



Рос

ЛИНИЯ
ЖИЗНИ

БИОЛОГИЯ



9

Часть 1

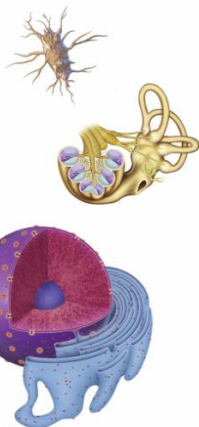
УГЛУБЛЁННЫЙ
УРОВЕНЬ

БИОЛОГИЯ



9

класс



УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ

Учебник

В двух частях
Часть 1

Под редакцией
С. В. Суматохина

Допущено
Министерством просвещения
Российской Федерации


Москва
«Просвещение»
2024



Дорогие друзья!

Жизнь во всех её проявлениях является предметом изучения различных отраслей биологической науки. Мир живых организмов удивителен и многообразен. Вашим путеводителем в этом мире по-прежнему остаётся учебник. Этот учебник часть комплекта, который называется «Линия жизни».

Текст учебника разделён на главы и параграфы. Нужный раздел учебника вы найдёте по **ОГЛАВЛЕНИЮ**. Приступая к изучению новой главы, прочитайте информацию о том, что вы узнаете и чему научитесь.

Перед каждым параграфом расположена рубрика **ЭТО Я ЗНАЮ**, в которой помещены тезисы, помогающие вспомнить изученный ранее материал, чтобы лучше понять и усвоить новый. Также в начале каждого параграфа под знаком  сформулированы проблемные вопросы, ответы на которые можно найти в этом параграфе. Рекомендуем возвращаться к таким вопросам в конце работы над темой для проверки того, всё ли вы усвоили.

Структура каждого параграфа состоит из вопросов и ответов на них. Содержание параграфа кратко изложено в рубрике **ВЫВОДЫ**. В конце параграфов расположены различные вопросы и задания, а также **ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ**, которые помогут закрепить изученный материал. Новые понятия, которые нужно запомнить и уметь объяснять, расположены в конце параграфа в рубрике **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**. Эти термины вы можете использовать для создания поискового запроса в Интернете.

Необходимым условием успешного овладения знаниями является выполнение лабораторных и практических работ, в учебнике они расположены в рубрике **ПРАКТИКУМ**.

Полезные рекомендации и правила личной безопасности и гигиены содержатся в рубрике **ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ**.

Каждая глава заканчивается проверочным **КЕЙСОМ**, который поможет закрепить изученный материал и применить полученные знания и умения для решения жизненных ситуаций.

В конце учебника помещён **предметный указатель**.



§ 1. СИСТЕМА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК О ЧЕЛОВЕКЕ

ЭТО Я ЗНАЮ

Биология — комплексная наука.
 Организм — целостная биологическая система.
 Как всесторонне изучить человека?



КАКИЕ НАУКИ ИЗУЧАЮТ ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА?

Интерес к человеку, строению его тела и жизнедеятельности возник на заре человеческой цивилизации. Науки о человеке стали развиваться вместе с науками об устройстве природы и её законах, входили в круг интересов античных философов, таких как *Демокрит* и *Аристотель*. Постепенно формировалась система биологических наук, изучающих строение и жизнедеятельность организма человека. Такие науки, как **анатомия**, **физиология**, **гистология**, **эмбриология**, **цитология**, **гигиена**, **антропология**, **генетика человека**, сегодня составляют теоретические основы медицины.

Медицина — система научных знаний и практической деятельности, целью которых является укрепление и сохранение здоровья, продление жизни людей, предупреждение и лечение болезней человека.



ЧТО ИЗУЧАЕТ АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА?

Одной из древнейших биологических наук о человеке является **анатомия** (от греч. *анатоме* — рассечение, расчленение). Расчленение, сопровождаемое тщательным описанием наблюдаемых органов, является первоначальным методом изучения строения тела человека.

Анатомия человека — наука о формах и строении, происхождении и развитии человеческого организма, его систем и органов с учётом их возрастных изменений, половых различий и индивидуальных особенностей.

Накопление знаний о строении человеческого тела происходило благодаря деятельностью многих мыслителей древности, врачей и учёных, среди которых *Аристотель*, *Главдий Гален*, *Абу Али ибн Сина*. Основателем научной анатомии человека считается *Андреас Везалий* (1514—1564). В 1543 г. был опубликован его классический труд «О строении человеческого тела» с большим количеством рисунков мышц, скелета и других органов. Важный вклад в развитие анатомии в нашей стране внесли такие учёные, как *Николай Иванович Пирогов* и *Пётр Францевич Лесгафт* (рис. 1).



ЧТО ИЗУЧАЮТ ЦИТОЛОГИЯ И ГИСТОЛОГИЯ?

Изобретение микроскопа в конце XVI в. вдохновило учёных заглянуть вглубь тела человека и разглядеть маленькие кирпичики, из которых построены живые организмы — клетки и их сообщества. Клетка была открыта в середине XVII в. Общие свойства клетки как основной единицы строения, функционирования и развития организмов изучает **цитология** (от греч. *цитос* — вместилище и *логос* — учение).



Цитология — наука о строении, функциях и развитии клеток.

Клеточную организацию тканей в организме человека изучает **гистология** (от греч. *гистос* — столб, ткань и *логос* — учение). Составляющие организм человека ткани представляют собой системы клеток и неклеточных элементов. Основным методом изучения тканей является микроскопия.

Гистология — наука о строении, функциях, развитии и взаимодействиях тканей, составляющих организм многоклеточных животных и человека.

? ЧТО ИЗУЧАЕТ ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА?

На основе наблюдений исследователей и врачей, анатомических сведений, врачебного опыта и проведения хирургических экспериментов на животных происходило становление **физиологии** (от греч. *физис* — природа и *логос* — учение). Основным методом познания закономерностей жизнедеятельности организмов является эксперимент, и потребовалась помощь других естественных наук в организации и оценке результатов экспериментов.

Физиология — наука, изучающая закономерности функционирования живых организмов, их отдельных систем, органов, тканей и механизмы их регуляции.

Возникновение физиологии как науки связано с работами английского врача **Уильяма Гарвея**, который в 1628 г. исследовал кровообращение. Развитие физиологии связано с именами великих отечественных учёных **Ивана Михайловича Сеченова** (1829—1905), заложившего основы изучения нервной деятельности, и **Ивана Петровича Павлова** (1849—1936), создавшего учение об условных рефлексах (см. рис. 1).

? ЧТО ИЗУЧАЕТ ГИГИЕНА?

Влияние разнообразных факторов окружающей среды и современной производственной деятельности на здоровье человека, его работоспособность, продолжительность жизни изучает **гигиена** (от греч. *гигиенос* — здоровый).

Задачей гигиены является предотвращение заболеваний населения, оздоровление условий труда и быта, охрана и оздоровление окружающего пространства.

Гигиена — наука о создании условий для сохранения и укрепления здоровья людей.

? ЧТО ИЗУЧАЕТ ЭМБРИОЛОГИЯ?

Каждый организм изменяется в процессе жизни от её начала до окончания. Развитие зародыша от момента оплодотворения до рождения изучает **эмбриология** (от греч. *эмбрио* — в оболочках и *логос* — учение).

Эмбриология — наука об эмбриональном развитии многоклеточных животных организмов.

Закономерности эмбрионального развития человека, причины нарушений и способы влияния на эмбриогенез изучает медицинская эмбриология.

? ЧТО ИЗУЧАЕТ АНТРОПОЛОГИЯ?

Естественную историю человечества представляет **антропология** (от греч. *антропос* — человек и *логос* — учение). Антропология изучает строение и функционирование организма человека в связи с полом, возрастом, профессией, природными факторами и социальными условиями. **Антропология** — раздел биологии, изучающий физическую природу человека во всех проявлениях её изменчивости.



? ЧТО ИЗУЧАЕТ ГЕНЕТИКА ЧЕЛОВЕКА?

Живым организмам свойственно сходство с родительскими особями. Основоположником **генетики** стал **Грегор Иоганн Мендель** (1822—1884).

Явления наследственности и изменчивости у человека изучает генетика человека, в которой выделяют несколько разделов.

Общая генетика человека изучает хромосомный набор человека, локализацию генов в хромосомах, вклад наследственности и среды в развитие признаков. Популяционная генетика человека исследует генетические закономерности в группах населения, генофонд человечества. Медицинская генетика изучает наследственные болезни, разрабатывает методы их диагностики, лечения и профилактики.

? КАКИЕ ПРОФЕССИИ СВЯЗАНЫ С МЕДИЦИНОЙ?

Одной из самых древних областей знаний, которые человечество приобретает, проверяет и развивает, является медицина. В настоящее время существует множество медицинских профессий. **Врач** — это специалист, который занимается профилактикой и лечением заболеваний. Есть очень много врачебных специальностей и направлений, одни врачи непосредственно занимаются лечением, их называют клиницистами. Другие специализируются на функциональной диагностике. К этой группе врачей относятся рентгенологи, врачи функциональной диагностики, например специалисты ультразвуковых исследований (УЗИ), электрокардиографии (ЭКГ).

Клиницисты (терапевты, хирурги, окулисты и др.) — это врачи, непосредственно взаимодействующие с больными и отвечающие за лечение. Они осматривают пациентов, собирают историю болезни, ставят окончательный диагноз и назначают курс лечения.

Помощником врача является фельдшер. Во время доврачебного осмотра он определяет, что случилось с больным, и оказывает ему квалифицированную помощь до того, как он попадёт к лечащему врачу.

В последние годы появляются и новые интересные профессии, связанные с медициной. Например, архитектор медицинского оборудования — это специалист, который разрабатывает медицинское оборудование и медицинские приборы, занимается их проектированием, сопровождает весь цикл производства и эксплуатации, развивает и совершенствует оборудование в соответствии с новыми технологиями. Этот специалист должен иметь фундаментальную инженерную подготовку,

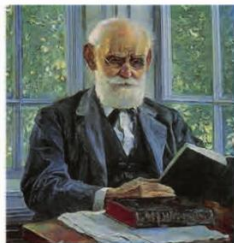


Рис. 1. Учёные, внесшие большой вклад в становление биологических наук о человеке: И. М. Сеченов, И. П. Павлов, Н. И. Пирогов



а также владеть основами медицинских знаний, разбираться в материалах, которые используются в медицинской технике и в медицине.

Валеолог — это специалист, который помогает людям сохранить здоровье, улучшить их качество жизни. Он анализирует физическое и психическое состояние человека, оценивает его потенциал, а затем на основе полученной информации даёт рекомендации по сохранению здоровья. Валеология — это наука о здоровье, которая тесно граничит с психологией, биологией и медициной.

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Анатомия человека. Физиология. Гигиена. Цитология. Гистология. Эмбриология. Генетика человека. Антропология. Медицина. Врач.

ВЫВОДЫ

- Строение и жизнедеятельность организма человека изучает система биологических наук.
- Знания о строении организма человека, особенностях его жизнедеятельности, условиях сохранения здоровья необходимы для познания причин возникновения болезней и мер их профилактики.
- Методы исследования и современные средства диагностики, предупреждения и лечения болезней человека позволяют продлить жизнь многих людей.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 1** Знания анатомии и медицины, которыми с юности увлёкся русский учёный Николай Иванович Пирогов, помогли ему стать замечательным хирургом. Он спасал жизни и судьбы раненых во время Кавказской, Крымской и Русско-турецкой войны XIX в., стал основоположником военно-полевой хирургии. Он предложил применять эфирный наркоз во время операций и изобрёл крахмальную повязку (прообраз гипсовой) вместо лубков для иммобилизации конечностей. Сконструированная Пироговым маска для наркоза до сих пор применяется в медицине.
- 2** Способность физических упражнений помогать исцелению человека, умственно и физически развивать детей изучал и пропагандировал Пётр Францевич Лесгафт — основоположник школы физического воспитания в России. Он разработал комплексы физических упражнений для детей всех возрастов и взрослых. Вместе с Фёдором Фёдоровичем Эрисманом и Алексеем Петровичем Доброславиным он заложил основы школьной гигиены, науки о правильной организации учебного процесса и профилактике заболеваний учащихся. А. П. Доброславин был первым профессором гигиены в России, автором первого русского учебника по гигиене, создателем первой гигиенической экспериментальной лаборатории.
- 3** В становление эмбриологии как науки большой вклад внёс отечественный учёный, академик Карл Эрнст Бэр (1792—1876). Он установил, что в процессе эмбрионального развития организмов проявляются определённые закономерности. В своих трудах он сформулировал эти закономерности, которые впоследствии были названы законами Бэра. Согласно им, развитие организма происходит от общего к частному:
 1. Наиболее общие признаки любой крупной группы животных появляются у зародыша раньше, чем менее общие признаки.
 2. После формирования самых общих признаков появляются менее общие — и так до появления особых признаков, свойственных данной группе.



3. Зародыш любого вида животных по мере развития становится всё менее похожим на зародыш других видов и не проходит через поздние стадии их развития.

4. Зародыш высокоорганизованного вида может обладать сходством с зародышем более примитивного вида, но никогда не бывает похож на взрослую форму этого вида.

ВОПРОСЫ

1. Какие науки изучают строение и функции организма человека?
2. Какие науки составляют теоретические основы медицины?
3. Чем занимается антропология?
4. Какая наука изучает строение и развитие зародыша человека?
5. В каких науках используется метод микрофотографирования?
6. Какие задачи решает гигиена?

ЗАДАНИЯ

7. Расскажите про анатомические и физиологические методы исследований в биологии.
8. Поясните высказывание русского учёного Н. И. Пирогова: «Будущее принадлежит медицине предохранительной. Эта наука, идя рука об руку с государственностью, принесёт несомненную пользу человечеству».
9. Расскажите о вкладе отечественных учёных в развитие биологических наук о человеке.
10. Объясните значение высказывания Ф. Феллини: «Из всех приключений, уготованных нам жизнью, самое важное и интересное — отправиться в путешествие внутрь самого себя, исследовать неведомую часть себя самого».

ОБЪЯСНИТЕ

11. Зачем врач должен иметь знания по анатомии, физиологии человека?
12. Почему объектом наблюдения врача-генетика становится семья больного человека?
13. Обоснуйте тот факт, что развитие медицины связано с совершенствованием техники.

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. В какой степени современные методы исследования определяют уровень знаний об организме человека?
15. Только искусство, опыт и знания врача необходимы для успешного лечения заболевших?

Глава 1

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ КАК ОСНОВА ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА



ВЫ УЗНАЕТЕ

- о химических соединениях, входящих в состав клеток;
- об основных функциях органических веществ в живых организмах;
- о процессах клеточного метаболизма.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

- характеризовать строение и биологические функции органических веществ;
- исследовать денатурацию белка и характеризовать условия её появления;
- проводить качественные реакции на обнаружение крахмала.



§ 2. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТОК

ЭТО Я ЗНАЮ

Вещества неживой и живой природы.

Как вещества перемещаются из неживой природы в живые организмы.



Какие элементы и вещества наиболее значимы для клетки?



КАКИЕ СОЕДИНЕНИЯ ВХОДЯТ В ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТОК?

Химические вещества клетки представлены неорганическими и органическими веществами.

Неорганические вещества также отвечают за жизненно важные функции, обеспечивая клеткам и всему организму комфортные условия существования. К неорганическим веществам клетки относятся вода, минеральные соли, кислоты и др.

Вода (H_2O) — основное уникальное неорганическое вещество клетки. В теле взрослого человека её в среднем 66 %, однако кости содержат около 20 % воды, печень — 70 %, а мозг — 86 %. Вода является растворителем, средой для протекания реакций, активно участвует в химических реакциях, выполняет транспортную и терморегуляторную функции, придаёт клетке упругость, обеспечивает тургор. Все другие вещества делятся по отношению к воде на растворимые (гидрофильные) и нерастворимые (гидрофобные).

Растворимые в воде соли диссоциируют на ионы — катионы и анионы. Ионы калия и натрия нужны для возникновения биологического электричества, важно для активности клеток, проведения нервного импульса, а ионы кальция принимают участие в процессах сокращения мышечных волокон, передачи сигналов нервными клетками и свёртывания крови; железо входит в состав ряда белков, в том числе гемоглобина. Важнейшими анионами являются фосфат-анион, входящий в состав АТФ и нуклеиновых кислот, и остаток угольной кислоты, смягчающий колебания кислотности среды.



КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ?

Несмотря на то что в живых организмах преобладают неорганические вещества, именно органические соединения определяют уникальность химического состава клетки и обеспечивают протекание всех жизненных процессов. В основе этих соединений лежат цепочки из атомов углерода, к которым могут присоединяться кислород, водород, азот и другие элементы. Многие из этих веществ являются сложными молекулами, характерными для живых организмов — **биологическими полимерами** (от греч. *поли* — много и *мерос* — часть).

Полимер — многозвеневая цепь, которая образуется при соединении друг с другом относительно простых молекул — мономеров.

Если обозначить мономер буквой А, то цепь полимера можно изобразить так: А — А — А — ... — А.

