

БИЛИЧ Г.Л. • ЗИГАЛОВА Е.Ю. • ПАСЕЧНИК В.В.

ТОМ 2

БИОЛОГИЯ

ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ



Москва
2022

УДК 373:57
ББК 28я721
Б61

Билич, Габриэль Лазаревич.

Б61 Биология для абитуриентов : ЕГЭ, ОГЭ и олимпиады любого уровня сложности в 2 тт. Том 2 : Человек, Генетика, Селекция, Эволюция, Экология / Билич Г.Л., Зигалова Е.Ю., Пасечник В.В. — Москва : Эксмо, 2022. — 480 с.

Издание предназначено для учеников средних школ, гимназий и лицеев, участников олимпиад по биологии различного уровня сложности. Второй том включает в себя разделы: эволюция, биотехнология, селекция, изменчивость, наследственность, генетика, экология, биологическая и психолого-социальная сущность человека, ткани, органы, системы и аппараты органов. Написано в соответствии с программой вступительных экзаменов в медико-биологические вузы. Каждая глава пособия, кроме фактического материала, содержит элементы самоконтроля усвоения знаний, подготовленные академиком В.В. Пасечником.

УДК 373:57
ББК 28я721

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Научно-популярное издание

**Билич Габриэль Лазаревич
Зигалова Елена Юрьевна
Пасечник Владимир Васильевич**

БИОЛОГИЯ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ

ЕГЭ, ОГЭ и олимпиады любого уровня сложности, в 2 тт.

Том 2

ЧЕЛОВЕК, ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦИЯ, ЭВОЛЮЦИЯ, ЭКОЛОГИЯ

Главный редактор *Р. Фасхутдинов*. Руководитель медицинского направления *О. Шестова*

Ответственный редактор *О. Ключникова*. Художественный редактор *Е. Анисина*

Компьютерная верстка *С. Терентьева*. Корректор *О. Пономарев*

В коллаже на обложке использована иллюстрация:

Billion Photos / Shutterstock.com

Используется по лицензии от Shutterstock.com

Страна происхождения: Российская Федерация
Шығарылған елі: Ресей Федерациясы

ООО «Издательство «Эксмо»

123308, Россия, город Москва, улица Зорге, дом 1, строение 1, этаж 20, каб. 2013.

Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Фабрица: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

123308, Ресей, қала Мәскеу, Зорге көшесі, 1-ші, 1-ғимарет, 20 қабат, офис 2013 ж.

Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Тауар белгісі: «Эксмо»

Интернет-магазин: www.book24.ru

Интернет-магазин: www.book24.kz

Интернет-дүкен: www.book24.kz

Импортер в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы».

Қазақстан Республикасындағы импорттаушы «РДЦ-Алматы» ЖШС.

Дистрибутор и представитель по прямому поручению на производстве,

в Республике Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы»

Қазақстан Республикасында дистрибутор және өнім бойынша арыз-талпағарды

қабылдаушының өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС.

Алматы қ., Домбровский көш., 3-а, литер Б, офис 1.

Тел.: 8 (727) 251-59-90/91/92. E-mail: RDC-Altai@eksmo.kz

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Сертификация туралы ақпарат сайты: www.eksmo.ru/certification

Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ

о техническом регулировании можно получить на сайте: Издательство «Эксмо»

www.eksmo.ru/certification

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

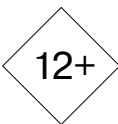
Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Фабрика: «ЭКСМО-АКБ Баспасы»

Официальный
интернет-магазин
издательской группы
«ЭКСМО-АСТ»

book 24.ru



ISBN 978-5-04-100084-4
9 785041 000844 >
ISBN 978-5-04-100084-4

■ ПЧИТАЙ · ГОРОД

© Билич Г.Л., Зигалова Е.Ю., Пасечник В.В., текст, 2019
© ООО «Издательство «Эксмо», 2022

ЧЕЛОВЕК

ПОЛОЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА В ПРИРОДЕ

Человек относится к **типу хордовых, подтипу позвоночных, классу млекопитающих, подклассу плацентарных одноутробных, отряду приматов, подотряду человекоподобных приматов, секции узконосых обезьян Нового Света, надсемейству человекообразных приматов, семейству людей, виду «человек разумный», подвиду «современный человек»**. В состав надсемейства человекообразных приматов входит **семейство гоминид**, куда относятся *современный человек разумный* и *ископаемые люди*. Человек разумный имеет **общие черты с другими позвоночными**. Основные из них: 1. Наличие внутреннего скелета, основу которого составляет осевой скелет, состоящий из метамерных позвонков. 2. Разделение черепа на два отдела: мозговой, являющийся вместилищем головного мозга, и лицевой, служащий скелетом для органов чувств и начальных отделов пищеварительного и дыхательного путей. 3. Гомологичные пары пятипалых конечностей, скелет которых прикрепляется посредством поясов к осевому скелету. 4. Центральная нервная система состоит из спинного и головного мозга. Последний представлен пятью отделами, содержащими полости — желудочки. 5. Периферическая нервная система состоит из 12 пар черепных нервов (I, II и VIII являются нервами органов чувств, III, IV, VI и XII — двигательными, а V, VII, IX, X, XI — смешанными), а также смешанных спинномозговых нервов. Последние отходят сегментарно от спинного мозга двумя корешками. 6. Дифференцированные органы чувств. 7. Выстланная серозной оболочкой полость тела, разделенная на три отдела: перикард, плевру и брюшину. 8. Наружные (кожные) покровы состоят из эпидермиса и дермы. 9. Органы пищеварения начинаются расположенной на головном конце тела полостью рта, снабженной зубами, которая переходит в глотку, затем идут пищевод, расширенный желудок и кишечник, снабженный двумя крупными железами — печенью и поджелудочной. 10. Органы дыхания состоят из воздухоносных путей и легких, в которых происходит газообмен.

11. Замкнутая кровеносная система состоит из артерий, микроциркулярного русла и вен. Наличие центрального органа кровообращения — сердца, разделенного (как у всех наземных позвоночных) на артериальную и венозную половины. 12. Органы выделения, представленные почками и мочевыводящими путями (мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал). 13. Парные половые железы, в них образуются гаметы (половые клетки) и синтезируются половые гормоны. 14. Железы внутренней секреции.

Человек относится к **млекопитающим**, которые обладают рядом признаков, отличающих их от других позвоночных. Это, в первую очередь, **наличие молочных желез, волосяного покрова, кожных желез, четырехкамерного сердца с одной левой дугой аорты и постоянной температурой тела**. Наряду с описанными **человек обладает рядом морфологических признаков, общих с другими млекопитающими**: 1. Череп, сочленяющийся с I шейным позвонком двумя мышечками. 2. Семь шейных позвонков, I и II позвонки отличаются от остальных. 3. Гетеродонтные зубы, сочленяющиеся с челюстями с помощью неподвижных зубоальвеолярных сочленений. Смена молочных зубов постоянными. Наличие резцов, клыков и коренных зубов. 4. Наличие трех слуховых косточек в полости среднего уха и развитого наружного уха. 5. Наличие оформленных губ, в толще которых расположены мышцы, и щек. 6. Наличие слюны, содержащей ферменты, расщепляющие крахмал. 7. Усложненная пищеварительная трубка с расширенным желудком. 8. Наличие диафрагмы, разделяющей грудную и брюшную полости. 9. Легкие, построенные из ацинусов, состоящих из альвеол. 10. Отсутствие ядер в зрелых эритроцитах. 11. Наличие новой коры (неокортекса) головного мозга. 12. Развитие гортани с голосовыми связками. 13. Окаймленные ресницами веки.

Человек принадлежит к отряду приматов. **С большинством приматов человека сближает ряд общих морфофункциональных особенностей**: 1. Относительно крупный головной мозг с развитым конечным мозгом и корой полушарий большого мозга, увеличение лобной, височной и затылочной долей конечного мозга, ассоциативных зон лобных и теменных долей. 2. Пятипалая хватательная кисть с противопоставляющимся большим пальцем. Очень подвижные верхние конечности с развитыми ключицами и способностью к пронации и супинации. 3. Плоские ногти на пальцах кистей и стоп. 4. Наличие папиллярных линий и узоров на ладонях и подошвах. 5. Увеличенный мозговой отдел черепа. 6. Относительно большая продолжительность жизни. 7. Опорная стопа. 8. Слабое развитие органов обоняния, хорошее — органов слуха и зрения. 9. Высокая степень гомологии ДНК человека и приматов. Так, у человека и шимпанзе около 90% сходных генов. 10. Низкая плодовитость, компенсируемая

сильно развитой заботой о потомстве. 11. Строение внутренних органов. 12. Строение мимической мускулатуры.

В то же время человек по своему строению существенно отличается от приматов и, в том числе, от человекообразных обезьян. **Основные отличительные признаки:** 1. Очень крупный (абсолютно и относительно) мозг, превосходящий в 3–4 раза мозг человекообразных обезьян, развитие и дифференцировка областей, связанных с членораздельной речью и мышлением (лобная и височная доли, нижняя теменная область). 2. Изменение пропорций конечностей — удлинение ног по сравнению с руками. 3. S-образная форма позвоночника с четко выраженными шейным и поясничным лордозами. 4. Особое развитие и расположение некоторых мышц (например, малоберцовых) и связок нижних конечностей в связи с прямохождением. 5. Форма таза. 6. Уплощенная в переднезаднем направлении грудная клетка. 7. Сводчатая стопа с массивным большим пальцем и некоторой редукцией остальных. 8. Полное противопоставление большого пальца кисти остальным. 9. Особенности строения гортани в связи с членораздельной речью (например, голосовая мышца). 10. Относительное увеличение мозгового отдела черепа и уменьшение лицевого в связи с редукцией жевательных мышц и челюстей. 11. Уменьшение волосяного покрова. 12. Сильное развитие папиллярных узоров на коже подушечек пальцев кисти. 13. Увеличение периода детства. У человека соотношение длительности детства и общей продолжительности жизни 1 : 5, у приматов 1 : 6 — 1 : 13.

Все современные люди относятся к одному виду, который широко расселен по Земле. Представители различных рас и популяций дают при смешении плодовитое потомство.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ПСИХОСОЦИАЛЬНАЯ СУЩНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

Человек разумный (*Homo sapiens sapiens*) — уникальное существо. Помимо анатомического строения, человека отличают от всех других животных мышление, членораздельная речь, сознание, самосознание (понимание своей индивидуальности), нравственность, способность к творчеству, умозаключениям и предвидению, особая, присущая только ему (!) человеческая сексуальность и свобода морального выбора.

Человек — микрокосмос, в нем заключена суть всех вещей. «Человек — средоточие земли и неба» — утверждает конфуцианство (Ли Цзи. Книга ритуалов, 7.3.1–7). Об этом же говорит и Талмуд: «Все, что Всевышний создал в мире, Он создал и в человеке» (Авот, 31).

Одно из важнейших свойств человеческой личности — ответственность и свобода выбора. Человек волен идти тем путем, по которому он хочет идти. «Жизнь и смерть предложил Я тебе, благословение и проклятие. Избери же жизнь, дабы жить тебе и потомству твоему» — сказано в Библии (Второзак., 30:19). Жизнь — это процесс роста и развития — физического и духовного. Лишь человеку присущи самовоспитание и духовное совершенствование. Об этом прекрасно говорит буддизм: «Постепенно, мало-помалу, время от времени, мудрец должен стряхивать с себя грязь, как серебряных дел мастер — с серебра» (Дхаммапада, 23а).

Кто я? Зачем я здесь? Что я? Откуда я? Куда я иду? Вот основные вопросы, волнующие каждого человека и все человечество.

Кто я? Homo sapiens sapiens, человек разумный разумный. Обратите внимание — слово «разумный» употребляется дважды в названии человека. Великий поэт Фирдоуси писал о человеке:

*Умом одаренный и мыслью богат,
Вместилище духа и разума он,
И мир бессловесных ему подчинен.*

Зачем я здесь? Миссия человека — несение добра и исправление мира. Поиски и обретение счастья и радости — пожалуй, основная цель каждого человека. Это подчеркивают многие мировые религии. В Библии: «Святой Дух обретает только в том, у кого сердце наполнено радостью» (Иерусалимский талмуд, Сукка 5.1), в синтоизме: «Я сотворил людей, поскольку желал видеть жизнь радостную» (Тереке, Офидэсаки, 14:25).

Что я? Сущность человека выражена в его нравственности и подлинности. Будучи существом биологическим, человек занимает особое положение благодаря разуму, интеллекту и свободе выбора. Все это можно объединить термином «дух». Именно дух — главное свойство человеческой личности. Дух включает многочисленные сложные и разнообразные эмоциональные и волевые качества (любовь, доброта, самопожертвование, раскаяние, благодарность и т. д.).

Одна из важнейших особенностей человека — это его мораль (от *фр.* morale — нравственность). Нравственность — совокупность норм и принципов поведения людей по отношению к обществу и другим людям. Нравственность является важной составляющей душевного здоровья, душевного благополучия. Мораль связана со свободой выбора между добром и злом в каждой конкретной жизненной ситуации. Чтобы сделать этот выбор, необходимо знать универсальную моральную систему и неукоснительно следовать ей. И здесь возникает, пожалуй, главный, концептуальный для каждого человека и для всего

человечества вопрос: а существует ли такая система и является ли она объективной? Существует ли абсолютная мораль?

Несмотря на культурные, этнические, образовательные, социальные и другие различия, у всех людей есть нечто общее (здесь мы не имеем в виду анатомо-физиологические особенности вида *Homo sapiens*). Следует обратить внимание на тот факт, что врачи лечат, а психоаналитики анализируют любого человека, независимо от его религиозных убеждений, национальности или социального положения.

В человеческом обществе существуют объективные законы морали. Они существуют изначально, сколько существует человек, так как объективно отражают не биологическую, а социальную сущность человека — личности, индивидуума. И именно эти законы объединяют всех нас, людей, живущих на планете Земля, в единую общность — человечество.

Человек свободен в выборе, следовать или не следовать этим законам. Но именно на них основаны взаимоотношения людей, народов, государств, международное право.

ТКАНИ

Ткань — это исторически сложившаяся общность клеток и межклеточного вещества, объединенных единством происхождения, строения и функции. В организме человека выделяют четыре типа тканей: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервную.

ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ ТКАНИ

Эпителиальные ткани покрывают поверхность тела и выстилают слизистые оболочки, отделяя организм от внешней среды (покровный эпителий), а также образуют железы (железистый эпителий). Эпителий образует слой клеток, лежащих на тонкой базальной мембране, лишенный кровеносных сосудов, его питание осуществляется за счет подлежащей соединительной ткани. *Базальная мембрана* — слой межклеточного вещества (белков и полисахаридов), располагающийся на границе между различными тканями, например между эпителиальным пластом и подлежащей соединительной тканью.

В зависимости от количества слоев клеток поверхностный эпителий подразделяют на однослойный и многослойный (рис. 1). *Однослойный эпителий* покрывает серозные оболочки (брюшина, плевра, перикард), выстилает большинство слизистых оболочек, а *многослойный* покрывает кожу и выстилает некоторые слизистые оболочки (на-

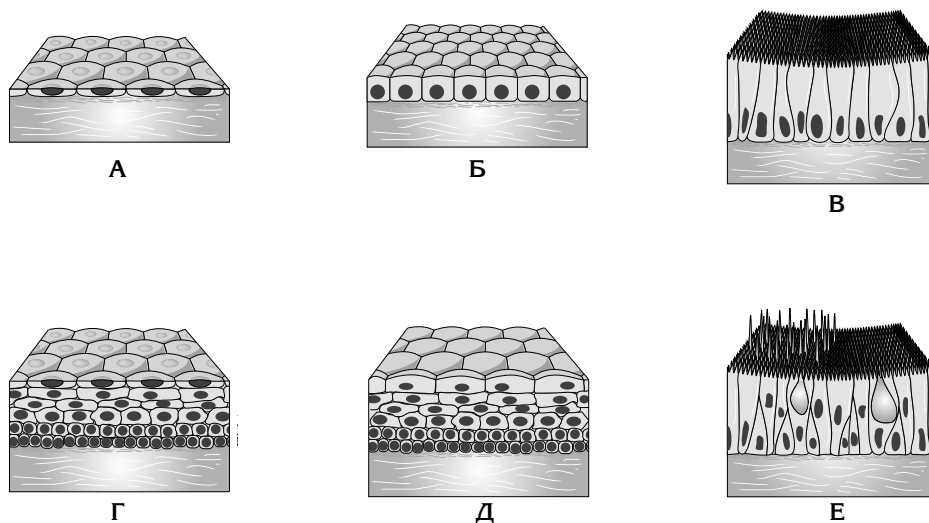


Рис. 1. Строение эпителиальной ткани:

- А — однослойный плоский эпителий, Б — однослойный кубический эпителий,
 В — однослойный цилиндрический эпителий, Г — многослойный плоский
 неороговевающий эпителий, Д — переходный эпителий,
 Е — псевдомногослойный реснитчатый эпителий

пример, конъюнктиву глаза, ротовую полость, глотку, пищевод, влагалище).

Железистый эпителий (*железа*) представляет собой орган, паренхима которого сформирована из железистых клеток. Железы подразделяются на *экзокринные*, имеющие выводные протоки; *эндокринные*, не имеющие выводных протоков и выделяющие синтезируемые ими продукты непосредственно в межклеточное пространство, откуда они поступают в кровь и лимфу; *смешанные*, состоящие из экзо- и эндокринных отделов (например, поджелудочная железа). Кроме того, имеется множество *одноклеточных желез* — *бокаловидных клеток*, лежащих среди других эпителиальных клеток, покрывающих слизистые оболочки полых органов пищеварительной, дыхательной и половой систем, которые вырабатывают слизь (рис. 2).

Экзокринная железа состоит из начального (секреторного) отдела, сформированного железистыми клетками, которые вырабатывают различные секреты, и протоков. В зависимости от строения секреторного отдела различают трубчатые (наподобие трубки), ацинозные (напоминают грушу или удлиненную виноградную лозу) и альвеолярные (напоминают шарик), а также трубчато-ацинозные и трубчато-альвеолярные железы, секреторные отделы которых имеют и ту и другую форму. В зависимости от строения протоков железы подразделяются на *простые*, имеющие один проток, и *сложные*, в главные выводные

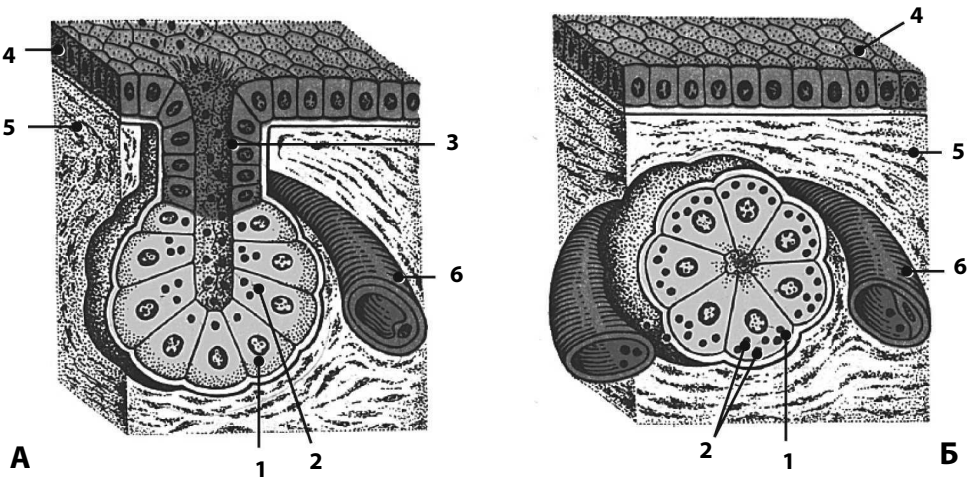


Рис. 2. Схема строения экзокринной и эндокринной желез:

А — экзокринная железа, Б — эндокринная железа; 1 — начальный отдел,
2 — секреторные гранулы, 3 — выводной проток экзокринной железы,
4 — покровный эпителий, 5 — соединительная ткань, 6 — кровеносный сосуд

протоки которых вливается множество протоков, в каждый из которых, в свою очередь, открывается несколько секреторных отделов. Железы вырабатывают различные секреты: белковый (серозные железы), слизь (слизистые) и смешанный.

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Соединительные ткани представляют обширную группу, включающую собственно соединительные ткани (рыхлая волокнистая и плотная волокнистая неоформленная и оформленная), ткани со специальными свойствами (ретикулярная, пигментная, жировая), твердые скелетные (костная, хрящевая) и жидкие (кровь и лимфа). Соединительные ткани выполняют различные функции: опорную (или механическую), трофическую (или питательную), защитную.

В отличие от других тканей, соединительные сформированы из многочисленных клеток и вырабатываемого ими межклеточного вещества. Последнее состоит из аморфного вещества и различных волокон (коллагеновых, эластических, ретикулярных). Межклеточное вещество имеет различную консистенцию — от твердого у кости до жидкого у крови и лимфы.

Многие клетки крови являются одновременно и клетками соединительной ткани, а другие — их предшественниками, поэтому целесообразно начать описание соединительных тканей с крови.

Кровь (рис. 3). «Кровь — особый сок», — восклицает Мефистофель («Фауст» И. В. Гете). И действительно, жизнь человека связана с кровью, которая выполняет следующие функции: транспортную, трофическую (питательную), защитную, гемостатическую (кровоостанавливающую). Кроме того, кровь участвует в сохранении постоянного состава и свойств внутренней среды организма — гомеостаза (от *греч.* *homoios* — одинаковый и *stasis* — состояние, неподвижность). Общее количество крови у взрослого человека 4–6 л, что составляет 6–8% массы тела (у мужчин в среднем около 5,4 л, у женщин — около 4,5 л). Потеря 10% крови допустима, 30% — опасна, а 50% — смертельна.

