения (познания) действительности.
- Минутный объем дыхания** — количество воздуха, поступающего в легкие за 1 мин; произведение объема воздуха, поступающего в легкие за один вдох на частоту дыхания в минуту. У взрослого человека минутный объем дыхания в покое равен 5–9 л.
- Миопия** (от греч. *muops* — щурящий глаза, близорукий) — то же, что и *близорукость* (см.).
- Мозг** — ЦНС человека и животных; состоит из нервных и глиальных клеток; делится на спинной и головной мозг. У беспозвоночных животных мозгом является надглоточный нервный узел.
- Мозговая оболочка** — общее название соединительных оболочек головного и спинного мозга. Различают мягкую мозговую оболочку (прилежащую непосредственно к мозгу), паутинную (расположенную между твердой и мягкой мозговой оболочкой) и твердую — наружную мозговую оболочку (состоящую из плотной волокнистой соединительной ткани).
- Мозговой слой почек** — внутренний слой почек, в котором происходит образование вторичной мочи.
- Мозжечок** — отдел головного мозга, расположенный под затылочными долями больших полушарий; участвует в координации и регуляции движений, мышечного тонуса, вегетативных функций организма.
- Мозолистое тело** — белое вещество, соединяющее правое и левое полушария переднего мозга.
- Молоточек** — одна из трех слуховых косточек, расположенных в среднем ухе млекопитающих, которые передают колебания от барабанной перепонки внутреннему уху.
- Молочные зубы** — непостоянные зубы, которые начинают прорезаться у человека в 6–9-месячном возрасте. Молочных зубов всего 20 — по 10 на каждой челюсти: 4 резца, 2 клыка, 4 малых коренных. С 6–7-летнего возраста происходит замена молочных зубов на постоянные, которая полностью завершается к 11–12 годам.
- Моча** — продукт выделения, образующийся в почках человека и животных и выводимый наружу через мочевыводящие пути. С мочой выделяются из организма конечные продукты обмена веществ (мочевина, мочевая кислота и др.), чужеродные вещества, избыток воды (моча на 96 % состоит из воды), некоторые ферменты, гормоны, витамины — тем самым поддерживается постоянство внутренней среды организма. В сутки человек выделяет около 1,5 л мочи.
- Мочевой пузырь** — мешковидный мышечный орган человека и животных, в котором скапливается моча, образуемая в почках; емкость его у человека около 500 мл.
- Мочевыделение (мочеиспускание)** — выведение мочи из организма, осуществляющееся периодически (у человека — 4–6 раз в сутки) по мере заполнения мочевого пузыря.
- Мочевыделительная система** — система органов, обеспечивающая образование и выделение из организма мочи; состоит из почек, мочеточников, мочевого пузыря, мочеиспускательного канала.

Мочеиспускательный канал — канал, при помощи которого моча, находящаяся в мочевом пузыре, выводится из организма.

Мочеобразование — процесс образования мочи в почках. Мочеобразование начинается в капсулах наружного слоя почек. Под влиянием высокого давления в капиллярных клубочках (находятся в почечных капсулах) из крови выдавливается значительная часть ее плазмы (80–150 л в сутки), которая попадает в капсулы — это так называемая первичная моча, отличающаяся от плазмы крови только отсутствием в ней белков (они не фильтруются через стенки сосудов). Из капсул первичная моча поступает в извитые почечные канальцы, из которых происходит активное всасывание (реабсорбция) в кровь значительной части воды, минеральных солей; полностью реабсорбируются аминокислоты, глюкоза. В конечном итоге образуется небольшое количество (1,5 л) так называемой вторичной (конечной) мочи, выводимой из организма.

Мочеточники — выводные протоки, по которым моча поступает из почек в мочевой пузырь.

Мужские половые железы (яички) — орган, в котором образуются или размножаются, растут и созревают мужские половые клетки — сперматозоиды.

Мышечная оболочка — соединительная прозрачная оболочка, покрывающая мышцу снаружи.

Мышечная система — совокупность гладких, поперечнополосатых скелетных и сердечной мышц организма животных и человека, обеспечивающих изменение положения тела (и его частей) в пространстве, а также движение внутренних органов (например, сокращения сердца, изменение просвета кровеносных сосудов). В состав мышечной системы входят также вспомогательные элементы: сухожилия, связки и др.

Мышечная ткань — ткань, состоящая из мышечных клеток или волокон, способная сокращаться. По строению различают три вида мышечной ткани: гладкая и поперечнополосатая, которая подразделяется на скелетную и сердечную.

Мышечные рецепторы — высокодифференцированные рецепторные образования (проприорецепторы, мышечные веретена), возбуждающиеся при растяжении мышцы.

Мышечный тонус — длительное, относительно неустойчивое напряжение мышц (в результате поочередного сокращения мышечных волокон), обеспечивающее поддержание позы при сидении, стоянии и т.д. Мышечный тонус имеет рефлекторную природу, т.е. вызывается нервными импульсами, приходящими из ЦНС в ответ на растяжение рецепторных элементов мышц.

Мышцы — органы тела, состоящие из мышечной ткани и обладающие способностью сокращаться под влиянием возникающего в ней возбуждения; различают поперечнополосатые, гладкие и сердечную мышцы.

Мякотные нервные волокна (миелиновые) — нервные волокна, осевые цилиндры которых покрыты спиралеобразно накрученной шванновской клеткой (клеткой нейроглии), содержащей миелин (смесь жироподобных веществ).

Надгортанник — хрящ гортани, расположенный у корня языка; закрывает вход в гортань при глотании.

Надпочечники — парная железа внутренней секреции позвоночных животных и человека, состоящая из коркового вещества (вырабатывает кортикостероиды и частично мужские и женские половые гормоны) и мозгового вещества (вырабатывает адреналин и норадреналин). Надпочечники участвуют в адаптации организма к неблагоприятным условиям (стрессам) и регуляции обмена веществ.

Наковальня — одна из трех слуховых косточек среднего уха, передающих звуковые колебания от барабанной перепонки внутреннему уху.

- Наружное ухо** — часть органа слуха, состоящая из наружной раковины и наружного слухового прохода. Улавливаемые ушной раковиной звуковые волны, распространяясь по наружному слуховому проходу, вызывают колебания барабанной перепонки среднего уха.
- Наружный слуховой проход** — отверстие, через которое звуковые волны поступают из внешней среды на барабанную перепонку среднего уха.
- Насос ионный** — переносчики, осуществляющие транспорт ионов в клетку и из нее. Например, натриево-калиевый ионный насос транспортирует в клетку ионы калия, а из клетки — ионы натрия.
- Невро-, нейро-** (от греч. *neuron* — жила, нерв) — составная часть сложных слов, означающая отношение к нервам, нервной системе.
- Нейроглия (глия)** — совокупность макроглиальных (астроцитов, олигодендроцитов) и микроглиальных (клетки Ортега) клеток, находящихся между нейронами и выполняющих в отношении них сателлитные (вспомогательные) функции. Астроциты оплетают кровеносные сосуды, олигодендроциты окружают нервные клетки и их отростки, клетки Ортега подвижны, обладают фагоцитарными свойствами, скапливаются в местах гибели нервных и глиальных клеток.
- Нейрогуморальная регуляция** — регуляция физиологических процессов организма посредством нервной системы (нервных импульсов) и гуморальных факторов — физиологически активных веществ, транспортируемых кровью, лимфой, межтканевой жидкостью; обеспечивает регуляцию обмена веществ, связь и координацию частей организма, а также взаимодействие его со средой.
- Нейрон, нервная клетка** — основной структурный элемент нервной системы; обладает способностью возбуждаться и проводить возбуждение.
- Нейроны биполярные** — нервные клетки с двумя отростками. Таковыми, в частности, являются периферические чувствительные нейроны, имеющие один отросток, направленный наружу, а другой — в ЦНС.
- Нейроны мультиполярные** — нервные клетки с большим количеством отростков.
- Нейроны униполярные** — нервные клетки, имеющие один отросток.
- Нейросекретция** — способность некоторых нервных клеток гипоталамуса выделять в кровь или межтканевую жидкость физиологически активные вещества — нейросекреты, или нейрогормоны, обладающие типичными свойствами гормонов.
- Нерв (нервный ствол)** — совокупность нервных волокон, покрытых плотной оболочкой — эпиневрием; связывает мозг или нервные узлы с периферическими воспринимающими образованиями (рецепторами) и эффекторными органами.
- Нерв смешанный** — нерв, содержащий афферентные (чувствительные) и эфферентные (двигательные) нервные волокна.
- Нервизм** — принцип отечественной физиологии, согласно которому ведущая роль в регуляции всех функций в организме высших животных и человека принадлежит нервной системе; сформулирован в трудах И. М. Сеченова, С. П. Боткина, И. П. Павлова.
- Нервная бляшка** — концевое утолщение нервного волокна.
- Нервная дуга** — то же, что и *рефлекторная дуга* (см.).
- Нервная регуляция** — изменение деятельности органов, обмена веществ в них посредством нервной системы.
- Нервная система** — совокупность нервных и окружающих их глиальных клеток в организме человека и животных; состоит из центральной (головной и спинной мозг) и периферической (нервы, ганглии, нервные окончания) нервной системы. Нервная система осуществляет рефлекторную деятельность, благодаря которой обеспечиваются связи и координация внутренних органов и частей организма, взаимодействие его со средой; оказывает влияние на трофику (обмен веществ) в периферических органах.

Нервная ткань — ткань, составляющая нервную систему; состоит из главных функциональных элементов — нейронов — и вспомогательных — глиальных клеток. Основная функция нервной ткани — генерация и проведение возбуждения.

Нервная трофика — влияние нервной системы на обмен веществ в тканях и органах; осуществляется благодаря трофической функции нейронов.

Нервное волокно — отросток нервной клетки вместе с окружающей его шванновской (мякотной) оболочкой, проводящий возбуждение от рецептора к телу нервной клетки, между нервными клетками и к эффекторным органам. По функциональному назначению различают чувствительные (*афферентные*), промежуточные (*вставочные*) и двигательные (*эфферентные*) нервные волокна; по морфологическим особенностям — *мякотные* и *безмякотные* волокна (см.).

Нервное окончание (нервная терминаль) — терминальная (концевая) часть нервного волокна, не покрытая миелиновой (мякотной) оболочкой; состоит из пресинаптической терминали и ее концевого утолщения (бляшки). Различают чувствительные нервные окончания (рецепторы) и синаптические, по которым возбуждение передается с одной нервной клетки на другую или на эффектор.

Нервно-мышечный синапс (мионевральный синапс, мионевральное соединение) — специализированное образование (синапс), обеспечивающее передачу возбуждения с нервного на мышечное волокно или гладкомышечную клетку.

Нервный импульс — то же, что и *возбуждение* (см.).

Нервный центр — совокупность нервных клеток (нейронов), участвующих в осуществлении того или иного рефлекса или регуляции определенной функции.

Норадреналин — гормон мозгового слоя надпочечников; медиатор, выделяющийся в окончаниях симпатических нервных волокон. Вызывает повышение кровяного давления, усиливает углеводный обмен и т.д.

Обмен белков — совокупность химических превращений белков в организме, заканчивающаяся их расщеплением (до воды, углекислого газа и аммиака) и освобождением заключенной в них энергии. Белки используются организмом для обновления и построения новых тканей, ферментов, являются энергетическим источником. При расщеплении 1 г белка освобождается 4,1 ккал энергии.