Мономеры могут быть одинаковыми или различаться по составу. Последовательность мономеров может быть регулярной или нерегулярной, меняющейся. Соединяясь между собой, мономерные звенья образуют цепи, состоящие из десятков, сотен и тысяч звеньев. Эти цепи объёмны, из них формируются в пространстве тяжёлые, слоистые, палочковидные и шаровидные тельца.

Число, сочетание и перестановка разных типов мономеров обеспечивают образование множества вариантов длинных полимерных цепей с различными свойствами. Этот принцип лежит в основе многообразия жизни.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ И НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ?

Молекулярные массы молекул многих биополимеров составляют от нескольких тысяч до нескольких миллионов атомных единиц массы. Такие молекулы называют *макромолекулами*, а состоящие из них органические вещества — **высокомолекулярными соединениями**. К этой группе относят **белки**, полисахариды и нуклеиновые кислоты. Они построены из связанных в цепочки специфических мономеров — аминокислот, моносахаридов, нуклеотидов.

Молекулы **низкомолекулярных органических веществ** характеризуются сравнительно небольшой молекулярной массой и относительно простым строением. К этой группе относят **аминокислоты**, моносахариды, карбоновые кислоты, спирты.

Активность органических веществ зависит не только от количества и последовательности входящих в него элементов, но и от их формы. В особенности это касается высокомолекулярных соединений. Например, белки могут быть вытянутыми (фибрилярными) и компактными (глобулярными). Примером фибриллярных белков являются коллагеновые волокна кожи, кератин волос, а примером глобулярных — гемоглобин крови. Фибриллярные белки обычно выполняют строительную и защитную функции, а глобулярные могут быть переносчиками, регуляторами.

? КАКОВО ХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БЕЛКОВ?

Основной составной частью всех организмов являются белки, которые иначе называют **протеинами** (от греч. *protos* — первый). Белки содержат такие химические элементы, как углерод, кислород, водород, азот и серу. Некоторые белки могут содержать фосфор, железо, цинк, медь, марганец, йод. Белки очень сложно и разнообразно устроены и могут выполнять множество функций.

Белки — высокомолекулярные органические соединения, являющиеся полимерами аминокислот.

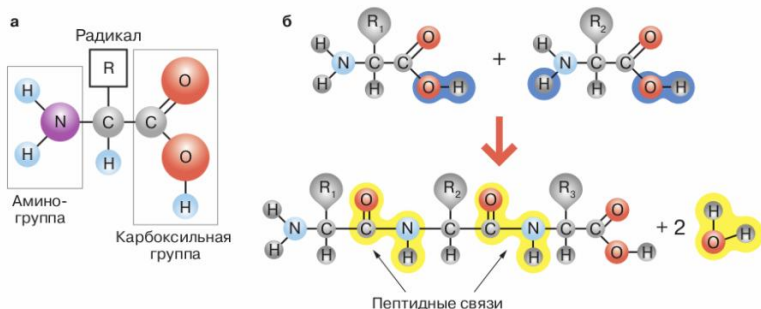


Рис. 2. Общая формула белокобразующих аминокислот (а), соединение аминокислот в полипептидную цепь и образование пептидной связи (б)



Таким образом, белки представляют собой цепочки связанных мономеров — аминокислот (рис. 2). Обязательным элементом в аминокислотах является азот (N), поэтому белки называют азотистыми соединениями.

Аминокислотами называют органические соединения, содержащие аминогруппу ($-\text{NH}_2$) и карбоксильную группу ($-\text{COOH}$). Молекула каждой аминокислоты имеет одинаковую часть, включающую обе эти группы, и отличается от любой другой особой химической группировкой — *радикалом* R.

Особенность аминогруппы и карбоксильной группы заключается в том, что они могут вступать в реакцию друг с другом, образуя из аминогруппы одной аминокислоты и карбоксильной группы другой аминокислоты устойчивую **пептидную связь**. Две соединённые одна с другой аминокислоты образуют дипептид, три — трипептид и так далее.

В результате соединения аминокислот друг с другом происходит образование линейных молекул белков. Соединение, состоящее из большого числа остатков аминокислот, называют **полипептидом**. Длинные полипептидные цепи образуют основу структуры белковой молекулы. Многие белки состоят из одной полипептидной цепи. В других белках имеется две или более пептидных цепей.

Известны очень короткие природные пептиды, длиной 8—10 аминокислот, но их обычно не называют белками. Есть белки длиной более чем 10 000 аминокислот. В состав большинства белков входит в среднем 300—500 остатков аминокислот.

В составе живых организмов обнаружены сотни различных аминокислот, но в образовании белков участвуют только 20 из них. Такие аминокислоты называют белкообразующими. Их полные и сокращённые названия представлены в таблице 1.

Таблица 1

Белкообразующие аминокислоты

Аминокислота	Сокращённое название	Аминокислота	Сокращённое название
Аланин	Ала	Лейцин	Лей
Аргинин	Арг	Лизин	Лиз
Аспарагин	Асн	Метионин	Мет
Аспарагиновая кислота	Асп	Пролин	Про
Валин	Вал	Серин	Сер
Гистидин	Гис	Тирозин	Тир
Глицин	Гли	Треонин	Тре
Глутамин	Глн	Триптофан	Трп
Глутаминовая кислота	Глу	Фенилаланин	Фен
Изолейцин	Иле	Цистеин	Цис



Рис. 3. Схема реализации генетической информации

Функции белков определяются их строением — последовательностью аминокислот, поэтому при изучении белка определяют эту последовательность. В XX в. был расшифрован генетический код передачи наследственной информации, и оказалось, что в гене, отвечающем за синтез белка, кодируется последовательность входящих в него аминокислот. Каждый признак организма связан с функционированием как минимум одного определённого белка (рис. 3).

В ЧЁМ ОСОБЕННОСТИ НЕЗАМЕНИМЫХ АМИНОКИСЛОТ?

Для строительства новых белков клеткам постоянно нужны аминокислоты. Некоторые аминокислоты могут синтезироваться в организме человека и животных из продуктов обмена веществ. Такие аминокислоты называют заменимыми.

Аминокислоты, которые не могут синтезироваться в организме и должны постоянно поступать в него в составе белков пищи, называют **незаменимыми**. Для человека незаменимыми аминокислотами являются *триптофан, валин, лизин, изолейцин, треонин, фенилаланин, метионин* и *лейцин*. К частично заменимым аминокислотам относят *аргинин* и *гистидин*. Они синтезируются у человека в небольшом количестве, недостаточном для нормального функционирования организма, особенно в детском возрасте.

Полноценные пищевые белки содержат остатки всех аминокислот, особенно незаменимых. Белки пищи, в составе которых отсутствуют остатки каких-либо незаменимых аминокислот, называют неполноценными. Содержащие незаменимые аминокислоты полноценные белки присутствуют главным образом в продуктах животного происхождения и отсутствуют в растительных продуктах.

Употребляющие исключительно растительные продукты вегетарианцы получают незаменимые аминокислоты из пищи, обогащённой бактериями: дрожжевого хлеба, квашеных овощей, продуктов брожения. Бактерии и грибы, как и животная пища, содержат в своём составе полноценные белки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Биологические полимеры. Мономеры. Низкомолекулярные и высокомолекулярные органические соединения. Аминокислоты. Незаменимые аминокислоты. Белки. Пептидная связь.

ВЫВОДЫ

- Органические вещества живых организмов представлены низкомолекулярными веществами и биополимерами — высокомолекулярными соединениями. В состав молекул биополимеров входит множество структурных звеньев — мономеров.
- Белки — биополимеры, мономерами которых являются аминокислоты. В образовании белков участвует 20 видов аминокислот.
- Молекулы белков отличаются друг от друга по числу аминокислотных звеньев, составу и порядку следования аминокислот друг за другом. Каждый признак организма связан с функционированием как минимум одного определённого белка.



ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Биологи подсчитали, что в теле человека, весящего 70 кг, находится 45,5 кг кислорода, 12,6 кг углерода, 7 кг водорода, 2,1 кг азота, 1,4 кг кальция, 700 г фосфора. Всех остальных химических элементов — натрия, калия, серы, хлора, магния, железа и цинка и др. — около 700 г. В таблице 2 представлены доли химических элементов в составе организма человека и их функции.

Таблица 2

Химические элементы в организме человека

Группа	Символ	Название	% от общей массы	Функции в организме человека
Макро-элементы	O	Кислород	65	Участвует в реакциях окисления. Входит в состав воды и большинства органических веществ
	C	Углерод	18	Образует молекулярный каркас всех органических веществ
	H	Водород	10	Входит в состав воды и большинства органических веществ
	N	Азот	3	Обязательный компонент аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, АТФ и других веществ
	Ca	Кальций	1,5	Участвует в работе химических синапсов, мышечного сокращения, свёртывания крови, оплодотворения, внутриклеточной сигнализации. Важный компонент костной ткани
	P	Фосфор	1,0	Входит в состав нуклеиновых кислот, АТФ, фосфолипидов, нуклеотидов. Важный компонент костной ткани
	K	Калий	0,4	Важнейший внутриклеточный катион. Потенциалобразующий ион
	S	Сера	0,3	Компонент большинства белков
	Na	Натрий	0,2	Важнейший внеклеточный катион. Потенциалобразующий ион
Микро-элементы	Mg	Магний	0,1	Входит в состав ферментов
	Cl	Хлор	0,1	Важнейший внеклеточный анион
	Fe	Железо	Следовые количества	Компонент гемоглобина и миоглобина. Кофактор ферментов
	I	Йод	Следовые количества	Компонент тиреоидных гормонов
	Co	Кобальт	Следовые количества	Компонент витамина B ₁₂

**ВОПРОСЫ**

1. На какие две группы делятся вещества клетки?
2. Какова роль воды в клетке?
3. Что представляет собой биологический полимер?
4. Какие химические элементы входят в состав белков?
5. Сколько аминокислот участвует в образовании природных белков?
6. От чего зависят свойства и функции белков?

ЗАДАНИЯ

7. Расскажите о роли неорганических ионов в клетке и организме в целом.
8. Назовите известные вам низкомолекулярные органические вещества.
9. Напишите общую формулу аминокислот с указанием их функциональных групп.
10. Используя рисунок 2, объясните, как образуется пептидная связь между аминокислотами в молекуле белка.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему белки называют азотистыми соединениями?
12. Что определяет последовательность аминокислот в молекуле белка?
13. В чём важность полноценного белкового питания?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Каждый организм на планете имеет свой неповторимый белковый набор. Каким образом 20 аминокислот образуют бесчисленное белковое разнообразие?
15. Почему углерод является одним из важнейших элементов в живых организмах?

§ 3.**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ БЕЛКОВ****ЭТО Я ЗНАЮ**

Что такое мономер, полимер.

Что такое аминокислоты.



В чём проявляется разнообразие белковых молекул?

**КАКУЮ ПРОСТРАНСТВЕННУЮ КОНФИГУРАЦИЮ ИМЕЮТ БЕЛКОВЫЕ МОЛЕКУЛЫ?**

Белки имеют большую массу и сложно устроены. Как и у всех полимеров, для того, чтобы белок мог выполнять свои биологические функции, его молекулы должны иметь характерную ему пространственную форму (конфигурацию). Белковая цепь сворачивается в пространстве определённым образом. Различают четыре основных уровня организации белковых молекул — **первичную, вторичную,**



третичную и четвертичную структуры (рис. 4). Эти уровни можно сравнить с этапами упаковки ёлочных гирлянд — соединяя проводками разноцветных лампочек, скручивание провода в витую гирлянду и сворачивание в компактную форму.

Почередная последовательность аминокислот в белке определяет его первичную структуру. **Первичная структура** — это последовательность чередования аминокислотных остатков в линейной полипептидной цепи (например: ала — гли — вал — ала...). Порядок чередования аминокислот в данной белковой молекуле определяет её особые физико-химические и биологические свойства. Изменение первичной структуры приводит к изменению формы молекулы, свойств и функций белка. Все последующие более сложные структуры формируются на основе первичной.

Вторичная структура белка определяется физико-химическими взаимодействиями. Входящие в пептидную цепочку группы атомов могут физически влиять друг на друга, притягиваться или отталкиваться, что приводит к скручиванию цепочки. Многие молекулы белков представляют собой не вытянутую нить, а спираль с одинаковым расстоянием между витками (или складчатые слои).

Спираль формируется за счёт связей между атомами водорода NH—групп и атомами кислорода CO—групп аминокислотных остатков, расположенных не рядом, а на определённом расстоянии друг от друга. *Рентгеноструктурный анализ* показывает, что на один виток спирали приходится 3,6 аминокислотного остатка.

Большинство белков имеет **третичную структуру**. Она формируется за счёт того, что в водной среде спираль молекулы белка может сворачиваться в компактный клубок — глобулу или нить — *фибриллу*. Третичная структура каждого белка возникает на основе физико-химических взаимодействий боковых ответвлений белковой цепочки и имеет уникальную, неповторимую пространственную форму.

Многие белки способны выполнять биологические функции, обладая третичной структурой. Но некоторым белкам для этого необходимо объединение в единый комплекс двух и более молекул. Благодаря соединению нескольких молекул белков между собой в единый комплекс формируется **четвертичная структура** белка. Одним из белков, имеющих четвертичную структуру, является гемоглобин.

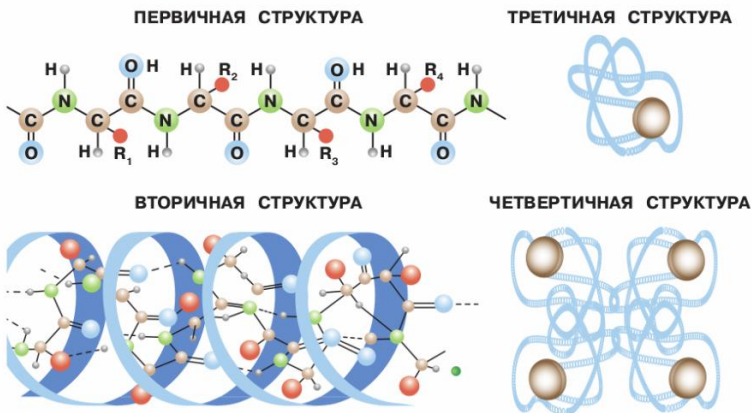


Рис. 4. Уровни структурной организации молекул белков

? ЧЕМ ПРОСТЫЕ БЕЛКИ ОТЛИЧАЮТСЯ ОТ СЛОЖНЫХ БЕЛКОВ?

В зависимости от состава различают простые и сложные белки. Молекулы простых белков состоят только из аминокислотных остатков. К простым белкам относятся кератин, коллаген, альбумины крови.

В состав сложных белков в дополнение к аминокислотным остаткам входит какой-либо компонент не аминокислотной природы, называемый *простетической группой*. В таблице 3 представлены основные группы сложных белков.

Таблица 3

Основные группы сложных белков

Название	Простетическая группа	Примеры
Металлопротеины	Ионы металлов	ДНК-полимераза (содержит Mg^{2+}), трансферрин (содержит Fe^{3+})
Фосфопротеины	Фосфорная кислота	Казеин молока, вителлин яичного желтка
Гликопротеины	Углеводы	Антитела (иммуноглобулины), муцин слюны
Липопротеины	Липиды	Тромбопластин, липопротеины клеточных мембран
Нуклеопротеины	Нуклеиновые кислоты	Хроматин
Хромопротеины	Окрашенный небелковый компонент (пигмент)	Гемоглобин, миоглобин

? КАК БЕЛКИ РЕАГИРУЮТ НА ВНЕШНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ?

Многие белки хорошо растворяются в воде, однако среди них есть и нерастворимые. Глобулярные белки являются в основном водорастворимыми. Фибриллярные белки обычно не растворяются в воде. Примерами нерастворимых белков являются кератин, фибрин.

Белки чувствительны к внешним воздействиям. Изменение химического состава среды, действие высоких и низких температур, сильных кислот и щелочей, ионов тяжёлых металлов, ультрафиолетового излучения, радиации ведёт к разрушению химических связей, стабилизирующих пространственную конфигурацию белков.

? ЧТО ТАКОЕ ДЕНАТУРАЦИЯ БЕЛКОВ?

Вследствие разрыва нековалентных связей под влиянием химических или физических воздействий белок может последовательно утратить свою четвертичную, третичную и вторичную структуру. Процесс нарушения природной структуры белка под влиянием внешних факторов без разрушения его первичной структуры называется *денатурацией* (рис. 5). В результате денатурации многие белки теряют способность выполнять свои функции.

Степень денатурации белка зависит от силы воздействия на него негативных факторов. Чем интенсивнее их действие, тем глубже денатурация. При очень сильном воздействии (разрыв пептидных связей) денатурация становится необратимой.



Рис. 5. Денатурация и ренатурация белка

? ЧТО ТАКОЕ РЕНАТУРАЦИЯ БЕЛКОВ?

Если вызвавший денатурацию фактор действовал непродолжительно, то после прекращения его воздействия белок может восстановить свою природную структуру, свойства и функции. Такое явление называется **ренатурацией**.