Кровь состоит из клеток (44% объема крови), взвешенных в жидком межклеточном веществе сложного состава (плазма — 54% объема). Плазма — это жидкая часть крови, в которой содержится до 91% воды, 6,5–8,0% белков, около 2% низкомолекулярных соединений, рН плазмы колеблется в пределах от 7,37 до 7,43, а удельный вес — 1,025–1,029. Плазма богата как электролитами, так и неэлектролита-

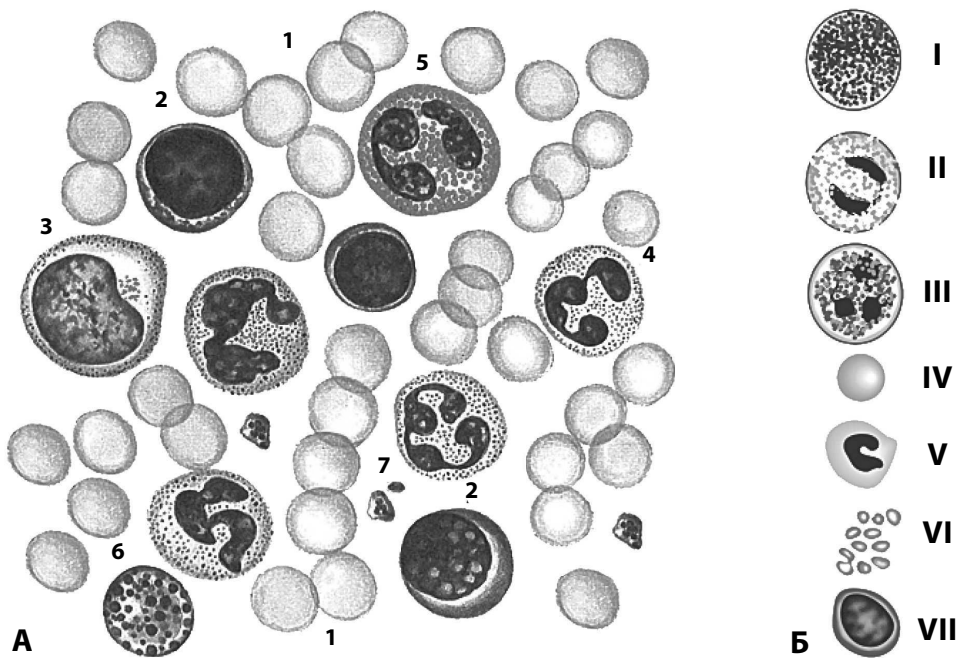


Рис. 3. Кровь:

А — мазок периферической крови взрослого человека (общий вид): 1 — эритроциты, 2 — лимфоциты, 3 — моноцит, 4 — нейтрофильные гранулоциты, 5 — эозинофильные гранулоциты, 6 — базофильные гранулоциты, 7 — тромбоциты;

Б — клетки крови: I — базофильный гранулоцит, II — ацидофильный гранулоцит, III — сегментоядерный нейтрофильный гранулоцит, IV — эритроцит, V — моноцит, VI — тромбоциты, VII — лимфоцит

ми. Белки плазмы крови (6,5–8,0 г/л, альбумины и глобулины) выполняют трофическую, транспортную, защитную, буферную функции; они также участвуют в свертывании крови и создании коллоидно-осмотического давления. В крови содержатся безъядерные клетки эритроциты — в среднем $(4,0–5,0) \times 10^{12}/\text{л}$ (муж. — $4,0 \times 10^{12} – 5,6 \times 10^{12}/\text{л}$; жен. — $3,4 \times 10^{12} – 5,0 \times 10^{12}/\text{л}$), лейкоциты — в среднем $(4,0–6,0) \times 10^9$ (муж. — $4,3 \times 10^9 – 11,3 \times 10^9/\text{л}$; жен. — $3,2 \times 10^9 – 10,2 \times 10^9/\text{л}$), среди которых выделяют зернистые, или гранулоциты, и незернистые, или агранулоциты (моноциты). В крови имеются также кровяные пластинки (тромбоциты), число которых составляет $(180,0–320,0) \times 10^9/\text{л}$. В крови постоянно присутствуют также клетки лимфоидного ряда (лимфоциты), которые являются структурными элементами лимфоидной (иммунной) системы.

Эритроциты (от *греч.* erythros — красный), или красные кровяные тельца, имеют форму двояковогнутого диска диаметром от 7 до 10 мкм (рис. 4). Эритроцит — единственная клетка человека, лишенная ядра. Эритроцит заполнен гемоглобином, осуществляющим перенос кислорода и углекислого газа. Эритроциты выполняют свои функции, только находясь в просвете сосудов. Общее количество эритроцитов взрослого человека достигает 25×10^{12} . Длительность жизни эритроцитов около 120 дней, после чего они разрушаются и поглощаются макрофагитами в селезенке, костном мозге и печени.

► **ЭТО ВАЖНО!**

Общая площадь поверхности всех эритроцитов около 3800 м². Если сложить все эритроциты человека в один ряд, длина цепочки составит 175 000 км, ею можно было бы опоясать земной шар более четырех раз.

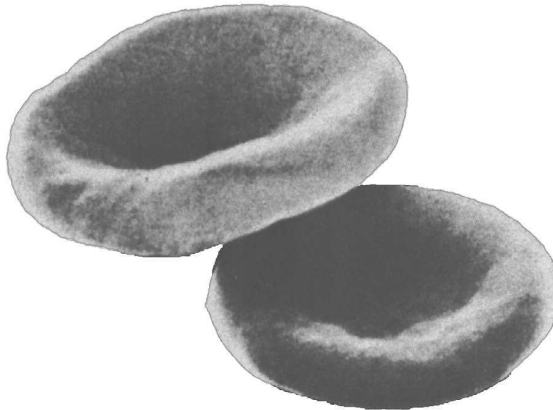


Рис. 4. Нормальные эритроциты в форме двояковогнутого диска

В 1900–1901 гг. венский ученый **К. Ландштейнер** совершил одно из величайших открытий в медицине, и в 1930 г. ему была присуждена Нобелевская премия «За открытие групп крови человека». Эритроцит покрыт цитолеммой толщиной около 7 нм, в которую встроены антигены систем АВО и резус. *Антиген* — любое вещество (обычно в его состав входит белок), которое способно вызвать иммунную реакцию. *Иммунная реакция* — это ответ организма на внедрение чужого агента. В плазме крови каждого человека имеются антитела против антигенов эритроцитов, которые не содержатся в его собственной крови. *Антитело* — это молекула белка, вырабатываемая одной из клеток иммунной системы в ответ на внедрение антигена. Ландштейнер описал четыре группы крови (*табл. 1*).

Таблица 1

Группы крови человека

Группа крови	О (I)	А (II)	В (III)	АВ (IV)
Частота в популяции	46%	42%	9%	3%
Агглютиногены	—	А	В	А+В
Агглютинины	a+b	b	a	—

Ученый обнаружил, что при смешивании плазмы крови одного человека и эритроцитов другого часто происходит их *склеивание (агглютинация)*. Это приводит к закупориванию мелких сосудов, что может привести к смертельному исходу. Для разделения крови на группы смешивали эритроциты с пробными сыворотками — так называемыми сыворотками анти-А и анти-В. Ландштейнер выявил, что эритроциты группы О не агглютинируются ни одной из сывороток; эритроциты группы АВ агглютинируются обеими сыворотками; эритроциты группы А агглютинируются сывороткой анти-А, но не агглютинируются сывороткой анти-В; наконец, эритроциты группы В агглютинируются сывороткой анти-В, но не агглютинируются сывороткой анти-А. В сыворотке крови группы О содержатся групповые антитела анти-А и анти-В; в сыворотке группы А имеются только антитела анти-В, в сыворотке группы В — антитела анти-А, а в сыворотке АВ групповые антитела отсутствуют.

► **ЭТО ВАЖНО!**

В сыворотке крови содержатся только те антитела (изоагглютинины), которые не агглютинируют эритроциты этой группы, поэтому при необходимости человеку следует переливать кровь только той же группы.

В 1940 г. Ландштейнер открыл еще один фактор крови — *резус* (Rh-фактор), который впервые был обнаружен у обезьяны макаки резус. У 85% людей эритроциты несут на своей поверхности Rh-антиген, это *Rh-положительные* (*Rh+*), у других он отсутствует, их называют *резус-отрицательными* (*Rh-*). Если человеку Rh- перелить кровь от Rh+ донора, то у первого в течение двух-четырех месяцев будут продуцироваться Rh-антитела, и если ему перелить еще раз Rh+ кровь, то произойдет агглютинация Rh+ эритроцитов. К. Ландштейнер обнаружил связь между Rh-фактором и желтухой новорожденных. Если Rh- женщина беременна от Rh+ мужчины, плод может оказаться Rh+. Тогда при первой беременности в организме матери вырабатываются Rh-антитела. При последующей беременности, если эта женщина вынашивает Rh+ плод, ее Rh-антитела проникают через плаценту в кровь плода и вызывают у него агглютинацию эритроцитов, что приводит к желтухе новорожденного.

Группы крови детей чаще всего зависят от группы крови одного из родителей (*табл. 2*).

В настоящее время широко проводится *переливание крови*, как высокоэффективное средство лечения многих заболеваний. Это основное средство для спасения жизни человека при кровотечениях, выраженной анемии (малокровии), шоке, заражении крови (сепсис); сложных операциях, сопровождающихся большой кровопотерей. В 1914 г. **А. Юстен** открыл способность лимоннокислого натрия предотвращать свертывание крови. Это создало предпосылки для заготовки, длительного хранения крови и возможности использовать ее по мере необходимости. Человек, который сдает кровь, называется *донором* (дающим).

Таблица 2

Группы крови родителей и детей

Мама	Папа			
	I	II	III	IV
I	I	I, II	I, III	II, III
II	I, II	II	I, II, III, IV	II, IV
III	I, III	I, II, III, IV	III	III, IV
IV	II, III	II, IV	III, IV	II, III, IV

Лейкоциты (от *греч.* leukos — белый) представляют собой ядро-содержащие клетки, обладающие амебоидной подвижностью. В отличие от эритроцитов, которые выполняют присущие им функции в просвете кровеносных сосудов, лейкоциты осуществляют свои

в тканях, куда они мигрируют посредством диапедеза (от *греч.* *dia* — сквозь, *pedesis* — прыжок). В одном мкл крови здорового человека содержится 4000–8000 лейкоцитов.

► **ЭТО ВАЖНО!**

Если сложить все лейкоциты человека в один ряд, он вытянется на расстояние около 525 км.

К *зернистым лейкоцитам (гранулоцитам)* относятся *нейтрофильные*, или *полиморфноядерные*, которые составляют от 93 до 96% всех гранулоцитов (в среднем 4150 в 1 мкл крови). Время их циркуляции в крови не превышает 8–12 ч, затем посредством диапедеза они мигрируют в соединительную ткань. *Зрелый нейтрофильный гранулоцит* представляет собой сферическую клетку диаметром 10–12 мкм с дольчатым ядром. В ядрах нейтрофильных гранулоцитов женщин имеются тельца полового хроматина (тельца Барра)¹ диаметром до 1,5–2,0 мкм. Цитоплазма гранулоцита богата гранулами двух типов: нейтрофильными и азурофильными, которые участвуют в фагоцитозе и инактивации фагоцитированного материала. Нейтрофилы — **первая линия обороны** внутренней среды организма. Осуществляя фагоцитоз продуктов распада и микроорганизмов, нейтрофильные гранулоциты погибают, а освобождающиеся при этом лизосомальные ферменты разрушают окружающие ткани, способствуя формированию гноя. В состав гноя обычно входят разрушенные нейтрофильные гранулоциты и продукты распада ткани. Количество нейтрофильных гранулоцитов резко возрастает при острых воспалительных и инфекционных заболеваниях.

Эозинофильные (ацидофильные) гранулоциты диаметром 10–15 мкм составляют 0,5–5,0% циркулирующих лейкоцитов. В 1 мкл крови их число колеблется в пределах от 120 до 300 ($0,02–0,3 \times 10^9/л$). Они циркулируют в крови не более 8 дней, после чего покидают кровеносное русло через мелкие венулы и проникают в рыхлую соединительную ткань. Особенно много их в слизистой оболочке кишечника и дыхательных путей. Их двухлопастное ядро напоминает по форме гантель. В цитоплазме имеется множество крупных красных или оранжевых светопреломляющих несколько удлиненных гранул, которые представляют собой лизосомы. Эозинофильные гранулоциты осуществляют фагоцитоз, однако менее активно, чем нейтрофильные. Их подвижность также менее выражена. Эозинофильные гранулоци-

¹ Тельце Барра — одна из двух X-хромосом женских соматических клеток, которая в интерфазе остается в конденсированном состоянии.

ты участвуют в иммунных реакциях. Количество эозинофильных гранулоцитов в циркулирующей крови (эозинофилия) увеличивается при паразитарных заболеваниях, аллергических и аутоиммунных процессах.

Количество *базофильных гранулоцитов* в циркулирующей крови невелико — около 0,5% всех лейкоцитов (40–50 клеток в 1 мкл крови, $0-0,65 \times 10^9/\text{л}$), а время их циркуляции не превышает 12–15 ч. Диаметр клетки 10–12 мкм, в световом микроскопе в клетке видно множество крупных темно-синих округлых или овальных гранул. Количество их столь велико, что они маскируют крупное ядро. Гранулы содержат гистамин и гепарин. Базофилы также осуществляют фагоцитоз и участвуют в аллергических реакциях.

Лимфоциты, которые являются структурными элементами лимфоидной (иммунной) системы, составляют 25–40% всех лейкоцитов (1000–4000 в 1 мкл), они преобладают в лимфе. Все лимфоциты имеют сферическую форму, но отличаются друг от друга размерами. Диаметр большей части лимфоцитов около 8 мкм (малые лимфоциты). Лимфоциты подразделяются на две категории: тимус-зависимые (Т-лимфоциты) осуществляют в основном клеточный иммунитет, и бурсо-зависимые (В-лимфоциты) — гуморальный иммунитет (см. раздел «Лимфоидные органы»). Морфологически они не отличаются друг от друга (даже по своей ультраструктуре).

Моноциты составляют от 3 до 11% циркулирующих лейкоцитов крови (90–600 в 1 мкл, $0,09-0,6 \times 10^9/\text{л}$). Время их пребывания в кровеносной системе 2–3 дня, после чего они мигрируют в ткани, где превращаются в макрофаги и выполняют свою главную функцию — защиту организма. Моноцит — клетка овальной формы, диаметром около 15 мкм с крупным почкообразным, богатым хроматином ядром и большим количеством цитоплазмы, в которой имеется множество лизосом.

Тромбоциты, или *кровяные пластинки*, — уплощенные овальные двояковыпуклые безъядерные фрагменты крупных клеток мегакриоцитов диаметром 2–4 и толщиной 0,5–0,75 мкм (рис. 5). Количество их достигает 250–350 тыс. в 1 мкл крови. Время их циркуляции в крови не превышает семи дней, после чего они попадают в селезенку и легкие, где разрушаются.

▶ ЭТО ВАЖНО!

Тромбоциты участвуют в свертывании крови, остановке кровотечений, восстановительных процессах и в защите организма благодаря способности фагоцитировать вирусы, иммунные комплексы и неорганические частички.

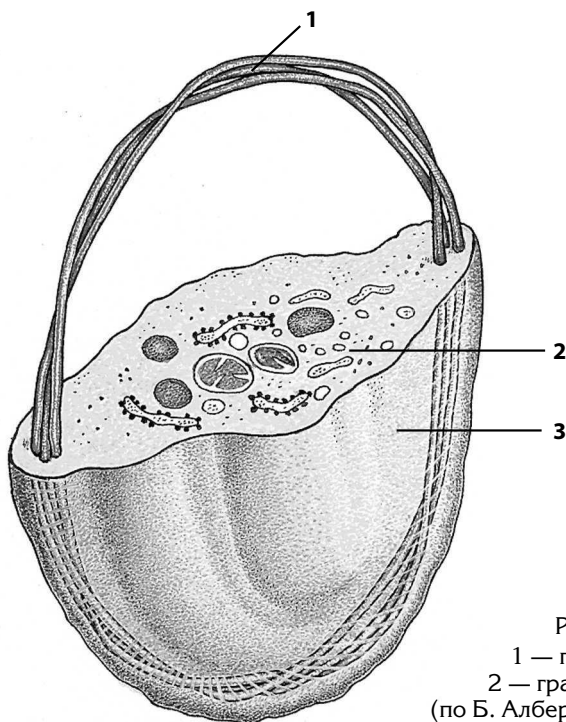


Рис. 5. Тромбоцит:
 1 — пучок микротрубочек,
 2 — грануломер, 3 — гиаломер
 (по Б. Албертсу и соавт., с изменениями)

Остановка кровотечения. У здорового человека кровотечение в результате ранений мелких сосудов прекращается в течение 1–3 мин. Это *первичный гемостаз* (от *греч.* *haima* — кровь, *stasis* — неподвижность), связанный с сужением сосудов и склеиванием тромбоцитов. При повреждении стенки кровеносного сосуда тромбоциты прилипают к краям раны, из тромбоцитов высвобождаются биологически активные вещества, которые вызывают сужение сосудов. При более значительных повреждениях благодаря сложному процессу *вторичного гомеостаза* происходит остановка кровотечения. Под действием ферментативной активности крови, которая получила название «тромбокиназа», белок плазмы протромбин, образующийся в печени, превращается в тромбин, который вызывает переход растворимого плазменного белка фибриногена, также образующегося в печени, в нерастворимый фибрин. Последний и формирует основную часть тромба.

Рыхлая волокнистая соединительная ткань

Рыхлая волокнистая соединительная ткань (РВСТ) располагается преимущественно по ходу кровеносных и лимфатических сосудов, нервов, покрывает мышцы, образует строму (от *греч.* *stroma* — под-

стилка) — каркас органов, собственную пластинку слизистой оболочки, наружную оболочку внутренних органов. РВСТ состоит из многочисленных собственных и пришлых клеток: фибробласты, фиброциты, ретикулярные, перициты, макрофагоциты, тканевые базофилы, плазмочиты, жировые клетки, пигментные, лимфоциты, гранулярные лейкоциты, которые располагаются в межклеточном веществе, представленном коллагеновыми, эластическими, ретикулярными волокнами, которые погружены в основное (аморфное) вещество (рис. 6).

Фибробласты (от греч. fibra — волокно, blastos — зародыш) — основные специализированные фиксированные клетки соединительной ткани, богатые рибосомами, элементами зернистой (гранулярной) эндоплазмической сети и комплекса Гольджи. Фибробласты синтезируют и секретируют основные компоненты межклеточного вещества соединительной ткани: полисахариды, предшественники коллагена и эластина. Фибробласты по мере старения превращаются в *фиброци-*

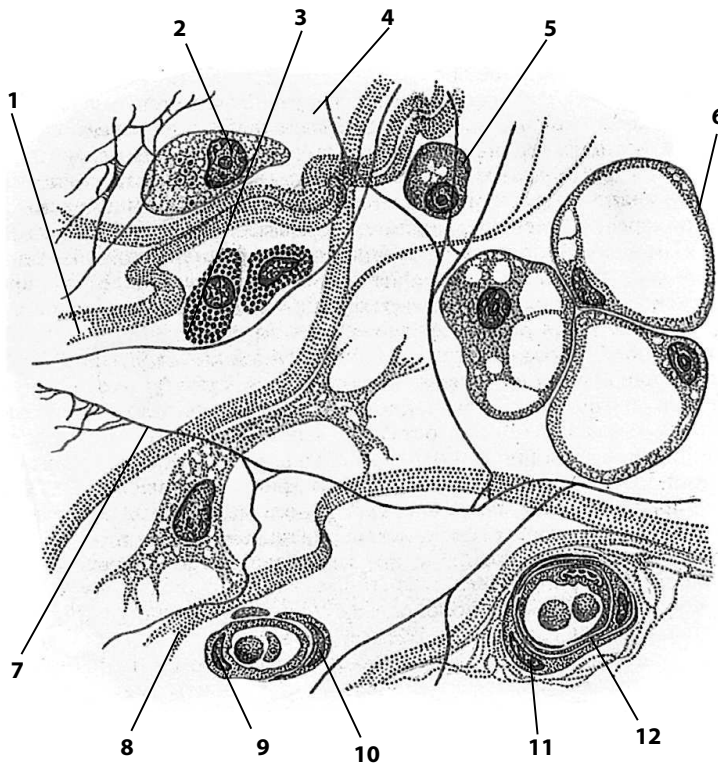


Рис. 6. Рыхлая волокнистая соединительная ткань:

- 1 — коллагеновое волокно, 2 — макрофагоцит, 3 — тканевый базофил, 4 — аморфное межклеточное (основное) вещество, 5 — плазмочит (плазматическая клетка), 6 — адипоцит (жировая клетка), 7 — эластическое волокно, 8 — фибробласт, 9 — эндотелиоцит, 10 — перицит, 11 — миоцит, 12 — кровеносный сосуд

ты, которые весьма слабо синтезируют компоненты межклеточного вещества РВСТ. Фиброциты — многоотростчатые клетки веретенообразной формы, бедные органеллами, образуют трехмерную сеть, в пространствах которой располагаются различные клетки. *Коллагеновые волокна* образованы белком коллагеном. Три полипептидные цепи, скручиваясь, образуют молекулу тропоколлагена. Молекулы тропоколлагена, объединяясь между собой, формируют коллагеновые пучки толщиной до 150 мкм. Коллаген имеет спиральное строение, что обеспечивает создание весьма прочных малорастяжимых структур.

Эластические волокна толщиной от 3 до 10 мкм образованы белком эластином, который также синтезируется фибробластами. В отличие от коллагеновых, эластические волокна способны растягиваться в 1,5 раза, после чего возвращаются в исходное состояние. Эластические волокна анастомозируют и переплетаются между собой, образуя сети, окончательные пластины и мембраны.

Тонкие (от 100 нм до 1 мкм), разветвленные, малорастяжимые *ретикулярные волокна*, переплетаясь между собой, образуют мелкопетлистую сеть, в ячейках которой расположены клетки. Ретикулярные волокна образуют каркасы органов кроветворения и иммунной системы, печени, поджелудочной железы и других паренхиматозных органов, окружают капилляры, кровеносные и лимфатические сосуды, а также связаны с ретикулярными клетками.

Макрофаг (макрофагоцит). В 1882 г. **И. И. Мечников** впервые описал фагоцитоз. Вонзая в прозрачное тело личинки морской звезды шип розы, он наблюдал, что через несколько часов шип был окутан слоем «подвижных клеток... Если заноза была предварительно обмазана порошком кармина или краски индиго, то надвинувшиеся клетки оказывались наполненными этими красками... Клетки эти очень прожорливы и вбирают в себя все, что только могут захватить», — писал И.И. Мечников. Он назвал эти клетки макрофагами и указал на их возможную связь с моноцитами крови. В 70-х годах XX века сформировалось представление о *системе мононуклеарных фагоцитов (СМФ)*, включающей группу клеток, объединенных общностью происхождения (из моноцитов крови), строения и функции (активный фагоцит и пиноцитоз). Особенностью структуры макрофагов является большое количество лизосом в их цитоплазме.



ЭТО ВАЖНО!

Основные функции макрофагов — это участие в естественном, специфическом, противоопухолевом иммунитете и секреция различных биологически активных веществ. Макрофаги — **вторая** важнейшая, весьма эффективная линия обороны.

Плазмоциты, или **плазматические клетки**, происходящие из В-лимфоцитов, — это белоксинтезирующие клетки, богатые элементами шероховатой эндоплазматической сети, располагающиеся вблизи мелких кровеносных сосудов в лимфоидных органах, в слизистой оболочке пищеварительной и дыхательной систем. Они вырабатывают антитела (иммуноглобулины), чем определяется их важнейшая роль в защите организма. Это **третья линия обороны**.