Обмен веществ (метаболизм) — совокупность всех химических превращений в организме, обеспечивающих его жизнедеятельность. Выделяют две стороны обмена веществ — ассимиляцию, в процессе которой организм синтезирует специфические для него вещества, и диссимиляцию, в процессе которой происходит расщепление (окисление) органических соединений до простых веществ и освобождение заключенной в них энергии, необходимой для жизнедеятельности организма.

Обмен жиров — совокупность химических превращений жиров в организме, заканчивающаяся их расщеплением (до воды и углекислого газа) и освобождением энергии. Жиры используются организмом для обновления и построения новых тканей, ферментов, гормонов, а также для получения необходимой организму энергии. При расщеплении 1 г жира освобождается 9,3 ккал энергии.

Обмен минеральных солей — совокупность процессов потребления, использования минеральных солей в организме и выделения их в окружающую среду. Минеральные соли используются в организме для поддержания осмотического давления, кислотно-щелочного равновесия (рН) крови, входят в состав ферментов, витаминов, гормонов.

Обмен углеводов — совокупность химических превращений углеводов в организме, заканчивающихся их расщеплением и освобождением энергии. Углеводы являются основным энергетическим источником организма, делятся на моносахара (например глюкоза) и полисахара, состоящие из соединенных друг с другом молекул моносахаров (например

крахмал, клетчатка растений). При расщеплении 1 г углеводов освобождается 4,1 ккал энергии.

Обмен энергии — совокупность процессов превращения и использования энергии пищевых веществ в жизнедеятельности организма.

Обоняние — восприятие запахов, осуществляющееся с помощью обонятельных рецепторов, расположенных в верхних отделах носовой полости.

Обонятельные клетки — биполярные (с двумя отростками) рецепторные нейроны диаметром 5–10 мкм, расположенные между опорными клетками слизистой оболочки носа, возбуждающиеся при взаимодействии с молекулами пахучих веществ. У человека насчитывается около 600 млн обонятельных клеток.

Обонятельный анализатор — аппарат, обеспечивающий восприятие запахов; состоит из периферического отдела (обонятельных рецепторов, расположенных в слизистой оболочке носа), проводникового отдела (обонятельных нервов) и мозгового (коркового) центра.

Обратная реабсорбция в почках (от лат. *re* — вновь и *absorbio* — поглощение) — возвращение в кровоток веществ (глюкозы, аминокислот и др.) из клубочкового фильтрата, в результате чего первичная моча превращается во вторичную.

Обратная связь — информация, поступающая в ЦНС о рефлекторном ответе, на основе которой происходит его коррекция и достижение конечного результата.

Оксигемоглобин (от греч. *oxys* — кислый и «гемоглобин») — гемоглобин, соединенный с кислородом; переносит кислород от легких к тканям.

Опорно-двигательная система (скелетно-мышечная система) — совокупность костей, хрящей, суставов, связок и мышц, являющихся опорой тела и обеспечивающих перемещение его в пространстве, а также движение частей тела относительно друг друга. Опорно-двигательная система состоит из двух частей: активной (мышцы) и пассивной (скелет).

Орган (от греч. *organon* — орудие, инструмент, орган) — часть тела многоклеточного организма, состоящая из различных тканей и выполняющая одну или несколько специфических функций.

Орган вкуса — один из органов чувств, воспринимающий сладкое, кислое, горькое, соленое; вкусовые рецепторы находятся в выростах оболочки полости рта (особенно много на языке) — вкусовых сосочках.

Орган зрения (глаз) — аппарат, воспринимающий световые раздражения; состоит из собственно глаза (глазного яблока) и вспомогательного аппарата (глазодвигательных мышц, век, а у наземных животных — и слезных желез).

Орган равновесия — один из органов чувств, воспринимающий изменения положения головы и тела в пространстве, а также направление движения тела; состоит из круглого и овального мешочков, трех полукружных каналов, расположенных в лабиринте внутреннего уха.

Орган слуха — аппарат для восприятия звуковых раздражений; состоит из *наружного, среднего и внутреннего уха* (см.).

Организм — самостоятельно существующая единица органического мира, представляющая собой саморегулирующуюся систему, реагирующую на внешнее раздражение как единое целое; всякое живое существо, в том числе человек.

Органоиды (от греч. *organon* — орган и *eides* — подобный) — обособленные структуры цитоплазмы животных и растительных клеток (митохондрии, эндоплазматическая сеть, рибосомы, лизосомы и др.), выполняющие определенные функции. К органоидам не относятся временные включения (капельки жира, секретов и др.), появляющиеся и исчезающие в процессе обмена веществ.

Органы внутренние — органы, расположенные в полостях тела.

Органы кровообращения — совокупность сосудов и полостей организма, по которым циркулирует кровь.

Органы пищеварения — совокупность органов, в которых происходит механическая и химическая переработка пищи, всасывание продуктов расщепления в кровь и удаление непереваренных ее остатков.

Органы чувств — специализированные образования периферической нервной системы, воспринимающие действие раздражителей внешнего мира и внутренней среды организма (органы зрения, слуха, гравитации, обоняния, осязания, вкуса); состоят из рецепторов и вспомогательных структур.

Острота зрения — чувствительность зрительного анализатора, проявляющаяся в способности различать границы и детали видимых объектов; определяется минимальным угловым расстоянием между двумя точками, при котором они воспринимаются раздельно.

Осязание — восприятие рецепторами кожи, слизистыми оболочками губ, языка и т.д. прикосновения, давления. С помощью осязания воспринимаются форма, величина, консистенция предметов.

Осязательное тельце — инкапсулированные рецепторы, расположенные в сосочковом слое кожи, лишенном волосного покрова; реагируют на незначительное изменение давления.

Ответная реакция — специфическая деятельность клетки, ткани, органа или организма в целом, возникающая в ответ на действие раздражителя.

Относительный физиологический покой — состояние клеток, тканей или целого организма, при котором отсутствуют внешние специфические признаки жизнедеятельности (мышца не сокращается, железа не секретирует, организм находится в состоянии бездеятельности, расслабленности).

Отолитовый аппарат (от греч. *otos* — ухо и *lithos* — камень) — часть внутреннего уха, расположенная в двух перепончатых мешочках, в которых находятся воспринимающие волосковые клетки с отолитами.

Отолиты (статоконыи, статолиты) — твердые образования (кристаллы углекислого кальция) в студенистом веществе перепончатого лабиринта внутреннего уха; при изменении скорости или направления перемещения тела отолиты в результате инерционного смещения вызывают раздражение вестибулорецепторов.

Ощущение — простейшая форма психического отражения, обеспечивающая познание отдельных свойств предметов и явлений.

Палочки сетчатки — рецепторы сумеречного света.

Парасимпатическая нервная система — часть вегетативной нервной системы, иннервирующей железы и внутренние органы; центры ее располагаются в стволовой части головного мозга и в крестцовом отделе спинного мозга.

Первичная моча — фильтрат, образующийся в результате выдавливания через стенки капилляров почечных клубочков плазмы крови; содержит, кроме продуктов выделения, глюкозу и другие нужные для организма вещества, подвергающиеся в процессе образования вторичной (конечной) мочи обратной реабсорбции.

Первичные половые признаки — половые железы и половые органы, т.е. признаки, позволяющие определить пол новорожденного ребенка; развиваются во внутриутробном периоде.

Передняя камера глаза — пространство между роговицей и хрусталиком, заполненное водянистой влагой.

Переливание крови — введение в кровяное русло больного цельной крови или ее компонентов с лечебной целью (при кровопотерях, интоксикациях, лучевых поражениях, анемии и др.).

Перепончатый лабиринт — ограниченная перепонкой полость внутри костного лабиринта.

- Перехваты Ранвье** — небольшие участки (ширина около 1 мкм) аксона, не покрытые миелиновой оболочкой, регулярно повторяющиеся через 2 мм.
- Периферическая нервная система** (от греч. *periphēria* — окружность, окраина) — все нервы, отходящие от головного и спинного мозга, а также совокупность нервных узлов (ганглиев) вегетативной нервной системы.
- Периферическое зрение** (от греч. *periphēria* — окружность, окраина) — зрение, обусловленное возбуждением светочувствительных элементов сетчатки, находящихся вне желтого пятна.
- Печень** — железа пищеварительной системы, расположенная в брюшной полости под диафрагмой; вырабатывает пищеварительный сок — желчь; центральный орган углеводного обмена, выполняющий барьерную функцию в организме, обезвреживая яды и токсины, поступающие в кровь главным образом из кишечника.
- Пигменты** (от лат. *pigmentum* — краска) — окрашенные белки организма, придающие соответствующую окраску клеткам и тканям.
- Пищеварительная система** — совокупность органов, принимающих участие в пищеварении; у человека состоит из ротовой полости, глотки, желудка, тонкого и толстого кишечника, а также многочисленных пищеварительных желез, вырабатывающих пищеварительные ферменты.
- Пищеварительные железы** — железы пищеварительного тракта, выделяющие пищеварительный сок.
- Пищеварительные ферменты** — ферменты пищеварительного тракта, расщепляющие пищевые вещества.
- Пищеварительный сок** — секрет (выделения) пищеварительных желез, ферменты которого обеспечивают расщепление пищи в пищеварительном тракте.
- Пищевод** — часть пищеварительного тракта, по которой пища активно (за счет сокращений стенки пищевода) перемещается из ротовой полости в желудок.
- Пищевой центр** — совокупность структур ЦНС, координирующих деятельность пищеварительного тракта, потребление пищи, ее поиск и добывание.
- Плоские кости** — широкие кости черепа, таза, лопаток, состоящие из наружных и внутренних пластов компактной ткани, между которыми расположена губчатая ткань, содержащая красный костный мозг.
- Подкожная жировая клетчатка (гиподерма)** — слой рыхлой соединительной ткани, богатой жировыми отложениями, лежащий под кожей.
- Позвоночник (позвоночный столб)** — осевой скелет позвоночных животных; у человека состоит из 32–34 позвонков, соединенных друг с другом хрящами, суставами, связками. Различают шейный, грудной, поясничный, крестцовый, копчиковый отделы позвоночника.
- Позвоночный канал** — продольный канал в центре спинного мозга, заполненный ликвором.
- Поле зрения** — пространство, одновременно воспринимаемое глазом при неподвижном зрении и фиксированном положении головы; границы поля зрения для белого цвета: книзу 70 °С, кверху 60 °С, кнаружи 90 °С.
- Поллюция** (от лат. *pollution* — марание, пачканье) — непроизвольное извержение семени у мужчин, чаще происходящее во сне, преимущественно при половом воздержании. Первые поллюции у подростков — одно из проявлений полового созревания.
- Половое созревание** — процесс формирования репродуктивной функции женского или мужского организма, завершающийся половой зрелостью, т.е. способностью к воспроизведению полноценного потомства.
- Половые гормоны** — гормоны, вырабатываемые половыми железами (семенниками и яичниками); регулируют развитие и функционирование половых органов, половое влечение, вторичных половых признаков, влияют на развитие мышечной системы и скелета.

Половые железы (гонады) — органы, образующие половые клетки (яйцеклетки и сперматозоиды), а также вырабатывающие половые гормоны. Мужские половые железы — семенники (*яички*), женские — *яичники* (см.).

Половые клетки — специализированные клетки (яйцеклетка и сперматозоид), посредством которых происходит половое размножение.

Половые признаки — признаки, по которым мужской пол отличается от женского пола. Делятся на *первичные* и *вторичные половые признаки* (см.).

Почечная лоханка — воронкообразная полость в почках млекопитающих и человека, в которую из собирательных трубочек поступает образовавшаяся моча; переходит в мочеточники.