Тот факт, что развёрнутая полипептидная цепь способна самопроизвольно восстановить вторичную структуру, а затем уложиться в третичную, означает, что пространственная конфигурация белка определяется последовательностью аминокислотных остатков — первичной структурой.

? В ЧЁМ СОСТОЯТ ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ БЕЛКОВ В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ?

В каждой живой клетке непрерывно происходят тысячи биохимических реакций. Протекание этих реакций во много раз ускоряют специфические белки — **ферменты** (от лат. *ферментум* — брожение).

Фермент — белок, способный во много раз ускорять химические реакции, протекающие в живых организмах, не входя при этом в состав конечных продуктов реакции.

Ферменты являются *биологическими катализаторами* (они избирательно ускоряют только определённый путь конкретного вещества). Переваривание, всасывание и усвоение пищевых веществ, синтез и распад белков, жиров, углеводов и других химических веществ в тканях и клетках любого организма представляют собой совокупность ферментативных реакций. Например, пищеварительные ферменты желудочного сока ускоряют расщепление белков.

Белки выполняют **структурную функцию**. Они входят в состав всех компонентов клеток и различных внеклеточных структур. Например, эластин входит в состав стенок артерий и связок, коллаген — в состав кожи, сухожилий, костной, хрящевой и других тканей.

Двигательная функция белков состоит в том, что они принимают участие во всех видах движения клеток и организмов. Например, белки актин и миозин обеспечивают сократимость мышечной ткани.

Протекание различных физиологических процессов регулируют **белки-гормоны (регуляторная функция)**. Например, пептидные гормоны инсулин и глюкагон регулируют уровень глюкозы в крови.

Сигнальная функция состоит в том, что некоторые мембранные белки в ответ на действие специфических химических веществ или раздражителей изменяют свою конфигурацию — подвергаются конформации. Благодаря этому они обеспе-



Рис. 6. Функции белков

чивают приём внешних сигналов и ответные реакции клеток на сигналы. Например, зрительные пигменты глаза родопсин и йодопсин обеспечивают восприятие света фоторецепторными клетками, их возбуждение и запуск нервного импульса.

Белки выполняют **защитную функцию**. Тромбопластин, тромбин и фибриноген обеспечивают свёртывание крови, защищая организм от кровопотери. Иммуноглобулины участвуют в иммунном ответе организма на чужеродные объекты — антигены. Антибактериальными свойствами обладает белок лизоцим, содержащийся в слюне, слёзной жидкости.

Белки могут использоваться в качестве источника аминокислот или обеспечивают запасание других веществ (**запасающая функция**). Важную роль в создании кислородного запаса в мышечных тканях играет белок *миоглобин*. Основным внутриклеточным депо железа у человека и животных является белок *ферритин*.

Энергетическая функция белков проявляется в том, что при нехватке пищи в организме человека и животных начинается активный распад белков с высвобождением энергии. При полном расщеплении 1 г белка выделяется 17,6 кДж энергии. Однако белки используются в качестве источника энергии чаще всего лишь тогда, когда истощаются запасы углеводов и жиров.

Важнейшим назначением белков является **транспортная функция**, белки-переносчики переносят кислород (гемоглобин), жиры (липопротеины), железо (трансферрин) и некоторые гормоны (рис. 6).

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Пространственные структуры белков: первичная, вторичная, третичная, четвертичная. Биологические функции белков. Ферменты. Денатурация. Ренатурация.

ВЫВОДЫ

- Белки — биополимеры, образованные остатками аминокислот. Первичную структуру белка образуют аминокислоты, соединённые пептидными связями. На основе первичной структуры с помощью



химических связей разных типов формируются более сложные пространственные структуры белков — вторичная, третичная, четвертичная.

- Белки могут денатурировать, утрачивая свою природную структуру под воздействием неблагоприятных факторов. Денатурация может быть обратимой.
- Молекулы белков имеют сложную пространственную структуру, обеспечивающую выполнение каталитической, структурной, транспортной, сократительной, регуляторной, сигнальной, защитной, энергетической функций.

ПРАКТИКУМ

НАБЛЮДЕНИЕ ДЕНАТУРАЦИИ БЕЛКА

Цель: наблюдать процесс денатурации белка.

Материалы и оборудование: стакан с молоком, 3 %-й раствор уксуса или лимонный сок.

Ход работы

1. Налейте в стакан немного молока и добавьте 1—2 мл 3 %-го раствора уксуса (лимонного сока или раствора лимонной кислоты). Будьте осторожны при работе с химическими реактивами, соблюдайте правила техники безопасности!
2. Что вы наблюдаете? Как изменилась растворимость основного молочного белка — казеина? Как вы думаете, что произошло с молекулами казеина?
3. Подобное явление происходит при скисании молока. Вспомните, под воздействием каких микроорганизмов происходит этот процесс. Какое из веществ является денатурирующим агентом?
4. На основе исследования сделайте вывод.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

1. Явление денатурации широко используется в медицине, пищевой промышленности. Применение таких антисептиков, как спирт, хлорамин, формалин, основано на том, что они вызывают денатурацию белков, приводящую к гибели микроорганизмов. Ультрафиолетовое излучение используется в качестве денатурирующего агента для дезинфекции помещений, промышленного обеззараживания воды.
2. Большинство белков денатурирует при нагревании выше $+50\dots+60^\circ\text{C}$. Денатурация сократительных белков мышц начинается уже при $+45\dots+50^\circ\text{C}$. Яичный белок денатурирует при температуре $+60\dots+70^\circ\text{C}$. Влияние денатурации на активность белка иллюстрирует приведённый график зависимости активности белка-фермента от температуры среды (рис. 7).

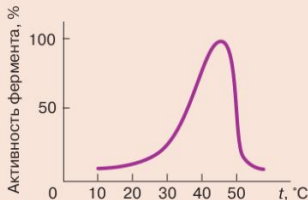


Рис. 7. Зависимость активности фермента от температуры



ВОПРОСЫ

1. Какие функции выполняют белки в организме?
2. Что такое ферменты? Какую роль они играют?
3. Как ведут себя белки по отношению к воде?
4. Что такое денатурация белка?
5. Действие каких факторов может приводить к нарушению структуры белковых молекул?
6. Какие пищевые продукты являются основными источниками белков для человека?

ЗАДАНИЯ

7. Рассмотрите рисунок 4. Охарактеризуйте уровни структурной организации молекул белков.
8. Расскажите о структурной, двигательной и энергетической функции белков.
9. Дайте краткую характеристику каталитической, сигнальной и регуляторной функциям белков.
10. Приведите примеры ферментов, использующихся в промышленности.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Используя рисунок 7, объясните зависимость активности фермента от температуры. Почему повышение температуры тела выше $+40^{\circ}\text{C}$ опасно для жизни?
12. Почему ферменты теряют способность к катализу, а гормоны — физиологическую активность при разрушении пространственной структуры их белковых молекул?
13. Почему ренатурация белка не всегда осуществима?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Какие факторы влияют на работу белков-ферментов?
15. Без опасных последствий человек употребляет в пищу белки. Почему вводить растворы белка сразу в кровь, например для питания больных, ни в коем случае нельзя?

§ 4.

СОСТАВ, СТРУКТУРА И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЛИПИДОВ

ЭТО Я ЗНАЮ

Органические вещества.
Основные функции белков.



Почему липиды — жизненно необходимые вещества для организма?

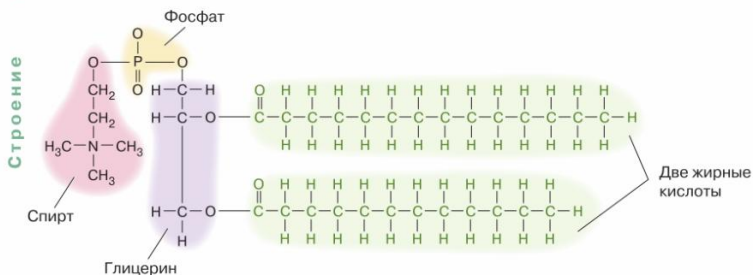


ЧТО ТАКОЕ ЛИПИДЫ?

Среди входящих в состав живых организмов органических веществ важную роль играет обширная группа **липидов** (от греч. *липос* — жир). К этой группе относятся жиры, воски, масла, некоторые гормоны и другие жироподобные вещества. Для



ФОСФОЛИПИДЫ



ТРИГЛИЦЕРИДЫ

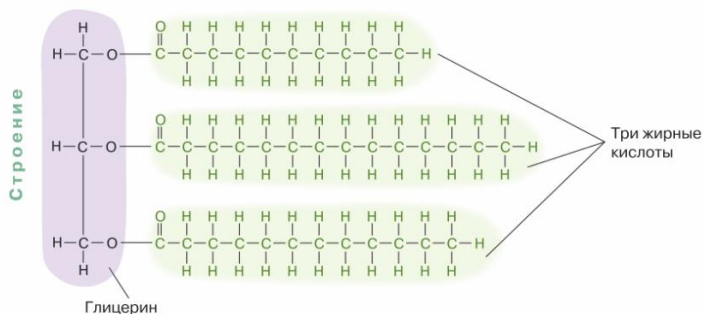


Рис. 8. Схемы строения молекул липидов

упрощения часто все липиды называют жирами. Липиды могут образовывать сложные соединения с белками — липопротеины, углеводами — гликолипиды. К жироподобным веществам относятся жирорастворимые витамины А, D, Е, К, которые обладают высокой биологической активностью.

Липиды — разнообразные по химическому составу и структуре органические вещества, нерастворимые или мало растворимые в воде.

По химическому строению липиды разнообразны (рис. 8). Однако настоящие липиды — это сложные эфиры высших карбоновых кислот (жирных кислот) и трёхатомного спирта глицерина.

Липиды подразделяются на простые и сложные. Молекулы простых образуются в результате присоединения трёх остатков жирных кислот к одной молекуле трёхатомного спирта глицерина.

К простым липидам относят свободные от примесей — *нейтральные жиры и воски*. К сложным липидам относятся *фосфолипиды, гликолипиды, стероиды*.

Фосфолипиды играют в жизнедеятельности клеток огромную роль. Они являются основой оболочек клеток (мембран) и многих внутриклеточных образований. Двойной слой фосфолипидов является основой строения биологических мембран. Поэтому эти биологические вещества выполняют **структурную функцию**.

КАКОВЫ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ЖИРОВ?

В организме жиры выполняют ряд важных функций. Одна из самых главных — **энергетическая**. Жиры являются источником энергии, необходимой для осуществления жизненно важных процессов. При полном окислении 1 г жира высвобождается 38,9 кДж энергии. Конечными продуктами расщепления жиров являются углекислый газ и вода. Совокупность процессов превращений нейтральных жиров в организме человека и животных называют **жировым обменом**.

Вода, которая образуется при распаде жиров, может использоваться организмом для своих нужд. Окисление 1 г жира сопровождается выделением 1,1 г воды.

Очень важной для жизни и её сохранения в трудных условиях является **запасующая функция** жиров. Именно эти вещества лучше всего запасаются организмом, обеспечивая при необходимости его потребности в энергии и воде.

Жиры выполняют **защитную функцию**, защищая нас от механических, температурных и других повреждений. В полости тела между внутренними органами у человека формируются упругие жировые прокладки, которые защищают органы от повреждений. Выстилающая глазницы жировая ткань защищает глазные яблоки от сотрясений и деформации. Благодаря низкой теплопроводности жир является хорошим теплоизолятором и оберегает от переохлаждения.

При резком недостатке жиров в пище у человека может нарушиться гормональный баланс, потому что к одним из важнейших для синтеза гормонов веществ относятся жироподобные вещества стероиды. Таким образом, липиды выполняют **регуляторную функцию**.

КАКОВО ЗНАЧЕНИЕ ЖИРОВ В ПИТАНИИ ЧЕЛОВЕКА?

Жиры относятся к основным пищевым веществам и являются составной частью сбалансированного пищевого рациона человека. Жиры служат важным источником энергии, способным в небольшом объёме обеспечить организм человека значительным количеством энергии.

В питании человека используются жировые продукты, в состав которых кроме жиров входят жироподобные вещества. В среднем потребность человека в жировых продуктах определена в количестве 80—100 г в сутки. В условиях холодного климата потребность в жировых продуктах у человека повышается.

По происхождению жиры разделяются на *животные, растительные и искусственные*.

КАКИЕ ФУНКЦИИ ВЫПОЛНЯЮТ ВОСКИ?

Восками называют группу липидов, представленную пластичными веществами, обладающими водоотталкивающими свойствами. По происхождению воски бывают растительные и животные. Воски входят в состав наружных покровов организмов, придавая им водоотталкивающие свойства и выполняя защитную функцию. Воски являются компонентом секретов сальных желёз млекопитающих и копчиковой железы птиц.

Содержание восков достигает 80 % в составе кутикулы, покрывающей поверхность плодов, листьев и стеблей растений. Восковая кутикула защищает органы растений от механических повреждений, ультрафиолетового излучения, проникновения микроорганизмов, избыточного испарения воды и её излишнего поступления извне.



? КАКИЕ ФУНКЦИИ ВЫПОЛНЯЮТ СТЕРОИДЫ?

Важной группой липидов являются **стероиды**, которые широко распространены в природе. Большое значение в жизнедеятельности организма человека и животных имеет **холестерин**. Он необходим для синтеза мужских и женских стероидных гормонов. В клетках печени из холестерина синтезируются компоненты желчи, необходимые для нормального переваривания жиров. Это жироподобное вещество служит основой для образования витаминов группы D, входит в состав биологических мембран, обеспечивая их стабильность и регулируя проницаемость. Недостаток холестерина в организме человека может привести к повышению риска опухолевых и вирусных заболеваний. Но и повышенное содержание холестерина в организме может привести к неблагоприятным последствиям, в особенности к развитию сердечно-сосудистых заболеваний.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Липиды. Фосфолипиды. Воски. Стероиды. Холестерин. Биологические функции липидов. Жировой обмен.

ВЫВОДЫ

- Липиды — разнообразны по химическому составу и структуре органических гидрофобных веществ.
- Липиды подразделяются на простые (нейтральные жиры, воски) и сложные (фосфолипиды, гликолипиды, стероиды).
- Биологическая роль липидов связана прежде всего с выполнением энергетической, запасающей и структурной функций.

ВОПРОСЫ

1. Что представляют собой липиды?
2. В каких тканях и органах животных содержится больше всего липидов?
3. Какие функции выполняют липиды в организме?
4. Может ли жир быть источником воды?
5. Какова потребность человека в жировых продуктах? От чего это зависит?
6. В чём состоит положительная роль холестерина в организме?

ЗАДАНИЯ

7. Расскажите о строении молекул фосфолипидов. Какова их роль в клетке?
8. Охарактеризуйте защитную и регуляторную функции липидов.
9. Докажите, что по сравнению с белками молекула липидов является более энергоёмкой.
10. Приведите примеры масличных культур. Какие органы растений чаще всего содержат запасной жир?

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему в рационе питания доля жиров должна быть выше в зимний период у людей, проживающих в северных регионах?
12. Почему превышение нормального уровня холестерина в крови человека опасно для здоровья?
13. Почему при комнатной температуре одни жиры твёрдые, а другие имеют жидкую консистенцию? Приведите примеры твёрдых и жидких жиров.

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Являются ли липиды полимерами?
15. Можно ли человеку отказываться от жиров в питании?

§ 5. СОСТАВ, СТРУКТУРА И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ УГЛЕВОДОВ

ЭТО Я ЗНАЮ

Биополимеры. Мономеры.

Биологическая роль липидов.



Почему углеводы являются неотъемлемым компонентом клеток и тканей всех живых организмов?

КАКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ОТНОСЯТ К УГЛЕВОДАМ?

Широко распространённой в природе группой органических соединений, входящих в состав всех организмов и необходимых для их жизнедеятельности, являются **углеводы**. В молекулах большинства углеводов соотношение атомов водорода и кислорода аналогично их соотношению в молекуле воды — два атома водорода приходится на один атом кислорода. Отсюда и название этой обширной группы природных органических соединений — углеводы.

Углеводы — органические вещества, в состав которых входят углерод, кислород и водород.

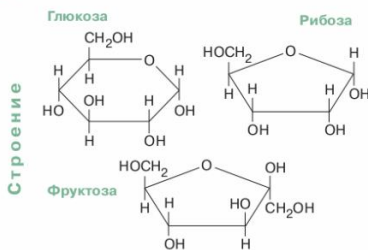
Группа углеводов включает разнообразные соединения (рис. 9). Углеводы условно делят на три большие группы: моносахариды, олигосахариды и полисахариды.