Тучные клетки, или **тканевые базофилы**, очень богаты крупными (до 2 мкм) гранулами, содержащими биологически активные вещества гистамин и гепарин, влияющие на кровеносные сосуды.

Ретикулярные клетки — удлинённые многоотростчатые клетки, которые, соединяясь своими отростками, формируют сеть. При неблагоприятных условиях (инфекция, внедрение инородных частиц и т. д.) ретикулярные клетки округляются, отделяются от ретикулярных волокон и становятся способными к фагоцитозу. Ретикулярные клетки и волокна образуют строму органов иммунной системы и кроветворения.

Жировые клетки, или **адипоциты**. Различают два типа жировых клеток: белые и бурые. Зрелый **однокапельный адипоцит белой жировой ткани** — крупная (50–120 мкм в диаметре) шаровидная клетка, почти полностью занятая каплей жира. Однокапельный адипоцит осуществляет синтез и внутриклеточное накопление липидов в качестве резервного материала. **Многокапельный адипоцит бурой жировой ткани** содержит множество капель жира и большое количество митохондрий.

Перициты окружают кровеносные капилляры, располагаясь снаружи от эндотелии. Перициты — это отростчатые клетки, соприкасающиеся отростками с каждым эндотелиоцитом. Они передают последним нервный импульс, который способствует накоплению или потере клеткой жидкости. Это приводит к расширению или сужению просвета капилляра.

Пигментные клетки, содержащие пигмент меланин, залегают в эпидермисе, особенно наружных половых органов и околососкового поля, в радужке и собственно сосудистой оболочке глазного яблока, в мягкой мозговой оболочке. На 1 мм² поверхности кожи приходится 1200–1500 пигментных клеток. У представителей черной и желтой рас количество их значительно больше. Цвет глаз зависит от генетически обусловленного количества пигментных клеток в радужке глаза.

В рыхлой волокнистой соединительной ткани находятся также клетки крови (*моноциты, зернистые лейкоциты*) и *лимфоциты*.

Плотная волокнистая соединительная ткань

Плотная волокнистая соединительная ткань (ПВСТ) характеризуется сильным развитием волокнистых структур межклеточного вещества, имеющих в основном веществе упорядоченное направление

(оформленная ткань) либо переплетающихся в разных направлениях (неоформленная ткань). Плотная соединительная ткань выполняет в основном опорную функцию.

Плотная оформленная волокнистая соединительная ткань формирует сухожилия, связки, фасции, пластины, эластический конус гортани и ее голосовые связки, желтые связки, выйную связку копытных, входит в состав стенок артерий эластического типа. Главными элементами ее являются тесно прилежащие друг к другу пучки коллагеновых или эластических волокон, между которыми залегают многочисленные фиброциты.

ТКАНИ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Ткани со специальными свойствами расположены лишь в определенных органах и на участках тела и характеризуются особым строением и своеобразной функцией (жировая, ретикулярная, пигментная).

Жировая ткань выполняет трофическую, депонирующую, формообразующую и терморегулирующую функции. Жировая ткань подразделяется на два типа: белую, образованную однокапельными жировыми клетками, и бурую, образованную многокапельными. У человека преобладает *белая жировая ткань*. Большая часть ее является резервной, это подкожная жировая клетчатка, сальники и др. Она запасает жир — источник энергии, который расходуется по мере необходимости. Количество *бурой жировой ткани* у человека невелико, она имеется, главным образом, у новорожденного ребенка и расположена в области шеи, в подмышечной ямке, под кожей спины и боковых поверхностей туловища. Бурый цвет обусловлен множеством кровеносных капилляров в ткани и митохондрий в клетках. *Главная ее функция — теплопродукция*. Бурая жировая ткань поддерживает температуру тела многих животных во время спячки и температуру новорожденных детей.

Хрящевая ткань

К соединительным тканям относятся также хрящевая и костная ткани.

Хрящевая ткань, содержащая 70–80% воды, 10–15% органических и 4–7% неорганических веществ, состоит из хрящевых клеток (*хондробластов* и *хондроцитов*) и основного (хрящевого межклеточного) вещества, находящегося в состоянии геля, в котором — соединительнотканьные волокна, в основном коллагеновые. Хондроциты располагаются в полостях — лакунах, окруженные межклеточным веществом (*рис. 7*). Различают три типа хрящевой ткани.

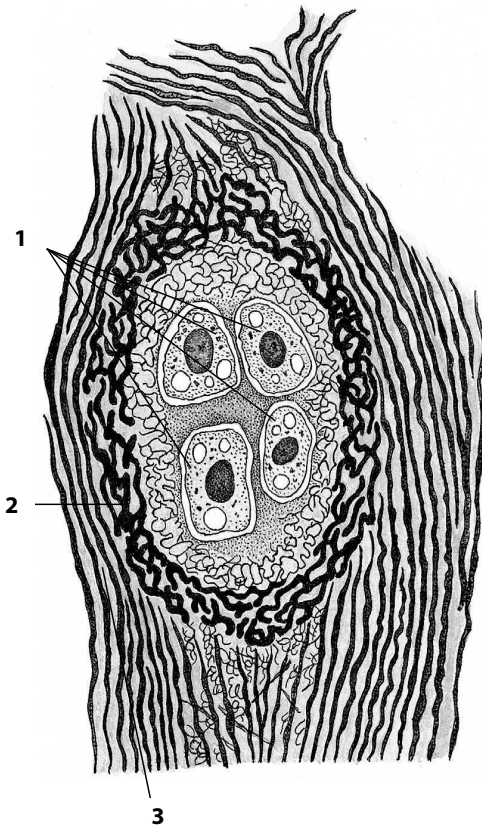


Рис. 7. Изогенная группа (хондрон):

- 1 — хондроциты,
- 2 — капсула,
- 3 — межтерриториальный матрикс

1. *Гиалиновый хрящ*, из которого построены суставные, реберные, эпифизарные хрящи и ряд хрящей гортани; гладкий, блестящий, голубовато-белого цвета.

2. *Эластический хрящ* содержит в хрящевом основном веществе многочисленные сложно переплетающиеся эластические волокна. Он менее прозрачен, желтоватого цвета, очень упругий. Эластический хрящ образует голосовые отростки черпаловидных хрящей гортани, надгортанник, хрящ

ушной раковины, хрящевую часть слуховой трубы и наружного слухового прохода. В отличие от гиалинового, эластический хрящ не окостеневает с возрастом.

3. *Волокнистый хрящ*, в основном хрящевом веществе которого содержится большое количество коллагеновых волокон, придающих хрящу большую прочность. Из него построены фиброзные кольца межпозвоночных дисков, суставные диски и мениски, этим хрящом покрыты суставные поверхности в височно-нижнечелюстном и грудино-ключичном суставах.

Костная ткань

Костная ткань, отличающаяся особой механической прочностью, состоит из костных клеток, замурованных в костное основное вещество, содержащее коллагеновые волокна и пропитанное солями кальция. Содержание воды в кости достигает 50%. В сухом остатке костной ткани около 33% органических веществ и 67% неорганических, в основном это кристаллы гидроксиапатита.

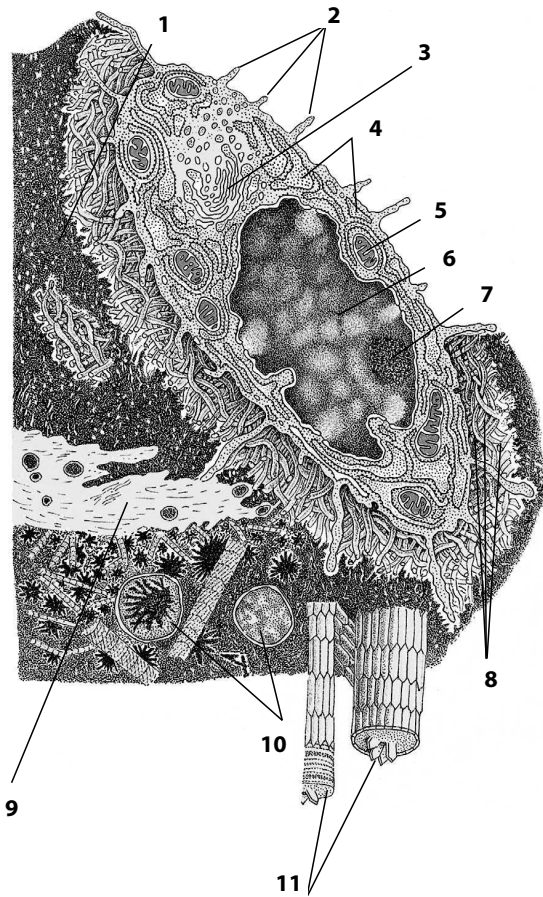


Рис. 8. Остеобласт:
 1 — матрикс кости,
 2 — микроворсинки,
 3 — комплекс Гольджи,
 4 — цистерны гранулярной
 эндоплазматической сети,
 5 — митохондрии, 6 — ядро,
 7 — ядрышко, 8 — остеоид,
 9 — матричные гранулы,
 10 — остеоцит,
 11 — оссеиновые волокна,
 пропитанные кристаллами
 кальция (оссифицированные)
 (по Крстичу, с изменениями)

Подобно хрящу, кость состоит из клеток и межклеточного вещества. Различают костные клетки двух типов: остеобласты и остеоциты. *Остеобласты* — это многоугольные кубические отростчатые молодые клетки, богатые элементами шероховатой эндоплазматической сети, рибосомами (рис. 8). В них хорошо развит комплекс Гольджи. Их многочисленные отростки контактируют между собой и с отростками остеоцитов. *Остеобласты синтезируют органические компоненты межклеточного вещества (матрикс) и выделяют их из клетки через всю поверхность в различных направлениях*, что и приводит к образованию пещер (лакун), в которых они залегают, превращаясь в остеоциты. Органический матрикс кости импрегнируется кристаллами гидроксиапатита $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ и аморфным фосфатом кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, которые поступают в костную ткань из крови. Кристаллы гидроксиапатита окутывают коллагеновые фибриллы и аморфное вещество, а также расположены внутри фибрилл.

Остеоциты — зрелые, многоотростчатые веретенообразные клетки с крупным округлым ядром и малым количеством органелл. Остеоциты

располагаются между костными пластинками в лакунах, однако тела клеток не соприкасаются непосредственно с кальцинированным матриксом, будучи окаймленными тонким слоем (1–2 мкм) неминерализованной ткани. Очень длинные (до 50 мкм) отростки остеоцитов проходят в каналыцах, причем они отделены от кальцифицированного матрикса пространством шириной около 0,1 мкм, в котором циркулирует тканевая жидкость, осуществляющая питание клеток. Расстояние между каждым остеоцитом и ближайшим капилляром не превышает 0,1–0,2 мм.

В костной ткани имеется еще одна категория клеток — *остеокласты*, которые не являются костными, а имеют моноцитарное происхождение и *относятся к системе макрофагов*. Остеокласты — это крупные многоядерные (5–100 ядер) клетки размерами до 190 мкм, которые разрушают кость и хрящ.

Различают два типа костной ткани — *ретикулофиброзную (грубо-волоконистую)* и *пластинчатую*. Первая имеется у зародыша человека; у взрослого она располагается в зонах прикрепления сухожилий к костям, в швах черепа после их зарастания.

Пластинчатая кость наиболее распространена в организме. Она образована костными пластинками толщиной от 4 до 15 мкм, которые состоят из остеоцитов и тонковолокнистого костного матрикса. Волокна, образующие пластинки, лежат параллельно друг другу и ориентированы в определенном направлении. При этом волокна соседних пластинок разнонаправлены и перекрещиваются почти под прямым углом, формируя сводчатые арки, что обеспечивает большую прочность кости.

► ЭТО ВАЖНО!

Арка — наиболее прочная конструкция, которая повсеместно используется не только в архитектуре, но и в живом организме.

В зависимости от расположения костных пластинок различают плотное (компактное) и губчатое костное вещество (трабекулярная кость) (*рис. 9*). В компактном веществе костные пластинки располагаются в определенном порядке, образуя сложные системы — остеоны. *Остеон — структурная единица кости*. Он состоит из 5–20 цилиндрических пластинок, вставленных одна в другую. В центре каждого остеона расположен центральный канал (Гаверсов), в котором проходят кровеносные сосуды (*рис. 10*). Диаметр остеона — 0,3–0,4 мм. Каналы остеонов сообщаются между собой с помощью коротких поперечных каналов. Между остеонами залегают интерстициальные (вставочные, промежуточные) пластинки, кнаружи от них находятся наружные окружающие (генеральные) пластинки, кнутри — внутренние окружающие (генеральные) пластинки.

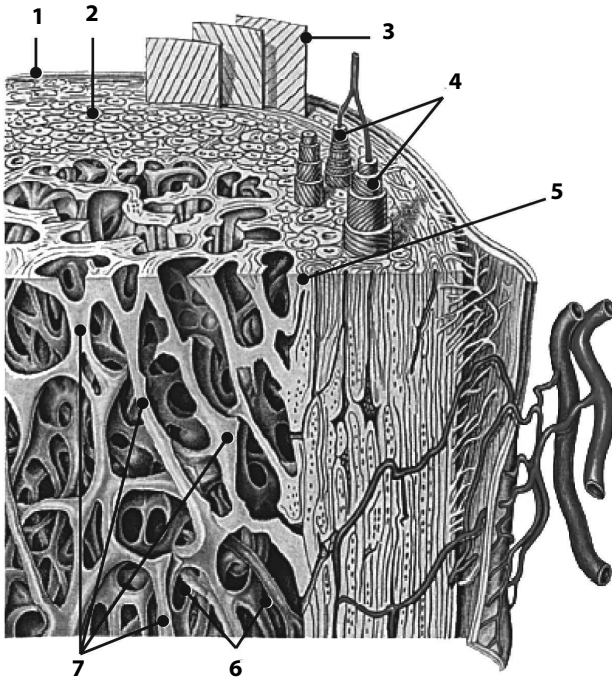


Рис. 9. Строение трубчатой кости:
 1 — надкостница,
 2 — компактное вещество кости, 3 — слой наружных окружающих пластинок,
 4 — остеоны, 5 — слой внутренних окружающих пластинок,
 6 — костномозговая полость, 7 — костные перекладки губчатой кости
 (по В. Баргману)

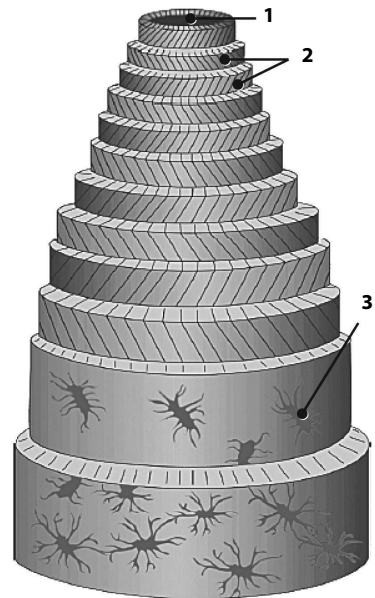


Рис. 10. Строение остеона:
 1 — центральный канал (канал остеона),
 2 — пластинки остеона,
 3 — костная клетка (остеоцит)

Губчатое костное вещество состоит из костных пластинок и перекладин (трабекул), перекрещивающихся между собой и образующих множество ячеек. Направление перекладин совпадает с кривыми сжатия и растяжения, образуя конструкции сводчатых арок (рис. 11). Такое расположение костных трабекул под углом друг к другу обеспечивает равномерную передачу давления или тяги мышц на кость. Внутри

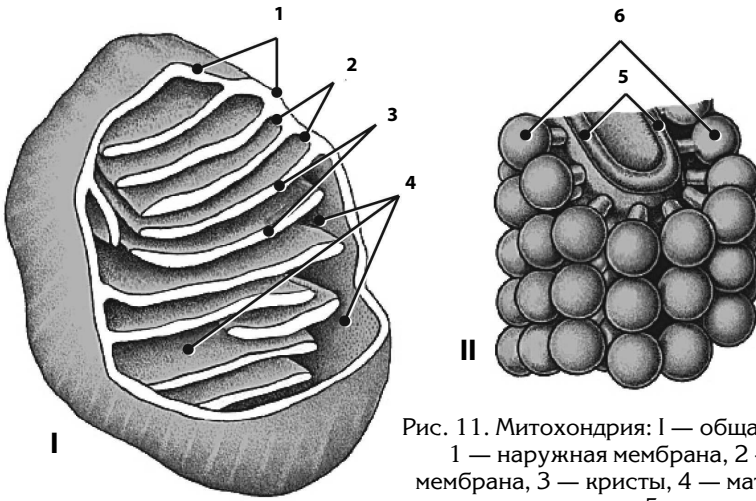


Рис. 11. Митохондрия: I — общая схема строения: 1 — наружная мембрана, 2 — внутренняя мембрана, 3 — кристы, 4 — матрикс; II — схема строения кристы: 5 — складка внутренней мембраны, 6 — грибовидные тельца (по Б. Албертсу и др.; по К. де Дюву, с изм.)

костей в костномозговых полостях и ячейках губчатого вещества находится костный мозг.

МЫШЕЧНЫЕ ТКАНИ

Мышечные ткани осуществляют функцию движения, способны сокращаться. Существуют две разновидности мышечной ткани: исчерченная (скелетная и сердечная) — поперечно-полосатая и неисчерченная (гладкая).

Поперечно-полосатая скелетная мышечная ткань образована цилиндрическими волокнами длиной от 1 до 40 мм и толщиной до 0,1 мкм (рис. 12). Под плазматической мембраной (сарколеммой)

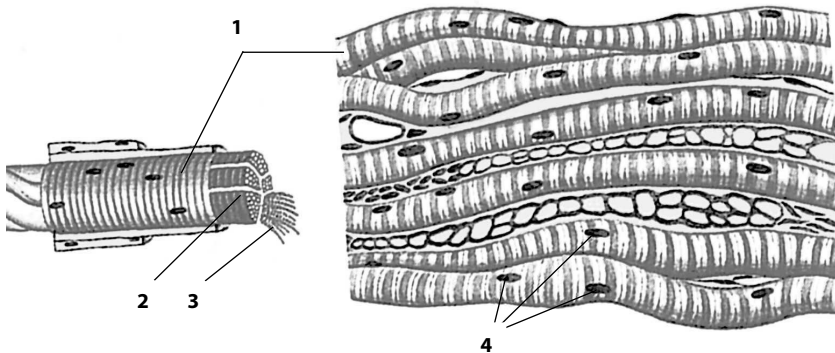


Рис. 12. Исчерченная (поперечно-полосатая, скелетная) мышечная ткань: 1 — мышечное волокно, 2 — сарколемма, 3 — миофибриллы, 4 — ядра

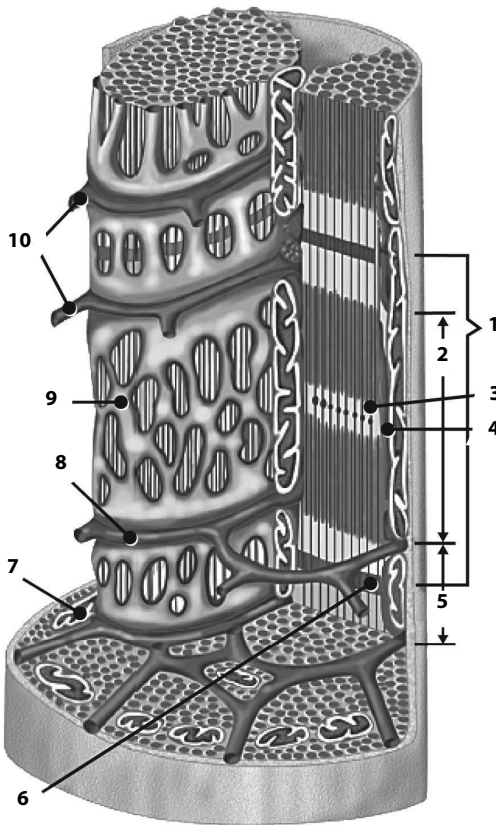


Рис. 13. Строение двух миофибрилл поперечно-полосатого мышечного волокна, схема:

- 1 — саркомер,
- 2 — полоска А (диск А),
- 3 — полоска Н,
- 4 — линия М (мезофрагма) в середине диска А,
- 5 — полоска I (диск I),
- 6 — линия (телофрагма) в середине диска I,
- 7 — митохондрия,
- 8 — конечная цистерна,
- 9 — саркоплазматический ретикулум,
- 10 — поперечные трубочки (по В. Г. Елисееву и др.)

располагается множество эллипсоидных ядер. Примерно две трети объема волокна занимают цилиндрические миофибриллы, между которыми залегают многочисленные митохондрии. Волокна отлича-

ются поперечной исчерченностью: темные полосы (диск А) чередуются со светлыми (диск I) (рис. 13). Диск А разделен светлой зоной (полоса Н), диск I — темной линией Z (телофрагма). Миофибриллы содержат сократительные элементы — миофиламенты, среди которых различают толстые (*миозиновые*), занимающие диск А, и тонкие (*актиновые*), лежащие в диске I и прикрепляющиеся к телофрагмам, причем концы их проникают в диск А между толстыми филаментами. Участок миофибриллы, расположенный между двумя телофрагмами, представляет собой *саркомер* — сократительную единицу. На границе между дисками А и I мембрана волокна впячивается, образуя Т-трубочки, которые разветвляются внутри волокна. В поперечно-полосатых мышечных волокнах хорошо развита незернистая цитоплазматическая сеть, которая окружает саркомеры.

Скелетные мышцы иннервируются спинномозговыми и черепными нервами. Каждое мышечное волокно иннервируется аксоном или его ветвью. Двигательный аксон несет импульс к сокращению мышцы, при этом он контактирует с сарколеммой, образуя синапсоподобное нервно-мышечное окончание. Нервный импульс передается

по Т-трубочкам, а с них на конечные цистерны саркоплазматической сети, вызывая изменение проницаемости последних, что ведет к выходу ионов кальция в цитоплазму. Это приводит к взаимодействию актина с миозином и мышечному сокращению. Согласно теории **Х. Хэксли** и **Т. Хэнсона**, мышечное сокращение — это результат скольжения тонких (актиновых) филаментов относительно толстых (миозиновых), благодаря чему длина филаментов диска А изменяется, в то время как диск I уменьшается в размерах и исчезает.

В осуществлении мышечного сокращения принимают участие несколько белков: актин, миозин, тропомиозин и тропонин. Актиновые филаменты (F-актин) образованы двумя скрученными полимерными волокнами, каждое из которых состоит из мономеров глобулярного белка G-актина. Вокруг F-актина обвивается молекула тропомиозина, залегающая в его спиральных желобках. Вдоль F-актина расположены молекулы тропонина, прикрепляющиеся и к тропомиозину. Тропонин состоит из субъединиц Т (связывающей тропомиозин), I (связывающей актин и ингибирующей связывание актина с миозином) и соединенной с ними С (связывающей Ca^{2+}).