Почечные каналцы — система тонких длинных трубочек, пронизывающих корковый мозговой слой почки, выстланных эпителием, принимающих участие в образовании вторичной мочи.

Почечные клубочки — плотная, сильно закрученная сеть капилляров, находящаяся в почечной капсуле; представляет собой разветвления почечной артерии.

Почка — парный орган мочевыделительной системы, расположенный по обеим сторонам поясничного отдела позвоночника. Выделяет из организма конечные продукты обмена веществ, избыток солей, воды, токсины, т.е. участвует в поддержании постоянства внутренней среды организма. Основной морфофункциональной единицей почки является нефрон, обеспечивающий фильтрацию плазмы крови и образование мочи.

Пояс верхних конечностей — совокупность костей (ключицы и лопатки), с которыми сочленяется скелет рук.

Пояс нижних конечностей — совокупность костей, с которыми сочленяются кости нижних конечностей; состоит сзади из двух тазовых костей, прочно сращенных с крестцом, а спереди — из двух соединенных между собой лобковых костей.

Преддверие улитки — один из отделов внутреннего уха.

Приобретенный иммунитет — иммунитет, возникший в результате перенесения того или иного заболевания или прививок. Подразделяется на активный и пассивный. Ср.: *Врожденный иммунитет*.

Проводящая система сердца — особая ткань сердца, которая проводит возникающее в ней возбуждение и обуславливает сокращение сердечной мышцы.

Продолговатый мозг — нижний отдел ствола головного мозга, расположенный между спинным мозгом и варолиевым мостом. Разрушение продолговатого мозга приводит к мгновенной смерти, поскольку в его ядрах расположены центры, регулирующие жизненно важные функции: дыхание, кровообращение, пищеварение и др.

Промежуточный мозг — часть ствола головного мозга, расположенная между средним мозгом и большими полушариями, которые своими боковыми частями прикрывают промежуточный мозг с боков; является коллектором (переключателем) всех восходящих путей, кроме обонятельных, участвует в осуществлении вегетативных функций, инстинктивного поведения, сна, эмоций, памяти.

Проприорецепторы — механорецепторы, воспринимающие изменение напряжения или растяжения скелетных мышц, сухожилий, суставных сумок.

Пульс (от лат. *pulsus* — удар, толчок) — толчкообразные колебания стенки артерии, синхронные с сокращениями сердца. У взрослого человека частота пульса 70–80 ударов в минуту, при физической нагрузке может увеличиваться до 220 ударов.

Работоспособность — способность человека с заданной эффективностью и в течение определенного времени выполнять максимальное количество работы; зависит от физического и психического состояния, тренированности, степени владения навыками выполняемых действий.

Радужная оболочка глаза (радужка) — передняя пигментированная часть сосудистой оболочки глаза, имеющая в центре отверстие — зрачок; выполняет функцию диафрагмы, регулирующей поступление света на сетчатку глаза.

Раздражение — любое внешнее воздействие, вызывающее изменение исходного состояния (возникновение ответной реакции) биологического объекта.

Раздражители — разнообразные агенты внешней или внутренней среды, вызывающие ответную реакцию организма или его частей.

Резистентность (от лат. *resistentia* — сопротивление, противодействие) — устойчивость организма к действию возбудителя заболевания.

Ретикулярная формация (от лат. *reticulum* — сеточка) — сплетение нейронов и нервных волокон, находящееся между боковыми и задними рогами спинного, центральной частью ствола мозга; оказывает активизирующее влияние на кору больших полушарий и дифференцированное воздействие на мотонейроны спинного мозга.

Рефлекс (от лат. *reflexus* — направленный назад, отражение) — реакция организма, вызванная ЦНС в ответ на раздражение рецепторов. Биологическое значение рефлекса — отражение действия внешней среды изменениями деятельности внутренних органов, обеспечивающими постоянство внутренней среды организма и адекватное взаимодействие с внешней средой.

Рефлекторная дуга — совокупность структурных элементов, участвующих в осуществлении рефлекса; состоит из рецепторов, центростремительных (*афферентных*) нервных волокон, нервного центра с центробежными (*эфферентными*) нервными волокнами и *эффектора* (см.) — мышцы, железы и др.

Рефлекторное кольцо — представление о структуре рефлекса, согласно которой помимо рефлекторной дуги в структуру рефлекса входит обратная связь (второй афферентный путь), несущая информацию в ЦНС от исполнительного органа. Понятие рефлекторного кольца сформировано в связи с необходимостью включения в структуру рефлекса «обратной связи» — элемента любой системы управления (саморегуляции).

Рецепторные клетки — специализированные нервные клетки органов чувств (например, сетчатки, кортиева органа), реагирующие на раздражение деполяризацией (рецепторный потенциал), которая через рецепторно-невральное соединение передается на нервные окончания афферентных нейронов.

Рецепторы (от лат. *recipio* — брать, принимать) — специализированные нервные окончания или клетки, обладающие высокой избирательной чувствительностью к воздействию определенных агентов внешней (*экстерорецепторы*, см.) и внутренней (*интерорецепторы*, см.) среды. В зависимости от вида раздражителя выделяют хеморецепторы (воздействие химической энергии), терморецепторы (тепловой), механорецепторы (механической), фоторецепторы (свет) и т.д.

Рецепция — восприятие рецепторами раздражений и преобразование их в нервные импульсы.

Роговица — передняя прозрачная часть наружной оболочки глаза — склеры.

Роднички — неокостеневшие участки в местах соединения костей черепа у новорожденного ребенка. Роднички обеспечивают возможность сжатия черепа при прохождении по родовым путям во время рождения. Окостенение соединительной ткани в местах родничков происходит в разные сроки: затылочный родничок окостеневает к 3 месяцам, лобный — к 2 годам, черепные швы срастаются к 3–4 годам.

Родопсин — то же, что и *зрительный пурпур* (см.).

Саморегуляция — свойство биологических систем автоматически устанавливать на определенном, относительно постоянном, уровне физиологические показатели организма.

Отклонение какого-либо фактора от нормы служит сигналом, толчком, запускающим механизмы, возвращающие его к исходному значению. Саморегуляция лежит в основе гомеостаза высших животных и надежности биологических систем.

Световоспринимающие клетки — специализированные клетки сетчатки глаза (палочки и колбочки), реагирующие на световое раздражение.

Секреция (от лат. *secretion* — отделение) — образование и выведение веществ из клетки во внешнюю или внутреннюю среду.

Семенники — то же, что и *яички* (см.).

Сенсорная система — включает в себя анализатор и соответствующий ему орган чувств (например, зрительный анализатор и орган зрения — глаз).

Сердце — полый мышечный орган кровеносной системы, расположенный в левой половине грудной клетки; состоит из двух предсердий и двух желудочков. Сокращения сердца обеспечивают циркуляцию крови по сосудам.

Серое вещество — часть головного и спинного мозга, образованная преимущественно телами нервных клеток (в отличие от белого вещества, образованного пучками нервных волокон).

Сетчатка (ретина) — внутренняя оболочка глаза, состоящая из световоспринимающих, чувствительных элементов (фоторецепторов). Преобразует световое раздражение в нервное возбуждение.

Симпатическая нервная система (от греч. *sympathies* — испытывающий сходное чувство) — часть вегетативной нервной системы, ганглии которой расположены вдоль позвоночника — симпатическая цепочка. Симпатическая нервная система наряду с *парасимпатической* (см.) иннервирует внутренние органы.

Симпатические нервы — нервы вегетативной нервной системы, в окончаниях которых выделяется медиатор симпатии (адреналин, норадреналин).

Синапс (от греч. *synopsis* — соединение, соприкосновение) — специализированное образование, через которое возбуждение передается с одной клетки на другую (возбуждающий синапс) или вызывает торможение другой клетки (тормозной синапс); состоит из трех основных частей: пресинаптической мембраны, синаптической щели и постсинаптической мембраны. Синапсы бывают химические (ширина 20 нм), в которых передача осуществляется посредством химических веществ — медиаторов, и электрические (ширина 2 нм), в которых передача осуществляется электрическим током, пересекающим синаптическую щель и вызывающим де- или гиперполяризацию постсинаптической мембраны.

Синаптическая щель — пространство между пре- и постсинаптической мембранами; ширина его колеблется от 2 до 20 нм, редко достигает 100 нм, минимальна (2 нм) в электрических синапсах.

Синтез (от греч. *synthesis* — соединение, сочетание, составление) — объединение различных элементов, частей в единое целое (в систему). Противоположно: *анализ* (см.).

Скелет (от греч. *skeletos* — высохший) — совокупность костных и хрящевых тканей, соединенных связками и суставами. Скелет является опорой организма, защищает внутренние органы и ЦНС от механических повреждений, вместе с мышцами образует двигательную систему организма.

Скелет головы — череп; состоит из 23 костей, составляющих мозговую и лицевую отделы черепа.

Скелет туловища — часть скелета, состоящая из позвоночника, ребер и грудины.

Слепое пятно — место выхода из сетчатки глазного нерва, лишенное светочувствительных элементов. Изображение, попадающее на слепое пятно, не воспринимается.

Слух — восприятие звуковых колебаний посредством органа слуха.

- Слуховая труба (евстахиева труба)** — узкий канал, соединяющий среднее ухо с носоглоткой.
- Слуховые косточки** — мелкие косточки среднего уха (молоточек, наковальня, стремечко), посредством которых звуковые колебания с барабанной перепонки передаются на внутреннее ухо.
- Слуховые рецепторы** — нервные клетки кортиевого органа, преобразующие звуковые колебания в нервное возбуждение.
- Смешанный нерв** — пучок, содержащий волокна, проводящие возбуждение в ЦНС (чувствительные волокна) и от нее (двигательные волокна).
- Соматическая нервная система** (от греч. *soma* — тело) — часть нервной системы, связанная с выполнением сенсорных и моторных функций организма.
- Соматические нервы** — нервы скелетной мускулатуры. Ср.: *Вегетативные нервы*.
- Сосудистая оболочка глаза** — расположенная под склерой оболочка, содержащая большое количество сосудов. Спереди сосудистая оболочка глаза переходит в ресничное тело и радужную оболочку.
- Спинальный мозг** (от лат. *spina* — ость, позвоночник) — часть ЦНС, расположенная внутри спинномозгового канала. Состоит из скоплений тел нервных клеток (серое вещество) и нервных волокон (белое вещество), образующих восходящие и нисходящие пути спинного мозга.
- Спинномозговые нервы** — парные смешанные нервы, отходящие от каждого сегмента спинного мозга; образуются в результате слияния передних и задних корешков спинного мозга.
- Спирометр** (от лат. *spiro* — дышать и греч. *metreo* — измерять) — прибор для измерения дыхательных объемов воздуха (дыхательного, дополнительного, резервного).
- Спирометрия** — метод измерения жизненной емкости легких и составляющих ее объемов (дыхательного, дополнительного, резервного).
- Среднее ухо** — расположенная между наружным и внутренним ухом часть органа слуха с находящимися в ней слуховыми косточками (молоточек, наковальня, стремечко), передающими колебания барабанной перепонки внутреннему уху; соединена евстахиевой трубой с ротовой полостью (носоглоткой).
- Средний мозг** — часть ствола головного мозга между варолиевым мостом и промежуточным мозгом; участвует в регуляции тонуса скелетных мышц, ориентировочных реакций на звуковые, зрительные и другие раздражения.
- Ствол мозга** — часть головного мозга между спинным мозгом и большими полушариями переднего мозга; включает продолговатый мозг, варолиев мозг, мозжечок и промежуточный мозг.
- Створчатые клапаны** — тонкие соединительнотканые перепонки сердца — створки — с отходящими от них сухожильными нитями; при сокращении желудочков захлопываются и препятствуют поступлению крови из желудочков в предсердие.
- Стекловидное тело** — прозрачное студенистое вещество, заполняющее глазное яблоко; относится к преломляющей системе глаза.
- Стопа** — нижний отдел ноги; состоит из предплюсны, плюсны и пальцев. Свод стопы амортизирует, смягчает толчки при ходьбе, беге, прыжках. Ослабление мышц и связок стопы приводит к плоскостопию.
- Стремя (стремечко)** — одна из слуховых косточек, расположенная в среднем ухе позвоночных.
- Таламус (зрительный бугор; от греч. *thalamus* — комната)** — часть промежуточного мозга, состоящая из парных скоплений серого вещества по обе стороны третьего желудочка.
- Твердая мозговая оболочка** — наружная оболочка головного и спинного мозга.