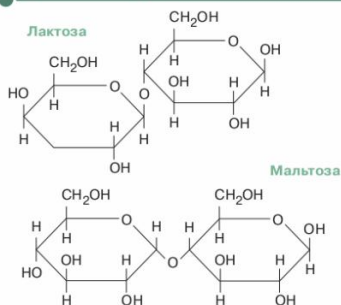
Рис. 9. Группы углеводов



МОНОСАХАРИДЫ



ДИСАХАРИДЫ



ПОЛИСАХАРИДЫ

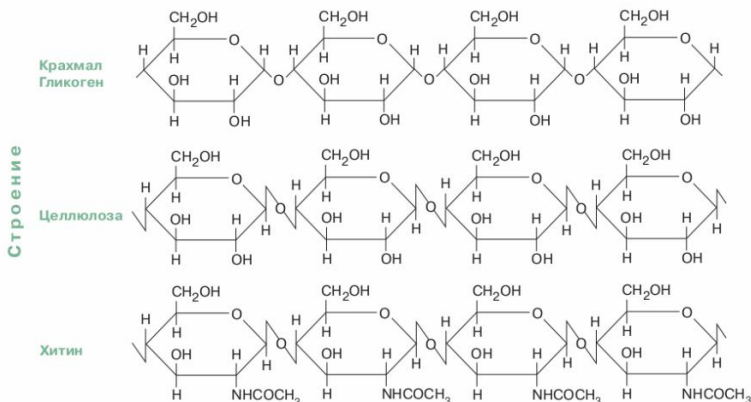


Рис. 10. Строение углеводов

? КАКОВЫ ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ МОНОСАХАРИДОВ?

Наиболее простыми по структуре углеводами являются **моносахариды** (от греч. *monos* — единственный и *sachar* — сахар) (рис. 10). Моносахариды состоят из одной молекулы и представляют собой бесцветные кристаллические вещества, растворимые в воде, обычно сладкие на вкус.

Общая формула большинства моносахаридов $C_nH_{2n}O_n$. В составе молекул моносахаридов может быть от 3 до 9 атомов углевода. В зависимости от числа углеродных атомов, входящих в молекулу углевода, различают *триозы* — моносахариды, содержащие 3 атома углерода; *тетрозы* — 4 атома углерода; *пентозы* — 5 атомов углерода; *гексозы* — 6 атомов углерода.

Из тетроз в процессах обмена веществ наиболее важна эритроза, которая является одним из промежуточных продуктов фотосинтеза. Из пентоз важное биологическое значение имеют **рибоза** и **дезоксирибоза**. Они входят в состав мономеров молекул носителей наследственной информации — рибонуклеиновой кислоты (РНК) и дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК).

Из гексоз наиболее важное биологическое значение имеет глюкоза (от греч. *глюкос* — сахар). Она является важным источником энергии для клеток, участвует в осморегуляции. Глюкоза обязательно находится в крови. Её содержание в плазме крови человека в норме составляет около 0,12%. Из гексоз в природе также распространена **фруктоза**. Путь распада фруктозы в организме короче, чем глюкозы, что имеет важное значение при питании больного сахарным диабетом, когда глюкоза очень слабо усваивается клетками.

? КАКОВЫ ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ ОЛИГОСАХАРИДОВ?

При соединении 2—10 остатков моносахаридов между собой образуются **олигосахариды** (от греч. *олигос* — немногочисленный). Если в одной молекуле объединяются два моносахарида, такое вещество называют **дисахаридом**. К этой группе относятся **сахароза** и **лактоза** (см. рис. 10). Молекула сахарозы состоит из остатков молекул глюкозы и фруктозы. Молекула лактозы состоит из остатков молекул глюкозы и галактозы. Лактозу иначе называют молочным сахаром. Она содержится в молоке млекопитающих и человека, является основным углеводом в питании грудного ребёнка.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ПОЛИСАХАРИДОВ?

Высокомолекулярные углеводы, молекулы которых состоят не менее чем из 10 остатков моносахаридов, называют **полисахаридами** (см. рис. 10).

Полисахариды — линейные или разветвлённые макромолекулы, состоящие из множества остатков моносахаридов.

По составу полисахариды подразделяют на гомо- и гетерополисахариды. Молекулы **гомополисахаридов** образованы из остатков одного вида моносахаридов. Молекулы **гетерополисахаридов** представляют собой полимеры, образованные из остатков разных моносахаридов. Молекулы полисахаридов отличаются длиной полимерных цепей, которые могут иметь линейную или разветвлённую структуру.

Крахмал представляет собой смесь двух полисахаридов: амилозы (10—20%) и амилопектина (80—90%). Амилоза имеет линейную структуру, амилопектин — разветвлённую. Крахмал является основным резервным питательным веществом растений, который запасается впрок.

Гликоген — главный резервный полисахарид высших животных и человека. По строению гликоген — ветвящийся полимер. Содержится во всех органах и тканях, но в наибольшем количестве в печени (до 20%) и мышцах (до 4%). Гликоген играет важную роль в углеводном обмене, запасая глюкозу в клетках печени, мышцах, сердце и других органах. Это важно для поддержания стабильной концентрации глюкозы в крови. При необходимости, когда содержание глюкозы в крови снижается при голодании или после физической работы, гликоген расщепляется до моносахаридов глюкозы. Обратный процесс синтеза гликогена из глюкозы происходит после поступления углеводов с пищей и значительного повышения уровня глюкозы в крови. Управляют этой обратимой реакцией гормоны инсулин и глюкагон.

Целлюлозу иначе называют клетчаткой. Она является основным структурным компонентом стенок растительных клеток. Целлюлоза нерастворима в воде и обладает высокой прочностью. Множество линейных молекул целлюлозы образуют пучки — волокна.



? КАКОВЫ ФУНКЦИИ УГЛЕВОДОВ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА?

Углеводы имеют важное значение в накоплении, хранении и транспорте энергии во всех живых организмах. При окислении 1 г углеводов выделяется 17,6 кДж энергии (**энергетическая функция**). На долю углеводов приходится около 60—70 % всей суточной калорийности пищи человека. Суточная потребность в углеводах для человека массой 60—70 кг составляет около 300—500 г в зависимости от возраста, пола и вида занятости.

Важной функцией углеводов является их участие в осуществлении чувствительности клеток к воздействию различных химических сигналов (**сигнальная функция**). Многие мембранные рецепторы по структуре являются гликопротеинами — комплексами углеводов и белков. Сложные олигосахариды используются для специфического межклеточного узнавания.

Углеводный обмен — совокупность превращений углеводов в организме животных и человека.

В результате **углеводного обмена** происходит снабжение организма энергией, осуществляются процессы передачи биологической информации и межмолекулярные взаимодействия, обеспечиваются **резервная, структурная, защитная функции** углеводов.

Содержание различных углеводов в крови, моче и других биологических жидкостях человека является информативным диагностическим признаком состояния углеводного обмена.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Углеводы. Моносахариды. Олигосахариды. Глюкоза. Фруктоза. Лактоза. Сахароза. Рибоза. Дезоксирибоза. Полисахариды. Крахмал. Гликоген. Целлюлоза. Функции углеводов. Углеводный обмен.

ВЫВОДЫ

- Углеводы — органические вещества, в молекулах большинства которых соотношение атомов водорода и кислорода аналогично их соотношению в молекуле воды.
- Выделяют три основные группы углеводов: моносахариды, олигосахариды и полисахариды. Полисахариды — высокомолекулярные углеводы, макромолекулы которых состоят из моносахаридов.
- Биологическая роль углеводов связана с выполнением энергетической, сигнальной, запасающей и структурной функций.

ПРАКТИКУМ

ОБНАРУЖЕНИЕ КРАХМАЛА С ПОМОЩЬЮ ЙОДА

Цель: определить наличие крахмала в продуктах питания.

Материалы и оборудование: пробирка с водой, 1%-й раствор йода в йодиде калия (раствор Люголя), кусочки колбасных изделий.

Ход работы

Качественной реакцией на крахмал является йодкрахмальная реакция. Она основана на том, что действие раствора йода на крахмал приводит к появлению синефиолетового окрашивания.

1. Проведите эту реакцию в качестве контрольного опыта. Эту реакцию широко используют для определения качества колбасных изделий.
2. Для обнаружения крахмала и определения качества колбасных изделий мелкие кусочки колбасы опустите в пробирку с водой, встряхните.



3. Через некоторое время добавьте в пробирку несколько капель раствора йода.
4. Если появится синее окрашивание, то в продукт был добавлен крахмал.
5. Сделайте вывод по результатам исследования. Объясните, с какой целью производители могут добавлять крахмал в колбасу.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

1. Для расщепления лактозы у млекопитающих и человека необходим фермент *лактаза*. В период вскармливания молоком лактаза вырабатывается у детёнышей. По мере взросления выработка лактазы уменьшается. У исторически связанных со скотоводством народов Центральной и Южной Европы и Азии выработка лактазы сохраняется на протяжении всей жизни, и они хорошо усваивают молоко.
2. Структурную связь с моносахаридами имеет хорошо известная аскорбиновая кислота (витамин С). В природных условиях она образуется из D-глюкозы и содержится в овощах (картофель, томаты), ягодах (чёрная смородина) и фруктах, особенно цитрусовых. Организм большинства позвоночных животных способен производить из глюкозы собственную аскорбиновую кислоту, что ограждает их от множества заболеваний. Однако человек и другие приматы в процессе эволюции утратили эту способность. Поэтому для нас так важно получать витамин С из пищевых продуктов или витаминных комплексов.

ВОПРОСЫ

1. Какие вещества называют углеводами?
2. Какие биологические функции выполняют моно- и дисахариды в организме человека?
3. Какую роль играют полисахариды в живых организмах?
4. Чем обусловлено разнообразие олигосахаридов и полисахаридов?
5. Какие углеводы сладкие и гидрофильные?
6. Где содержится лактоза? Какова её роль?

ЗАДАНИЯ

7. Сравните по различным признакам крахмал, целлюлозу и гликоген. В чём проявляется их сходство? В чём заключаются различия?
8. Приведите примеры превращений углеводов в организме человека.
9. Назовите углевод, близкий по строению, свойствам и биологической роли к целлюлозе. Вспомните, для клеток каких организмов он характерен.
10. В составе натурального пчелиного мёда отсутствует крахмал. Некоторые недобросовестные продавцы подделывают мёд, готовя его из сахарозы, патоки. Для придания вязкости в этот продукт часто добавляють крахмал. Как отличить такую подделку от натурального пчелиного мёда?

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему у растений количество углеводов значительно больше, чем у животных?



12. Почему каши, хлебобулочные и макаронные изделия, картофель составляют существенную долю пищевого рациона человека?
13. Почему концентрация глюкозы в крови остаётся стабильной при голодании?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Какие общие функции характерны для белков, липидов и углеводов?
15. Как приспособлены к перевариванию целлюлозы организмы травоядных животных?

§ 6.

СОСТАВ, СТРУКТУРА И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ

ЭТО Я ЗНАЮ

Органические вещества клетки.
 Высокомолекулярные соединения клетки.
 Уровни структурной организации молекул белков.



Как устроены важнейшие биополимеры, осуществляющие хранение и передачу наследственной информации в клетке?



КАКОВЫ ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ?

Нуклеиновые кислоты (НК) входят в состав клеток всех живых организмов. Они играют главную роль в хранении, передаче наследственной информации и её реализации в процессе синтеза белков.

В 1868 г. швейцарский учёный **Фридрих Мишер** (1844—1895) из ядер погибших лейкоцитов выделил высокомолекулярное вещество, обладающее кислотными свойствами. Учёный считал, что это вещество содержится только в ядрах клеток, и назвал его нуклеином (от лат. *нуклеус* — ядро). Позднее небелковая часть этого вещества была названа нуклеиновой кислотой.

Нуклеиновые кислоты — это биологические полимеры, обеспечивающие хранение, реализацию и передачу наследственной информации.

По химическому строению молекулы нуклеиновых кислот состоят из мономеров, которые называют **нуклеотидами**. Каждый нуклеотид образуется из трёх компонентов: моносахарида *пентозы*, *азотистого основания* — сложного азотсодержащего органического соединения и *остатка фосфорной кислоты*. В структуре нуклеотида моносахарид занимает центральное положение.

Химические эксперименты показали, что существует пять видов азотистых оснований. В состав нуклеотида может входить одно из них: *аденин*, *гуанин*, *цитозин*, *тимин* или *урацил*. Название нуклеотида определяется тем, какое азотистое основание входит в его структуру. Для удобства азотистые основания и соответствующие им нуклеотиды обычно записывают сокращённо, первой буквой их названия: А, Г, Ц, Т, У. По химическому составу они делятся на две группы — *пуриновые* (А, Г) и *пиримидиновые* (Ц, Т, У).

Различают два типа нуклеиновых кислот — **дезоксирибонуклеиновые (ДНК)** и **рибонуклеиновые (РНК)**. Нуклеиновая кислота, выделенная из ядер клеток, в качестве углевода содержит дезоксирибозу. Поэтому она получила название дезоксирибонуклеиновой кислоты — ДНК. Наряду с ядерной была выделена цитоплазма-

тическая нуклеиновая кислота, содержащая в качестве углевода рибозу; она получила название рибонуклеиновой кислоты — РНК. Они различаются функциями, размером и формой молекул, особенностями строения нуклеотидов. Азотистое основание тимин (Т) входит в состав только нуклеотидов ДНК, а азотистое основание урацил (У) встречается лишь в нуклеотидах РНК. Это означает, что молекулы ДНК и РНК содержат по четыре типа нуклеотидов.

КАКОЕ СТРОЕНИЕ ИМЕЕТ МОЛЕКУЛА ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ?

Американский биохимик **Эрвин Чаргафф** разработал точные методы определения количества азотистых оснований в нуклеиновых кислотах. Это сыграло большую роль в познании молекулярной структуры ДНК. Им было установлено, что азотистые основания, входящие в состав ДНК и выделенные из клеток различных организмов, подчиняются чётким закономерностям (рис. 11).

Правило Чаргаффа: сумма пуриновых оснований (А + Г) всегда равна сумме пиримидиновых (Ц + Т). Содержание аденина равно содержанию тимина, а содержание гуанина — количеству цитозина.

В 1953 г. американский молекулярный биолог **Джеймс Уотсон** и английский физик и генетик **Френсис Крик**, основываясь на этих и других данных, построили модель пространственной структуры молекулы ДНК. Это открытие было удостоено высшей научной награды — Нобелевской премии.

В состав молекулы ДНК входят две полинуклеотидные цепи. Как же они соединяются друг с другом? Оказывается, они взаимно притягиваются благодаря особому виду взаимодействий — *водородным связям*. Водородные связи — это межмолекулярные (или внутримолекулярные) химические связи, возникающие между молекулами, в которых есть сильнополярные ковалентные связи — Н—F, Н—О или Н—N. В таких парах электроны сдвигаются ближе к партнёру водорода, что усиливает его отрицательный заряд, а у водорода — положительный.

Если в молекулах есть такие связи, то между молекулами будут возникать дополнительные силы притяжения. Водородную связь можно обозначать точками: Н ... О. Чем больше электроотрицательность атома, соединённого с водородом,

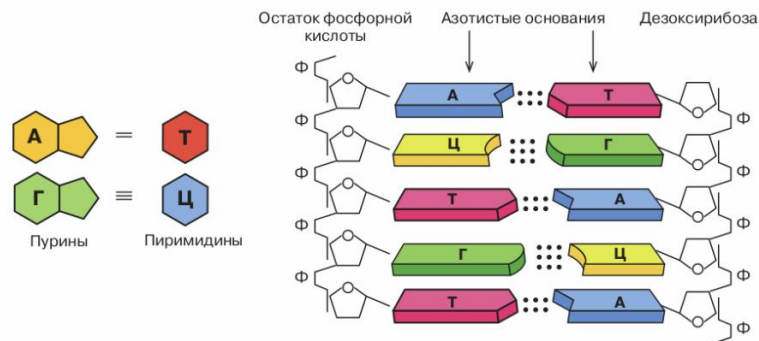


Рис. 11. Правило Чаргаффа. Схема строения участка ДНК



и чем меньше его размеры, тем крепче водородная связь. По силе водородная связь значительно уступает ковалентным, однако, если связей много, возникают крепко связанные устойчивые комплексы.

Две полинуклеотидные цепи в ДНК соединены между собой множеством таких водородных связей, возникающих между азотистыми основаниями противоположных цепей. В составе двухцепочечной молекулы ДНК аденин образует водородные связи только с тимином, а гуанин — только с цитозином.

Входящие в состав двух разных цепей нуклеотиды взаимно дополняют друг друга и образуют пары: А — Т и Г — Ц. Эти пары азотистых оснований называют *комплементарными* — дополняющими друг друга. Полинуклеотидные цепи ДНК, в которых основания расположены комплементарно друг другу, называют *комплементарными цепями* (см. рис. 11).

В каждой из цепей ДНК основания могут чередоваться всеми возможными способами. Если известна последовательность оснований в одной цепи (например, Т — Ц — Г — Ц — А — Т), то благодаря **принципу комплементарности** становится известна и последовательность второй цепи (А — Г — Ц — Г — Т — А).