Толстые филаменты состоят из молекул миозина, представляющих собой нити, имеющие две шаровидные головки. В молекуле миозина имеется два «шарнира», первый — между гидрофобным «стволом» и гидрофильной «шейкой», другой — между «шейкой» и «головками». Миозиновые молекулы, соединяясь своими гидрофобными «стволами», образуют стержень толстого миофиламента, из которого выступают «шейки» и «головки», формирующие шесть спиральных рядов. На головке миозина имеется специальный участок, связывающий АТФ. Два стержня соединены между собой стволами, образуя участок, лишенный «шеек» и «головок». Каждый миозиновый филамент окружен шестью актиновыми (*рис. 14*).

В основе мышечного сокращения лежит взаимодействие между актином и миозином. Источником движущей силы мышечного сокращения является освобождение энергии в результате гидролиза АТФ, катализируемого миозином, который является актинзависимой АТФ-азой. Этим свойством обладают миозиновые головки только при условии их активации Ca^{2+} . Напомним, что благодаря наличию в молекуле миозина двух «шарнирных» устройств головки могут сгибаться, прикрепляясь к актину и подтягивая актиновые филаменты на 10 нм. Это возможно благодаря тому, что белок α -актинин, расположенный в области линии Z, закрепляет концы тонких (актиновых) миофиламентов.

Поперечно-полосатая сердечная мышечная ткань, которая по своему строению и функции отличается от скелетных мышц, состоит из кардиомиоцитов, образующих соединяющиеся друг с другом комплексы. По своему строению сердечная мышечная ткань похожа

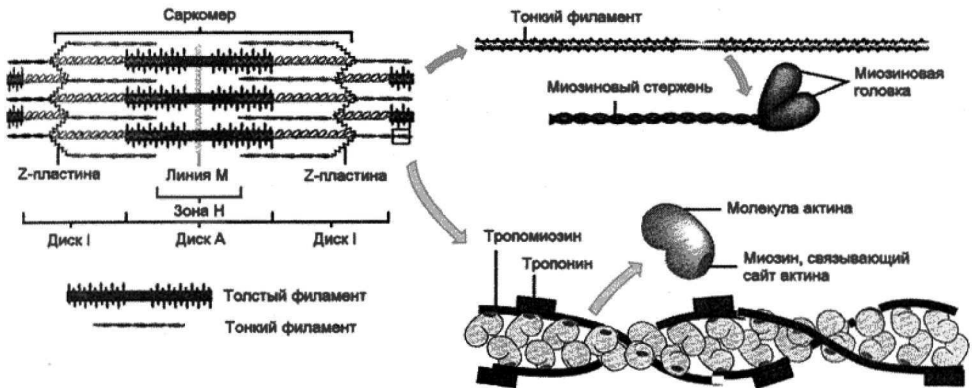


Рис. 14. Строение саркомера, схема

на скелетную (поперечно-полосатая исчерченность), однако сокращения сердечной мышцы неподконтрольны сознанию человека, она иннервируется вегетативной нервной системой.

Кардиомиоциты — клетки неправильной цилиндрической формы длиной 100–150 мкм и диаметром 10–20 мкм (рис. 15). В световом микроскопе видны многочисленные анастомозы, ветвления пучков кардиомиоцитов, формирующих сети. Это связано с тем, что отдельные клетки соединяются между собой нерегулярно. Каждый кардиомиоцит имеет 1–2 овальных удлинённых ядра, лежащих в центре и окруженных миофибриллами, расположенными по периферии строго прямолинейно. На обоих полюсах ядра видны удлинённые зоны цитоплазмы, лишённой миофибрилл. Весьма характерны контакты двух соседних кардиомиоцитов, имеющих вид извилистых темных полосок, вставочных дисков, которые активно участвуют в передаче возбуждения от клетки к клетке. С помощью дисков кардиомиоциты соединяются друг с другом. Клетки богаты митохондриями. Сарколемма кардиомиоцитов толщиной около 9 нм имеет множество микропиноцитозных инвагинаций, пузырьков.

Строение миофибрилл аналогично таковому скелетных мышц. Однако в отличие от последних между миофибриллами кардиомиоцитов нет столь четких границ. По периферии клетки и между митохондриями находится множество частичек гликогена и элементов гладкого эндоплазматического ретикулума. В кардиомиоцитах имеется очень большое количество крупных митохондрий с хорошо развитыми кристами, которые располагаются группами между миофибриллами. На уровне Z-линий плазмалемма кардиомиоцитов также формирует Т-трубочки, вблизи которых сосредоточены скопления цистерн гладкого эндоплазматического ретикулума. Однако триады выражены менее четко, чем в скелетных мышцах.

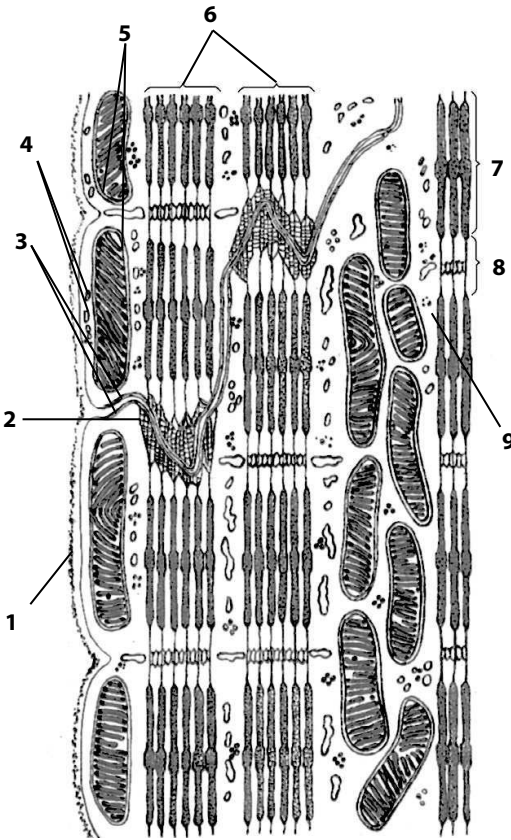


Рис. 15. Кардиомиоцит:
 1 — базальная мембрана,
 2 — окончание миопротофибрилл
 на цитолемме кардиомиоцита,
 3 — вставочный диск между кардио-
 миоцитами, 4 — саркоплазматическая
 сеть, 5 — саркосомы (митохондрии),
 6 — миопротофибриллы, 7 — диск А
 (анизотропный диск),
 8 — диск I (изотропный диск),
 9 — саркоплазма
 (по В. Г. Елисееву и др.)

Кардиомиоциты соединены между собой *вставочными дисками*, которые на продольном разрезе имеют вид ступенек. Поперечные перекладины этих ступенек имеют отростки различной длины, между которыми находятся инвагинации. На этих участках кардиомиоциты соединяются между собой наподобие зубчатых швов черепа, а плазмалеммы соседних клеток соединены между собой с помощью десмосом, лентовидных поясков или пятен сцепления, к которым с обеих сторон прикрепляются актиновые филаменты. Поперечные участки расположены на месте Z-линий. На участках вставочного диска, лежащих параллельно продольной оси кардиомиоцита (вертикальные линии ступенек), находятся лентовидные десмосомы (пояски сцепления, к ним, возможно, прикрепляются актиновые филаменты) и щелевидные контакты, не связанные с миофиламентами. Через нексусы (щелевидные контакты) осуществляются передача нервного возбуждения и обмен ионами между клетками.

Гладкая (неисчерченная) мышечная ткань содержит миофибриллы, не имеющие поперечной исчерченности. Гладкая мышечная ткань

очень широко распространена в организме: она входит в состав стенок полых (трубчатых) внутренних органов: бронхов, желудка, кишки, матки, маточных труб, мочеточников, мочевого пузыря, а также сосудов. Сокращается эта ткань сравнительно медленно, долго не утомляется. Сокращения ритмичные, через равные промежутки времени. Иннервируется гладкая мышечная ткань вегетативной (автономной) нервной системой, и действие ее непосредственно не зависит от коры головного мозга, хотя и контролируется ею.

НЕРВНАЯ ТКАНЬ

Нервная ткань образует центральную нервную систему (головной и спинной мозг) и периферическую (нервы с их концевыми приборами, нервные узлы). Нервная ткань состоит из нейронов и нейроглии.

▶ ЭТО ВАЖНО!

Нервная ткань обеспечивает анализ и синтез сигналов (импульсов), поступающих в мозг. Она устанавливает взаимосвязь организма с внешней средой и участвует в координации функции внутри организма, обеспечивая его целостность (вместе с гуморальной системой кровью, лимфой).

Нейрон с отходящими от него отростками является структурно-функциональной единицей нервной системы.

▶ ЭТО ВАЖНО!

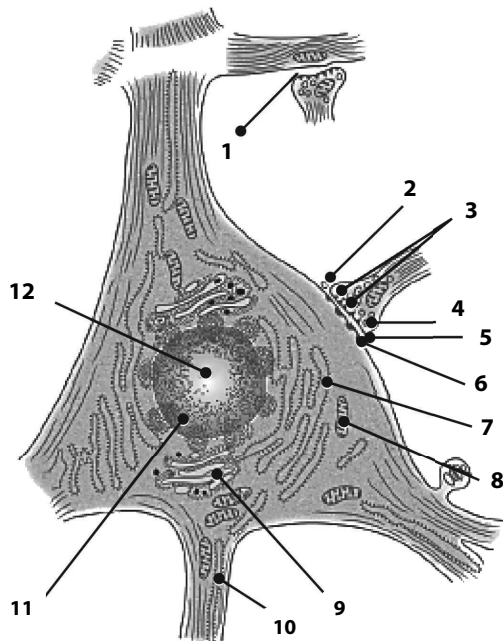
Основная функция нейрона — это получение, переработка, проведение и передача информации, закодированной в виде электрических или химических сигналов.

В нейроне различают его тело (*перикарион*), где информация обрабатывается, и отходящие от тела отростки, проводящие информацию иногда на дальние расстояния. Один или несколько отростков, по которым нервный импульс приносится к телу нейрона, называется *дендритом*. Единственный отросток, по которому нервный импульс направляется от клетки — это *аксон*. *Нервная клетка динамически поляризована, т. е. способна пропускать импульс только в одном направлении, от дендрита к телу клетки, где информация обрабатывается, и далее к аксону*. В зависимости от количества отростков различают униполярные, или одноотростчатые (они имеются в эмбриональном периоде), биполярные, или двухотростчатые, и мультиполярные, или многоотростчатые, нейроны. Последние преобладают.

Как правило, нейроны — одноядерные клетки; два ядра имеют некоторые нейроны ганглиев вегетативной нервной системы. Сферическое

Рис. 16. Строение нервной клетки:

- 1 — аксонодендритический синапс,
- 2 — аксоносоматический синапс,
- 3 — пресинаптические пузырьки,
- 4 — пресинаптическая мембрана,
- 5 — синаптическая щель,
- 6 — постсинаптическая мембрана,
- 7 — эндоплазматическая сеть,
- 8 — митохондрия, 9 — внутренний сетчатый аппарат (комплекс Гольджи),
- 10 — нейрофибриллы, 11 — ядро,
- 12 — ядрышко



ядро диаметром около 18 мкм в большинстве нейронов расположено центрально (рис. 16). Основными особенностями строения нейронов является наличие многочисленных нитей (*нейрофибрилл*) и скоплений хроматофильного вещества (вещество Ниссля), богатого РНК, которое представляет собой группы параллельных цистерн зернистой цитоплазматической сети и полирибосомы, располагающиеся по всей цитоплазме клетки и в дендритах (отсутствуют в аксоне). Нейрофибриллы формируют в клетке густую трехмерную сеть, они пронизывают и отростки. Вещество Ниссля и свободные рибосомы располагаются по всей цитоплазме клетки и в дендритах, они отсутствуют в аксоне. Нейрофибриллы обеспечивают прочность перикариона и отростков и осуществляют химическую интеграцию клетки. Макромолекулы, синтезируемые в перикарионе, направляются в самые отдаленные участки отростков.

Нейроны воспринимают, проводят и передают информацию, закодированную в виде электрических и химических сигналов. Заряженные молекулы или атомы называют ионами. Натрий, калий, кальций и магний — положительные ионы; хлор, фосфат, остатки некоторых кислот (например, угольной), крупные ионы белков — отрицательные. Во внеклеточной жидкости положительные и отрицательные ионы находятся в равных соотношениях. Внутри клеток преобладают отрицательно заряженные ионы, чем обусловлен общий отрицательный заряд клетки. Калий — внутриклеточный ион, его концентрация в нервных и мышечных клетках в 20–100 раз выше, чем вне клетки, натрий — внеклеточный ион, его внутриклеточная концентрация

в клетке в 5–15 раз ниже внеклеточной. И наоборот, внутриклеточная концентрация Cl^- — в 20–100 раз ниже внеклеточной.

По обе стороны мембраны нервных и мышечных клеток, между внеклеточной и внутриклеточной жидкостями существует *мембранный потенциал* — разность потенциалов, его величина 80 мВ. Это связано с избирательной проницаемостью плазматической мембраны для различных ионов. K^+ легко диффундирует через мембрану. В связи с его высоким содержанием в клетке он выходит из нее, вынося положительный заряд. Возникает мембранный потенциал. Мембранный потенциал клетки, находящейся в состоянии покоя, называется *потенциалом покоя* (рис. 17).

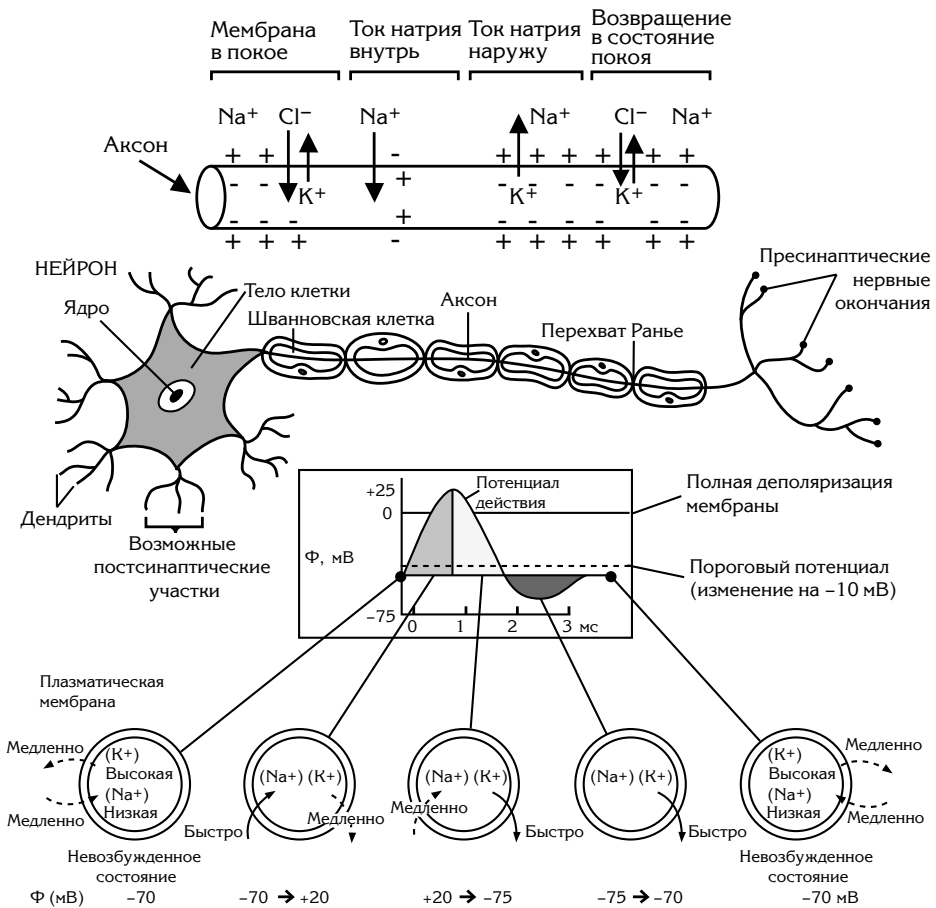


Рис. 17. Ионные токи через мембрану аксона при прохождении потенциала действия, сопровождающееся изменением электрического напряжения (от -70 до $+40$ мВ), обусловлено восстановлением равновесия между положительными и отрицательными ионами по обе стороны мембраны, проницаемость которой на короткое время увеличивается (по Стернбергу и соавт., с изменениями)

Когда нервная или мышечная клетка активизируется, в ней возникает *потенциал действия* — быстрый сдвиг мембранного потенциала в положительную сторону. При этом на определенном участке мембраны в ответ на раздражение клетка начинает терять свой отрицательный заряд и Na^+ устремляется в клетку, в результате чего на $1/1000$ сек. на этом участке возникает деполяризация, внутри клетки генерируется положительный заряд — *потенциал действия*, или нервный импульс (см. рис. 17). Таким образом, *потенциал действия* — это проникновение потока ионов Na^+ через мембрану в клетку. K^+ , содержащийся в большом количестве внутри клетки и обладающий высокой проницаемостью, начинает покидать клетку. Это приводит к восстановлению в ней отрицательного заряда. Движение ионов, возникающее вблизи деполяризованного участка, приводит к деполяризации следующего участка мембраны, поэтому нервный импульс распространяется по нейрону.

Нейроны, которые передают возбуждение от точки восприятия раздражения в центральную нервную систему и далее к рабочему органу, связаны между собой с помощью множества межклеточных контактов *синапсов* (от греч. *synapsis* — связь), передающими нервный импульс от одного нейрона к другому (рис. 18, 19).

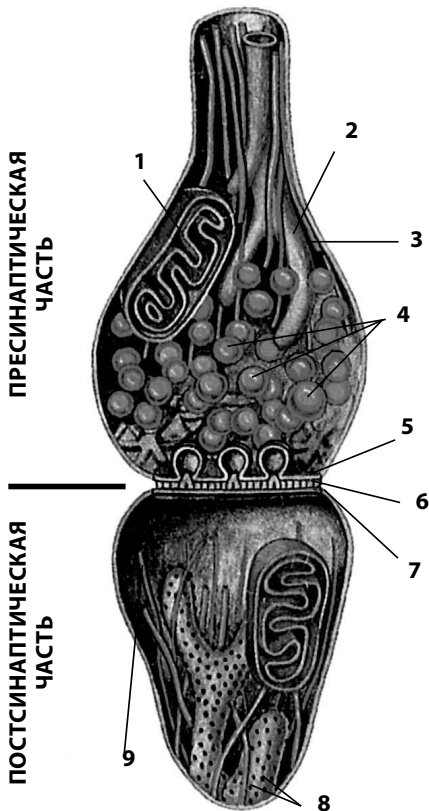


Рис. 18. Химический синапс:
 1 — митохондрия, 2 — гладкий
 эндоплазматический ретикулум,
 3 — нейротрубочка,
 4 — синаптические пузырьки,
 5 — пресинаптическая мембрана
 с гексагональной сетью,
 6 — синаптическая щель,
 7 — постсинаптическая мембрана,
 8 — зернистая эндоплазматическая сеть,
 9 — нейрофиламенты

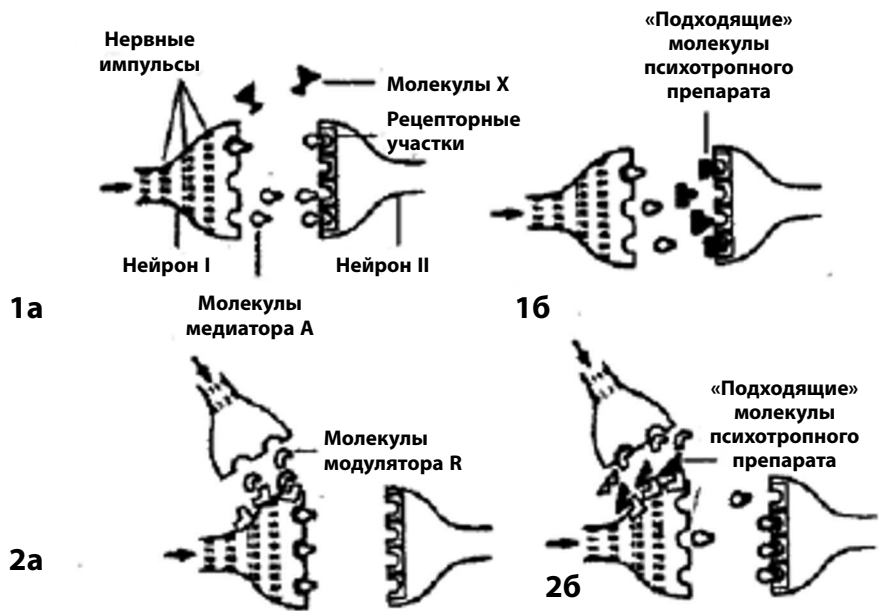


Рис. 19. Синаптическая передача, схема:

1а. Медиатор А, молекулы которого освобождаются из пресинаптического полюса, связываются специфическими рецепторами постсинаптической мембраны. Молекулы Х, которые по своей конфигурации не подходят к этим рецепторам, занять их не могут и потому не вызывают каких-либо синаптических эффектов.

1б. Молекулы М (например, молекулы некоторых психотропных препаратов) сходны по своей конфигурации с молекулами нейромедиатора А и поэтому могут связываться с рецепторами для этого медиатора, таким образом мешая ему выполнять свои функции.

2а и 2б. Некоторые вещества, называемые нейромодуляторами, способны воздействовать на окончание аксона, облегчая или подавляя высвобождение нейромедиатора (по Ж. Годфруа)

► **ЭТО ВАЖНО!**

В синапсах происходит преобразование электрических сигналов в химические и обратное — химических в электрические.

Различают синапсы аксосоматические, в которых окончания аксона одного нейрона образуют контакты с телом другого, аксодендритические аксоны вступают в контакт с дендритами, а также аксоаксональные и дендродендритические, когда контактируют одноименные отростки. Это создает возможность для проведения возбуждения по одной из множества цепочек нейронов благодаря наличию физиологических контактов в определенных синапсах и физиологическому разъединению в других.

Синапсы, в которых передача осуществляется с помощью биологически активных веществ, называются химическими, а вещества, осуществляющие передачу, — *нейромедиаторами* (от лат. mediator —

посредник). Роль медиаторов выполняют норадреналин, ацетилхолин, серотонин, дофамин и др. Медиатор поступает в синапс по пресинаптическому окончанию, которое ограничено пресинаптической мембраной (пресинаптическая часть) и воспринимается постсинаптической мембраной (постсинаптическая часть). Между мембранами расположена синаптическая щель. В пресинаптическом окончании множество митохондрий и пресинаптических пузырьков, содержащих медиатор. Нервный импульс, поступающий в пресинаптическое окончание, вызывает освобождение в щель медиатора. Молекулы медиаторов реагируют со специфическими рецепторными белками клеточной мембраны, меняя ее проницаемость для определенных ионов, что приводит к возникновению потенциала действия (см. рис. 18). Наряду с химическими имеются электротонические синапсы, в которых передача импульсов происходит непосредственно биоэлектрическим путем между контактирующими клетками.