Тестостерон (от лат. *testis* — яичко и греч. *stereo* — делаю сильным, укрепляю) — мужской половой гормон, вырабатываемый семенниками мужчин.

Тироксин — один из основных гормонов щитовидной железы, стимулирующий обмен веществ в организме.

Ткань — совокупность клеток и внеклеточных структур, объединенных общей функцией, строением, происхождением, общим типом обмена веществ. У животных имеется 4 группы тканей: 1) эпителиальные, или покровные; 2) группа соединительных тканей, или тканей внутренней среды; 3) мышечные ткани; 4) нервная ткань.

Торможение — активный физиологический процесс, возникающий в клетках под действием раздражителя, сопровождающийся биоэлектрическими, биохимическими и морфологическими изменениями и приводящий к ослаблению или прекращению их функций.

Тормозной медиатор — см. *Медиатор*.

Тормозные нейроны — нейроны, в синаптических окончаниях которых выделяется тормозной медиатор.

Тромбин — фермент плазмы крови, запускающий последнюю стадию свертывания крови: превращение растворимого фибриногена в нерастворимый фибрин.

Тромбоциты (кровяные пластинки, бляшки Биццоцери; от греч. *thrombos* — сгусток и *cytos* — клетка) — одна из разновидностей форменных элементов крови; представляют собой цитоплазматические осколки крупных клеток (мегакариоцитов) красного костного мозга. Принимают активное участие в свертывании крови.

Трубчатые кости — длинные (бедренная, локтевая и др.) или короткие (фаланги пальцев и др.) кости, которые в средней части (диафизе) содержат полость, заполненную желтым костным мозгом, а в эпифизах (головках) губчатое вещество заполнено красным костным мозгом.

Углеводы — см. *Обмен углеводов*.

Ударный объем сердца — количество крови, выталкиваемое сердцем в аорту при каждом сокращении.

Улитка — спирально завитая часть костного лабиринта, в которой находятся слуховые рецепторы.

Ухо — то же, что *Орган слуха*.

Ферменты (от лат. *fermentum* — брожение, бродильное начало) — сложные белки животных и растительных организмов, выполняющие функции биологических катализаторов, ускоряющие химические реакции и обмен веществ в клетках.

Фибрин — нерастворимый белок плазмы крови в виде сложно переплетающихся нитей, образующийся из фибриногена и обуславливающий свертывание — образование кровяного сгустка.

Физиология (от греч. *physis* — природа и *logos* — учение) — наука о функциях живого, т.е. о процессах, протекающих в организме и его частях — органах, тканях, клетках и их структурных элементах.

Физическая нагрузка — объем мышечной работы (интенсивность и продолжительность), определяемый величиной энергетических затрат организма, мощностью или произведенной работой. Различают локальную физическую нагрузку, в выполнение которой вовлечено не более 1/3 мышечной массы тела человека; региональную физическую нагрузку с вовлечением от 1/3 до 2/3 мышечной массы тела и общую — с вовлечением более 2/3 мышечной массы тела.

Физическая работоспособность — способность выполнять максимальное количество работы в заданных условиях.

Фильтрация — процесс перехода жидкости через мембрану за счет разности давлений. Имеет место в капиллярах, а также в нефроне почек.

Функциональная система — динамическая организация пространственно разобобщенных структур, выполняющих одну функцию интегративного характера, обеспечивающих получение полезного для организма результата. Так, в функциональную систему дыхания входят не только легкие, но и сердце, кровеносные сосуды, нервные центры, расположенные в разных отделах ЦНС и др. Структура функциональных систем сложна, она включает в себя афферентный синтез, принятие решения, действие, обратную афферентацию из эффекторных органов и сопоставление в акцепторе действия полученного эффекта с ожидаемым.

Хрусталик (от греч. *krystallos* — кристалл) — прозрачное двояковыпуклое тело (линза), расположенное за радужной оболочкой; фокусирует входящие лучи света на сетчатку.

Центральная нервная система (ЦНС; от лат. *centrum* — центр круга) — ведущий отдел нервной системы человека, включает головной и спинной мозг.

Центральная ямка сетчатки — углубление в центре желтого пятна, характеризующееся наибольшей концентрацией и поверхностным расположением фоторецепторов (колбочек); область наибольшей остроты зрения.

Центры вегетативной нервной системы — отделы ЦНС, регулирующие симпатическую и парасимпатическую нервную систему; центры симпатической нервной системы находятся в грудных и верхнепоясничных сегментах спинного мозга. Парасимпатические центры находятся в стволе (продолговатый и средний мозг) головного мозга и в крестцовом отделе спинного мозга.

Цикл (от греч. *kyklos* — круг) — совокупность взаимосвязанных процессов и явлений, образующих определенную систему или законченный круг развития (например, сердечный цикл).

Черепная коробка — отдел черепа позвоночных животных и человека, в котором расположен головной мозг.

Черепно-мозговые нервы — 12 пар нервов, отходящих от головного мозга (обонятельный, зрительный, глазодвигательный, блоковый, отводящий, тройничный, лицевой, преддверно-улитковый, языкоглоточный, блуждающий, добавочный, подъязычный), связанных с тканями и органами головы, шеи, грудной, брюшной полости.

Четверохолмие — образование крыши среднего мозга, представляющее собой четыре небольших возвышения (холма), в которых находятся центры ориентировочных реакций на световые и звуковые раздражения.

Чихание — специфический, защитный безусловнорефлекторный двигательный акт, проявляющийся в резком усиленном выдохе воздуха через суженные носовые ходы и сопровождающийся удалением некоторых инородных частиц из полости носа вместе с каплями слизи и содержащимися в ней микроорганизмами.

Шейные позвонки — 7 верхних позвонков позвоночника, образующих скелет шеи.

Шишковидная железа — то же, что и *эпифиз* (см.).

Щитовидный хрящ — самый крупный хрящ гортани, расположенный спереди от нее в виде щита.

Экскреция — выведение из организма конечных продуктов обмена веществ.

Экстерорецепторы (от лат. *exter* — наружный, внешний и «рецептор») — специализированные чувствительные образования (рецепторы), воспринимающие раздражения внешнего

мира, например, рецепторы сетчатки глаза, уха, кожные и вкусовые рецепторы и др. Противоположно: *интерорецепторы* (см.).

Эндокринные железы (от греч. *endo* — внутри и *krino* — отделяю) — см. *Железы внутренней секреции*.

Энергетический обмен — превращение энергии пищевых веществ в организме, обеспечивающее процессы жизнедеятельности.

Эпидермис — наружный поверхностный слой кожи, состоящий из многослойного плоского эпителия.

Эпифиз (от греч. *epiphysis* — шишка) — шишковидная (пинеальная) железа, входящая в состав промежуточного мозга.

Эпифизы — суставные расширенные концы трубчатой кости.

Эрекция (от лат. *erectio* — увеличение) — увеличение объема, упругости мужского полового члена или клитора, наступающее в результате наполнения кровью полостей пещеристых тел, представляющих собой емкости.

Эритроциты (от греч. *erithros* — красный и *cytos* — клетка) — клетки крови красного цвета; содержат гемоглобин, благодаря которому переносят кислород к клеткам и тканям организма, и выполняют ряд других функций.

Эстрогены — женские половые гормоны (эстрадиол, эстрон, эстриол), вырабатываемые яичниками, плацентой, частично корой надпочечников и семенниками.

Эффлектор (от лат. *effector* — совершающий действие) — орган, деятельность которого изменяется под влиянием регулирующих воздействий ЦНС; исполнительное звено рефлекторного акта.

Эфферентное нервное волокно (двигательное, центробежное; от лат. *effers* — выносящий) — передающий импульсы от ЦНС к периферии, исполнительным органам. Противоположно: *афферентное нервное волокно* (см.).

Эякуляция (от лат. *ejaculation* — извержение) — выброс семени из полового члена.

Яички — семенники, мужские половые железы, выполняющие функцию образования мужских половых клеток (сперматозоидов) и мужских гормонов (андрогенов).

Яичники — парная женская половая железа, расположенная в малом тазу по обеим сторонам от матки, в которой развиваются яйцеклетки.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

На каждое задание выберите один ответ, который вы считаете наиболее полным и правильным, или несколько вариантов ответа в заданиях, помеченных звездочкой (*).

Тема 2. Ткани. Общие свойства возбудимых тканей

1. *Эпителиальная ткань входит в состав:*
 - а) хряща;
 - б) кости;
 - в) желез;
 - г) мышц.
2. *Одной из структурно-функциональных особенностей эпителия является:*
 - а) расположение клеток пластами;
 - б) внутреннее расположение в организме;
 - в) многообразие клеточных форм;
 - г) преобладание в межклеточном веществе волокон.
3. *Одной из функций базальной мембраны является:*
 - а) барьерная;
 - б) защитная;
 - в) опорная;
 - г) сократительная.
4. *К тканям внутренней среды относятся:*
 - а) эпителиальные;
 - б) хрящевые;
 - в) мышечные;
 - г) нервная.
5. *Одной из характерных особенностей соединительных тканей является:*
 - а) многообразие клеточных форм;
 - б) расположение клеток на базальной мембране;
 - в) преобладание клеток над межклеточным веществом;
 - г) отсутствие межклеточного вещества.
6. *Плотная волокнистая соединительная ткань отличается от рыхлой:*
 - а) преобладанием волокнистого компонента межклеточного вещества над аморфным;
 - б) преобладанием аморфного компонента межклеточного вещества над волокнистым;
 - в) преобладанием клеток над межклеточным веществом;
 - г) преобладанием межклеточного вещества над клетками.
7. *Суставные поверхности покрывает ткань:*
 - а) гиалиновая хрящевая;
 - б) эластическая хрящевая;
 - в) волокнистая хрящевая;
 - г) грубоволокнистая костная.