Принцип комплементарного парного связывания (спаривания) азотистых оснований определяет пространственную структуру молекулы ДНК. За счёт образования водородных связей две полинуклеотидные цепи закручиваются относительно друг друга, формируя двойную спираль диаметром около 2 нм. Диаметр спирали остаётся одинаковым на всём протяжении молекулы. Один виток спирали имеет длину 3,4 нм и содержит 10 пар нуклеотидов. Линейная длина одной нуклеотидной пары составляет 0,34 нм. Чередующиеся остатки дезоксирибозы и фосфорной кислоты образуют сахарофосфатный остов, расположенный на периферии молекулы ДНК, а азотистые основания находятся внутри спирали (рис. 12).

? КАКИЕ ФУНКЦИИ ВЫПОЛНЯЕТ МОЛЕКУЛА ДНК?

Признаки и свойства организма определяются преимущественно белками, которые синтезируются в его клетках. Эти признаки передаются по наследству, поэтому информацию о первичной структуре белков называют наследственной или генетической. Материальным носителем этой наследственной информации являются молекулы ДНК.

С помощью **генетического кода** в молекулах ДНК зашифрованы сведения о первичной структуре белков. Считывание этой информации с ДНК и последующие биохимические реакции приводят к синтезу белков.

Передача наследственной информации от одного поколения клеток к другому обеспечивается свойствами ДНК. Молекулы ДНК удваиваются перед делением

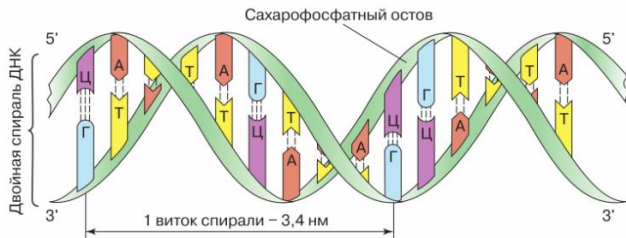


Рис. 12. Параметры двойной спирали ДНК

клетки. Во время деления они распределяются между дочерними клетками и передают им наследственную информацию. Так молекулы ДНК обеспечивают **хранение и передачу наследственной информации**.

❓ КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ МОЛЕКУЛ РИБОНУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ?

Молекула РНК является полимером, мономерами которого являются *рибонуклеотиды*. РНК представляет собой одноцепочечную молекулу. Мономеры РНК содержат остаток фосфорной кислоты, рибозу и одно из четырёх азотистых оснований — аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц) или урацил (У) (рис. 13). В зависимости от строения молекул, содержания в клетке и выполняемых функций различают несколько видов РНК.

Более 80% от общего содержания РНК в клетке составляют **рибосомные РНК (рРНК)**. Молекулы рРНК соединяются с определёнными белками и образуют рибосомы — органоиды, в которых происходит синтез белков из аминокислот.

Транспортные РНК (тРНК) доставляют аминокислоты в рибосомы и обеспечивают правильное включение этих аминокислот в полипептидную цепь.

Наиболее разнообразны по строению и длине полинуклеотидных цепей **матричные, или информационные, РНК (иРНК)**. Молекулы иРНК переносят информа-

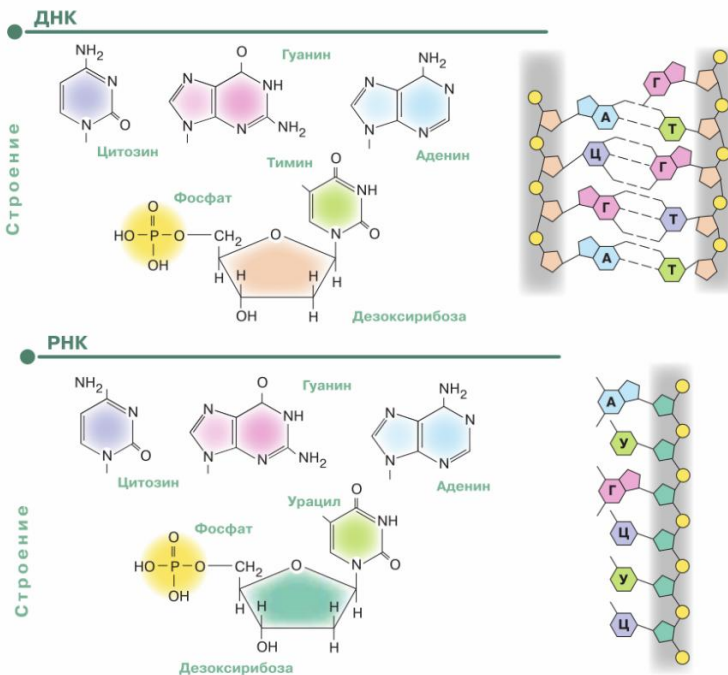


Рис. 13. Строение нуклеиновых кислот



цию о структуре белка от ДНК к рибосоме — месту синтеза белка в цитоплазме. Каждая молекула иРНК соответствует определённому участку ДНК, кодирующему структуру одной белковой молекулы. Поэтому для каждого из тысяч синтезируемых клеткой белков существует своя специфическая иРНК. Размеры молекул иРНК составляют от 300 до 30 тыс. нуклеотидов. Содержание иРНК не превышает 3—5% всех РНК, содержащихся в клетке.

Все виды молекул РНК синтезируются на определённых участках одной из цепей ДНК. Такой синтез называется *матричным*, поскольку молекула ДНК служит матрицей для построения молекул РНК. Рибосомальная РНК, транспортная РНК и матричная РНК участвуют в реализации наследственной информации, хранящейся в молекулах ДНК (см. рис. 13).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Нуклеиновые кислоты. Дезоксирибонуклеиновая кислота. Нуклеотид. Правило Чаргаффа. Принцип комплементарности. Генетический код. Рибонуклеиновая кислота. Виды РНК: рРНК, тРНК, иРНК. Функции ДНК и РНК.

ВЫВОДЫ

- Нуклеиновые кислоты: ДНК и РНК являются полимерами, состоящими из последовательно соединённых друг с другом мономеров — нуклеотидов. В состав нуклеотида входит азотистое основание, углевод, остаток фосфорной кислоты.
- Двойная полинуклеотидная цепочка молекулы ДНК строится по принципу комплементарности и обеспечивает хранение и передачу наследственной информации.
- Различают несколько видов РНК: рибосомальную, транспортную, матричную (информационную). Они участвуют в реализации наследственной информации, хранящейся в молекулах ДНК.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Одним из интересных доказательств значения ядра и находящихся в нём веществ послужили опыты с морскими одноклеточными водорослями ацетабуляриями. Эта водоросль считается одним из самых больших одноклеточных существ: от 2 до 4 см в высоту. Она состоит из шляпки, «стебля» и ножки. Ядро диаметром около 1 мм может находиться в любой из этих частей. Если разрезать водоросль на части, то восстанавливается только та часть, в которой находится ядро. Существуют ацетабулярии с разной формой шляпки. Если водоросли «зонтику» отрезать шляпку и пересадить ядро от водоросли со шляпкой в виде «ромашки», то у неё вырастет шляпка «ромашка».

ВОПРОСЫ

1. Какие типы нуклеиновых кислот различают?
2. Что является мономером в полимерных молекулах ДНК и РНК?
3. Какую пространственную структуру имеет молекула ДНК?
4. Что такое принцип комплементарности?
5. Какие функции выполняет ДНК?
6. Какова биологическая роль РНК в клетке?

**ЗАДАНИЯ**

7. Найдите информацию о методах исследований, которые позволили выяснить состав и структуру ДНК и РНК.
8. Сравните молекулы ДНК и РНК. Выделите черты сходства и различий в их строении и составе.
9. Установлена последовательность нуклеотидов одной из цепей ДНК: ЦТТАГ-ТТЦА. Определите порядок нуклеотидов комплементарной цепи.
10. Сравните белки и нуклеиновые кислоты. В чём сходство и различия между этими веществами?

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему информацию о первичной структуре белков называют наследственной или генетической?
12. Как, зная последовательность нуклеотидов одной из цепей ДНК, можно определить порядок мономеров второй цепи?
13. Почему открытие структуры ДНК было оценено во всём мире как выдающееся биологическое открытие XX в.?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Какая информация зашифрована в ДНК или РНК вирусов — внутриклеточных паразитов?
15. Отличается ли ДНК у разных видов млекопитающих, у особой одного вида, у кровных братьев или сестёр?

§ 7. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ

ЭТО Я ЗНАЮ

Энергетическая роль углеводов, жиров и белков.
Аэробные и анаэробные организмы.



Почему обмен веществ и энергии — важнейший признак живых организмов?

**КАК ОРГАНИЗМЫ ОБМЕНЯЮТСЯ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ ВЕЩЕСТВОМ И ЭНЕРГИЕЙ?**

Суть обмена веществ интересует исследователей не одно столетие. Первые описания количественных опытов по метаболизму были опубликованы в 1614 г. врачом Санторио Санторио, который в течение 30 лет каждый день взвешивал себя, а также всё, что ел и пил. Стремясь понять загадочный процесс, он заложил основы количественного подхода к изучению метаболизма и, более того, к изучению организма на основе фактического материала. Термин «метаболизм» был предложен Теодором Шванном в 1840-х гг.

Живые организмы и клетки постоянно обмениваются с окружающей средой веществом и энергией. Входящие в состав организма вещества постоянно и достаточ-

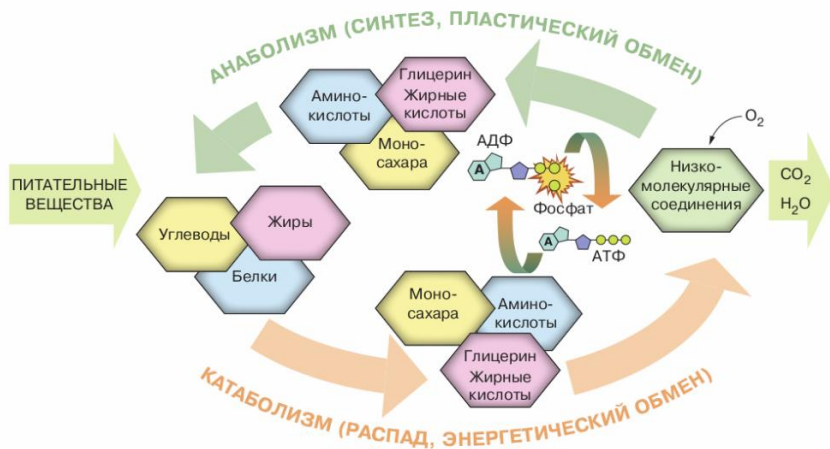


Рис. 14. Схема метаболизма

но интенсивно обновляются, одни распадаются до конечных продуктов, другие синтезируются. Для поддержания жизнедеятельности клеток и организма требуется приток энергии, которую можно получить в процессе распада органических веществ. Совокупность протекающих в организмах реакций обмена веществ и энергии называют **метаболизмом** (от греч. *μεταβολε* — превращение).

Обмен веществ и энергии — совокупность всех химических реакций в организме, приводящих к функционированию живого.

Непрерывно протекающие в клетках, тканях и органах химические реакции поддерживают постоянно внутреннюю среду организма. Метаболизм состоит из двух взаимосвязанных частей — **анаболизма** и **катаболизма**. Анаболизм также называют пластическим обменом, а метаболизм — энергетическим обменом.

Катаболизм — распад сложных химических веществ с образованием простых соединений и высвобождением энергии.

Анаболизм — ферментативный синтез из более простых соединений крупномолекулярных соединений с потреблением энергии.

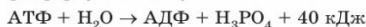
В результате катаболизма образуются промежуточные соединения, необходимые для реакций анаболизма, происходит получение и запасание энергии для протекания энергозатратных процессов. Для анаболизма необходимы энергия и промежуточные соединения, образуемые при катаболизме. Для осуществления катаболизма необходимы ферменты и структуры, которые образуются в результате анаболизма.

Катаболизм и анаболизм протекают в клетке одновременно и тесно связаны между собой. Поэтому их следует рассматривать как две стороны одного общего процесса — метаболизма, в котором превращения веществ тесно переплетены с превращением энергии (рис. 14).

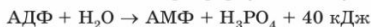
КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ АДЕНОЗИНТРИФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ?

Активным действующим веществом в превращении энергии является молекула **аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ)**. По химическому составу она является свободным нуклеотидом, состоящим из азотистого основания — *аденина*, моносахарида — *рибозы* и трёх остатков *фосфорной кислоты* (рис. 15). Особенность химических связей между остатками фосфорной кислоты в молекуле АТФ заключается в том, что при их разрыве и отделении фосфата выделяется большое количество энергии. Такие высокоэнергетические связи называют *макроэргическими* и обозначают знаком \sim . В молекуле АТФ *две макроэргические связи* между остатками фосфорной кислоты.

АТФ легко подвергается *гидролизу* — разложению, происходящему с участием воды. На первом этапе гидролиза от АТФ отщепляется один остаток фосфорной кислоты. При этом выделяется 40 кДж/моль энергии и АТФ превращается в АДФ — аденозиндифосфорную кислоту:



Второй этап гидролиза наблюдается сравнительно редко. При этом отщепляется ещё один остаток фосфорной кислоты, выделяется 40 кДж/моль энергии и АДФ превращается в АМФ — аденозинмонофосфорную кислоту:



Выделяемая при гидролизе АТФ энергия используется клетками для осуществления процессов жизнедеятельности: биосинтеза, движения, производства тепла, передачи нервных импульсов и других. АТФ является *универсальным биологическим аккумулятором и переносчиком энергии*.

АТФ интенсивно расщепляется, и её запас в клетках небольшой. Поэтому наряду с гидролизом АТФ клеткам необходим её непрерывный синтез. Для того чтобы к АДФ присоединить остаток фосфорной кислоты, необходимо затратить не менее 40 кДж энергии:



При гидролизе АТФ запасённая энергия высвобождается, а при синтезе АТФ энергия накапливается вновь. АТФ является одним из самых часто обновляемых

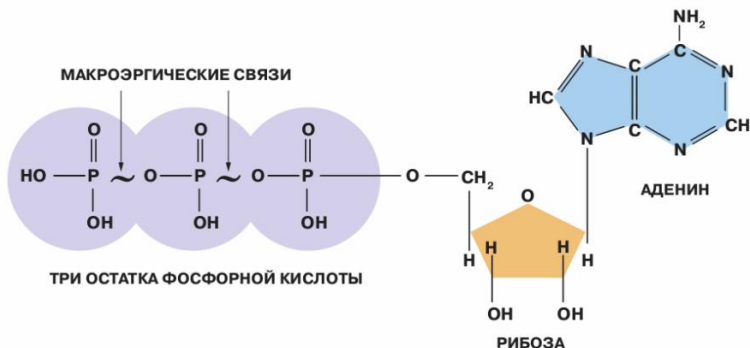


Рис. 15. Строение молекулы АТФ



веществ. В человеческом организме содержится около 0,2 моль АТФ (примерно 100 г). При этом каждая молекула АТФ в течение суток проходит более 500 циклов разложения и синтеза.

? КАК СИНТЕЗИРУЕТСЯ АТФ В ПРОЦЕССЕ КЛЕТОЧНОГО ДЫХАНИЯ?

Поставщиком энергии для синтеза АТФ служат процессы расщепления органических веществ. У человека, как и у многих организмов, которым для жизнедеятельности необходим молекулярный кислород, АТФ образуется в процессе **клеточного дыхания**.

Клеточное дыхание — процесс, при котором в клетках происходит расщепление и окисление органических соединений до неорганических веществ, а высвобождающаяся при этом энергия запасается в виде АТФ.

Процесс клеточного дыхания у сложных организмов включает *три основных этапа: подготовительный, бескислородный и кислородный* (рис. 16). У животных **подготовительный этап** клеточного дыхания протекает в пищеварительной системе. На этом этапе крупные органические молекулы под действием пищеварительных ферментов расщепляются до более простых соединений, полимеры — до мономеров. При этом выделяется небольшое количество энергии, которая рассеивается в виде тепла.

Второй этап клеточного дыхания называется **бескислородным** в связи с тем, что он может протекать без участия кислорода. Примером этого этапа может быть **гликолиз** (от греч. *гликис* — сладкий и *лизис* — расщепление).

Гликолиз — многоступенчатый ферментативный процесс бескислородного расщепления глюкозы до пировиноградной кислоты с выделением и запасанием энергии.

Пировиноградная кислота (пируват) — это простая органическая кислота, содержащая три атома углерода. Из одной молекулы глюкозы образуется две молекулы пирувата. В процессе гликолиза освобождается лишь около 5 % энергии, заключённой в химических связях молекул глюкозы. Энергетический выход гликолиза в расчёте на одну расщеплённую молекулу глюкозы составляет только две молекулы АТФ.

Третий этап клеточного дыхания называют **кислородным**. В ходе этого этапа продукты гликолиза (молекулы пирувата) расщепляются и окисляются. При этом синтезируется 36 молекул АТФ. Общий энергетический выход клеточного дыхания в расчёте на одну молекулу глюкозы составляет 38 молекул АТФ.