► ЭТО ВАЖНО!

В каждый нейрон поступает множество нервных импульсов от множества других нервных клеток, эти импульсы объединяются (интегрируются) в теле нейрона.

В нервной системе существуют два вида синапсов: возбуждающие и тормозящие. В возбуждающих синапсах одна клетка вызывает активизацию другой. При этом возбуждающий медиатор вызывает деполяризацию — поток ионов Na^+ устремляется в клетку. В тормозящих синапсах одна клетка тормозит активизацию другой. Это связано с тем, что тормозящий медиатор вызывает устремление потока отрицательно заряженных ионов в клетки, поэтому деполяризации не происходит.

Прежде чем рассказать о строении нервных волокон, необходимо упомянуть еще об одной разновидности клеток нервной ткани. Кроме нейронов, в нервной системе имеются клетки нейроглии (глиоциты), выполняющие многообразные функции: опорную, трофическую, защитную и секреторную. Среди них различают две группы: макроглию (*эпендимоциты, олигодендроциты и астроциты*) и микроглию. Клетки глии выполняют опорную, трофическую, защитную, разграничительную функции по отношению к нейронам. Количество клеток глии в мозге человека примерно в 10 раз больше числа нейронов. В центральной нервной системе олигодендроциты образуют миелиновую оболочку нервных волокон, в периферической нервной системе шванновские клетки образуют миелиновую оболочку нервных волокон.

Нервные волокна представляют собой отростки нервных клеток вместе с покрывающими их оболочками. Они подразделяются на миелиновые и безмиелиновые волокна (рис. 20). *Безмиелиновые нервные волокна* образованы одними или несколькими отростками нервных клеток (осевыми цилиндрами), каждый из которых погружен в тело шванновской клетки (клетка глии), прогибая ее цитоплазматическую мембрану так, что между мембранами осевого цилиндра и шванновской клетки остается пространство. Скорость проведения нервного импульса по безмиелиновому волокну менее 1 м/сек.

Миелиновые нервные волокна образованы одним осевым цилиндром, окруженным муфтой из шванновских клеток. Миелиновый слой представляет собой многократно спирально закрученную вокруг осевого цилиндра шванновскую клетку. Скорость проведения импульса по миелиновому волокну — 70–100 м/сек.

В зависимости от функции выделяют три основных типа нейронов.

1. *Чувствительные, рецепторные, или афферентные, нейроны* (от лат. afferens — приносящий). Как правило, эти клетки имеют два вида

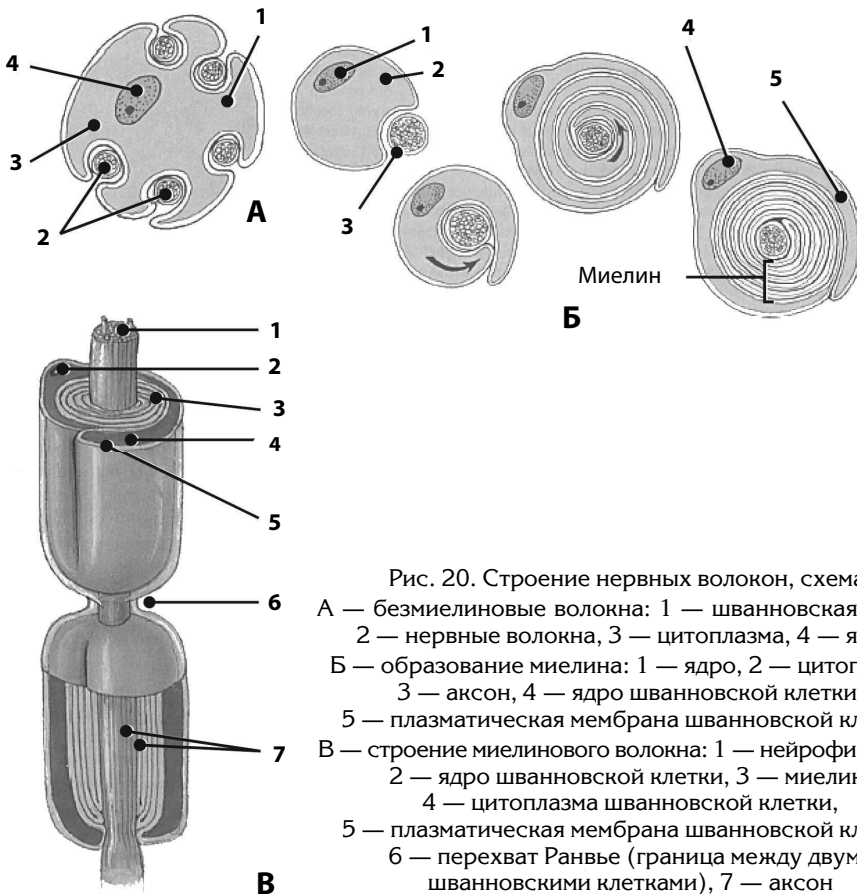


Рис. 20. Строение нервных волокон, схема:

- А — безмиелиновые волокна: 1 — шванновская клетка, 2 — нервные волокна, 3 — цитоплазма, 4 — ядро;
 Б — образование миелина: 1 — ядро, 2 — цитоплазма, 3 — аксон, 4 — ядро шванновской клетки, 5 — плазматическая мембрана шванновской клетки;
 В — строение миелинового волокна: 1 — нейрофибриллы, 2 — ядро шванновской клетки, 3 — миелин, 4 — цитоплазма шванновской клетки, 5 — плазматическая мембрана шванновской клетки, 6 — перехват Ранвье (граница между двумя шванновскими клетками), 7 — аксон

отростков. Дендрит следует на периферию и заканчивается чувствительными окончаниями-рецепторами, которые воспринимают внешнее раздражение и трансформируют его энергию в энергию нервного импульса; единственный аксон направляется в головной или спинной мозг. В зависимости от локализации различают несколько типов рецепторов: 1) *экстерорецепторы*, воспринимающие раздражения внешней среды, расположены в коже, слизистых оболочках и органах чувств; 2) *интерорецепторы*, получающие раздражение главным образом при изменениях химического состава внутренней среды и давления, расположены в сосудах, тканях и органах; 3) *проприорецепторы*, заложенные в мышцах, сухожилиях, связках, фасциях, надкостнице, суставных капсулах.

2. *Эфферентные*. Тела эфферентных (*эффекторных, двигательных* или *секреторных*) нейронов (от лат. *effereus* — выносящий) находятся в ЦНС (или в симпатических и парасимпатических узлах). Их аксоны идут к рабочим органам (мышцам или железам). Различают два вида рабочих, или исполнительных, органов: анимальные поперечно-полосатые (скелетные) мышцы и вегетативные гладкие мышцы и железы. Соответственно этому имеются нервные окончания аксонов эфферентных нейронов двух типов: двигательные и секреторные. Первые (моторные) оканчиваются на мышечных волокнах, образуя бляшки, которые в поперечно-полосатых мышцах представляют аксомышечные синапсы. Нервные окончания гладкой мышечной ткани образуют вздутия, в которых также содержатся синаптические пузырьки. Секреторные окончания контактируют с железистыми клетками. Аксоны двигательных нейронов разветвляются, и каждый из них иннервирует большое количество мышечных волокон. Окончание одного двигательного нейрона и иннервируемое им поперечно-полосатое мышечное волокно образуют двигательную единицу.

3. *Вставочные нейроны* передают возбуждение с афферентного на эфферентный нейрон.



ЭТО ВАЖНО!

Большая часть клеток человека постоянно обновляется. Так, продолжительность жизни эритроцитов 120 дней, печеночных клеток — 480 дней, кишечного эпителия — 3–5 дней. Последние обновляются со скоростью 1 млн клеток в минуту. Нервные клетки и мышечные волокна не делятся после рождения.

Нервная, мышечная ткани и железистый эпителий относятся к **возбудимым тканям**, которые в ответ на воздействие раздражителя переходят из состояния покоя в состояние возбуждения. При этом возбуждение, возникающее на одном участке мышечного или нервного волокна, быстро передается на соседние участки этого волокна, а также с нервного волокна на другие через синапс или с нервного

волокна на иннервируемую ими структуру. **Возбудимость** — это способность клеток воспринимать изменения внешней среды и отвечать на них реакцией возбуждения. **Проводимость** — способность тканей проводить возбуждение. Мышечные ткани обладают **сократимостью**, т. е. способностью отвечать сокращением на раздражение.

ОРГАНЫ, СИСТЕМЫ И АППАРАТЫ ОРГАНОВ

Ткани образуют органы. Каждый **орган** отличается свойственной лишь ему формой и строением, приспособленными к выполнению определенной функции, содержит все виды тканей, однако одна из них является основной, «рабочей», выполняющей главную функцию органа. Так, в печени, легких, почках, железах — это эпителиальная. В кости основная ткань — соединительная (костная), в мозге — нервная. Соединительная ткань выполняет опорную, механическую, трофическую функции, образует соединительнотканый каркас органа, его строю. Мышечная ткань участвует в образовании стенок кровеносных, лимфатических сосудов, пищеварительной системы, воздухоносных и мочевыводящих путей. Нервная ткань представлена в виде нервов (и их разветвлений), иннервирующих орган, нервных узлов, лежащих в стенках органов или возле них.

Органы анатомически и функционально объединяются в **системы органов**. Система — это ряд органов, имеющих общий план строения, единство происхождения и выполняющих одну большую функцию (например, пищеварения, дыхания). В организме человека выделяют следующие системы органов: *скелет, соединения костей, мышечная, пищеварительная, дыхательная, мочевыделительная, половые (мужская и женская), нервная, лимфоидная и эндокринная, сердечно-сосудистая, органы чувств (сенсорные системы)*.

Некоторые системы объединяются по функциональному принципу в аппараты: они зачастую имеют различное строение и происхождение, могут быть не связаны анатомически, но их объединяет участие в выполнении общей функции (например, *опорно-двигательный, эндокринный аппараты*), либо эти органы различны по своим функциональным задачам, но связаны единым происхождением (например, *мочеполовой аппарат*).

В организме человека выделяют **сому** (от *греч.* soma — тело), включающую кости, соединения костей, кожу, мышцы, образующие вместилища, полости и **внутренности**, расположенные внутри полостей. К соме и внутренностям подходят и разветвляются в них кровеносные сосуды и нервы.

Основные принципы строения тела человека — это *полярность* (различное строение и функция полюсов), *сегментарность* (более четко сохранилась у человека лишь в области туловища), *двусторонняя симметрия* (сходство сторон, однако, не абсолютное) и *корреляция* (соотношение между отдельными частями).

Анатомия человека традиционно называется нормальной анатомией. Каждый человек неповторим и отличается от другого только ему присущими особенностями, и вместе с тем все люди принадлежат к одному виду и обладают одинаковым планом строения.

▶ ЭТО ВАЖНО!

Понятие «норма» отражает здоровое, реальное состояние человека. Нормальным следует считать такое строение (состояние) организма, органа, при котором функция их не нарушается.

Норма характеризуется наличием индивидуальной изменчивости (*варианты нормы*). Приведем пример. Положение слепой кишки у взрослого человека варьирует: она лежит на различной высоте между двумя полярными типами в правой подвздошной ямке или под печенью. Все это варианты нормы. А вот обратное расположение внутренних органов, при котором слепая кишка и печень расположены слева, а желудок, селезенка и сигмовидная ободочная кишка справа, — является аномалией. *Аномалии* — это отклонение от общей закономерности, выходящие за границы нормы.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, РОСТА И РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА

В индивидуальном развитии человека различают два основных периода: внутриутробный, или пренатальный, и внеутробный, или постнатальный.

Зародыш, или **эмбрион**, — организм, развивающийся в теле матери на ранних стадиях развития, начинающихся оплодотворением и завершающихся рождением. В акушерстве зародышем называют организм лишь в течение первых восьми недель, когда происходят основные изменения его строения (эмбриональный период). Остальная, большая часть внутриутробного развития (с 9-й по 38–39-ю неделю) называется **плодным**, или **фетальным, периодом** (от *лат. fetus* — плод), а сам организм — плодом.

Беременность длится 280 дней, или 9 месяцев (10 лунных месяцев). В течение первого месяца развития происходит закладка основных органов зародыша. К концу четвертой недели эмбрион имеет

длину около 6 мм. У него уже есть недоразвитая сердечная мышца, которая способна биться. Начинает развиваться головной мозг, периферическая нервная система, глотка, лицо. На голове, очень большой по отношению к телу, формируются глаза. Тело имеет удлинненную форму и заканчивается маленьким остроконечным хвостиком. На 25-й день начинает биться его сердце со скоростью 140 уд/мин. В течение 5–8-й недель у зародыша развиваются органы, появляются зачатки вначале верхних, а затем нижних конечностей в виде кожных складок, в которые позднее вырастают закладки костей, мышц, сосудов и нервов. К концу второго месяца эмбрион достигает 2 см в длину.

Начиная с третьего месяца развития (плодный период) происходит дальнейший рост и дифференцировка органов и тканей.

В конце второго — начале третьего лунного месяца развития плода можно различить относительно большую голову, на которой видны рот, глаза и уши, туловище и конечности, на которых начинают развиваться пальцы. В конце третьего лунного месяца возникают движения конечностей, начинают образовываться ногти и индифферентные наружные половые органы, которые возможно дифференцировать на четвертом лунном месяце. К концу первого триместра плод достигает 7,5 см в длину. На четвертом месяце тело плода формируется окончательно. По мере развития физических черт становятся хорошо видны ногти, брови и ресницы. Кожа покрывается тонкими, как пух, волосками. Появляются сосательные движения. Плод достигает длины около 12 см и веса 100–120 г.

К пятому месяцу плод свободно движется внутри матки, прослушивается его сердцебиение. На пятом месяце развивается кожа, покрытая пушком, начинают функционировать сальные железы, а также развиваться подкожная основа. К концу второго триместра плод достигает 30 см длины, вес его — 500–600 г. К концу седьмого месяца мозг и нервная система полностью развиты, на теле почти исчезают волосы, похожие на пух, под кожей начинается отложение жира, кожа более гладкая, открываются веки, яички у мальчиков опускаются в мошонку. В течение девятого месяца интенсивно формируется подкожная основа, пушок выпадает, его замещают настоящие волосы, уплотняются хрящи носа и ушной раковины, удлиняются ногти, выходя за пределы кончиков пальцев.

В конце первого лунного месяца беременности длина зародыша составляет около 10 мм, в конце второго — 20–30 мм, а масса тела равна 35 г, в конце шестого длина тела составляет 30 см, а его масса — 600–700 г, девятого — длина 47 см, масса — 2000–2500 г.

В течение первого года жизни ребенка происходит наибольший прирост длины тела (на 21–25 см), в периоды раннего и первого детства скорость роста быстро уменьшается, в начале периода второго

детства скорость роста стабилизируется (4,5–5,5 см в год), а в конце — резко возрастает.

В подростковом возрасте годовая прибавка длины тела у мальчиков составляет в среднем 5,8 см, у девочек 5–5,7 см. При этом у девочек наибольшее ускорение роста имеет место в возрасте от 10 до 13 лет, а у мальчиков — в подростковом, после чего оно замедляется.

Приводим общепринятую в настоящее время периодизацию первого (внутриутробного) и второго (внеутробного) периода жизни человека (табл. 3).

Таблица 3

Периоды жизни человека

Периоды	Возраст
Эмбриональный	0–8 недель
Переходный	8–16 недель
Плодный (фетальный)	4–10 месяцев
Новорожденный	1–10 дней
Грудной возраст	10 дней — 1 год
Раннее детство	1–3 года
Первое детство	4–7 лет
Второе детство	8–12 лет (мальчики), 8–11 лет (девочки)
Подростковый возраст	13–16 лет (мальчики), 12–15 лет (девочки)
Юношеский возраст	17–21 (юноши), 16–20 (девушки)
Зрелый возраст, I период	22–35 (мужчины), 21–35 (женщины)
Зрелый возраст, II период	36–60 (мужчины), 36–55 (женщины)
Пожилой возраст	61–74 (мужчины), 56–74 (женщины)
Старческий возраст	75–90 лет (мужчины и женщины)
Долгожители	90 лет и выше

Однако некоторые возрастные периоды слишком растянуты во времени, в течение которого происходят весьма существенные морфологические изменения в организме. Правильнее было бы плодный период жизни человека рассматривать по месяцам, а эмбриональный — даже по неделям.

После рождения длительность некоторых возрастных периодов также требует пересмотра. Период новорожденности, адаптации организма к новым условиям существования, лучше рассматривать по дням, грудной возраст — по месяцам, детские годы — по годам, зрелый возраст — десятилетиям, пожилой и старческий — по пятилетиям или даже по трехлетиям.

Большинство антропометрических показателей имеют значительные индивидуальные колебания. Площадь поверхности тела и его отдельных фрагментов, пропорции зависят от возраста человека (табл. 4). При оценке площади поверхности отдельных участков тела взрослого человека можно применять «правило девятки», согласно которому голова и шея составляют 9% площади поверхности тела, верхние конечности (каждая 9%) — 18%, нижние (каждая 18%) — 36%, передняя часть туловища — 18%, задняя часть — 18%, промежность 1%, ладонь и пальцы — 1%.

Таблица 4

Длина, масса тела и площадь поверхности тела в различные возрастные периоды постнатального онтогенеза

Показатели	Возрастные периоды (пол: м — мужской, ж — женский)									
	Новорожденный		8 лет		10 лет		12 лет		14 лет	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
Длина тела, см	50,8	55,0	126,3	126,4	136,3	137,3	143,3	147,8	157,0	157,3
Масса тела, кг	3,5	3,4	26,1	25,6	32,9	31,8	35,8	38,5	46,1	49,1
Площадь поверхности тела, см ²	2200		8690		9610		10 750		12 290	
Показатели	Возрастные периоды (пол: м — мужской, ж — женский)									
	16 лет		18 лет		20 лет		24 года		25–60 лет	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
Длина тела, см	169,8	160,0	172,3	161,8	173,6	162,8	174,7	162,7	174,5	162,6
Масса тела, кг	59,1	56,8	67,6	56,8	70,2	57,1	71,8	57,5	71,7	56,7
Площадь поверхности тела, см ²	14 300		15 850		16 800		17 255		18 000	

Развитие человека происходит в течение всей его жизни, начиная от образования зиготы и кончая смертью. Рост же (увеличение массы) заканчивается к 20–25 годам. Рост и развитие человека имеют целый ряд закономерностей.

1. Генетическая детерминированность. Рост и развитие зависят от генома человека, однако взаимодействие совокупности генов друг с другом и с различными факторами внешней среды может в той или иной мере влиять на фенотип.

2. Стадийность. Рост и развитие индивидуума протекают стадийно. При этом последовательность стадий также детерминирована. Однако временные границы между отдельными стадиями варьируют.

Активность процесса различная в разных стадиях, что дает основание говорить о цикличности. В каждой стадии в организме происходят количественные и качественные изменения, что обуславливает необратимость процесса.

3. Каждый период онтогенеза человека проявляется характерными анатомо-физиологическими особенностями. Длина тела и его масса являются интегральными показателями, позволяющими судить о физическом развитии человека.

Рост человека продолжается в течение первых 20 лет его жизни. Как правило, увеличение длины тела у мужчин заканчивается в возрасте 18–20 лет, у женщин — 16–20 лет. Впоследствии до 60–65 лет длина тела не изменяется, а после этого в связи с уплощением межпозвоночных дисков, изменением осанки тела и уплощением сводов стопы длина тела уменьшается примерно на 1–1,5 мм в год.

Масса тела ребенка удваивается к 6 месяцам, утраивается к году и увеличивается примерно в 4 раза к двум годам. Увеличение длины и массы тела идет примерно одинаковыми темпами. Максимальная годовичная прибавка массы тела имеет место в подростковом возрасте, при этом максимум у девочек приходится на 13-й, у мальчиков — на 15-й год жизни. Масса тела увеличивается до 20–25 лет. Обычно стабильная масса тела сохраняется до 40–46 лет. Следует стремиться к тому, чтобы в течение всей жизни масса тела человека сохранялась в пределах цифр 19–20-летнего возраста.

За последние 100–150 лет наблюдается **акселерация** — ускорение морфофункционального развития и созревания всего организма детей и подростков, которая в большей степени проявляется в экономически развитых странах. У мужчин акселерация выражена в большей степени. Так, масса тела новорожденных детей возросла в среднем на 100–300 г, годовалых на 1500–2000 г, длина тела на 5 см. Длина тела детей в периодах второго детства и в подростковом увеличилась на 10–15 см, а взрослых мужчин — на 6–8 см. Сократился период увеличения длины тела человека в конце прошлого века — рост продолжался до 23–26 лет, в настоящее время у мужчин до 18–19, у женщин до 16–17 лет. Ускорились прорезывание молочных и постоянных зубов, психическое развитие, половое созревание. Средний возраст начала менструаций у девочек уменьшился с 16,5 года в начале XIX века до 12–13 лет в настоящее время, а наступление менопаузы выросло с 43–45 лет в начале XX века до 48–50 лет. Комплекс изменений у взрослого человека называют «секулярным трендом» (вековая традиция).

Физическое развитие ребенка происходит не постепенно, а скачкообразно. Периоды роста не соответствуют описанным периодам жизни человека (*табл. 5*).

У новорожденного голова округлая, большая ($1/4$ всей длины тела, у взрослого — $1/8$), грудь и шея короткие, живот длинный, ноги короткие, руки длинные. Окружность головы на 1–2 см больше окружности груди, мозговой отдел черепа относительно больше лицевого. Форма грудной клетки бочкообразная. Позвоночник лишен изгибов, лишь незначительно выражен крестцовый мыс. Таз весьма подвижен, и кости, составляющие тазовую кость, не сращены между собой. Внутренние органы относительно крупнее, чем у взрослого человека. Так, масса печени новорожденного ребенка составляет $1/20$ массы тела, в то время как у взрослого $1/50$; длина кишечника в 2 раза больше длины тела, у взрослого — в 4–4,5 раза; масса мозга составляет 13–14% массы тела, у взрослого — лишь около 2%. Велики надпочечники и вилочковая железа.

Таблица 5

Периоды роста человека
(по Г. Фанкони и А. Вальгреву, с изменениями)

Период	Возраст, годы	Характеристика
Грудной	1-й	Длина головы в 4 раза меньше длины тела
Первое округление (первый рост в ширину)	2–4	Длина головы в 5 раз меньше длины тела
Первое вытягивание (в длину)	5–7	Длина головы в 6 раз меньше длины тела
Второе округление (второй рост в ширину)	8–10	Длина головы в 6,5 раза меньше длины тела
Второе вытягивание (в длину)	11–15	Длина головы в 7 раз меньше длины тела
Созревание	16–20	Длина головы в 8 раз меньше длины тела
Зрелый возраст	20–24	То же

В грудном возрасте тело ребенка наиболее быстро растет. Примерно с шести месяцев начинается прорезывание молочных зубов. За первый год жизни ряд органов и систем достигает величины взрослого (глаз, внутреннее ухо, центральная нервная система). В течение первых лет жизни и в подростковом возрасте (мальчики — 13–16 лет, девочки — 12–15), когда происходит половое созревание, быстро растут и развиваются опорно-двигательный аппарат, пищеварительная, дыхательная системы, мочеполовой аппарат.