8. Межклеточное вещество костной ткани состоит из:
- а) аморфного вещества и коллагеновых волокон;
 - б) аморфного вещества и эластических волокон;
 - в) аморфного вещества и ретикулярных волокон;
 - г) коллагеновых и эластических волокон.
9. Структурно-функциональной единицей скелетной мышечной ткани является:
- а) мышечное волокно;
 - б) миофиламент;
 - в) миоцит;
 - г) кардиомиоцит.
10. Проводящая мышечная ткань образована:
- а) типичными кардиомиоцитами;
 - б) атипичными кардиомиоцитами;
 - в) миоцитами;
 - г) мышечными волокнами.
11. Особенности нервной ткани являются:
- а) отсутствие межклеточного вещества;
 - б) многообразие клеточных форм;
 - в) полярность клеток;
 - г) преобладание клеток над межклеточным веществом.
12. По дендритам нервной клетки импульсы распространяются:
- а) к телу нейрона;
 - б) от тела нейрона;
 - в) к рецептору;
 - г) к окончанию аксона.
13. Регенерация эпителия является примером следующей формы регенерации:
- а) физиологической;
 - б) репаративной;
 - в) органной;
 - г) клеточной.
14. Возбуждение нервных клеток сопровождается:
- а) выходом ионов Na^+ из клетки наружу;
 - б) выходом ионов K^+ из клетки наружу;
 - в) входом ионов Na^+ внутрь клетки;
 - г) входом ионов Cl^- внутрь клетки.
15. Поверхностная мембрана клетки в состоянии покоя снаружи:
- а) имеет отрицательный заряд;
 - б) имеет положительный заряд;
 - в) не имеет заряда;
 - г) имеет либо отрицательный, либо положительный заряд.
16. При открывании каналов для Na^+ клетка:
- а) гиперполяризуется;
 - б) потенциал не изменяется;
 - в) деполяризуется;
 - г) на мембране нет каналов для натрия.

17. Биоэлектрический потенциал на клеточной мембране в состоянии покоя является следствием:

- а) высокой проницаемости мембраны для ионов K^+ ;
- б) разности концентрации ионов Na^+ и K^+ в клетке и в межклеточной жидкости;
- в) только разности концентрации ионов Na^+ ;
- г) только разности концентрации ионов K^+ .

Тема 3. Общий принцип регуляции функций в организме

1. Нейрон, передающий нервный импульс от рецептора к центральной нервной системе:

- а) контактный;
- б) афферентный;
- в) эфферентный;
- г) вставочный.

2. Нейрон, передающий нервный импульс от центральной нервной системы к рабочему органу:

- а) контактный;
- б) афферентный;
- в) эфферентный;
- г) вставочный.

3. Соматическая нервная система:

- а) поддерживает тонус сосудов;
- б) регулирует работу скелетных мышц;
- в) обеспечивает обмен веществ;
- г) регулирует работу гладкой мускулатуры.

4. Составная часть рефлекторного кольца, где осуществляется синтез и принятие решения:

- а) рецептор;
- б) эффектор;
- в) ЦНС;
- г) афферентная нервная клетка;
- д) эфферентная нервная клетка.

5. Назовите принцип рефлекторной деятельности, лежащий в основе следующего факта: при введении новокаина в десну уменьшаются болевые ощущения, связанные с удалением зуба:

- а) принцип детерминизма (причинной обусловленности);
- б) принцип анализа и синтеза;
- в) принцип структурной и функциональной целостности рефлекторного кольца.

6*. Периферическая нервная система представлена:

- а) нервами соматической нервной системы;
- б) узлами соматической нервной системы;
- в) нервами вегетативной нервной системы;
- г) экстеро- и интерорецепторами;
- д) все перечисленное выше.

7*. Центральная нервная система представлена:

- а) нервами;
- б) узлами;
- в) спинным мозгом;
- г) экстеро- и интерорецепторами;
- д) головным мозгом.

8*. Вегетативная нервная система:

- а) поддерживает тонус сосудов;
- б) регулирует работу скелетных мышц;
- в) регулирует обмен веществ;
- г) регулирует работу гладкой мускулатуры.

9*. Компоненты рефлекторного кольца, где осуществляется анализ раздражителя:

- а) рецептор;
- б) эффектор;
- в) ЦНС;
- г) афферентная нервная клетка;
- д) эфферентная нервная клетка.

10*. Обратная связь в рефлекторном кольце выполняет функции:

- а) принятие решения;
- б) контроль над работой эффектора;
- в) проведение возбуждения от ЦНС к эффектору;
- г) коррекция работы эффектора.

11. При действии раздражителя на организм компоненты рефлекторной дуги включаются в следующей последовательности:

	афферентный путь
	эфферентный путь
	рецептор
	исполнительный орган
	участок ЦНС

Тема 4. Функциональная анатомия спинного и головного мозга

1*. Серое вещество располагается внутри, а белое по периферии в следующих отделах ЦНС:

- а) спинной мозг;
- б) продолговатый мозг;
- в) мост;
- г) средний мозг;
- д) мозжечок;
- е) промежуточный мозг;
- ж) большие полушария головного мозга.

-
2. *Двигательные центры спинного мозга располагаются:*
- а) в задних рогах серого вещества;
 - б) в боковых рогах серого вещества;
 - в) в передних рогах серого вещества;
 - г) в передних столбах белого вещества.
3. *Центры симпатической нервной системы располагаются:*
- а) в задних рогах серого вещества;
 - б) в боковых рогах серого вещества;
 - в) в передних рогах серого вещества;
 - г) в боковых столбах белого вещества.
4. *Эндорфины и энкефалины — это:*
- а) половые гормоны;
 - б) медиаторы симпатической нервной системы;
 - в) медиаторы парасимпатической нервной системы;
 - г) естественные болеутоляющие вещества.
5. *Отдел нервной системы, обеспечивающий адаптацию организма к стрессовым раздражителям:*
- а) соматическая нервная система;
 - б) симпатическая нервная система;
 - в) парасимпатическая нервная система;
 - г) вегетативная нервная система.
- 6*. *Центры парасимпатической нервной системы располагаются:*
- а) в стволовой части головного мозга;
 - б) в боковых рогах серого вещества спинного мозга;
 - в) в передних рогах серого вещества спинного мозга;
 - г) в крестцовом отделе спинного мозга.
- 7*. *Серое вещество располагается только группами внутри белого вещества в отделах ЦНС:*
- а) спинной мозг;
 - б) продолговатый мозг;
 - в) мост;
 - г) средний мозг;
 - д) мозжечок;
 - е) промежуточный мозг;
 - ж) большие полушария головного мозга.
- 8*. *Серое вещество располагается на поверхности отдела, имея ядра внутри белого вещества:*
- а) спинной мозг;
 - б) продолговатый мозг;
 - в) мост;
 - г) средний мозг;
 - д) мозжечок;
 - е) промежуточный мозг;
 - ж) большие полушария головного мозга.

9. Установить соответствие:

Отделы ЦНС:	Особенности строения отделов ЦНС:
1) спинной мозг	а) состоит из двух полушарий, связанных между собой мозолистым телом
2) продолговатый мозг	б) зрительные бугры, гипоталамус, коленчатые тела, гипофиз, эпифиз
3) мост	в) связан со средними ножками мозга
4) средний мозг	г) четверохолмие, ножки мозга, связан с верхними ножками мозжечка
5) мозжечок	д) имеет сегментарное строение
6) промежуточный мозг	е) связан с нижними ножками мозжечка
7) большие полушария головного мозга	ж) состоит из двух полушарий, соединенных червием

10. Установить соответствие:

Отделы ЦНС:	Рефлекторные функции отделов ЦНС:
1) спинной мозг	а) определяет координацию и точность произвольных движений
2) продолговатый мозг	б) обеспечивает простые двигательные акты, регулирует работу некоторых внутренних органов
3) мост	в) ответственный за ориентировочные рефлексы при зрительном и слуховом раздражении, регуляция мышечного тонуса и позы
4) средний мозг	г) регулирует сердечную деятельность, пищеварение, дыхание и т.д., обеспечивает осуществление ряда защитных рефлексов (чихание, кашель рвота)
5) мозжечок	д) обеспечивает сложные безусловные рефлексы-инстинкты, анализаторные функции (ощущение, восприятие и др.), высшие психические функции (сознание, речь, волевые процессы и т.д.)
6) промежуточный мозг	е) обеспечивает проведение возбуждения от всех рецепторов тела (подкорковые центры всех видов чувствительности), регулирует обмен веществ, согласует работу внутренних органов, центры примитивных эмоций
7) большие полушария головного мозга	ж) центры мимической мускулатуры

Тема 5. Анализаторы. Органы чувств

1*. К основным анализаторам относятся:

- а) двигательный;
- б) соматосенсорный;

- в) болевой;
- г) температурный;
- д) слуховой;
- е) зрительный;
- ж) вкусовой;
- з) висцеральный;
- и) обонятельный.

2*. Основными частями анализатора являются:

- а) периферическая;
- б) вставочная;
- в) подкорковая;
- г) проводниковая;
- д) центральная.

3. Периферическая часть анализатора представлена:

- а) нейронами;
- в) железами;
- г) раздражителями;
- б) рецепторами;
- д) вегетативными органами.

4*. Проводниковая часть анализатора представлена:

- а) спинномозговыми корешками;
- б) железами внутренней секреции;
- в) специфическими путями;
- г) неспецифическими путями;
- д) вегетативными органами.

5. Центральная часть анализатора представлена:

- а) центрами подкорки;
- б) центрами коры больших полушарий;
- в) гипоталамуса;
- г) среднего мозга;
- д) продолговатого мозга.

6. Специализированные структуры, воспринимающие действие раздражителей, называются:

- а) сенсорной системой;
- б) анализаторами;
- в) рецепторами.

7. Центры вкусового анализатора находятся в _____ доле коры больших полушарий.

8. Центры обонятельного анализатора находятся в _____ доле коры больших полушарий.

9. Центры зрительного анализатора находятся в _____ доле коры больших полушарий.

10. Центры двигательного анализатора находятся в _____ доле коры больших полушарий.

11. Центры соматосенсорного анализатора находятся в _____ доле коры больших полушарий.
12. Центры слухового анализатора находятся в _____ доле коры больших полушарий.
13. При длительном действии раздражителя возбудимость обонятельных рецепторов:
 - а) постоянна;
 - б) непостоянна;
 - в) увеличивается;
 - г) уменьшается.
14. Рецепторы обонятельного анализатора расположены в:
 - а) области верхних носовых ходов;
 - б) области нижних носовых ходов;
 - в) области средних носовых ходов.
15. Аккомодация — это:
 - а) приспособительная реакция глаза, связанная с изменением кривизны хрусталика;
 - б) приспособительная реакция глаза, связанная с расширением зрачка;
 - в) приспособительная реакция глаза, связанная с сужением зрачка.
16. Острота зрения больше при фокусировке изображения:
 - а) в желтом пятне;
 - б) в слепом пятне;
 - в) на периферии сетчатки.
17. Зрачок при сокращении кольцевой мышцы радужной оболочки:
 - а) сужается;
 - б) расширяется;
 - в) не изменяется.
18. Расширение зрачка обеспечивает:
 - а) парасимпатическая нервная система;
 - б) симпатическая нервная система;
 - в) метасимпатическая нервная система.
19. Восприятие цвета связано с наличием в сетчатке фоторецепторов:
 - а) колбочек;
 - б) палочек;
 - в) биполярных клеток.
20. Расстройство сумеречного зрения связано с нарушением функции:
 - а) колбочек;
 - б) палочек;
 - в) биполярных клеток.
21. Расстройство сумеречного зрения возникает при недостатке витамина:
 - а) витамина А;
 - б) витамина D;
 - в) витамина С;
 - г) витамина К.

22*. Локализация рецепторов вестибулярного анализатора:

- а) улитка;
- б) преддверие улитки;
- в) базальная мембрана;
- г) ампулы полукружных каналов;
- д) полукружные каналы (кроме ампул).

Тема 6. Опорно-двигательный аппарат

Скелет

1. В состав предплечья входят кости:

- а) плечевая и локтевая;
- б) локтевая и лучевая;
- в) лучевая и кости запястья;
- г) локтевая и кости запястья.

2. Кости, образующие пояс нижних конечностей:

- а) тазовые;
- б) бедренная;
- в) крестец;
- г) кости голени.