Рис. 16. Этапы клеточного дыхания



Клеточное дыхание с участием кислорода является очень эффективным механизмом получения энергии. Однако не все организмы способны или имеют возможность его использовать. Анаэробные организмы существуют при отсутствии кислорода. Большинство анаэробных организмов получает энергию жизнедеятельности в результате брожения.

Брожение — совокупность процессов ферментативного расщепления органических веществ без участия кислорода, которое сопровождается выделением энергии.

? КАКОВА РОЛЬ ВИТАМИНОВ В ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ?

В организме **витамины** используются не для строительства компонентов и не для получения энергии, хотя нужны для многих реакций синтеза и распада. Витамины участвуют в *регуляции обмена веществ*.

Открыто несколько десятков витаминов. Одни из них нужны для клеточного дыхания, другие для минерального обмена и усвоения кальция. Названия витаминов получили в соответствии с алфавитной номенклатурой и очередностью открытия. Например, витамин А был открыт одним из первых, поэтому получил буквенное обозначение «А».

? КАКОВЫ ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ КЛЕТЧНОГО МЕТАБОЛИЗМА?

У всех организмов клеточный метаболизм выполняет четыре основные функции:

- извлечение энергии из окружающей среды и преобразование её в энергию АТФ в количестве, достаточном для обеспечения всех энергетических потребностей клетки;

- образование из поступающих из внешней среды веществ промежуточных соединений, являющихся предшественниками макромолекулярных компонентов клетки;

- синтез из промежуточных соединений белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислоты и других клеточных компонентов;

- синтез и разрушение биомолекул, образование и распад которых связаны с выполнением специфических функций клетки.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ У ВЫСОКОРАЗВИТЫХ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА?

В регуляции обмена веществ и энергии у высоко развитых животных и человека важное значение имеют гормональная и нервная регуляция. Они связывают между собой метаболизм, совершающийся в разных клетках, тканях и органах, направляют его для выполнения функций, присущих всему организму в целом.

? К ЧЕМУ ПРИВОДЯТ НАРУШЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КЛЕТКЕ?

Нарушения обмена веществ и энергии у человека лежат в основе повреждений тканей и органов, ведущих к возникновению заболеваний. Различают несколько уровней, на которых могут происходить нарушения метаболизма: молекулярный, клеточный, тканевый, органный, уровень целостного организма.

При нарушении обмена веществ и энергии на клеточном уровне прежде всего повреждаются биологические мембраны. Это приводит к нарушению нормальных взаимоотношений клетки с окружающей средой. Следствием повреждения клеточных мембран является дезинтеграция регуляторных механизмов.



? КАКИЕ ФАКТОРЫ МОГУТ ПРИВОДИТЬ К НАРУШЕНИЮ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ?

Нарушения обмена веществ и энергии у человека могут быть обусловлены действием как внешних, так и внутренних факторов. К внешним факторам относят качественные и количественные изменения в составе пищи, несоответствие количественного и качественного состава пищи конкретным энергозатратам организма, поступление чужеродных токсических веществ, проникновение в организм патогенных микроорганизмов и вирусов.

К внутренним факторам относятся генетически обусловленные нарушения синтеза транспортных белков, иммунных белков, гормонов. В результате генетически обусловленного блокирования какого-либо фермента в организме накапливаются промежуточные продукты жизнедеятельности, оказывающие токсическое действие.

Основой профилактики нарушений обмена веществ и энергии является научно обоснованное по качественному и количественному составу, витаминизированное и сбалансированное питание, защита окружающей среды от проникновения в неё токсичных веществ, профилактика инфекционных заболеваний, стрессовых ситуаций, оптимальный режим работы и отдыха.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Метаболизм. Катаболизм. Анаболизм. Клеточное дыхание. Гликолиз. Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ). Функции АТФ.

ВЫВОДЫ

- Обмен веществ — это совокупность химических превращений веществ в организме, обеспечивающих все процессы жизнедеятельности.
- Катаболизм — поэтапное расщепление органических веществ в клетке, сопровождающееся освобождением энергии и запасанием её в форме энергии макроэргических связей АТФ.
- Обмен веществ происходит в три этапа: поступление веществ с пищей, их расщепление и доставка кровью к клеткам организма; синтез собственных веществ, необходимых для организма; расщепление органических веществ до конечных продуктов с последующим удалением.

ВОПРОСЫ

1. Что следует понимать под энергетическим обменом?
2. В чём суть пластического обмена?
3. Какие этапы включает процесс клеточного дыхания?
4. Где происходит подготовительный этап энергетического обмена у человека и животных?
5. Что представляет собой гликолиз?
6. Сколько молекул АТФ образуется на каждом этапе клеточного дыхания в расчёте на одну молекулу глюкозы?

ЗАДАНИЯ

7. Сравните анаболизм и катаболизм. Выделите черты различий.
8. Изучите рисунок 16 и назовите вещества, образующиеся при расщеплении молекулы глюкозы в клетке на бескислородном этапе энергетического обмена.
9. Определите, во сколько раз энергетический эффект кислородного этапа расщепления глюкозы выше, чем бескислородного.
10. Составьте схему классификации внешних факторов, влияющих на метаболизм.

**ОБЪЯСНИТЕ**

11. Какова роль витаминов в обмене веществ и энергии?
12. Почему в клетке непрерывно происходит синтез АТФ?
13. Почему важно соответствие количественного и качественного состава пищи конкретным энергозатратам организма?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Влияние двигательной активности на профилактику нарушений обмена веществ.
15. Энергетический обмен может быть двухэтапным и трёхэтапным. С чем это может быть связано?

КЕЙС**Глава 1. Обмен веществ как основа жизни человека****1 ЗАДАНИЕ****СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

В состав молекулы ДНК входят две полинуклеотидные цепи. В одной цепи следующая последовательность нуклеотидов: АТТЦГАЦГЦТАТАГ. Также известно, что в молекуле ДНК нуклеотиды с азотистым основанием аденин составляют 17 % от общего количества нуклеотидов.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Достройте вторую цепочку молекулы ДНК, используя принцип комплементарности.
2. Вспомните правило Чаргаффа и определите процентное содержание в молекуле ДНК каждого из остальных видов нуклеотидов.

2 ЗАДАНИЕ**СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

В ходе катаболизма в процессе третьего этапа кислородного дыхания образовалось 900 молекул АТФ.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите, какое количество молекул глюкозы подверглось расщеплению.
2. Рассчитайте, сколько молекул АТФ образовалось в результате гликолиза и полного окисления. Ответ поясните.

3 ЗАДАНИЕ**СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Известно, что фрагмент молекулы гликогена содержит 100 остатков глюкозы.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите, сколько молекул АТФ будет синтезировано в клетках на подготовительном этапе энергетического обмена.
2. Вспомните, что такое гликолиз. Какой будет энергетический выход данного процесса в расчёте на 100 расщеплённых молекул глюкозы?



3. Рассчитайте общий энергетический выход клеточного дыхания по данному примеру.

4 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Экспериментатор в три пробирки налил по 20 мл раствора яичного белка. В первую пробирку он добавил сульфат аммония. Появился выпавший в осадок белок, но при добавлении воды осадок растворился. Во вторую исследователь прилил концентрированную азотную кислоту. Образовался белый осадок белка, не растворяющийся в избытке воды. Третью пробирку он нагрел — и появился осадок белка ещё до закипания жидкости.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какое явление исследовал экспериментатор? Какова была цель его опыта?
2. В каком случае произошла обратимая денатурация? Ответ поясните.
3. Назовите факторы, которые вызвали в данном эксперименте необратимую денатурацию.
4. Предложите и опишите эксперимент, в котором можно наблюдать обратимую денатурацию какого-либо белка.

5 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Биологическое окисление органических веществ в организме человека сходно по химическому процессу с процессом горения топлива (древесины, угля).

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какому этапу катаболизма соответствует биологическое окисление органических веществ?
2. Какие общие конечные продукты образуются в результате процессов биологического окисления и горения органических веществ?
3. Назовите отличительные особенности биологического окисления в сравнении с горением.

6 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В среднем в клетке животных организмов содержится около 1% углеводов, в клетках печени их содержание доходит до 5%, а в растительных клетках — до 90%.

Активное расщепление углеводов происходит, например, при прорастании семян, интенсивной мышечной работе, длительном голодании.

Как компонент наружного скелета хитин встречается у отдельных групп животных, например у членистоногих.

При повреждении стволов и веток растений из ран выделяются камеди (смолы).

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Расскажите о функциях органических веществ, о которых идёт речь в описаниях.
2. Для каких целей производятся таким образом белки? Приведите примеры их использования.

Глава 2

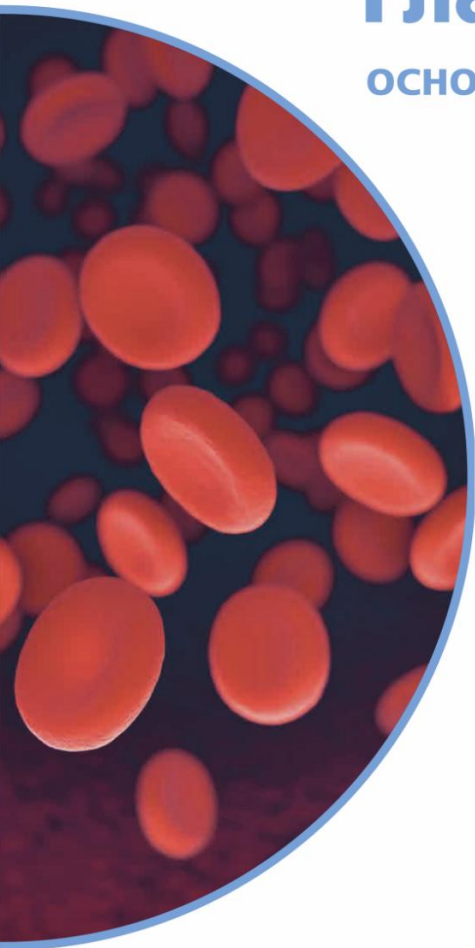
ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ

ВЫ УЗНАЕТЕ

- об основных положениях клеточной теории;
- о строении и жизненном цикле клетки;
- о многообразии и дифференцировке клеток многоклеточного организма.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

- объяснять смысл современной клеточной теории, её основных положений;
- определять по изображениям и схемам органоиды клетки;
- характеризовать особенности дифференцировки клеток.





§ 8. КЛЕТЧНОЕ СТРОЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

ЭТО Я ЗНАЮ

Химический состав клеток.

Что такое биологическая система.



Почему клетка является элементарной, открытой биологической системой, способной к воспроизведению?



КАКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ВКЛЮЧАЕТ КЛЕТочНАЯ ТЕОРИЯ?

Клетка обладает всеми признаками и свойствами живого и представляет собой наименьшую биологическую систему. Строение и функционирование клеток, процессы их размножения, старения и гибели изучает **цитология**.

Одной из основополагающих идей биологии является **клеточная теория**. Её основоположниками считают немецких учёных **Маттиаса Шлейдена** и **Теодора Шванна**. Клеточная теория постулирует единство принципа строения и развития всех организмов, имеющих клеточное строение.

На современном этапе развития биологии *клеточная теория включает следующие основные положения:*

1. Клетка является основной структурной и функциональной единицей живых организмов, обладающей всеми признаками и свойствами живого. Все организмы состоят из клеток. Жизнь организма в целом обусловлена взаимодействием составляющих их клеток.
2. Клетки всех организмов сходны по своему химическому составу, строению и процессам жизнедеятельности.
3. Все новые клетки образуются при делении исходных материнских клеток.



В ЧЁМ ОСОБЕННОСТИ КЛЕТОК МНОГОКЛЕТОЧНЫХ ОРГАНИЗМОВ?

У многоклеточных организмов клетки организованы в большие группы и становятся *функциональными системами*, внутри которых между клетками существуют большие различия. Они связаны с тем, что каждый тип клеток приспособлен для выполнения *специфических функций* (от лат. *функцио* — исполнение). Например, эритроциты переносят кислород, нервные клетки являются проводниками сигналов от внутренних и внешних раздражителей. В зависимости от предназначения *в процессе развития меняется строение клеток*, иногда очень значительно: некоторые сливаются в многоядерные комплексы, эффективные для сокращения, другие утрачивают практически ненужные ядра, как зрелые эритроциты. Различные виды клеток группируются по местоположению, строению и функциям, из них формируются *ткани*.



ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КЛЕТКИ?

Функционирование каждой клетки в организме зависит от *наследственной информации*, которую иначе называют *генетической* (от греч. *генос* — род). В клетке эта информация хранится в *генах*.

Ген — участок молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты, в котором закодирована информация об одной полипептидной цепи.

Каждая молекула ДНК содержит множество разных генов. Совокупность генов несёт всю генетическую информацию об организме. Изначально организм челове-

ка состоит из одной оплодотворённой яйцеклетки. На первых этапах развития она делится и образует клетки, количество которых увеличивается в геометрической прогрессии — сначала их две, затем становится четыре, восемь и так далее. Каждая такая дочерняя клетка сначала не обладает «специализацией», но позже эти клетки начинают различаться — дифференцироваться.

Генетическая информация включает в себя программы, обеспечивающие размножение клеток и синтез ими белков. Эти процессы необходимы для развития оплодотворённой яйцеклетки в многоклеточный организм и для последующей дифференцировки клеток из общих предшественников.

Дифференцировка клеток связана с таким процессом, как *экспрессия генов*. При этом осуществляется *реализация наследственной информации* гена в конечный продукт — белок. В определённый момент времени реализуется только какая-то часть наследственной информации и создаётся программа развития и жизнедеятельности клетки.

В процессе дифференцировки менее специализированная клетка становится более специализированной. Дифференцировка клеток происходит не только в эмбриональном развитии, но и во взрослом организме при кроветворении, сперматогенезе, регенерации повреждённых тканей.

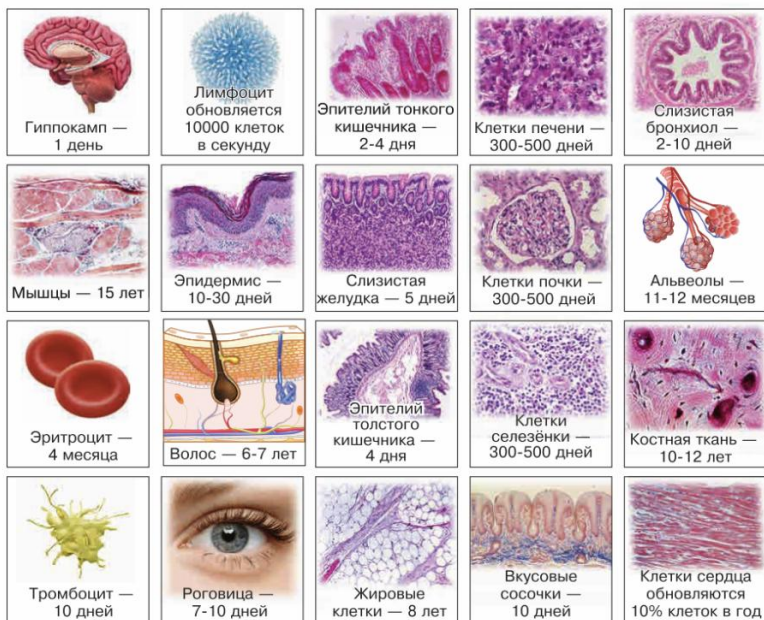


Рис. 17. Разнообразие клеток, приспособленных к выполнению различных функций, и продолжительность жизни клеток



? КАКОВЫ КОЛИЧЕСТВО, РАЗМЕРЫ И ФОРМА КЛЕТОК В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА?

Организм человека состоит примерно из 75—100 трлн клеток. Из них примерно 25 000 млрд клеток представлено эритроцитами крови, которые относятся к самому обычному типу клеток. Ещё 100 млрд клеток составляют нервную систему.

Размеры клеток в организме человека варьируют от 5 мкм у клеток соединительной ткани до около 100 мкм у яйцеклеток. При этом некоторые специализированные клетки могут быть намного больше по размерам. Например, идущие от головного мозга к спинному мозгу отростки нервных клеток могут достигать в длину 1 м.

Клетки человека сильно отличаются и по форме. Яйцеклетки имеют круглую форму. Для клеток соединительной ткани характерны отростки. Гладкомышечные клетки обладают веретёнообразной формой. Размеры и формы клеток часто связаны с их специфическими свойствами (рис. 17).

? КАКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОИСХОДЯТ ВО ВСЕХ КЛЕТКАХ?

Все клетки обладают рядом общих основных свойств, даже если они являются дифференцированными и выполняют специфические функции. В каждой клетке происходят процессы обмена веществ и превращения энергии, в результате которых поглощённые вещества превращаются в соединения, необходимые для жизнедеятельности, а конечные продукты выводятся.

? ЧТО ЯВЛЯЕТСЯ ОБЯЗАТЕЛЬНЫМ УСЛОВИЕМ ЗАМЕЩЕНИЯ ПОГИБШИХ КЛЕТОК?