В периоде раннего детства прорезываются все молочные зубы и происходит первое «округление», т. е. увеличение массы тела опере-

жает рост тела в длину, быстро прогрессируют психическое развитие ребенка и — что самое главное — речь, память. Ребенок начинает ориентироваться в пространстве. В течение второго-третьего года развивается воля (*первый возраст упрямства*). В периоде первого детства рост в длину превалирует над увеличением массы тела. В конце периода начинается прорезывание постоянных зубов. В связи с быстрым развитием мозга, масса которого к концу периода достигает уже 1100–1200 г, быстро развиваются умственные способности, казуальное мышление, длительно сохраняется способность узнавания, ориентация во времени, в днях недели. В раннем и в первом детстве половые отличия (кроме первичных половых признаков) почти не выражены.

В периоде второго детства вновь преобладает рост в ширину, однако в это время начинается половое созревание, более раннее у девочек, что связано с усилением секреции женских половых гормонов, у них в 8–9 лет расширяется таз и округляются бедра, увеличивается секреция сальных желез и оволосение лобка. В том же возрасте (10–11 лет) у мальчиков начинается рост гортани, яичек и полового члена, который к 12 годам увеличивается на 0,5–0,7 см. К концу периода усиливается рост тела в длину, темпы которого больше у девочек. В 10 лет происходит первый перекрест — длина и масса тела девочек превышает таковую мальчиков. Прогрессирует психическое развитие детей. Развивается ориентация в отношении месяцев года и календарных лет.

В подростковом периоде быстро растут и развиваются половые органы, развиваются вторичные половые признаки. У девочек увеличивается количество волос на коже половой области, появляются волосы в подмышечных впадинах, увеличиваются размеры половых органов, молочных желез; щелочная реакция влагалищного секрета становится кислой, появляются менструации, меняется форма таза. У мальчиков быстро увеличиваются яички и половой член, вначале оволосение лобка развивается по женскому типу, набухают грудные железы, к концу периода (15–16 лет) начинается рост волос на теле, лице, в подмышечных впадинах, на лобке по мужскому типу, пигментируется кожа мошонки, еще больше увеличиваются половые органы, возникают первые эякуляции. В подростковом возрасте рост тела в длину превалирует над ростом в ширину, в 13–14 лет происходит второй перекрест кривых роста мальчиков и девочек, после чего мальчики растут быстрее, чем девочки. В подростковом возрасте развивается механическая и словесно-логическая память.

Юношеский возраст совпадает с периодом созревания. В юношеском возрасте рост и развитие организма в основном завершаются, и практически достигают морфофункциональной зрелости все аппараты и системы органов.

Строение тела в **зрелом возрасте** изменяется мало, а в **пожилом** и **старческом** прослеживаются характерные для этих возрастов перестройки, которые изучает специальная наука **геронтология** (от *греч.* *geron* — старик). Временные границы старения варьируют в широких пределах у различных индивидуумов. В **старческом возрасте** происходит снижение адаптационных возможностей организма, изменяются морфофункциональные показатели всех аппаратов и систем органов, в этом важнейшая роль принадлежит лимфоидной, нервной и кровеносной системам.

► **ВАЖНО!**

Старение — генетически детерминированный процесс, но активный образ жизни, регулярные занятия физической культурой замедляют процесс старения, однако это возможно в пределах, обусловленных наследственными факторами.

Уже при первом взгляде на человека видны особенности его индивидуального строения. В анатомии имеется понятие о типах телосложения. Телосложение определяется генетическими наследственными факторами, влиянием внешней среды, социальными условиями. Выделяют **три типа** телосложения человека: мезоморфный, брахиморфный и долихоморфный. В *табл. 6* приведены пропорции тела у людей разных типов телосложения.

Таблица 6

**Характеристика пропорций тела человека
(по П. Н. Башкирову)**

Типы	Относительные размеры частей тела к длине тела, %				
	Длина		Ширина		
	туловища	ноги	руки	плеч	таза
Долихоморфный	29,5	55,0	46,5	21,5	16,0
Мезоморфный	31,0	53,0	44,5	23,0	16,5
Брахиморфный	33,5	51,0	42,5	24,5	17,5

К **мезоморфному** (от *греч.* *mesos* — средний, *morphe* — вид, форма) типу телосложения (нормостеники) были отнесены те люди, чьи анатомические особенности приближаются к усредненным параметрам нормы (с учетом возраста, пола и т. д.) Лица **брахиморфного** телосложения (от *греч.* *brachys* — короткий), или **гиперстеники**, отличаются преобладанием поперечных размеров, упитанностью, имеют не очень высокий рост. Сердце относительно больших размеров, расположено поперечно благодаря высоко стоящей диафрагме. Это

приводит к укорочению легких, петли тонкой кишки расположены преимущественно горизонтально. Люди **долихоморфного** типа телосложения (от *греч. dolichos* — длинный) (астеники) отличаются стройностью, легкостью, преобладанием продольных размеров над поперечными, относительно более длинными конечностями, слабым развитием мышц и жира, узкими костями. Их внутренности опущены, диафрагма ниже, легкие длиннее, а сердце расположено почти вертикально.

Половые признаки отличают мужчину от женщины. Они делятся на первичные (половые органы) и вторичные (например, развитие волос на лобке, развитие молочных желез, изменение голоса и др.). Об этом подробно — в разделе «Половые системы».

Проверьте, как вы усвоили изученный материал

Тестовый контроль № 1

ЧАСТЬ А. Тестовые задания с одним правильным вариантом ответа из четырех возможных.

- 1. «Человек разумный» — это название:**
 - а) семейства;
 - б) вида;
 - в) рода;
 - г) отряда.
- 2. Человек относится к млекопитающим и имеет общие с ними признаки. Наличие какого из перечисленных ниже признаков нехарактерно для млекопитающих:**
 - а) молочных желез;
 - б) четырехкамерного сердца с одной правой дугой аорты;
 - в) кожных желез;
 - г) волосяного покрова.
- 3. Ткань — это:**
 - а) группа клеток, расположенных рядом в теле организма;
 - б) группа клеток и межклеточного вещества, имеющих единство происхождения, сходное строение и выполняющих одинаковые функции;
 - в) все клетки и межклеточное вещество, образующие данный орган;
 - г) вещество, выделяемое клетками для защиты организма.
- 4. Миофибриллы представляют собой:**
 - а) мышечные волокна;
 - б) гладкие мышцы;
 - в) поперечно-полосатые мышцы;
 - г) тонкие сократительные нити внутри мышечного волокна.

- 5. Вид ткани, для которой характерно малое содержание межклеточного вещества и отсутствие кровеносных сосудов:**
а) нервная; в) соединительная;
б) эпителиальная; г) мышечная.
- 6. Жидкую часть крови называют:**
а) тканевой жидкостью; в) лимфой;
б) плазмой; г) физиологическим раствором.
- 7. Функция тромбоцитов:**
а) свертывание крови; в) транспорт кислорода;
б) борьба с инфекциями; г) газообмен с окружающей средой.
- 8. Продолжительность жизни эритроцита составляет примерно:**
а) 4 дня; в) 4 месяца;
б) 4 недели; г) 4 года.
- 9. Объем крови среднестатистического человека равен:**
а) 2,5 л; б) 5,0 л; в) 10,0 л; г) 15,0 л
- 10. От объема крови форменные элементы составляют:**
а) 25%; б) 45%; в) 65%; г) 85%.
- 11. Антитела образуются:**
а) всеми лимфоцитами; в) В-лимфоцитами;
б) Т-лимфоцитами; г) фагоцитами.
- 12. Белок, выполняющий транспортную функцию в организме человека:**
а) инсулин; в) гемоглобин;
б) амилаза; г) пепсин.
- 13. Транспорт кислорода и углекислого газа по сосудам осуществляют:**
а) лейкоциты; в) лейкоциты;
б) эритроциты; г) лимфоциты.
- 14. Количество неорганических веществ в крови человека составляет:**
а) 1%; б) 6%; в) 15%; г) 91–93%.
- 15. У людей с I группой в крови наблюдаются следующие антитела и антигены:**
а) агглютиногены А и В и агглютинины альфа и бета;
б) агглютиногены отсутствуют, агглютинины альфа и бета;
в) агглютиноген В и агглютинин бета;
г) агглютиноген А и агглютинин альфа.

16. Люди, обладающие группой крови I:

- а) являются при ее переливании универсальными донорами;
- б) являются при ее переливании универсальными реципиентами;
- в) являются при ее переливании универсальными донорами и реципиентами;
- г) не могут предоставлять кровь для переливания.

17. Люди, обладающие группой крови IV:

- а) являются при ее переливании универсальными донорами;
- б) являются при ее переливании универсальными реципиентами;
- в) являются при ее переливании универсальными донорами и реципиентами;
- г) не могут предоставлять кровь для переливания.

18. Человеку с резус-отрицательной кровью:

- а) можно переливать любую кровь;
- б) можно переливать только резус-отрицательную кровь;
- в) можно переливать только резус-положительную кровь;
- г) нельзя делать переливание крови.

19. Основу скелетных мышц составляет:

- а) гладкая мышечная ткань;
- б) соединительная ткань;
- в) костная ткань;
- г) поперечно-полосатая мышечная ткань.

20. Синапс — это:

- а) результат действия нервного импульса;
- б) окончание чувствительных нервных волокон;
- в) окончание двигательных нервных волокон;
- г) область контакта нервных клеток друг с другом или с клетками других тканей.

*Ответы***Задание 1**

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1–10										
11–20										

ЧАСТЬ В. Вопросы с несколькими вариантами ответа (от 0 до 5).**1. Человек относится к классу млекопитающих, так как:**

- а) имеет четырехкамерное сердце;
- б) вынашивает плод в матке;

- в) имеет клеточное строение;
 - г) имеет молочные железы;
 - д) обладает членораздельной речью.
- 2. В отличие от других млекопитающих, человек имеет:**
- а) S-образный изгиб позвоночника;
 - б) хорошо развитую кисть;
 - в) сжатую с боков грудную клетку;
 - г) полную перегородку между желудочками сердца;
 - д) сильно развитый мозговой отдел черепа.
- 3. Клетками соединительной ткани являются:**
- а) фибробласты;
 - б) кардиомиоциты;
 - в) адипоциты;
 - г) хондроциты;
 - д) остеоциты.
- 4. Ткань, для которой характерна защитная функция:**
- а) однослойная эпителиальная;
 - б) костная;
 - в) кровь;
 - г) хрящевая;
 - д) лимфа.
- 5. Из перечисленных клеток в процессах фагоцитоза участвуют:**
- а) нейтрофилы;
 - б) моноциты;
 - в) базофилы;
 - г) эритроциты;
 - д) тромбоциты.
- 6. Лейкоциты принимают участие в обеспечении:**
- а) фагоцитоза различных возбудителей;
 - б) распознавания раковых клеток;
 - в) производства антител;
 - г) производства биологически активных соединений, обеспечивающих реакцию воспаления;
 - д) производства биологически активных соединений, влияющих на связывание углекислого газа с эритроцитами.
- 7. Выраженная фагоцитарная активность характерна для:**
- а) базофилов;
 - б) нейтрофилов;
 - в) эритроцитов;
 - г) макрофагов;
 - д) тромбоцитов.
- 8. Для эпителиальных тканей характерно:**
- а) наличие базальной мембраны;
 - б) наличие кровеносных сосудов;
 - в) полярная дифференцировка клеток;
 - г) отсутствие кровеносных сосудов;
 - д) большое количество межклеточного вещества.

9. Форменные элементы крови, не относящиеся к лейкоцитам:

- а) эозинофил; г) тромбоцит;
 б) эритроцит; д) лимфоцит.
 в) моноцит;

10. Гладкая мышечная ткань:

- а) составляет основу скелетных мышц;
 б) сокращается произвольно;
 в) сокращается произвольно;
 г) находится в стенках внутренних органов;
 д) иннервируется автономной нервной системой.

*Ответы***Задание 2**

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ответ										

ЧАСТЬ С. Тестовые задания, требующие установления соответствия.**1. Выпишите индексы соответствующих признаков, характерных для форменных элементов крови человека.**

Форменные элементы крови человека	Признаки
А. Эритроциты Б. Лейкоциты В. Тромбоциты	1. В 1 мл крови их 6–8 тыс. 2. В 1 мл крови их 180–380 тыс. 3. В 1 мл крови их 4,5–5 млн 4. Имеют неправильную форму 5. Имеют округлую форму 6. Имеют форму двояковогнутого диска 7. Живут 5–8 суток 8. Живут от нескольких суток до нескольких лет 9. Живут около 120 суток 10. Содержат ядра

Ответ

А. Эритроциты	
Б. Лейкоциты	
В. Тромбоциты	

2. Установите соответствие между видом ткани и ее особенностями.

Ткани	Особенности
А. Нервная Б. Эпителиальная В. Гладкая мышечная Г. Поперечно-полосатая скелетная	1. Хорошая регенерация 2. Клетки имеют отростки 3. Сокращаются произвольно 4. Иннервируются автономной нервной системой 5. Клетки способны передавать возбуждение 6. Образуют мышцы туловища и конечностей 7. Состоят из нейронов 8. Образуют покровы и слизистые оболочки 9. Находятся в стенках внутренних органов 10. Клетки расположены плотно друг к другу

Ответ

А. Нервная	
Б. Эпителиальная	
В. Гладкая мышечная	
Г. Поперечно-полосатая скелетная	

3. Установите соответствие между форменными элементами крови, их функциями и особенностями.

Форменные элементы крови	Функции и особенности
А. Эритроциты Б. Лейкоциты В. Тромбоциты	1. Участвуют в свертывании крови 2. Вырабатывают антитела 3. Переносят кислород и углекислый газ 4. Имеют ядро 5. Имеют форму двояковогнутого диска 6. Поглощают микроорганизмы, проникшие в ткани 7. Содержат гемоглобин 8. Распознают чужеродные тела 9. Безъядерные плоские бесцветные форменные элементы крови

Ответ

А. Эритроциты	
Б. Лейкоциты	
В. Тромбоциты	

РЕГУЛЯЦИЯ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

В организме человека постоянно происходит регуляция физиологических процессов в соответствии с собственными потребностями и изменениями окружающей среды. Существует два механизма регуляции: **гуморальный** и **нервный**.

Гуморальная регуляция — это координация физиологических и биохимических процессов, осуществляемая через жидкие среды организма (кровь, лимфу, тканевую жидкость, слюну) с помощью биологически активных веществ, выделяемых клетками, тканями и органами в процессе их жизнедеятельности.

Различают **железы внутренней секреции (эндокринные)**, которые не имеют выводных протоков и выделяют свои секреты непосредственно в кровь. Например, щитовидная железа, гипофиз, надпочечники.

Железы внешней секреции имеют выводные протоки и выделяют свои секреты не в кровь, а в какую-либо полость или на поверхность организма. Например, печень, слезные, слюнные, потовые.

Железы смешанной секреции осуществляют и внутреннюю, и внешнюю секрецию. Например, поджелудочная железа выделяет в кровь инсулин и глюкагон, а в 12-перстную кишку — поджелудочный сок.

Нервная регуляция осуществляется с помощью нервных импульсов. Она затрагивает все системы организма, является быстрой и локальной, что особенно важно при регуляции движений.

У человека гуморальная регуляция подчинена нервной и образует совместно с ней единую систему нейрогуморальной регуляции.

Некоторые ученые, подчеркивая важную роль в регуляции секретов эндокринных желез — гормонов, говорят о нейрогуморально-гормональной регуляции.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Нервная система обеспечивает интеграцию всех частей организма в единое целое, осуществляет умственную деятельность, связь организма с внешней средой (ощущения), управляет движениями, регулирует все функции, включая человеческую сексуальность и репродукцию (продолжение рода). Нервная система человека является морфофизиологическим субстратом мышления, творчества, членораздельной речи, трудовой деятельности. *Все функции, включая умственную деятельность, осуществляют группы нервных клеток, связанных между собой многочисленными синапсами.*

Нервную систему человека подразделяют на центральную и периферическую. К *центральной нервной системе* относят спинной и головной мозг, к *периферической* — отходящие от них парные спинномозговые и черепные нервы с корешками, их ветви, нервные окончания и ганглии (нервные узлы, образованные телами нейронов) — *рис. 21.*

Существует еще одна классификация, согласно которой единую нервную систему также

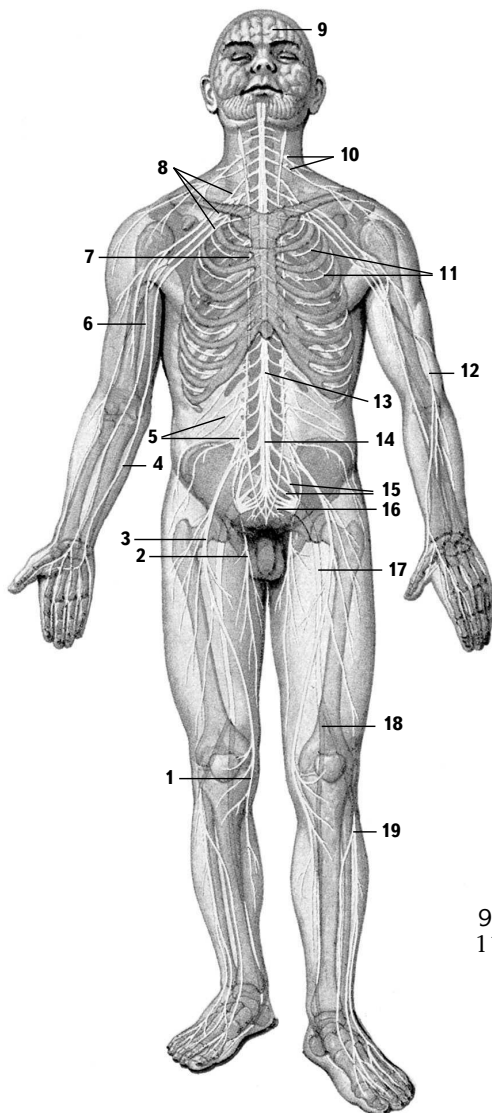


Рис. 21. Нервная система (полусхематично):

- 1 — подкожный нерв, 2 — запирающий нерв, 3 — бедренный нерв, 4 — локтевой нерв, 5 — поясничное сплетение, 6 — срединный нерв, 7 — симпатический ствол, 8 — плечевое сплетение, 9 — головной мозг, 10 — шейное сплетение, 11 — передние ветви (межреберные нервы), 12 — спинной мозг, 13 — лучевой нерв, 14 — конский хвост, 15 — крестцовое сплетение, 16 — копчиковый нерв, 17 — седалищный нерв, 18 — большеберцовый нерв, 19 — общий малоберцовый нерв

условно подразделяют на две части: соматическую (анимальную) и вегетативную (автономную). *Соматическая нервная система* иннервирует главным образом тело (кости, скелетные мышцы, кожу) и обеспечивает связь организма с внешней средой. *Вегетативная (автономная) нервная система* иннервирует все внутренности, железы (в том числе эндокринные), гладкие мышцы органов и кожи, сосуды и сердце, а также обеспечивает обменные процессы во всех органах и тканях.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА (ЦНС) СПИННОЙ МОЗГ

Спинальный мозг, расположенный в позвоночном канале, разделен на две половины. На его боковых поверхностях симметрично входят задние (афферентные) и выходят передние (эфферентные) корешки спинномозговых нервов. Участок спинного мозга, соответствующий каждой паре корешков, называется сегментом (*рис. 22*). В пределах

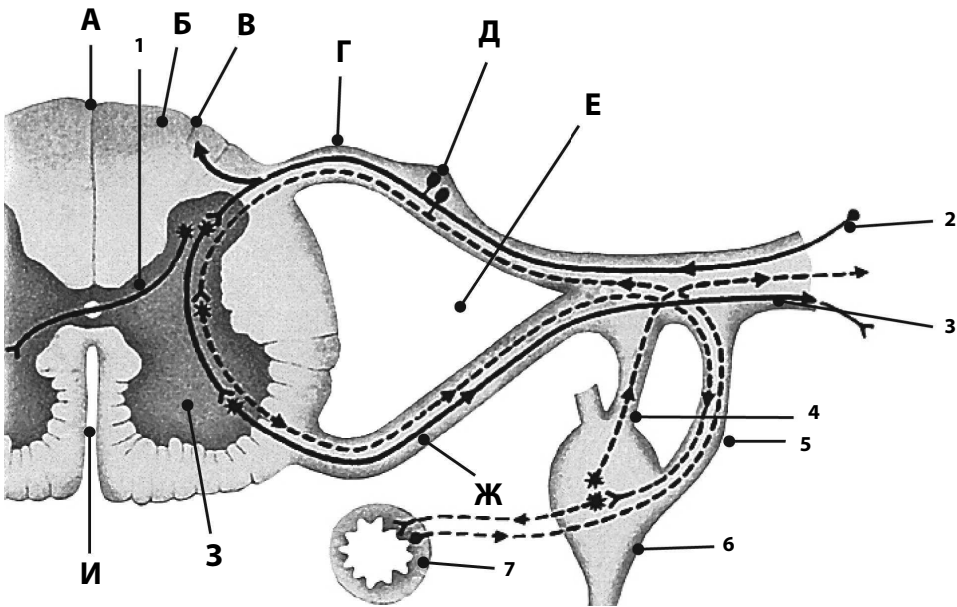


Рис. 22. Спинальный мозг (поперечный разрез) и рефлекторная дуга:
 А — задняя срединная борозда, Б — белое вещество, В — задний рог, Г — задний корешок, Д — спинномозговой узел, Е — боковой рог, Ж — передний корешок,
 З — передний рог, И — передняя срединная щель; 1 — вставочный нейрон,
 2 — афферентное нервное волокно, 3 — эфферентное нервное волокно,
 4 — серая ветвь, 5 — белая ветвь, 6 — узел симпатического ствола,
 7 — нервно-секреторное окончание

спинного мозга выделяют сегменты шейные (I–VIII), грудные (I–XII), поясничные (I–V), крестцовые (I–V) и копчиковые (I–III). Длина спинного мозга в среднем 45 см у мужчин и 41–42 см у женщин, масса 34–88 г.