3. Кость черепа, с которой соединена нижнечелюстная кость:

- а) затылочная;
- б) височная;
- в) теменная;
- г) скуловая;
- д) верхнечелюстная.

4. Число пар ребер, сочлененных с грудиной:

- а) 3; б) 5; в) 7; г) 10; д) 12.

5. В шейном отделе позвоночника число позвонков равно:

- а) 6; б) 7; в) 8; г) 9; д) 10.

6. Лонное соединение между двумя тазовыми костями:

- а) прерывное (сустав);
- б) полупрерывное (полусустав);
- в) непрерывное.

7. Примеры длинных трубчатых костей:

- а) плечевая и фаланги пальцев;
- б) фаланги пальцев и грудина;
- в) грудина и ребро;
- г) ребро и бедренная кость;
- д) бедренная кость и плечевая.

8. Локтевой сустав образован костями:

- а) плечевой и локтевой;
- б) лучевой и локтевой;
- в) лучевой и плечевой;
- г) лучевой, плечевой, локтевой.

9. *Тазовая кость — это результат срастания:*
- а) двух костей;
 - б) трех костей;
 - в) четырех костей;
 - г) пяти костей.
10. *Кость, не имеющая суставного соединения с другими костями скелета:*
- а) тазовая;
 - б) локтевая;
 - в) плечевая;
 - г) подъязычная;
 - д) нижнечелюстная.
11. *Скелет ладони образован костями:*
- а) запястья и пястья;
 - б) запястья;
 - в) пястья;
 - г) пястья и фалангами пальцев.
12. *В образовании тазобедренного сустава участвуют кости:*
- а) бедренная и лобковая;
 - б) бедренная и седалищная;
 - в) бедренная и подвздошная;
 - г) бедренная, подвздошная и седалищная;
 - д) бедренная, подвздошная, седалищная и лобковая.
13. *Тазобедренный сустав по форме:*
- а) цилиндрический;
 - б) шаровидный;
 - в) плоский;
 - г) седловидный;
 - д) блоковидный.
14. *Рост костей в толщину обеспечивается:*
- а) надкостницей;
 - б) хрящевой тканью, находящейся в метафизе кости;
 - в) хрящевой тканью, находящейся на головках костей.
15. *Рост костей в длину обеспечивается:*
- а) надкостницей;
 - б) хрящевой тканью, находящейся в метафизе кости;
 - в) хрящевой тканью, находящейся на головках костей.
16. *Красный костный мозг располагается:*
- а) в полостях трубчатых костей;
 - б) в губчатом веществе костей;
 - в) в плотном веществе кости.
17. *Желтый костный мозг располагается:*
- а) в полостях трубчатых костей;
 - б) в губчатом веществе костей;
 - в) в плотном веществе кости.

18. Головки трубчатых костей покрыты:
- а) надкостницей;
 - б) гиалиновым хрящом;
 - в) эластичным хрящом;
 - г) волокнистым хрящом.
- 19*. Кости, образующие плечевой пояс:
- а) плечевая;
 - б) ключица;
 - в) локтевая;
 - г) лопатка.
- 20*. В скелете туловища есть кости:
- а) позвонок;
 - б) лопатка;
 - в) грудина;
 - г) ребро;
 - д) тазовая.
- 21*. Среди названных костей плоскими по М. Г. Привесу являются:
- а) ребра;
 - б) лучевая;
 - в) лопатка;
 - г) бедренная;
 - д) тазовая.
- 22*. Среди названных костей трубчатыми являются:
- а) ребра;
 - б) лучевая;
 - в) лопатка;
 - г) бедренная;
 - д) берцовые.

Скелетные мышцы

1. Скелетные мышцы образованы:
- а) гладкой мышечной тканью;
 - б) поперечнополосатой мышечной тканью;
 - в) поперечнополосатой сердечной мышечной тканью.
2. Стенки кровеносных сосудов образованы:
- а) гладкой мышечной тканью;
 - б) поперечнополосатой мышечной тканью.
 - в) поперечнополосатой сердечной мышечной тканью.
3. Мышцы, не прикрепленные к костям:
- а) грудные;
 - б) мимические;
 - в) наружные и внутренние косые;
 - г) дельтовидные;
 - д) жевательные.

4. Мышцы, участвующие в повороте предплечья таким образом, что ладонь становится обращенной назад или вниз:
 - а) двуглавая мышца плеча;
 - б) трехглавая мышца плеча;
 - в) пронаторы;
 - г) супинаторы.
5. Мышцы, участвующие в повороте предплечья таким образом, что ладонь обращена вперед или кверху:
 - а) двуглавая мышца плеча;
 - б) трехглавая мышца плеча;
 - в) пронаторы;
 - г) супинаторы.
6. Сухожилья мышц состоят из:
 - а) гладкой мышечной ткани;
 - б) поперечнополосатой мышечной ткани;
 - в) плотной соединительной ткани.
7. Сокращение и расслабление мышц регулируется:
 - а) физическими упражнениями;
 - б) нервными импульсами;
 - в) большой нагрузкой и однообразным ритмом работы.
8. Положение руки, если сгибатели и разгибатели расслаблены:
 - а) фиксированное;
 - б) расслабленное;
 - в) другой вариант.
9. Положение руки, если сгибатели и разгибатели одновременно сокращены:
 - а) фиксированное;
 - б) расслабленное;
 - в) другой вариант.
10. Утомление мышц вызывается:
 - а) физическими упражнениями;
 - б) нервными импульсами;
 - в) большой нагрузкой и однообразным ритмом работы.
- 11*. Мышцы, расположенные на голове:
 - а) поперечная;
 - б) мимические;
 - в) наружные и внутренние косые;
 - г) дельтовидная;
 - д) жевательные.
- 12*. Мышцы, обеспечивающие повороты и наклоны головы:
 - а) грудино-ключично-сосцевидная;
 - б) мимические;
 - в) наружные и внутренние косые;
 - г) дельтовидная;
 - д) лестничная.

13*. К мышцам груди относятся:

- а) поперечная;
- б) малая и большая грудные;
- в) наружные и внутренние косые;
- г) зубчатая;
- д) наружные и внутренние межреберные.

14*. Мышцы, образующие брюшной пресс:

- а) поперечная;
- б) прямые;
- в) наружные и внутренние косые;
- г) зубчатая;
- д) наружные и внутренние межреберные.

15*. Мышцы, расположенные на спине:

- а) ягодичные;
- б) двуглавая;
- в) широчайшая;
- г) ромбовидная;
- д) камбаловидная.

16*. Мышцы нижних конечностей:

- а) ягодичные;
- б) двуглавая;
- в) широчайшая;
- г) ромбовидная;
- д) камбаловидная;
- е) разгибатели;
- ж) сгибатели.

17*. Мышцы верхних конечностей:

- а) трехглавая;
- б) двуглавая;
- в) икроножная;
- г) ромбовидная;
- д) дельтовидная;
- е) разгибатели;
- ж) сгибатели.

18*. Мышцы бедра, сгибающие голень:

- а) портняжная;
- б) четырехглавая;
- в) двуглавая;
- г) полусухожильная;
- д) ягодичная.

19. Мышца бедра, разгибающая голень:

- а) портняжная;
- б) четырехглавая;
- в) двуглавая;
- г) полусухожильная;
- д) ягодичная.

20*. *Мышцы, участвующие в акте дыхания:*

- а) поперечная;
- б) малая и большая грудные;
- в) наружные и внутренние косые;
- г) диафрагма;
- д) наружные и внутренние межреберные.

21*. *Мышцы, участвующие в членораздельной речи:*

- а) поперечная;
- б) мимические;
- в) наружные и внутренние косые;
- г) дельтовидная;
- д) жевательные.

22*. *Мышцы, поддерживающие тело в вертикальном положении:*

- а) мышцы спины;
- б) мышцы живота;
- в) мышцы груди;
- г) ягодичные мышцы.

Тема 7. Внутренняя среда организма. Физиология крови

1. *Транспортируют кислород:*

- а) тромбоциты;
- б) эритроциты;
- в) лейкоциты;
- г) соли кальция.

2. *Борются с бактериями, инородными телами:*

- а) тромбоциты;
- б) эритроциты;
- в) лейкоциты;
- г) соли кальция.

3. *Нерастворимый белок в тромбе:*

- а) гемоглобин;
- б) фибриноген;
- в) фибрин;
- г) белок резус-фактор.

4. *Белок, придающий крови красный цвет:*

- а) гемоглобин;
- б) фибриноген;
- в) фибрин;
- г) белок резус-фактор.

5. *Безъядерные клетки крови:*

- а) тромбоциты;
- б) эритроциты;
- в) лейкоциты.

-
6. Ядерные клетки крови:
- а) тромбоциты;
 - б) эритроциты;
 - в) лейкоциты.
7. Единый защитный механизм организма от инфекционных заболеваний:
- а) фагоцитоз;
 - б) иммунитет;
 - в) гомеостаз;
 - г) гемофилия.
8. Процесс захвата лейкоцитами чужеродных тел и их переваривание:
- а) фагоцитоз;
 - б) иммунитет;
 - в) гомеостаз;
 - г) гемофилия.
9. Образует прочное соединение с гемоглобином, вызывая отравление организма:
- а) кислород;
 - б) углекислый газ;
 - в) угарный газ;
 - г) азот.
10. Место образования эритроцитов и тромбоцитов:
- а) красный костный мозг;
 - б) селезенка;
 - в) лимфатические узлы;
 - г) тимус.
11. Заболевание, приводящее к полному разрушению иммунной системы в организме:
- а) ангина;
 - б) корь;
 - в) гемофилия;
 - г) СПИД.
- 12*. Участвуют в свертывании крови:
- а) тромбоциты;
 - б) эритроциты;
 - в) лейкоциты;
 - г) соли кальция.
- 13*. Вещества, препятствующие свертыванию крови:
- а) гепарин;
 - б) соли кальция;
 - в) фибринолизин;
 - г) витамин К.
- 14*. Факторы, определяющие группу крови:
- а) гемоглобин;
 - б) агглютинины;
 - в) агглютиногены;
 - г) фибриноген.

15. Органы иммунной системы:*

- а) красный костный мозг;
- б) спинной мозг;
- в) селезенка;
- г) лимфатические узлы;
- д) тимус;
- е) щитовидная железа.

16. Содержатся в эритроцитах:*

- а) гемоглобин;
- б) агглютинины;
- в) агглютиногены;
- г) белок резус-фактор.

17. Причины анемии (малокровия):*

- а) хроническая интоксикация, бесконтрольный прием антибиотиков;
- б) недостаточность эритроцитов в крови или изменение их формы;
- в) недостаток железа в организме;
- г) пониженное содержание гемоглобина в крови;
- д) ионизация.

18. Причины снижения концентрации лейкоцитов в крови (лейкопении):*

- а) хроническая интоксикация, бесконтрольный прием антибиотиков;
- б) недостаточность эритроцитов в крови или изменение их формы;
- в) недостаток железа в организме;
- г) пониженное содержание гемоглобина в крови;
- д) ионизация.

Тема 8. Морфофункциональные особенности эндокринных желез

1. К эндокринной системе относятся:

- а) железы внутренней секреции;
- б) органы, синтезирующие гормоны;
- в) гипоталамус;
- г) все перечисленное выше.

2. Железы внутренней секреции — это:

- а) железы, выделяющие свои секреты во внешнюю среду;
- б) железы, выделяющие свои секреты (гормоны) во внутреннюю среду;
- в) железы, выделяющие свои секреты (ферменты) во внутреннюю среду;
- г) все перечисленное выше.