Почти все клетки способны воспроизводить себе подобных за счёт деления. Эта способность часто сохраняется на протяжении всей их жизни и является обязательным условием замещения погибших клеток, а также восстановления тканей и органов после повреждений — *регенерации*.

В красном костном мозге человека каждую минуту образуется около 160 млн клеток крови (или 500 млрд в день). В мужских семенниках может ежедневно генерироваться около 85 млн сперматозоидов. Однако другие клетки в организме человека делятся только на определённых стадиях развития, а затем функционируют без дальнейшего развития. Таковы клетки нервной и мышечной ткани.

? В ЧЁМ ПРОЯВЛЯЮТСЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ КЛЕТОК?

Все клетки находятся в постоянном взаимодействии с окружающей средой. Клеткам свойственна чувствительность к внешним сигналам и способность отвечать на внешние раздражители (*раздражимость*). Почти все клетки связаны со своим окружением посредством рецепторов и других структур, находящихся на их поверхности. Поэтому клетки могут принимать различные сигналы, а также реагировать на них.

Раздражимость — способность клеток и организмов отвечать на воздействие факторов внешней среды изменением своего состояния или деятельности.

В организме человека двигательную активность проявляют некоторые клетки крови, способные к амёбoidalным движениям. Мышечные клетки отвечают на раздражение сокращением. Клетки мерцательного эпителия дыхательных путей имеют подвижные реснички. Их биение обеспечивает перемещение слизи.

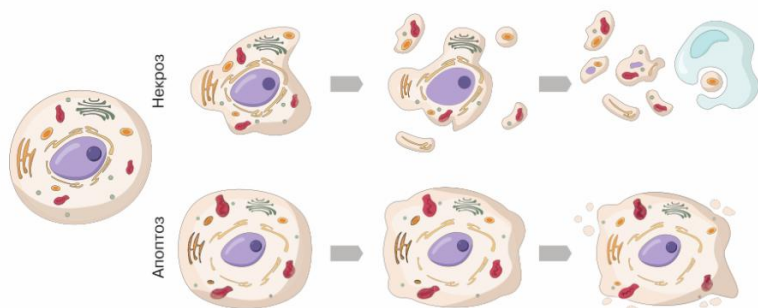


Рис. 18. Некроз и апоптоз клеток

? КАК ПРОИСХОДИТ ГИБЕЛЬ КЛЕТОК?

Каждая клетка существует определённое время, по истечении которого она делится или погибает. Различают два типа клеточной гибели — **некроз** и **апоптоз** (рис. 18).

Некроз (от греч. *некрос* — мёртвый) — это гибель клетки, обусловленная действием повреждающих факторов. Причиной некроза может быть механическое повреждение, воздействие на клетку высоких и низких температур, токсических веществ, ионизирующих излучений. Обычно при некрозе гибнут не отдельные клетки, а целые группы клеток. Например, при ожоге погибает много клеток кожи, подвергшихся действию высокой температуры. Продуктами некроза всегда повреждаются соседние клетки.

Апоптоз (от греч. *апоптозис* — опадение) — регулируемое организмом саморазрушение клеток по генетически запрограммированной программе в ответ на определённые внешние или внутренние стимулы.

Апоптоз обеспечивает уничтожение дефектных клеток. Благодаря апоптозу в организме поддерживается определённое соотношение различных типов клеток. Апоптоз имеет важное значение для дифференцировки клеток, необходимой для правильного развития и функционирования тканей и органов. В организме взрослого человека в результате апоптоза ежедневно погибает 50—70 млрд клеток. Большая часть клеток организма человека регулярно обновляется в течение 6—7 лет (см. рис. 17).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Клетка. Клеточная теория. Обмен веществ и энергии, деление, дифференцировка, чувствительность, раздражимость, двигательная активность клеток. Некроз. Апоптоз.

ВЫВОДЫ

- Клетка представляет собой наименьшую структурно-функциональную единицу организма.
- В соответствии с выполняемыми функциями клетки различаются по размеру, форме и степени выраженности некоторых свойств.
- Основным свойством клеток является их способность к делению, к восприятию внешних сигналов и выработке соответствующего ответа.



ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 1** Большинство открытых после 1945 г. оргanelл были впервые увидены под электронным микроскопом на тонких срезах залитых в смолу клеток. Современные методы позволяют визуализировать многие клеточные структуры начиная от атомного разрешения в случае одиночных молекул и макромолекулярных комплексов, получать увеличение объекта до 2 млн раз. Ниже представлена сравнительная шкала размеров, из которой виден диапазон объектов, которые можно исследовать с помощью электронного микроскопа (рис. 19).

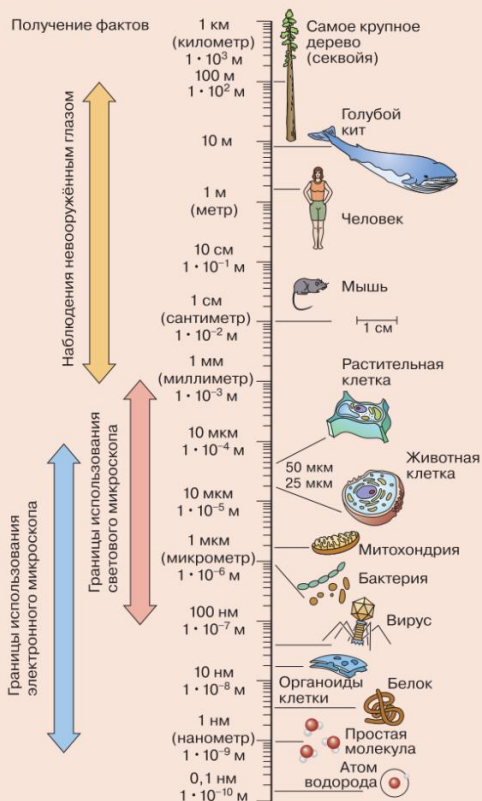


Рис. 19. Шкала размеров объектов



- 2** Ежедневно в организме взрослого человека весом 70 кг погибают более 0,5 трлн дифференцированных клеток, включая 200 млрд эритроцитов и 70 млрд нейтрофилов. Поддержание постоянства состава крови требует непрерывного образования новых клеток. Этот процесс называется кроветворением. Он обеспечивается стволовыми кроветворными клетками, способными делиться и преобразовываться при выборе направления дифференцировки в те или другие виды зрелых клеток крови.

ВОПРОСЫ

1. Кто является основоположниками клеточной теории?
2. Какие процессы жизнедеятельности характерны для клеток?
3. Что такое дифференцировка клеток?
4. Как меняются клетки в процессе развития?
5. В чём проявляется раздражимость у клеток?
6. Каковы могут быть причины клеточной гибели?

ЗАДАНИЯ

7. Объясните, как совершенствование методов исследования на протяжении XIX—XX вв. способствовало развитию клеточной теории.
8. Используя положения клеточной теории, докажите единство происхождения жизни на Земле.
9. Приведите примеры специализации клеток по выполнению определённых функций в многоклеточном организме.
10. Сравните некроз клеток и апоптоз. В чём принципиальное различие этих процессов?

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему клетки многоклеточного организма отличаются по размерам и форме?
12. Почему некроз клеток опасен для организма человека?
13. Почему в многоклеточном организме дочерние клетки, возникающие при делении исходной материнской клетки, дальше могут иметь разное строение и выполнять различные функции?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Какое значение для формирования научного мировоззрения имеет клеточная теория?
15. «Вне клетки нет жизни». Что означает данное утверждение?



§ 9. СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

ЭТО Я ЗНАЮ

Цитоплазма.
Органоиды.



Как клетка обеспечивает свою жизнедеятельность?



КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ?

Клетки большинства животных и человека имеют сходное строение. Одним из свойств является наличие **ядра** и **цитоплазмы**, причём каждая клетка отграничена от окружающей среды и других клеток **плазматической мембраной** (от лат. *membrana* — кожица) (рис. 20). Её толщина составляет около 10 нм.

Через плазматическую мембрану осуществляется обмен веществ между клеткой и окружающей средой, а также взаимодействие между соседними клетками. Обладая избирательной проницаемостью для некоторых веществ, плазматическая мембрана обеспечивает постоянство внутренней среды клетки.

Плазматическая мембрана состоит из двух слоёв **фосфолипидов**. Каждая молекула фосфолипида имеет гидрофильную головку и гидрофобный хвост. В составе биологических мембран молекулы фосфолипидов ориентированы головками наружу и хвостами внутрь.

В мембрану погружены многочисленные белки. **Мембранные белки** выполняют разнообразные функции: воспринимают различные сигналы, то есть являются рецепторами; образуют каналы, связывающие клетку с окружающей средой; являются ферментами, обеспечивающими жизнедеятельность клетки. В состав мембраны входит небольшое количество углеводов, связанных с белками, или с фосфолипидами, обеспечивающих рецепторные функции.



КАКОВЫ ФУНКЦИИ ЦИТОПЛАЗМЫ?

Цитоплазма (от греч. *цитос* — клетка и *плазма* — содержимое) представляет собой полужидкое содержимое, образованное белками, липидами, углеводами, неорганическими соединениями. В цитоплазме происходит синтез белков, липидов, углеводов, осуществляются процессы дыхания и обмена веществ.

Цитоплазма пронизана сетью белковых структур, формирующих **цитоскелет**. Он состоит из микротрубочек, образованных белком тубулином, и микрофиламентов (нитей), образованных белком актином. Цитоскелет поддерживает форму клетки, участвует в процессах движения, фагоцитоза, экзоцитоза и деления клетки.

В цитоплазме находятся **органоиды** — небольшие по размерам и постоянные структуры, участвующие в осуществлении основных функций клетки. Пространство между органоидами заполнено вязким водным раствором различных солей и органических веществ.



КАКИЕ ФУНКЦИИ ВЫПОЛНЯЮТ МИТОХОНДРИИ?

В клетках животных и человека к основным органоидам относят **митохондрии**, комплекс **Гольджи**, **лизосомы**, **эндоплазматическую сеть**, **рибосомы**, **клеточный центр**. **Митохондрии** обеспечивают окисление крупных органических молекул до углекислого газа и воды. Выделяющаяся при этом энергия идёт на синтез АТФ,

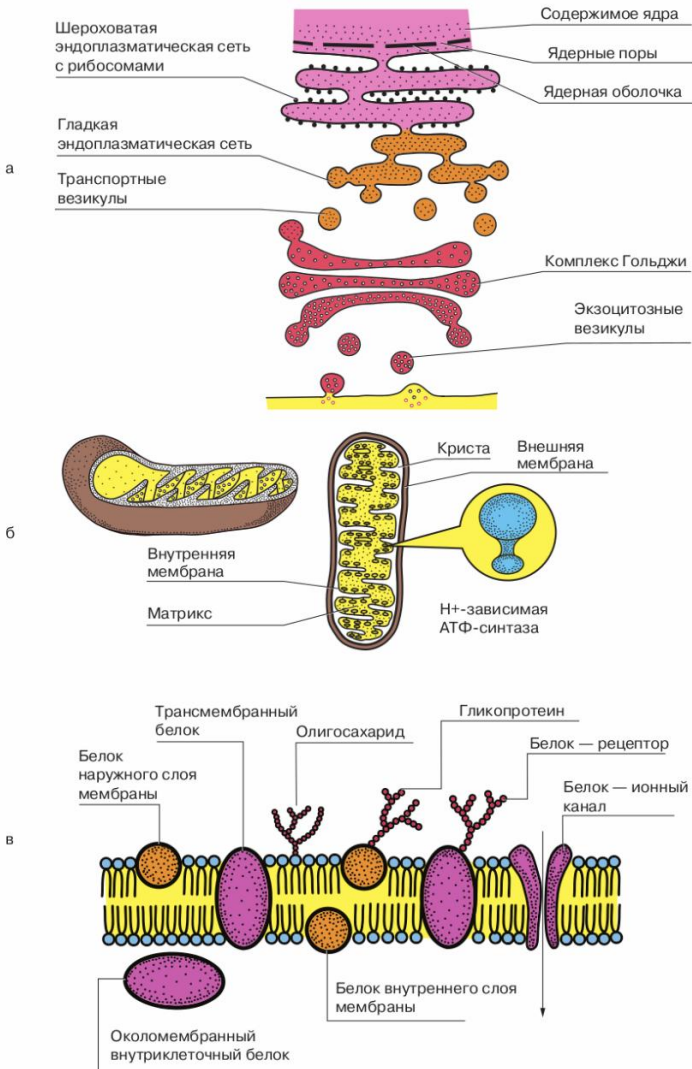


Рис. 20. Строение эндоплазматической сети (а), митохондрии (б), клеточной мембраны (в)



которая является универсальным накопителем энергии (см. рис. 20). Количество митохондрий в животных клетках может сильно отличаться. Стенки митохондрий образованы двумя мембранами. Наружная мембрана гладкая, а внутренняя имеет многочисленные складки — *кристы*. Они увеличивают площадь внутренней поверхности митохондрии. На кристах располагаются комплексы ферментов, обеспечивающих клеточное дыхание и синтез АТФ. Митохондрии являются единственными органоидами, имеющими собственные ДНК, РНК и рибосомы, которые обеспечивают их самовоспроизводство.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ КОМПЛЕКСА ГОЛЬДЖИ?

Комплекс Гольджи состоит из системы цистерн (полостей), не связанных с эндоплазматической сетью. В комплексе Гольджи происходят накопление, биохимические превращения и упаковка в мембранные пузырьки веществ, произведённых клеткой. Упакованные вещества транспортируются в разные участки цитоплазмы или переносятся к клеточной мембране и выводятся из клетки.

Предназначенные для транспортировки вещества, а также липиды и белки, необходимые для синтеза стенок клеточных пузырьков, поступают в комплекс Гольджи из эндоплазматической сети. Образованные в комплексе Гольджи пузырьки могут встраиваться в наружную мембрану клетки в местах повреждения мембраны.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛИЗОСОМ?

Лизосомы представляют собой мелкие клеточные пузырьки, содержащие большой набор пищеварительных ферментов. Эти ферменты способны расщеплять как белки, так и жиры и углеводы. Всего в лизосомах содержится около пятидесяти различных ферментов, расщепляющих различные вещества.

Лизосомы образуются в комплексе Гольджи и содержат ферменты в неактивной форме. Такие лизосомы сливаются с пищеварительными вакуолями и образуют *фаголизосомы*. В них ферменты активируются, запуская процесс переваривания. После завершения переваривания фаголизосомы сливаются с наружной мембраной. Непереваренные остатки выводятся из клетки, а продукты переваривания поступают в цитоплазму для обеспечения жизнедеятельности клетки.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ СЕТИ?

Эндоплазматическая сеть (ЭПС) состоит из соединённых между собой уплощённых полостей — цистерн и разветвлённых каналов, образованных мембраной, сходной с плазматической (см. рис. 20). Различают два типа ЭПС — *шероховатую* и *гладкую*. Шероховатая ЭПС представлена преимущественно цистернами, на мембранах которых находятся рибосомы, а гладкая — каналами. Мембраны шероховатой и гладкой ЭПС непосредственно переходят друг в друга. ЭПС обеспечивает внутриклеточный транспорт веществ и является местом синтеза органических веществ.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ РИБОСОМ?

Рибосомы представляют собой органоиды, обеспечивающие процесс синтеза белка. В одной клетке одновременно может содержаться несколько миллионов рибосом. Каждая из них включает большую и малую субъединицы, которые формируются в ядре и через поры в ядерной оболочке поступают в шероховатую ЭПС или цитоплазму.



Рибосомы производят сборку белковых молекул из аминокислот, доставляемых тРНК. Между субъединицами рибосомы имеется щель, в которой размещается иРНК. С неё считывается нужная последовательность аминокислот.

Большая субъединица снабжена бороздкой, по которой смещается готовая молекула белка. Процесс считывания генетической информации называется *трансляцией*.

Клеточный центр состоит из двух цилиндров — **центриолей**. Они участвуют в сборке микротрубочек цитоскелета. Непостоянные структуры цитоплазмы, которые то возникают, то исчезают в процессе жизнедеятельности клетки, называют **включениями**. Плотные включения в виде гранул содержат питательные вещества — крахмал, гликоген, белки, жиры.

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Органоиды. Ядро. Цитоплазма. Плазматическая мембрана. Цитоскелет. Митохондрии. Комплекс Гольджи. Лизосомы. Эндоплазматическая сеть. Рибосомы. Клеточный центр. Включения.