На поперечном разрезе спинного мозга видно расположенное внутри серое вещество и окружающее его со всех сторон белое. *Серое вещество* образовано телами нервных клеток, которых в спинном мозге насчитывают около 13 млн, началом их отростков, клетками глии. Клетки, имеющие одинаковое строение и выполняющие одинаковые функции, образуют ядра серого вещества. В сером веществе различают передние, задние, а в грудном (от I грудного до II–III поясничного сегментов) и боковые столбы. На поперечном разрезе видны одноименные рога. В передних столбах (передних рогах) серого вещества залегают двигательные нейроны, образующие ядра, являющиеся двигательными соматическими центрами. Их аксоны выходят в составе передних корешков, а затем спинномозговых нервов и направляются на периферию, иннервируя скелетные мышцы. В задних — залегают ядра, образованные мелкими вставочными нейронами, к которым в составе задних, или чувствительных, корешков направляются аксоны клеток, расположенных в спинномозговых узлах. Отростки вставочных нейронов осуществляют связь с нервными центрами головного мозга, а также с несколькими соседними сегментами, с нейронами, расположенными в передних рогах своего сегмента, выше и ниже лежащих сегментов, т. е. связывают афферентные нейроны спинномозговых узлов с нейронами передних рогов. В боковых рогах расположены центры симпатической части вегетативной нервной системы. *Белое вещество* спинного мозга представлено отростками нервных клеток. Совокупность этих отростков составляет системы пучков (тракты, или проводящие пути) спинного мозга.

ГОЛОВНОЙ МОЗГ

Головной мозг располагается в полости мозгового черепа, форма которого определяется формой мозга, некоторыми этническими особенностями, полом и возрастом. Масса мозга взрослого человека около 1500 г (от 1100 до 2000, т. е. диапазон крайних индивидуальных значений очень велик). В свою очередь, это давало и дает основания выдвигать представления о зависимости от массы мозга гениальности; о предначертанном поведении преступников; об умственном преобладании мужчин над женщинами. Однако это не соответствует действительности. Абсолютная масса мозга не позволяет судить об интеллекте человека. Любопытные цифры приводит **М. А. Гремяц-**

кий: масса мозга Тургенева была равна 2012 г, Кромвеля — 2000, Байрона — 2238, Кювье — 1830, Шиллера — 1871, Теккерея — 1294, поэта Уитмена — 1282, врача Деллингера — 1207, Анатоля Франса — 1017 г. Несмотря на то что масса мозга А. Франса была почти в два раза меньше массы мозга И. Тургенева, оба они были гениальными писателями и мыслителями.

► **ВНИМАНИЕ!**

Интегративная деятельность головного мозга обеспечивает целенаправленное поведение человека, его умственную деятельность.

Головной мозг подразделяют на три основных отдела: ствол, мозжечок и конечный мозг (полушария большого мозга). Ствол включает продолговатый мозг, мост, средний и промежуточный мозг. Именно отсюда выходят черепные нервы. Самая развитая, крупная и функционально значимая часть мозга — это полушария большого мозга. В головном мозге выделяют передний мозг, который подразделяют на конечный и промежуточный, средний, задний и продолговатый.

Передний мозг. Конечный мозг, управляющий всей деятельностью организма, состоит из двух полушарий, которые очень хорошо развиты у человека разумного (*рис. 23*). Масса полушарий составляет около 78% общей массы головного мозга, а площадь поверхности коры обоих полушарий человека достигает около 450 тыс. мм², что зависит от наличия большого количества борозд и извилин. Особенного развития у человека достигают лобные доли: их поверхность составляет около 29% всей поверхности коры, а масса — более 50% массы головного мозга. Полушария большого мозга отделены друг от друга продольной щелью, в глубине которой видно соединяющее их мозолистое тело, образованное белым веществом, т. е. волокнами. Каждое полушарие состоит из пяти долей: лобной, теменной, височной, затылочной и островковой. Поперечная щель большого мозга отделяет затылочные доли полушарий от мозжечка. Сзади и книзу от затылочных долей расположены мозжечок и продолговатый мозг, переходящий в спинной.

Кора полушарий большого мозга образована серым веществом, которое лежит по периферии (на поверхности) полушарий. Толщина коры различных участков полушарий колеблется от 1,3 до 5 мм. Количество нейронов в шестислойной коре у человека достигает 10–14 млрд. Каждый из них связан с помощью синапсов с тысячами других нейронов. Располагаются они правильно ориентированными «колонками».

Различные рецепторы воспринимают энергию раздражения и передают ее в виде нервного импульса в кору головного мозга, где происходит анализ всех раздражений, которые поступают из внешней и внутренней среды. В коре головного мозга располагаются центры

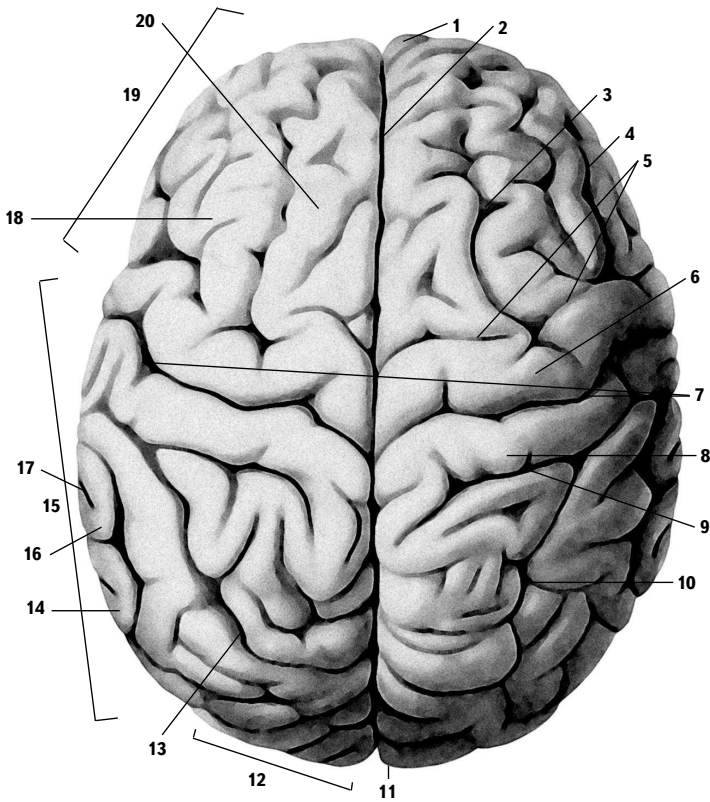


Рис. 23. Головной мозг, вид сверху:

- 1 — лобный полюс, 2 — продольная щель большого мозга, 3 — верхняя лобная борозда, 4 — нижняя лобная борозда, 5 — предцентральная борозда, 6 — предцентральная извилина, 7 — центральная борозда, 8 — постцентральная извилина, 9 — постцентральная борозда, 10 — межтеменная борозда, 11 — затылочный полюс, 12 — затылочная доля, 13 — теменно-затылочная борозда, 14 — угловая извилина, 15 — теменная доля, 16 — надкраевая извилина, 17 — латеральная борозда, 18 — средняя лобная извилина, 19 — лобная доля, 20 — верхняя лобная извилина

(корковые концы анализаторов, которые не имеют строго очерченных границ), регулирующие выполнение определенных функций. В коре постцентральной извилины и верхней теменной дольки залегают ядра коркового анализатора чувствительности (температурной, болевой, осязательной, мышечного и сухожильного чувства) противоположной половины тела. Причем вверху расположены проекции нижних конечностей и нижних отделов туловища, а внизу проецируются рецепторные поля верхних частей тела и головы. Пропорции тела весьма искажены, ибо на представительство в коре кистей, языка, лица и губ приходится значительно большая площадь, чем на туловище и ноги, что соответствует их физиологической значимости (рис. 24А).

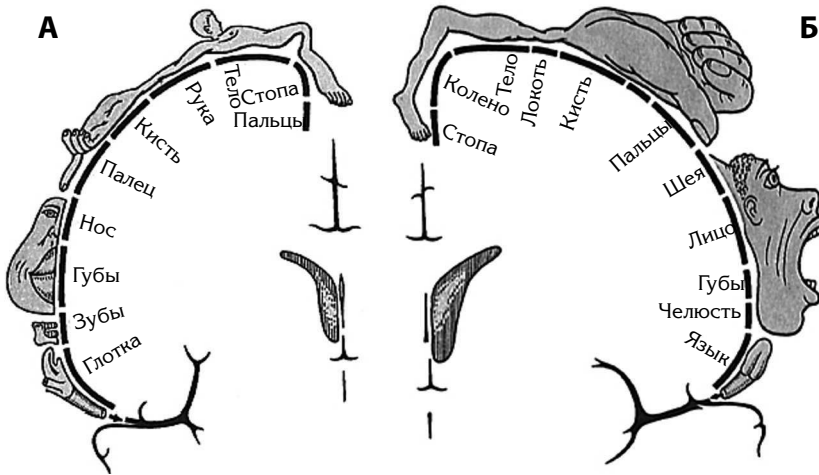


Рис. 24. Расположение корковых центров:

А — корковый центр общей чувствительности (чувствительный «гомункулус») (из В. Пенфилда и И. Расмуссена). Изображения на поперечном срезе мозга (на уровне постцентральной извилины) и относящиеся к ним обозначения показывают пространственное представление поверхности тела в коре большого мозга.

Б — двигательная область коры (двигательный «гомункулус»; (из В. Пенфилда и И. Расмуссена). Изображение двигательного «гомункулуса» отражает относительные размеры областей представления отдельных участков тела в коре предцентральной извилины большого мозга

Ядро двигательного анализатора находится главным образом в предцентральной извилине («двигательная область коры»), и здесь пропорции частей тела человека, как и в чувствительной зоне, весьма искажены (рис. 24Б). Размеры проекционных зон различных частей тела зависят не от их действительной величины, а от функционального значения. Так, зоны кисти в коре полушарий большого мозга значительно больше, чем зоны туловища и нижней конечности, вместе взятые. Двигательные области каждого из полушарий, весьма специализированные у человека, связаны со скелетными мышцами противоположной стороны тела. Если мышцы конечностей изолированно связаны с одним из полушарий, то мышцы туловища, гортани и глотки — с двигательными областями обоих полушарий. От двигательной коры нервные импульсы направляются к нейронам спинного мозга, а от них — к скелетным мышцам.

В коре височной доли находится ядро слухового анализатора. К каждому из полушарий подходят проводящие пути от рецепторов органа слуха как левой, так и правой стороны. Ядро зрительного анализатора располагается на медиальной поверхности затылочной доли. Причем ядро правого полушария связано проводящими путями с латеральной (височной) половиной сетчатки правого глаза и медиальной (носовой) половиной сетчатки левого глаза; левого — с латеральной половиной сетчатки левого и медиальной половиной сетчатки правого глаза.

Благодаря близкому расположению ядер *обонятельного* (лимбическая система, крючок) и *вкусового анализаторов* (самые нижние отделы коры постцентральной извилины) чувства обоняния и вкуса тесно связаны между собой. Ядра вкусового и обонятельного анализаторов обоих полушарий связаны проводящими путями с рецепторами как левой, так и правой стороны.

Корковые концы анализаторов осуществляют анализ и синтез сигналов, поступающих из внешней и внутренней среды организма, составляющих **первую сигнальную систему действительности (И. П. Павлов)**. В отличие от первой, **вторая сигнальная система** имеется только у человека и тесно связана с членораздельной речью.

Речь и мышление человека осуществляются при участии всей коры полушарий большого мозга. В то же время в коре полушарий большого мозга человека имеются зоны, являющиеся центрами целого ряда специальных функций, связанных с речью. Двигательные анализаторы устной и письменной речи располагаются в областях коры лобной доли вблизи ядра двигательного анализатора. Центры зрительного и слухового восприятия речи находятся вблизи ядер анализаторов зрения и слуха. При этом речевые анализаторы у правой руки локализуются лишь в левом полушарии, а у левой — в большинстве случаев тоже слева. Однако они могут располагаться справа или в обоих полушариях.

► **ВНИМАНИЕ!**

Лобные доли являются морфологической основой психических функций человека и его разума.

В 1982 г. **Р. Сперри** был удостоен Нобелевской премии «за открытия, касающиеся функциональной специализации полушарий мозга». Он пишет: «Каждое полушарие... имеет как бы отдельное собственное мышление». В то же время следует подчеркнуть, что оба полушария здорового мозга работают вместе, образуя единый мозг.

► **ВНИМАНИЕ!**

Исследования Сперри показали, что кора левого полушария отвечает за вербальные (от *лат. verbalis* — словесный) операции и речь. Левое полушарие ответственно за понимание речи, а также за выполнение движений и жестов, связанных с языком; за математические расчеты, абстрактное мышление, интерпретацию символических понятий. Кора правого полушария контролирует выполнение невербальных функций, она управляет интерпретацией зрительных образов, пространственных взаимоотношений. Кора правого полушария дает возможность распознавать предметы, но не позволяет выразить это словами. Кроме того, правое полушарие распознает звуковые образы и воспринимает музыку. Оба полушария ответственны за сознание и самосознание человека, его социальные функции.

Базальные (подкорковые, центральные) ядра и белое вещество конечного мозга. В толще образованного нервными волокнами белого вещества имеются скопления серого, складывающегося в отдельно лежащие ядра, которые залегают ближе к основанию мозга. Они получают информацию об активности двигательной системы (полосатое тело, ограда и миндалевидное тело), управляют движениями и регулируют мышечный тонус. В толще белого вещества под мозолистым телом располагаются *боковые желудочки*, которые являются полостями полушарий большого мозга.

Промежуточный мозг, расположенный под мозолистым телом, состоит из таламуса, эпиталамуса, метаталамуса и гипоталамуса (рис. 25). *Таламус* (зрительный бугор) — парный, образованный главным образом серым веществом, является подкорковым центром всех видов чувствительности, в нем насчитывают несколько десятков ядер, которые получают информацию от всех органов чувств и передают ее

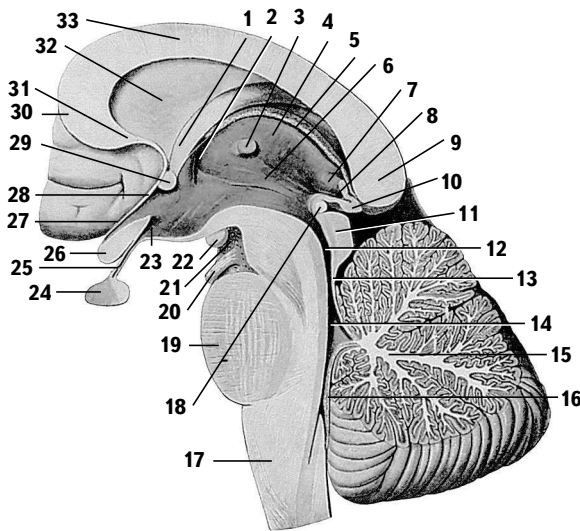


Рис. 25. Промежуточный и задний мозг. Вид со стороны полости третьего желудочка мозга. Сагиттальный разрез ствола мозга:

- 1 — столб свода, 2 — межжелудочковое отверстие, 3 — межталамическое сращение,
- 4 — таламус, 5 — сосудистое сплетение третьего желудочка, 6 — гипоталамическая борозда, 7 — треугольник поводка, 8 — шишковидное углубление, 9 — валик мозолистого тела, 10 — шишковидная железа, 11 — крыша среднего мозга,
- 12 — водопровод среднего мозга, 13 — верхний мозговой парус, 14 — четвертый желудочек, 15 — мозжечок, 16 — нижний мозговой парус, 17 — продолговатый мозг,
- 18 — задняя спайка, 19 — мост, 20 — корешок глазодвигательного нерва, 21 — заднее продырявленное вещество, 22 — сосцевидное тело, 23 — углубление воронки,
- 24 — гипофиз, 25 — воронка, 26 — перекрест зрительных нервов, 27 — супраоптическое углубление, 28 — терминальная пластинка, 29 — передняя спайка, 30 — колено мозолистого тела, 31 — клюв мозолистого тела, 32 — прозрачная перегородка,
- 33 — ствол мозолистого тела

в кору головного мозга. Таламус связан с лимбической системой, ретикулярной формацией, гипоталамусом, мозжечком, базальными ганглиями. Через таламус сознание контролирует автоматические движения. Обращенные друг к другу медиальные поверхности обоих таламусов образуют боковые стенки полости промежуточного мозга — III желудочек.

Эпиталамус включает эпифиз (шишковидное тело), являющийся железой внутренней секреции. Его гормоны влияют на развитие половых желез, тормозя их деятельность. Именно этот орган ранее рассматривался в качестве «третьего глаза», а иногда и локализации души. *Метаталамус* образован парными медиальным и латеральным коленчатыми телами, лежащими позади каждого зрительного бугра. Медиальное коленчатое тело наряду с нижними холмиками пластинки крыши среднего мозга (четверохолмия) является подкорковым центром слухового анализатора, а латеральное вместе с верхними холмиками — подкорковым центром зрительного анализатора.

Гипоталамус располагается впереди от ножек мозга и включает в себя ряд структур: расположенную впереди зрительную и обонятельную части. К последней относится собственно подбугорье, или гипоталамус, в котором расположены центры вегетативной части нервной системы. Гипоталамус контролирует деятельность эндокринной системы человека благодаря тому, что его нейроны секретируют нейрогормоны (вазопрессин и окситоцин), а также факторы, стимулирующие или угнетающие выработку гормонов гипофизом.



ВНИМАНИЕ!

Гипоталамус, масса которого не превышает 5% мозга, является центром регуляции эндокринных функций, он объединяет нервные и эндокринные регуляторные механизмы в общую нейроэндокринную систему.

В гипоталамусе залегают также нейроны, которые воспринимают все изменения, происходящие в крови и спинномозговой жидкости (температуру, состав, содержание гормонов и т. д.). Гипоталамус связан с корой большого мозга и лимбической системой. В гипоталамус поступает информация из центров, регулирующих деятельность дыхательной и сердечно-сосудистой систем. В гипоталамусе расположены центры жажды, голода, центры, регулирующие эмоции и поведение человека, сон и бодрствование, температуру тела и т. д. Из гипоталамуса выделены обладающие морфиноподобным действием энкефалины и эндорфины. Считают, что они влияют на поведение (оборонительные, пищевые, половые реакции) и вегетативные процессы, обеспечивающие выживание человека.

► **ВНИМАНИЕ!**

Гипоталамус регулирует все функции организма, кроме ритма сердца, кровяного давления и спонтанных дыхательных движений, которые регулируются продолговатым мозгом.

Сосцевидные тела, образованные серым веществом, являются подкорковыми центрами обонятельного анализатора. Кпереди от них расположен серый бугор, в котором залегают ядра вегетативной нервной системы. Они оказывают влияние на эмоциональные реакции человека (агрессия, ярость), а также учащение или замедление сердцебиений, повышение или понижение кровяного давления.

К **среднему мозгу** относят ножки мозга и крышу. Ножки мозга — это белые округлые довольно толстые тяжи, выходящие из моста и направляющиеся вперед в полушария большого мозга. В ножках залегают группы нейронов, богатые пигментом меланином, выделяющиеся своим черным цветом (*черное вещество*). Другие пигментные образования в ножках — это *красные ядра*. Черное вещество и красные ядра участвуют в регуляции мышечного тонуса и подсознательных автоматических движений.

В крыше среднего мозга различают пластинку в виде *четверохолмия*. Два верхних холмика являются подкорковыми центрами зрительного анализатора, а нижние — слухового анализатора. В углублении между верхними холмиками лежит шишковидное тело (см. «Эндокринная система»). Сильвиев водопровод — узкий канал длиной 2 см, который соединяет III и IV желудочки. Вокруг водопровода располагается центральное серое вещество, в котором заложены ретикулярная формация, ядра III и IV пар черепных нервов и др.

К **заднему мозгу** относятся мост, расположенный центрально, и лежащий позади него мозжечок. У человека *мост* (варолиев мост) достигает наибольшего развития, он выглядит в виде лежащего поперечно утолщенного валика. Мост состоит из множества нервных волокон, связывающих кору большого мозга со спинным мозгом и с корой полушарий мозжечка. Между волокнами залегают ретикулярная формация, ядра V, VI, VII, VIII пар черепных нервов.

Мозжечок очень хорошо развит у человека в связи с прямохождением и трудовой деятельностью (*рис. 26*). Его масса у взрослого человека 120–160 г и составляет 8–12% массы головного мозга. В мозжечке различают два полушария и непарную срединную часть — червь. Поверхности полушарий и червя разделяют поперечные параллельные борозды, между которыми расположены узкие длинные листки мозжечка. Благодаря этому его поверхность у взрослого человека составляет в среднем 850 см². Мозжечок состоит из серого и белого вещества. Белое вещество, проникая между серым, как бы ветвится,

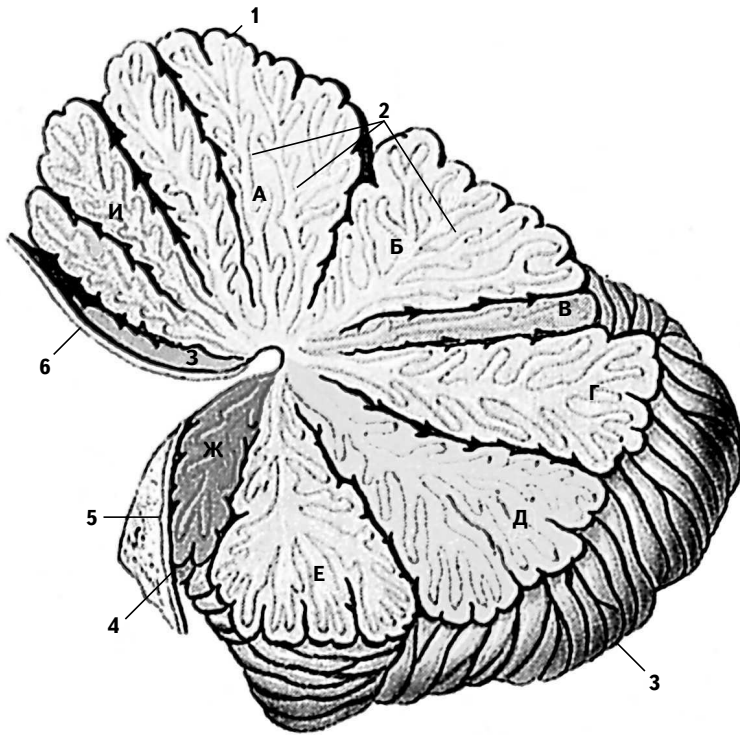


Рис. 26. Мозжечок, срединный разрез через червь:

А — вершина, Б — скат, В — листок червя, Г — бугор, Д — пирамида червя, Е — язычок червя, Ж — узелок, З — язычок мозжечка, И — центральная долька; 1 — червь, 2 — белые пластинки, 3 — полушарие мозжечка, 4 — сосудистая основа IV желудочка, 5 — нижний мозговой парус, 6 — верхний мозговой парус

образуя белые полосы, напоминая на срединном разрезе фигуру ветвящегося дерева — «дерево жизни». Это понятие является издревле символом всего существующего на Земле. Человек расположен в центре мироздания, а на «листочках этого дерева» в мозжечке якобы записаны судьбы людей. Кора мозжечка состоит из серого вещества толщиной 1–1,5 мм. Кроме того, в толще белого вещества имеются скопления серого — четыре пары ядер. Волокна, связывающие мозжечок с другими отделами мозга, образуют три пары мозжечковых ножек: нижние направляются к продолговатому мозгу, средние — к мосту, верхние — к четверохолмию.