3. Центральная железа эндокринного аппарата, регулирующая функцию многих желез внутренней секреции:

- а) гипофиз;
- б) вилочковая железа;
- в) щитовидная железа;
- г) надпочечники
- д) поджелудочная железа.

-
4. Заболевание кретинизм связано:
- а) с гипофункцией надпочечников;
 - б) с гипофункцией гипофиза;
 - в) с гипофункцией щитовидной железы;
 - г) с гиперфункцией поджелудочной железы.
5. Заболевание сахарный диабет связано:
- а) с гипофункцией надпочечников;
 - б) с гипофункцией гипофиза;
 - в) с гипофункцией щитовидной железы;
 - г) с гипофункцией поджелудочной железы.
6. Заболевание базедова болезнь связано:
- а) с гипофункцией надпочечников;
 - б) с гипофункцией гипофиза;
 - в) с гиперфункцией щитовидной железы;
 - г) с гиперфункцией поджелудочной железы.
7. Гормоном, участвующим в стрессовых реакциях, прежде всего является:
- а) инсулин;
 - б) адреналин;
 - в) кальцитонин;
 - г) окситоцин.
8. Гормоны, участвующие в стрессовых реакциях, синтезируются прежде всего:
- а) тимусом;
 - б) половыми железами;
 - в) надпочечниками;
 - г) поджелудочной железой.
9. Релизинг-гормоны образуются:
- а) особыми нейронами гипоталамуса;
 - б) эпителием задней доли гипофиза;
 - в) передней долей гипофиза;
 - г) эпифизом.
10. Фолликулостимулирующий гормон прежде всего действует на:
- а) образование и рост желтого тела;
 - б) овуляцию;
 - в) развитие фолликулов в яичниках и выделение ими гормонов;
 - г) торможение роста фолликулов.
- 11*. К железам внутренней секреции относятся:
- а) гипофиз;
 - б) печень;
 - в) щитовидная железа;
 - г) надпочечники;
 - д) слюнные железы.

12*. К железам внешней секреции относятся:

- а) эпифиз;
- б) потовые железы;
- в) парашитовидные железы;
- г) надпочечники;
- д) слезные железы.

13*. К железам смешенной секреции относятся:

- а) эпифиз;
- б) поджелудочная железа;
- в) половые железы;
- г) тимус;
- д) парашитовидные железы.

14*. К половым гормонам относятся:

- а) эстрогены;
- б) адреналин;
- в) норадреналин;
- г) андрогены.

15*. Половые гормоны синтезируются:

- а) тимусом;
- б) семенниками;
- в) надпочечниками;
- г) поджелудочной железой.

16*. Железы, гормоны которых регулируют обмен кальция:

- а) парашитовидные;
- б) эпифиз;
- в) щитовидная железа;
- г) надпочечники;
- д) поджелудочная железа.

17. Установите соответствие между гормоном и железой, которая его выделяет:

1) паратгормон	а) гипофиз
2) тироксин	б) щитовидная железа
3) тестостерон	в) поджелудочная железа
4) глюкагон	г) семенники
5) гормон роста	д) парашитовидные железы

18. Установите соответствие между гормоном гипофиза и железой, на активность которой он влияет:

1) АКТГ	а) гонады
2) ТТГ	б) щитовидная железа
3) лютеинизирующий	в) надпочечники
4) ФСГ	

Тема 9. Анатомия и физиология сердечно-сосудистой системы

1. *Сосуды, несущие кровь от сердца, называются:*
 - а) венами;
 - б) артериями;
 - в) капиллярами;
 - г) лимфатическими сосудами.
2. *Сосуды, несущие кровь к сердцу, называются:*
 - а) венами;
 - б) артериями;
 - в) капиллярами;
 - г) лимфатическими сосудами.
3. *Отдел сердца, имеющий самый большой слой миокарда:*
 - а) правое предсердие;
 - б) правый желудочек;
 - в) левое предсердие;
 - г) левый желудочек.
4. *Сосуды, не имеющие среднего мышечного слоя:*
 - а) артерии;
 - б) вены;
 - в) артериолы;
 - г) капилляры.
5. *Сосуд с максимальным давлением крови:*
 - а) артерия;
 - б) нижняя полая вена;
 - в) аорта;
 - г) капилляр;
 - д) легочная вена.
6. *Сосуд с минимальным давлением крови:*
 - а) артерия;
 - б) нижняя полая вена;
 - в) аорта;
 - г) капилляр;
 - д) легочная вена.
7. *Нерв, замедляющий работу сердца:*
 - а) симпатический;
 - б) языкоглоточный;
 - в) блуждающий;
 - г) лицевой.
8. *Нерв, ускоряющий работу сердца:*
 - а) симпатический;
 - б) языкоглоточный;
 - в) блуждающий;
 - г) лицевой.

- 9*. *Сосуды, несущие только артериальную кровь:*
- а) артерии;
 - б) вены;
 - в) аорта;
 - г) капилляры;
 - д) легочные вены.
- 10*. *Сосуды, несущие только венозную кровь:*
- а) полые вены;
 - б) вены;
 - в) легочная артерия;
 - г) капилляры;
 - д) легочные вены.
- 11*. *Структуры, обеспечивающие движение крови в сердце в одном направлении:*
- а) сосочковые мышцы;
 - б) двухстворчатые клапаны;
 - в) трехстворчатые клапаны;
 - г) полулунные клапаны.
- 12*. *Образования атипической ткани, обеспечивающие автоматизм сердца:*
- а) синусный узел;
 - б) венулы;
 - в) пучок Гисса;
 - г) ножки пучка Гисса;
 - д) предсердно-желудочковый узел.
- 13*. *Вещества, усиливающие и учащающие работу сердца:*
- а) ионы кальция;
 - б) ионы калия;
 - в) адреналин;
 - г) ацетилхолин.
- 14*. *Вещества, ослабляющие и замедляющие работу сердца:*
- а) ионы кальция;
 - б) ионы калия;
 - в) адреналин;
 - г) ацетилхолин.

Тема 10. Функциональная структура дыхательной системы и физиология дыхания

1. *Выстилает внутреннюю поверхность альвеол:*
- а) соединительная ткань, покрытая многорядным мерцательным слизистым эпителием;
 - б) хрящевые полукольца;
 - в) однослойный эпителий;
 - г) плевра.
2. *Выстилает внутреннюю поверхность носовой полости, носоглотки:*
- а) соединительная ткань, покрытая многорядным мерцательным слизистым эпителием;
 - б) хрящевые полукольца;

- в) однослойный эпителий;
 - г) плевра.
3. *Покрывает наружную поверхность легких и стенку грудной полости изнутри:*
- а) соединительная ткань, покрытая многорядным мерцательным слизистым эпителием;
 - б) хрящевые полукольца;
 - в) однослойный эпителий;
 - г) плевра.
4. *Отдел дыхательной системы, содержащий голосовые связки:*
- а) трахея;
 - б) гортань;
 - в) легкие;
 - г) носовая полость.
5. *Отдел дыхательной системы, очищающий, увлажняющий, согревающий или охлаждающий вдыхаемый воздух:*
- а) трахея;
 - б) гортань;
 - в) легкие;
 - г) носовая полость.
6. *Структуры, не позволяющие трахее сужаться:*
- а) гортань;
 - б) надгортанник;
 - в) хрящевые полукольца;
 - г) межреберные мышцы.
7. *Структура, не пропускающие пищу в гортань:*
- а) гортань;
 - б) надгортанник;
 - в) хрящевые полукольца;
 - г) межреберные мышцы.
8. *Активный процесс дыхания:*
- а) вдох;
 - б) выдох.
9. *Пассивный (преимущественно) процесс дыхания:*
- а) вдох;
 - б) выдох.
10. *Структуры, пассивно участвующие в акте вдоха:*
- а) легкие;
 - б) диафрагма;
 - в) хрящевые полукольца;
 - г) межреберные мышцы.
11. *К увеличению объема грудной полости приводит:*
- а) расслабление дыхательных мышц;
 - б) сокращение дыхательных мышц;
 - в) диффузия;
 - г) молочная кислота.

12. К уменьшению объема грудной полости приводит:
а) расслабление дыхательных мышц; в) диффузия;
б) сокращение дыхательных мышц; г) молочная кислота.
13. Следствием понижения давления в легких является:
а) диффузия; в) выдох;
б) вдох; г) сокращение дыхательных мышц.
14. Следствием повышения давления в легких является:
а) диффузия; в) выдох;
б) вдох; г) сокращение дыхательных мышц.
15. Причина (механизм) поступления кислорода из альвеолярного воздуха в кровь, а углекислого газа обратно:
а) диффузия; в) выдох;
б) вдох; г) сокращение дыхательных мышц.
16. Отдел ЦНС, содержащий основной дыхательный центр (центр вдоха и центр выдоха):
а) кора; в) центр пневмотаксиса;
б) гипоталамус; г) продолговатый мозг.
17. Отдел ЦНС, обеспечивающий взаимосвязь дыхания с другими функциями организма:
а) кора; в) центр пневмотаксиса;
б) гипоталамус; г) продолговатый мозг.
18. Отдел ЦНС, регулирующий произвольное дыхание:
а) кора; в) центр пневмотаксиса;
б) гипоталамус; г) продолговатый мозг.
19. Отличие центра вдоха от центра выдоха:
а) имеет взаимосвязь с центром пневмотаксиса;
б) располагается в продолговатом мозге;
в) обладает автоматизмом;
г) находится под контролем высших дыхательных центров.
20. Показатель физического развития человека:
а) вдох; в) жизненная емкость легких;
б) выдох; г) диффузия.
- 21*. Структуры активно участвующие в акте вдоха:
а) легкие; в) хрящевые полукольца;
б) диафрагма; г) межреберные мышцы.
- 22*. Вещества, активизирующие центр вдоха:
а) молочная кислота; в) углекислый газ;
б) кислород; г) поваренная соль.

Тема 11. Анатомия и физиология пищеварения

- 1*. Безусловный рефлекс слюноотделения начинается с раздражения рецепторов:
а) зрительных; г) обонятельных;
б) вкусовых; д) тактильных.
в) слуховых;

2. Центр слюноотделения находится:
- а) в среднем мозге;
 - б) в промежуточном мозге;
 - в) в продолговатом мозге;
 - г) в спинном мозге;
 - д) в мозжечке.
3. В слюнных железах вырабатывается следующий основной фермент:
- а) амилазы;
 - б) пепсин;
 - в) химозин;
 - г) липаза;
 - д) нуклеазы;
 - е) протеазы.
4. При стимулирующем влиянии парасимпатической нервной системы:
- а) выделяется большое количество жидкой слюны, содержащей мало органических веществ;
 - б) количество и состав слюны не изменяется;
 - в) выделяется небольшое количество густой слюны, содержащей много органических веществ.
5. Ферменты слюны в основном действуют на:
- а) белки;
 - б) жиры;
 - в) углеводы.
6. Бактерицидными свойствами обладает фермент слюны:
- а) лизоцим;
 - б) α -амилаза;
 - в) α -глюкозидаза;
 - г) муцин.
7. Центр глотания находится:
- а) в продолговатом мозге;
 - б) в промежуточном мозге;
 - в) в среднем мозге;
 - г) в мосте.
8. Деполимеризация олигомеров до мономеров осуществляется в стадию:
- а) полостного пищеварения;
 - б) всасывания;
 - в) пристеночного пищеварения.
9. Обкладочные клетки желудка секретируют:
- а) слизь;
 - б) соляную кислоту;
 - в) пепсиноген;
 - г) гастрин.
10. Главные клетки желудка синтезируют:
- а) слизь;
 - б) соляную кислоту;
 - в) пепсиноген;
 - г) амилазу.
11. Гидролиз клетчатки в толстой кишке идет под влиянием ферментов:
- а) кишечного сока;
 - б) поджелудочной железы;
 - в) энтероцитов;
 - г) микрофлоры.
- 12*. Условный слюноотделительный рефлекс вызывается раздражением рецепторов:
- а) зрительных;
 - б) вкусовых;
 - в) слуховых;
 - г) обонятельных;
 - д) тактильных.
- 13*. Слюнные железы иннервируются нервами:
- а) соматическими;
 - б) депрессорными;
 - в) симпатическими;
 - г) прессорными;
 - д) парасимпатическими.