Мозжечок играет основную роль в поддержании равновесия тела, мышечного тонуса и координации движений. Из спинного мозга мозжечок получает информацию о положении частей тела и глаз. Мозжечок как бы согласовывает деятельность спинного мозга и двигательной коры по осуществлению как тонких, так и быстрых и последовательных движений. Он постоянно координирует сигналы,

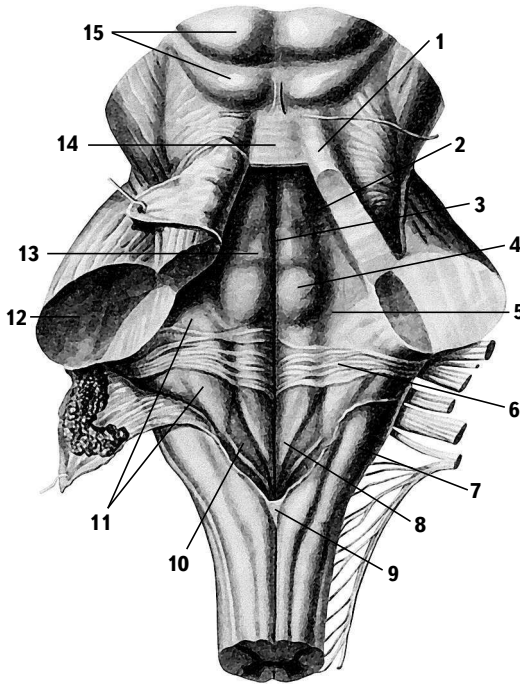


Рис. 27. Задняя сторона продолговатого мозга, вид сверху:
 1 — верхняя мозжечковая ножка,
 2 — голубоватое место,
 3 — срединная борозда ромбовидной ямки, 4 — лицевой бугорок, 5 — пограничная борозда, 6 — мозговые полоски, 7 — нижняя мозжечковая ножка, 8 — треугольник подъязычного нерва, 9 — задвижка, 10 — треугольник блуждающего нерва, 11 — вестибулярное поле, 12 — средняя мозжечковая ножка, 13 — медиальное возвышение, 14 — верхний мозговой парус, 15 — верхние и нижние холмики (среднего мозга)

идущие к мышцам от двигательных зон коры, на основании информации, получаемой мозгом от органов зрения, слуха и проприорецепторов. Кора большого мозга управляет функциями мозжечка.

Продолговатый мозг является непосредственным продолжением спинного мозга. Он построен из белого и серого вещества (рис. 27). В последнем расположены многочисленные ядра, в том числе IX–XII пар черепных нервов, оливы, центры дыхания и кровообращения, ретикулярная формация. Белое вещество образовано нервными волокнами, которые составляют все чувствительные и двигательные проводящие пути. Большая часть их перекрещивается в продолговатом мозге, так что левое полушарие связано с правой половиной тела, и наоборот. Центры продолговатого мозга регулируют кровяное давление, сердечный ритм и спонтанные дыхательные движения.

На медиальной и нижней поверхностях полушарий выделяют ряд образований, относящихся к **лимбической системе**, которая располагается по краям полушарий (рис. 28). К ним относят в основном структуры обонятельного мозга — наиболее древней части полушарий. В описаниях морфологов так называемую лимбическую систему представляют в виде «анатомического эмоционального кольца», в состав которого входят различные образования мозга. Это корковые структуры: гиппокамп, парагиппокампальная, поясная извилина, структуры обонятельного мозга (обонятельные луковицы, обонятельные бугор-

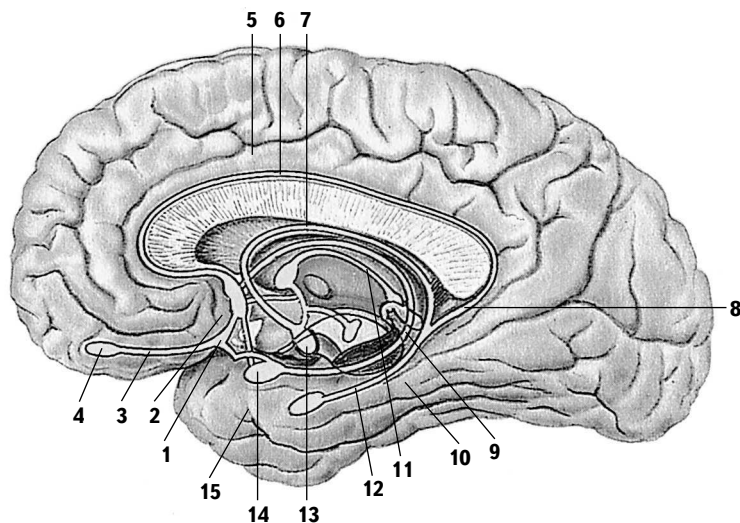


Рис. 28. Структуры лимбической системы головного мозга:

- 1 — обонятельный треугольник, 2 — паратерминальная извилина, 3 — обонятельный тракт, 4 — обонятельная луковица, 5 — поясная извилина, 6 — серый покров, 7 — свод, 8 — перешеек поясной извилины, 9 — терминальная полоска, 10 — парагиппокампальная извилина, 11 — мозговая полоска таламуса, 12 — гиппокамп, 13 — сосцевидное тело, 14 — миндалевидное тело, 15 — крючок

ки, области коры над миндалиной, а также частично кора лобной, островковой и височной долей; подкорковые структуры (миндалина, ядра перегородки, передние ядра таламуса), гипоталамус, сосцевидные тела. Все лимбические структуры связаны между собой и с другими отделами мозга. Особенно богаты связи с гипоталамусом. *Кора лобных долей регулирует деятельность лимбической системы.* Через лимбическую систему проходят сигналы, направляющиеся от всех органов чувств в кору полушарий, а также в обратном направлении. Она обуславливает эмоциональный настрой человека и мотивации, т. е. побуждение к действию, поведение, процессы научения и памяти, а также обеспечивает общее улучшение приспособления организма к постоянно изменяющимся условиям внешней среды.

Ретикулярная формация (от *лат.* *rete* — сеть) представляет собой совокупность клеток, клеточных скоплений и нервных волокон, расположенных на всем протяжении ствола мозга (продолговатый мозг, мост, средний и промежуточный мозг) и в центральных отделах спинного мозга. Ретикулярная формация получает информацию от всех органов чувств, внутренних и других органов, оценивает ее, фильтрует и передает в лимбическую систему и кору большого мозга. Она регулирует уровень возбудимости и тонуса различных отделов центральной нервной системы, включая кору большого мозга, играет

важную роль в сознании, мышлении, памяти, восприятии, эмоциях, сне, бодрствовании, вегетативных функциях, целенаправленных движениях, а также в механизмах формирования целостных реакций организма. Ретикулярная формация прежде всего выполняет функцию фильтра, который позволяет важным для организма сенсорным сигналам активировать кору мозга, но не пропускает привычные для него или повторяющиеся сигналы.

Оболочки спинного и головного мозга

Спинальный и головной мозг покрыты тремя оболочками (рис. 29). Оболочки головного мозга в области большого затылочного отверстия продолжают в одноименные оболочки спинного мозга: наружная твердая оболочка мозга, средняя паутинная и внутренняя мягкая оболочка мозга. Непосредственно к наружной поверхности головного и спинного мозга прилежит **мягкая (сосудистая) оболочка**, которая заходит во все щели и борозды. От нее отходят соединительнотканые волокна, которые вместе с кровеносными сосудами проникают в вещество мозга. Кнаружи от сосудистой оболочки располагается **паутинная оболочка**. Между веществом мозга, покрытым мягкой оболочкой и па-

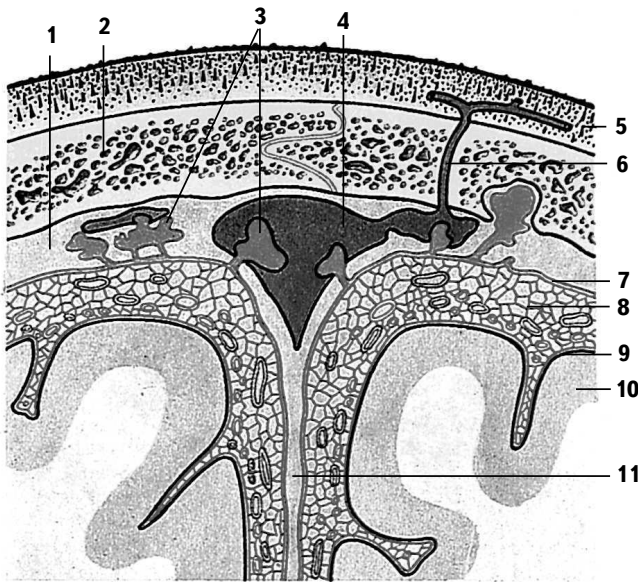


Рис. 29. Взаимоотношение оболочек головного мозга и верхнего сагиттального синуса со сводом черепа и поверхностью мозга; фронтальный разрез (схема):

- 1 — твердая оболочка головного мозга, 2 — свод черепа, 3 — грануляции паутинной оболочки, 4 — верхний сагиттальный синус, 5 — кожа, 6 — эмиссарная вена, 7 — паутинная оболочка головного мозга, 8 — подпаутинное пространство, 9 — мягкая оболочка головного мозга, 10 — головной мозг, 11 — серп большого мозга

утиной оболочкой, находится *подпаутинное* (субарахноидальное) пространство, заполненное спинномозговой жидкостью. В нижней части позвоночного канала в подпаутинном пространстве свободно плавают корешки спинномозговых нервов. Кверху подпаутинное пространство продолжается в одноименное пространство головного мозга. Над крупными щелями и бороздами подпаутинное пространство широкое, образует вместилища, получившие название цистерн.

Подпаутинные пространства головного и спинного мозга сообщаются между собой в месте перехода спинного мозга в головной. В подпаутинное пространство оттекает спинномозговая жидкость, образующаяся в желудочках головного мозга. Из боковых желудочков жидкость оттекает в третий желудочек, из третьего — в четвертый, а из него — в подпаутинное пространство. Обратное всасывание спинномозговой жидкости осуществляется через *арахноидальные грануляции* — отростки паутинной оболочки, проникающие в просветы синусов твердой оболочки головного мозга, а также в кровеносные и лимфатические капилляры в местах выхода корешков черепных и спинномозговых нервов из полости черепа и позвоночного канала. Благодаря этому механизму спинномозговая жидкость постоянно образуется и всасывается в кровь с одинаковой скоростью.

Снаружи от паутинной оболочки находится **твердая оболочка мозга**, которая образована плотной волокнистой соединительной тканью и отличается прочностью. От паутинной оболочки спинного мозга твердая отделена субдуральным пространством. Вверху субдуральное пространство спинного мозга свободно сообщается с аналогичным пространством полости черепа; внизу оно слепо заканчивается на уровне II крестцового позвонка. Твердая оболочка спинного мозга прочно срастается с краями большого (затылочного) отверстия и вверху переходит в твердую оболочку головного мозга. Твердая оболочка головного мозга срастается с надкостницей внутренней поверхности костей основания мозгового черепа, особенно в местах их соединения между собой и выхода черепных нервов из полости черепа, с костями свода черепа она связана непрочно. Поверхность твердой оболочки, обращенная в сторону мозга, гладкая; между ней и паутинной оболочкой образуется узкое *субдуральное пространство*, в котором имеется небольшое количество жидкости.

На некоторых участках твердая оболочка головного мозга глубоко впячивается в виде отростков в щели, отделяющие друг от друга части мозга. В местах отхождения отростков оболочка расщепляется, образуя каналы треугольной формы, выстланные эндотелием *синусы твердой мозговой оболочки*; листки, образующие их стенки, туго натянуты и не спадаются. В синусы из мозга по венам оттекает венозная кровь, которая поступает затем во внутренние яремные вены.

ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Периферическая нервная система образована узлами (спинномозговыми, черепными и вегетативными), нервами (31 пара спинномозговых и 12 пар черепных) и нервными окончаниями (см. рис. 21). Последние представлены рецепторами, воспринимающими раздражения внешней и внутренней среды, а также эффекторами, передающими нервные импульсы исполнительным органам. Каждый нерв состоит из миелинизированных и немиелинизированных нервных волокон. Снаружи нерв окружен соединительнотканной оболочкой — эпиневрием, в который входят питающие его сосуды. Нерв состоит из пучков, которые, в свою очередь, покрыты периневрием, а отдельные волокна — эндоневрием.

В зависимости от выполняемой функции различают нервы чувствительные, двигательные и преимущественно смешанные. В периферической нервной системе человека преобладают смешанные нервы, содержащие те и другие, а также симпатические волокна. Чувствительные нервы сформированы отростками (дендритами) нервных клеток чувствительных узлов черепных нервов или спинномозговых узлов. Двигательные нервы состоят из отростков (аксонов) нервных клеток, лежащих в двигательных ядрах черепных нервов или в ядрах передних столбов спинного мозга. Вегетативные нервы образованы отростками клеток вегетативных ядер черепных нервов или боковых столбов спинного мозга.

Черепные нервы. От ствола головного мозга отходит 12 пар черепных нервов (рис. 30). В их состав входят афферентные, т. е. «приходящие», эфферентные, т. е. «уходящие», а также вегетативные волокна. Черепные нервы имеют собственные названия и порядковые номера, обозначаемые римскими цифрами. *Чувствительные нервы:* обонятельный, зрительный, преддверно-улитковый. Обонятельные нервы (I) состоят из отростков рецепторных клеток, располагающихся в слизистой оболочке обонятельной области полости носа, а зрительные (II) — из отростков ганглиозных клеток сетчатой оболочки глаза. В отличие от обонятельных нервов, которые образуют 15–20 нитей (нервов), зрительный нерв представлен единым стволом. Войдя в полость черепа, правый и левый зрительные нервы перекрещиваются и продолжают в зрительные тракты. Преддверно-улитковый нерв (VIII) образован центральными отростками нейронов, залегающими в преддверном и улитковом узлах. Периферические отростки клеток последних формируют нервы, заканчивающиеся, соответственно, в вестибулярной части перепончатого лабиринта внутреннего уха (орган равновесия) и в спиральном органе улиткового протока (орган слуха).

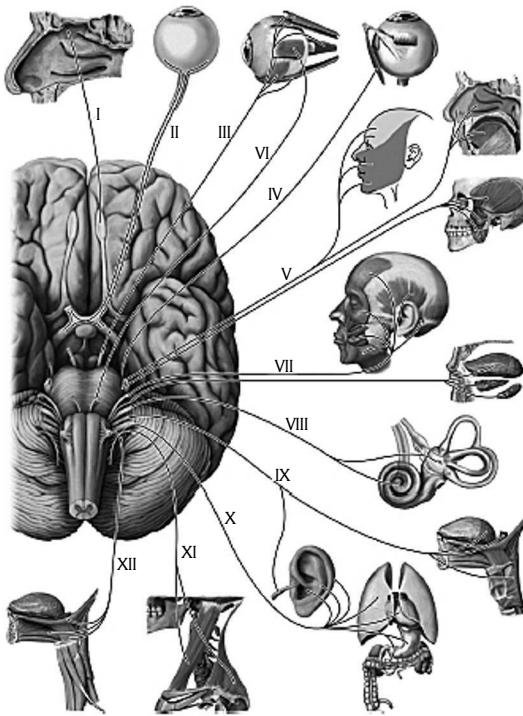


Рис. 30. Управление органов черепными нервами, схема:

- I — обонятельный нерв,
- II — зрительный нерв,
- III — глазодвигательный нерв,
- IV — блоковый нерв,
- V — тройничный нерв,
- VI — отводящий нерв,
- VII — лицевой нерв,
- VIII — преддверно-улитковый нерв,
- IX — языкоглоточный нерв,
- X — блуждающий нерв,
- XI — добавочный нерв,
- XII — подъязычный нерв

Двигательные нервы: глазодвигательный, блоковый, отводящий, добавочный, подъязычный.

Глазодвигательный (III), блоковый (IV) и отводящий (VI) нервы иннервируют мышцы глазного яблока и мышцу, поднимающую верхнее веко. В составе глазодвигательного нерва проходят также парасимпатические волокна, которые иннервируют мышцы глазного яблока, суживающие зрачок, и ресничную. Добавочный нерв (XI) делится на две ветви. Одна из них присоединяется к блуждающему нерву, а наружная направляется к грудино-ключично-сосцевидной и трапециевидной мышцам. Подъязычный нерв (XII) иннервирует мышцы языка.

Смешанные нервы: тройничный, лицевой, языкоглоточный, блуждающий. Тройничный нерв (V) осуществляет чувствительную иннервацию твердой мозговой оболочки, кожи головы и слизистых оболочек глаза, полости носа и рта, придаточных пазух носа, передних 2/3 языка, слюнных желез, двигательную иннервацию жевательных мышц и некоторых мышц шеи.

В состав лицевого нерва (VII) входят двигательные ветви (собственно лицевой нерв), иннервирующие мимические мышцы и смешанный (промежуточный) нерв. Последний образован чувствительными (вкусовыми) и парасимпатическими волокнами: первые распространяются в передних 2/3 языка, а парасимпатические предназначены для слезной железы, а также желез слизистой оболочки полости носа, подчелюстной и подъязычной слюнных желез.

В составе языкоглоточного нерва (IX) проходят двигательные, чувствительные и парасимпатические волокна. Нерв осуществляет чувствительную иннервацию слизистой оболочки задней трети языка, глотки, среднего уха, а также иннервирует мышцы глотки и околоушную слюнную железу.

Блуждающий нерв (X) осуществляет парасимпатическую иннервацию органов шеи, грудной и брюшной полостей (до сигмовидной ободочной кишки), а также содержит чувствительные и двигательные волокна, которые иннервируют часть твердой оболочки головного мозга, кожу наружного слухового прохода и ушной раковины, слизистую оболочку и мышцы-сжиматели глотки, мышцы мягкого нёба, слизистую оболочку и мышцы гортани, трахею, бронхи, пищевод, сердце. В брюшной полости от ствола нерва отходят желудочные, печеночные и чревные ветви.

Спинномозговые нервы. Спинномозговые нервы (31 пара) формируются из двух корешков, отходящих от спинного мозга, — переднего (эфферентного) и заднего (афферентного), которые, соединяясь между собой в межпозвоночном отверстии, образуют ствол спинномозгового нерва (см. рис. 22). Это 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчиковый нерв. Спинномозговые нервы соответствуют сегментам спинного мозга. К заднему корешку прилежит чувствительный спинномозговой узел, образованный телами крупных афферентных Т-образных нейронов. Длинный отросток (дендрит) направляется на периферию, где заканчивается рецептором, а короткий аксон в составе заднего корешка входит в задние рога спинного мозга. Волокна обоих корешков (переднего и заднего) образуют смешанные спинномозговые нервы, содержащие чувствительные, двигательные и вегетативные (симпатические) волокна. Последние имеются не во всех боковых рогах спинного мозга, а только в VIII шейном, всех грудных и I–II поясничных нервах. В грудном отделе нервы сохраняют сегментарное строение (межреберные нервы), а в остальных соединяются друг с другом петлями, образуя сплетения: шейное, плечевое, поясничное, крестцовое и копчиковое, от которых отходят периферические нервы, иннервирующие кожу и скелетные мышцы (рис. 31).

От *шейного сплетения* отходят чувствительные (кожные) нервы, иннервирующие кожу затылочной области, ушной раковины, наружного слухового прохода, шеи; двигательные (мышечные) ветви к близлежащим мышцам шеи и смешанный диафрагмальный нерв, иннервирующий диафрагму.

Нервы *плечевого сплетения* иннервируют часть мышц шеи, мышцы плечевого пояса, плечевой сустав, кожу и мышцы верхней конечности. 12 пар передних ветвей грудных нервов — это смешанные межребер-

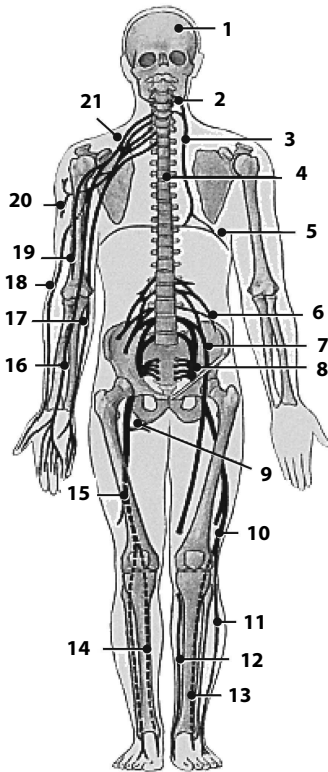


Рис. 31. Спинномозговые нервы:

- 1 — головной мозг в полости черепа,
 2 — шейное сплетение (C1–VIII),
 3 — диафрагмальный нерв, 4 — спинной мозг
 в позвоночном канале, 5 — диафрагма,
 6 — поясничное сплетение (L1–IV),
 7 — бедренный нерв, 8 — крестцовое
 сплетение (LIV–V; SI–III), 9 — мышечные ветви
 седалищного нерва, 10 — общий
 малоберцовый нерв, 11 — поверхностный
 малоберцовый нерв, 12 — подкожный нерв,
 13 — глубокий малоберцовый нерв,
 14 — большеберцовый нерв,
 15 — седалищный нерв, 16 — срединный нерв,
 17 — локтевой нерв, 18 — лучевой нерв,
 19 — мышечно-кожный нерв,
 20 — подмышечный нерв,
 21 — плечевое сплетение (CV–VIII; T1)

ные нервы, иннервирующие все вентральные мышцы стенок грудной и брюшной полостей, кожу передней и боковой поверхности груди и живота, молочную железу и осуществляющие чувствительную иннервацию кожи туловища.

Нервы, выходящие из *поясничного сплетения*, иннервируют кожу нижнего отдела передней брюшной стенки и частично бедра, голени и стопы, наружных половых органов. Мышечные нервы иннервируют мышцы стенок живота, передней и медиальной групп мышц бедра. *Крестцовое сплетение* иннервирует мышцы и частично кожу ягодичной области и промежности, кожу наружных половых органов, кожу и мышцы задней поверхности бедра, кости, суставы, мышцы и кожу голени и стопы. Ветви копчикового сплетения иннервируют кожу в области копчика и в окружности заднего прохода.

ВЕГЕТАТИВНАЯ (АВТОНОМНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА (ВНС)

Вегетативная (от *лат. vegeto* — возбуждаю, оживляю) нервная система поддерживает постоянство внутренней среды организма, координирует и регулирует деятельность внутренних органов, обмен веществ, функциональную активность тканей. Пожалуй, наиболее важна универсальность вегетативной нервной системы, которая иннервирует весь без исключения организм, все органы, ткани. Вегета-