14*. Секрцию желудочных желез стимулируют следующие нейрогуморальные факторы:

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| а) парасимпатические нервы; | д) энтерогастрон; |
| б) симпатические нервы; | е) энтерогастрин; |
| в) гастрон; | ж) гистамин; |
| г) гастрин. | |

15*. Секрцию желудочных желез тормозят следующие нейрогуморальные факторы:

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| а) парасимпатические нервы; | г) гастрон; |
| б) симпатические нервы; | д) энтерогастрон; |
| в) гастрин; | е) гистамин. |

16*. В полость двенадцатиперстной кишки выделяют свой секрет следующие железы:

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| а) половые железы; | г) печень; |
| б) поджелудочная железа; | д) надпочечник. |
| в) слюнная; | |

17*. К ферментам, секретиремым поджелудочной железой, относятся:

- | | |
|--------------|------------------|
| а) трипсин; | д) химотрипсин; |
| б) гастрин; | е) энтерокиназа; |
| в) липаза; | ж) амилаза. |
| г) нуклеаза; | |

18*. В состав желчи входят:

- | | |
|---------------------|----------------|
| а) желчные кислоты; | г) лецитин; |
| б) жирные кислоты; | д) холестерин. |
| в) гемоглобин; | |

19*. С участием микрофлоры толстого кишечника происходит образование:

- | |
|------------------------|
| а) витамина D; |
| б) витамина К; |
| в) витаминов группы В; |
| г) витамина С. |

20. Установите правильную последовательность фаз желудочной секреции:

- | |
|----------------|
| а) кишечная; |
| б) желудочная; |
| в) мозговая. |

Тема 12. Морфофункциональные особенности мочевыделительной системы

1. Особенности сосудистой сети почек являются:

- | |
|--|
| а) двойная капиллярная сеть (капилляры клубочка, капилляры извитых канальцев); |
| б) двойная капиллярная сеть (капилляры нисходящего и восходящего канальцев петли Генле); |
| в) пучки прямых артериальных и венозных сосудов в корковом веществе; |
| г) пучки прямых артериальных и венозных сосудов в мозговом веществе вдоль петель Генле и собирательных трубочек. |

Тема 13. Морфофункциональные особенности женской и мужской половой системы

1. *Сперматозоиды хранятся и созревают в:*
 - а) семявыносящих протоках;
 - б) семенниках;
 - в) придатках яичек;
 - г) добавочных половых железах.
2. *Вырабатывают секреты, питающие и активизирующие сперматозоиды:*
 - а) семявыносящие протоки;
 - б) семенники;
 - в) придатки яичек;
 - г) добавочные половые железы.
3. *Вырабатывают сперматозоиды и гормоны:*
 - а) семявыносящие протоки;
 - б) семенники;
 - в) придатки яичек;
 - г) добавочные половые железы.
4. *Эякуляция — это:*
 - а) выброс семени из полового члена;
 - б) увеличение объема и упругости полового члена;
 - в) процесс оплодотворения;
 - г) процесс выведения мочи.
5. *Эрекция — это:*
 - а) выброс семени из полового члена;
 - б) увеличение объема и упругости полового члена;
 - в) процесс оплодотворения;
 - г) процесс выведения мочи.
6. *Оплодотворение яйцеклетки происходит в:*
 - а) маточной трубе;
 - б) матке;
 - в) яичнике;
 - г) влагалище.
7. *Вырабатывают яйцеклетки и гормоны:*
 - а) маточные трубы;
 - б) матка;
 - в) яичник;
 - г) влагалище.
8. *Вынашивания плода происходит в:*
 - а) маточной трубе;
 - б) матке;
 - в) яичнике;
 - г) влагалище.
9. *Овуляция — это:*
 - а) оплодотворение яйцеклетки;
 - б) менструальные выделения
 - в) выход яйцеклетки из фолликула;
 - г) выведение яйцеклетки из организма.
10. *Лактация — это:*
 - а) процесс образования молока;
 - б) процесс выделения молока;
 - в) процесс образования и выделения молока;
 - г) процесс роста и развития молочных желез.
- 11*. *Лактацию регулируют гормоны:*
 - а) вазопрессин;
 - б) окситоцин;
 - в) тестостерон;
 - г) лактогенный.
12. *Яичники расположены в:*
 - а) брюшной полости;
 - б) полости большого таза;
 - в) полости малого таза;
 - г) мошонке.
13. *Желтое тело вырабатывает гормон:*
 - а) пролактин;
 - б) прогестерон;
 - в) тестостерон;
 - г) окситоцин.

14*. К наружным женским половым органам относятся:

- а) матка; г) влагалище;
- б) половые губы; д) яйцеводы.
- в) клитор;

15*. К женским половым гормонам относятся:

- а) андрогены; в) тестостерон;
- б) прогестерон; г) эстрогены.

16*. Менструальный цикл регулируют гормоны:

- а) ФСГ; г) эстрогены;
- б) прогестерон; д) андрогены.
- в) тестостерон;

17*. К наружным мужским половым органам относятся:

- а) предстательная железа; г) мошонка;
- б) половой член; д) луковичные железы.
- в) семенные пузырьки;

18*. К мужским половым гормонам относятся:

- а) андрогены; в) тестостерон;
- б) прогестерон; г) эстрогены.

19. Установите последовательность расположения внутренних мужских половых органов (начиная с гонад):

	семявыносящие протоки
	семенники
	придатки яичек
	добавочные половые железы

20. Установите последовательность расположения внутренних женских половых органов (начиная с железы):

	маточные трубы
	матка
	яичник
	влагалище

21. Опишите последовательно путь сперматозоидов от места их образования до места, где происходит оплодотворение:

	маточные трубы
	матка
	семенники
	влагалище
	мочеполовой канал
	семявыносящие протоки

22. Установите соответствие между приведенными органами и выполняемыми ими функциями:

1) предстательная железа	а) образуют сперматозоиды
2) семенники (яички)	б) секретирует компоненты спермы
3) мочеполовой канал	в) служат для проведения яйцеклетки в матку
4) фаллопиевы трубы	г) проводит семенную жидкость
5) матка	д) обеспечивает вынашивание плода

Тема 14. Обмены веществ и превращение энергии. Терморегуляция

- Метаболизм является совокупностью процессов:
 - ассимиляции и диссимиляции;
 - анаболизма и ассимиляции;
 - катаболизма и диссимиляции;
 - ассимиляции и диссоциации.
- Аминокислоты, которые не могут синтезироваться в организме, называются:
 - заменимыми;
 - незаменимыми;
 - полноценными;
 - неполноценными.
- В норме основным источником энергии в организме являются:
 - углеводы;
 - белки;
 - жиры;
 - фосфолипиды.
- Интенсивность обмена белков оценивается по:
 - азотистому балансу;
 - водно-солевому балансу;
 - кислотно-щелочному балансу;
 - энергетическому балансу.
- Одной из важных констант внутренней среды организма является уровень в крови:
 - галактозы;
 - глюкозы;
 - фруктозы;
 - сахарозы.
- Снижает уровень глюкозы в крови:
 - глюкагон;
 - инсулин;
 - адреналин;
 - СТГ.
- Глюкоза запасается в виде гликогена:
 - в печени и скелетных мышцах;
 - в печени и гладких мышцах;
 - только в печени;
 - только в скелетных мышцах.
- Энергетическая функция жиров в большей степени связана с окислением:
 - жирных кислот;
 - фосфолипидов;
 - холестерина;
 - лецитина.
- Тормозит липолиз:
 - инсулин;
 - СТГ;
 - лептин;
 - адреналин.
- Источники холестерина в организме человека:
 - поступление с животными и растительными продуктами;
 - поступление с продуктами только растительного происхождения;
 - поступление с животными продуктами и синтез в организме человека;
 - поступление с растительными продуктами и синтез в организме человека.
- К макроэлементам относятся:
 - кальций и магний;
 - кальций и железо;

- в) магний и молибден; г) железо и селен.
12. *Важнейшим компонентом в системе свертывания крови является:*
а) кальций; в) натрий;
б) железо; г) калий.
13. *В синтезе гормонов щитовидной железы важную роль играют:*
а) йод и селен; в) селен и кобальт;
б) йод и молибден; г) селен и молибден.
14. *В состав ферментов могут входить:*
а) витамины и микроэлементы; в) гормоны и микроэлементы;
б) витамины и гормоны; г) гормоны и аминокислоты.
15. *Гиповитаминозами называют состояние:*
а) умеренного дефицита витаминов; в) умеренного переизбытка витаминов;
б) глубокого дефицита витаминов; г) глубокого переизбытка витаминов.
16. *К жирорастворимым витаминам относятся:*
а) витамин В₁₂ и витамин С; в) витамин Е и фолацин;
б) витамин А и витамин В₆; г) витамин А и витамин К.
17. *Витамины в организме:*
а) являются пластическим субстратом;
б) являются энергетическим субстратом;
в) участвуют в обмене веществ, входя в состав ферментов;
г) участвуют в обмене веществ, являясь ферментами.
18. *Уровень основного обмена у человека определяют:*
а) натощак, утром, в положении лежа;
б) натощак, днем, в положении сидя;
в) натощак, вечером, в положении лежа;
г) после завтрака, в положении лежа.
19. *На запасание энергии в организме направлено действие:*
а) инсулина; в) СТГ;
б) адреналина; г) глюкагона.
20. *Температура тела поддерживается на постоянном уровне благодаря балансу:*
а) теплопродукции и теплоотдачи;
б) теплоотдачи и теплообмена;
в) теплообмена и физической терморегуляции;
г) теплообмена и химической терморегуляции.
21. *Центр терморегуляции находится в:*
а) промежуточном мозге; в) продолговатом мозге;
б) среднем мозге; г) спинном мозге.
22. *В рационе человека должны преобладать:*
а) углеводы; в) жиры;
б) белки; г) минеральные вещества.
- 23*. *Повышают синтез белков в организме:*
а) тестостерон; в) инсулин;
б) соматотропный гормон; г) глюкокортикоиды.

Учебное издание

Лысова Наталья Федоровна
Корощенко Галина Анатольевна
Савина Светлана Рудольфовна

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Учебное пособие

Разработка дизайна серии учебных пособий
«Безопасность жизнедеятельности»:

С.В. Петров
Р.И. Айзман
И.В. Данилевич
А.А. Шорин



ООО «Издательство «АРТА»
Россия, 630058, г. Новосибирск, ул. Русская, 39
<http://arta.nsk.ru>, e-mail: arta@arta.nsk.ru
тел. (383) 328-30-69, 333-71-33

Верстка: С.А. Косолапова
Дизайн: А.А. Шорин
Корректор: Л.А. Федотова

Подписано в печать 16.05.2011. Формат 70×100/16. Гарнитура Times New Roman.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 21,93. Уч.-изд. л. 16,6. Тираж 3000 экз.