ВЫВОДЫ

- Клетка имеет сложное строение и состоит из основных частей: наружной мембраны, ядра и цитоплазмы с органоидами.
- Клеточные структуры имеют специфическое строение и выполняют различные функции.
- Многие органоиды клетки взаимосвязаны между собой структурно и функционально.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 1** ДНК митохондрий имеет форму кольца и напоминает ДНК некоторых современных бактерий. Это позволило сформулировать симбиотическую гипотезу, согласно которой митохондрии возникли из паразитических бактерий, которые затем перешли к симбиозу и стали органоидами. По строению митохондрии близки к пластидам — органоидам растительных клеток.
- 2** Плазмалемма некоторых животных клеток образует выросты в виде микроворсинок, имеющие форму цилиндра с закруглённой вершиной. Диаметр микроворсинок составляет около 100 нм. Значение микроворсинок заключается в значительном увеличении площади клеточной поверхности. Это особенно важно для клеток, участвующих во всасывании. В клетках кишечного эпителия на 1 мм² поверхности насчитывается до 2×10^8 микроворсинок.
- 3** К амёбOIDному движению способны все виды лейкоцитов, благодаря чему они могут выходить через стенку кровеносных сосудов. Лейкоциты обладают положительным хемотаксисом по отношению к бактериальным токсинам, продуктам распада бактерий или клеток организма и комплексам антигена-антигена. Встретившись с потенциальным врагом (инородным телом), лейкоциты способны его окружать и захватывать внутрь цитоплазмы (фагоцитоз).

ВОПРОСЫ

1. Каково строение клеточной мембраны?
2. Каковы функции мембраны клетки?
3. Что представляет собой цитоплазма клетки?
4. В чём заключается связь комплекса Гольджи и лизосом?



- Каковы строение и функции эндоплазматической сети?
- В чём состоит отличие органоидов от включений?

ЗАДАНИЯ

- Составьте схему, отражающую состав и функции структурных компонентов клетки.
- Пользуясь дополнительными источниками информации, выясните, какими методами изучают функции органоидов.
- Сперматозоиды практически не содержат цитоплазмы и питательных веществ. Однако для движения им необходимо большое количество энергии. Подумайте, откуда берётся эта энергия.
- Предложите мысленный эксперимент, демонстрирующий функции лизосом в клетке. Предположите, к каким последствиям приведёт прекращение образования лизосом в клетках.

ОБЪЯСНИТЕ

- Почему включения то возникают, то исчезают в процессе жизнедеятельности клетки?
- Почему клетки летательных мышц насекомых содержат по несколько тысяч митохондрий?
- Клеточная мембрана обладает свойством избирательной проницаемости. Поясните, в чём это проявляется и как реагирует клетка, если мембрана утратит эту способность.

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

- Какова структурная и функциональная связь между эндоплазматической сетью и комплексом Гольджи?
- Могут ли эритроциты синтезировать белки?

§ 10.

ЯДРО КЛЕТКИ. КЛЕТочный цикл

ЭТО Я ЗНАЮ

Строение молекулы ДНК.
Принцип комплементарности.



Как клетка делится?



КАКОВЫ СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ КЛЕТочного ядра?

Важным компонентом клеток животных и человека является ядро. Оно окружено двуслойной пористой **ядерной мембраной** и заполнено **ядерным соком**. В него погружены **хроматин** и одно или несколько **ядрышек** (рис. 21). В ядрышке осуществляется синтез рибосомальной РНК. Здесь рРНК приобретают пространственную структуру и соединяются с белками, поступающими из цитоплазмы.

Хроматин — это нитевидные структуры ядра, образованные линейными молекулами ДНК в комплексе со специальными белками. В период между делениями

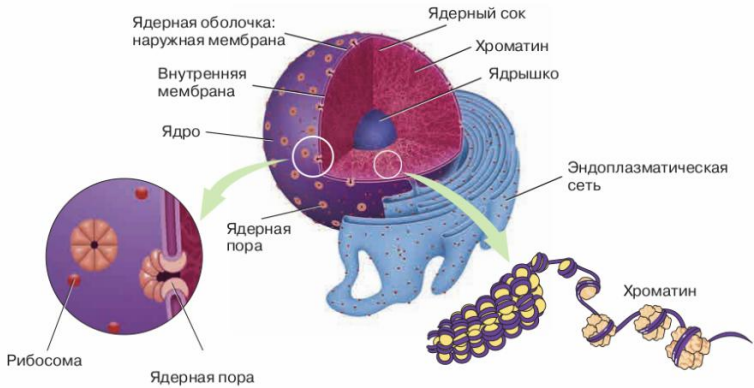


Рис. 21. Схема строения клеточного ядра

хроматин равномерно распределяется в ядре или располагается отдельными сгустками.

При подготовке клетки к делению происходит спирализация хроматина. При этом формируются компактные структуры, которые называют **хромосомами**. Они становятся видимыми в оптический микроскоп только в делящейся клетке. Хромосома содержит плотно упакованную с помощью специальных белков молекулу ДНК. Хромосомы являются носителями генов (рис. 22).

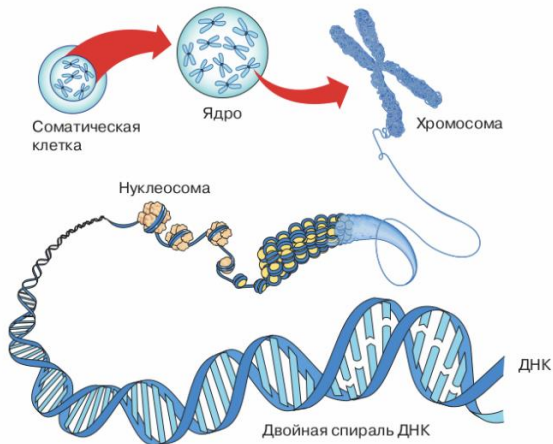


Рис. 22. Строение хромосомы



? КАК ПРОИСХОДИТ ПЕРЕДАЧА ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ?

Молекулы ДНК способны удваиваться, когда около каждой из двух нитей спирали ДНК достраиваются на основе принципа комплементарности новые цепочки нуклеотидов. В результате **репликации** (удвоения) создаются две дочерние молекулы ДНК. Каждая из них содержит одну полипептидную цепь материнской молекулы и одну синтезированную цепь. Дочерние молекулы ДНК ничем не отличаются от материнской молекулы. При делении дочерние молекулы ДНК расходятся по двум образующимся клеткам в составе дочерних хроматид. Каждая хроматида является половиной дублированной хромосомы.

| **Репликация** — удвоение молекул ДНК.

? КАК ОБРАЗУЮТСЯ НОВЫЕ КЛЕТКИ?

Новые клетки образуются путём деления уже существующих. Деление клеток является основой роста, регенерации и индивидуального развития многоклеточных организмов.

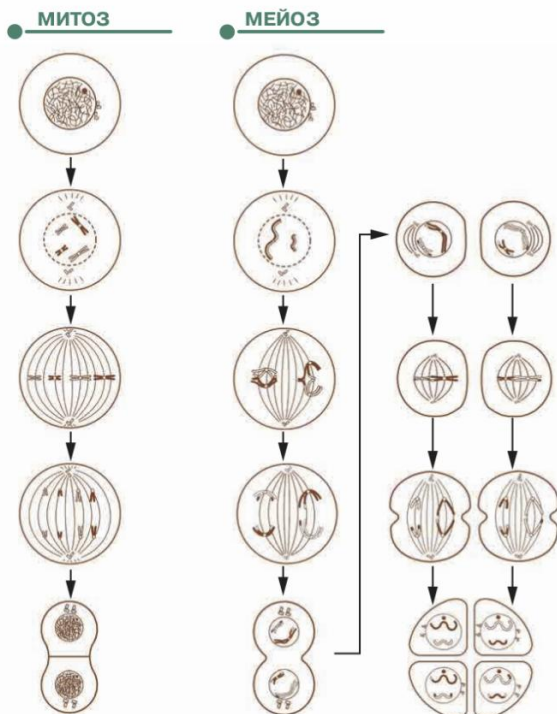


Рис. 23. Схема митоза и мейоза

Клеточный цикл — период существования клетки от момента её образования из материнской клетки до собственного деления или гибели.

Продолжительность **клеточного цикла** у разных организмов и различных клеток в составе одного организма отличается. Для регулярно делящихся клеток многоклеточных организмов длительность клеточного цикла обычно составляет 12—36 ч.

Клеточный цикл состоит из **интерфазы** и **деления** клетки. **Интерфаза** — подготовка клетки к делению. Обычно интерфаза занимает больше времени, чем само деление.

Основным способом деления клеток является **митоз** (от греч. *митос* — нить) (рис. 23). При митозе происходит *спирализация* хроматина. Это приводит к формированию компактных *двуххроматидных* хромосом. После этого хроматиды каждой хромосомы отделяются друг от друга и затем попадают в разные дочерние клетки.

В каждой хромосоме можно различить два плеча, соединённых между собой перетяжкой — *центромерой*. В момент деления можно видеть, что каждое плечо хромосом состоит из двух спирально закрученных **хроматид**. Каждая хроматида содержит одну гигантскую двухцепочечную молекулу дезоксирибонуклеиновой кислоты, скрученную в виде спирали. В промежутке между делениями хроматиды существуют в раскрученной форме и поэтому незаметны.

Прохождение клетками разных этапов клеточного цикла регулируется действием факторов внешней среды и внутриклеточными сигналами. Важное значение в осуществлении контроля клеточного цикла имеют белки *циклины*. Нарушение механизмов регуляции клеточного цикла может привести к неконтролируемому размножению клеток, что является причиной образования опухолей.

? КАКОВО БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МИТОЗА?

В результате митоза две новые клетки получают одинаковую наследственную информацию и оказываются генетически идентичными друг другу и материнской клетке.

Благодаря митозу в организме многоклеточного животного происходит увеличение количества клеток. Это лежит в основе роста и развития организма, процессы регенерации — восстановления повреждённых тканей и органов.

? КАКОВО БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЕЙОЗА?

Половое размножение организмов обеспечивают половые клетки, или **гаметы**. Они образуются в результате **мейоза** (от греч. *мейозис* — уменьшение) (см. рис. 23).

Мейоз — тип деления клеток, в результате которого образуются половые клетки.

При мейозе число хромосом в половых клетках уменьшается в два раза. В результате последующего оплодотворения формируется зигота и восстанавливается двойной набор хромосом. Из зиготы развивается новый организм, который сохраняет свойственный данному виду набор хромосом.

Без мейоза, приводящего к уменьшению набора хромосом в два раза, половое размножение сопровождалось бы удвоением числа хромосом в каждом новом поколении потомков.

? ЧТО ТАКОЕ КАРИОТИП?

Совокупность морфологических признаков полного хромосомного набора, свойственную клеткам одного организма определённого вида, называют **кариотипом**. В норме кариотип человека содержит 46 хромосом: 22 пары аутомосом и одну пару половых хромосом (гоносомы). Нормальный мужской кариотип — 46, XY; нор-



мальный женский — 46, XX. Нарушения в кариотипе приводят к генетическим заболеваниям и синдромам. *Кариотипирование* — распространённый метод исследования кариотипа — анализ числа, формы и размеров хромосом с использованием специального окрашивания делящихся клеток.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Клеточное ядро. Хроматин. Хромосома. Хроматида. Репликация ДНК. Деление клеток. Клеточный цикл. Интерфаза. Митоз. Мейоз. Гаметы. Кариотип.

ВЫВОДЫ

- Клеточное ядро содержит молекулы ДНК, обеспечивающие хранение и реализацию наследственной информации.
- Митотическое деление обеспечивает точную передачу генетической информации в ряду поколений клеток, обуславливает поддержание постоянного числа хромосом.
- Мейоз приводит к образованию половых клеток, содержащих уменьшенное в два раза число хромосом.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 1 Детальные исследования митоза на животных впервые были проведены немецким гистологом Вальтером Флемингом в 1882 г. В митозе условно выделяют четыре последовательные фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. Длительность фаз митоза различная и зависит от типа ткани, физиологического состояния организма, внешних факторов. В профазе распадается ядерная оболочка, постепенно исчезает ядрышко, хромосомы плотно скручиваются и их можно наблюдать в световой микроскоп. В метафазе хорошо видно строение удвоенных хромосом. Каждая из них состоит из двух хроматид, соединённых в перетяжке — центромере. Во время анафазы происходит разделение центромеры и хроматиды расходятся. После того как дочерние хромосомы достигнут противоположных полюсов клетки, начинается телофаза. На этой стадии хромосомы вновь приобретают вид тонких нитей. Вокруг них формируется ядерная оболочка, а в ядре образуется ядрышко. Цитоплазма перетяжкой делится на две части. При этом все органоиды более или менее равномерно распределяются между дочерними клетками. В результате митоза получаются две клетки, идентичные друг другу и материнской клетке. Весь процесс митоза занимает в среднем 1—2 ч. Биологическое значение митоза состоит в том, что он обеспечивает точную и полную передачу наследственной информации в ряду клеточных поколений.
- 2 Клетки разных тканей делятся с разной частотой. У человека клетки скелетной мускулатуры не делятся совсем, клетки печени делятся один раз в несколько месяцев, а эпителиальные клетки кишечника делятся 1—2 раза в сутки.
- 3 Количество ядер в разных по специализации клетках различно. В большинстве случаев клетки одноядерные, но есть ткани, построенные из многоядерных клеток (печёночная или ткань мозга). Есть клетки, лишённые ядра, — это зрелые эритроциты.
- 4 Обычно ядро имеет шаровидную или яйцевидную форму, однако в некоторых клетках форма ядра может быть иной: веретеновидной, линзовидной, подковообразной и др. Размеры клеточных ядер также отличаются. Тем не менее, несмотря на эти различия, все ядра устроены одинаково. Ядро клетки состоит



из ядерной оболочки, ядерного сока, хроматина и одного или нескольких ядрышек. Ядерный сок представляет собой водный раствор, содержащий различные органические и неорганические вещества. Он заполняет внутреннее пространство ядра и является средой протекания всех внутриядерных процессов.

ПРАКТИКУМ**ПРОСМОТР ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКИХ
ФОТОГРАФИЙ ПРЕПАРАТОВ ОРГАНОИДОВ
ЭУКАРИОТИЧЕСКОЙ КЛЕТКИ**

Цель: изучить по электронно-микроскопическим фотографиям особенности строения различных органоидов эукариотической клетки, выделить характерные признаки строения и расположения органоидов.

Материалы и оборудование: атлас электронно-микроскопических фотографий органоидов клетки.

Ход работы

1. Используя атлас электронно-микроскопических фотографий, рассмотрите клетку. Назовите видимые структуры клетки.
2. Рассмотрите на фотографии внешнюю сторону клеточного ядра. Найдите ядерные поры.
3. Рассмотрите на фотографии строение эндоплазматической сети. Найдите на поверхности множество рибосом.
4. Рассмотрите на фотографии строение митохондрии. Найдите наружную мембрану, кристы и внутреннее содержимое.
5. Рассмотрите на фотографии строение комплекса Гольджи.
6. Обобщите в таблице характерные признаки изученных объектов. Сделайте вывод по результатам изучения.
7. Выделите преимущества и недостатки электронной микроскопии по сравнению со световой.

ВОПРОСЫ

1. Что такое репликация ДНК? Как она происходит?
2. Какие периоды выделяют в клеточном цикле?
3. Какие типы деления клеток известны?
4. Как распределяются хромосомы между делящимися клетками в митозе?
5. В чём заключается общий смысл митоза?
6. В чём заключается биологическое значение мейоза?

ЗАДАНИЯ

7. Составьте схему строения клеточного ядра.
8. Сравните хроматин и хромосомы. Выделите принципиальное отличие.
9. Расскажите о строении хромосомы.
10. Сравните митоз и мейоз, выявите черты сходства и различия.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему в промежутке между делениями хромосомы незаметны?



12. Изучив схему митоза, предположите, какие нарушения в ходе этого процесса могут привести к образованию клеток, неидентичных родительской.
13. Поясните значение карiotипирования.

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Почему клетке необходимо активно синтезировать белок и АТФ перед началом деления?
15. Для чего осуществляется репликация ДНК в интерфазе?

§ 11. МНОГООБРАЗИЕ И ДИФФЕРЕНЦИРОВКА КЛЕТОК

ЭТО Я ЗНАЮ

Наследственная (генетическая) информация.
Ген.



Почему в многоклеточном организме клетки имеют разное строение и выполняют различные функции?

? КАКОВО БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ КЛЕТОК?

Во взрослом организме человека насчитывают более 200 типов клеток, которые отличаются по размерам, форме и функциям. Образование различных типов клеток связано с их **дифференцировкой**.

Дифференцировка — приобретение клетками морфологических и функциональных особенностей, обусловленных выполнением специфических функций.

Дифференцировка клеток связана с синтезом специфических белков и появлением в них структур, обеспечивающих выполнение этих функций.

Например, клетки эпидермиса кожи синтезируют структурный белок кератин, мышечные клетки — сократительный белок миозин, клетки сетчатки глаза — зрительный белок опсин. Дифференцировка может сопровождаться утратой или ограничением способности клетки к размножению. Способность размножаться утрачена у нервных клеток.

? ЧТО ТАКОЕ СТВОЛОВЫЕ КЛЕТКИ?

Если процесс дифференцировки представить графически, то схема будет напоминать ствол дерева с отходящими от него ветвями-направлениями. Подобно дереву ствол — это родоначальная клетка, а ветки и листья — результат её развития и изменения.

Впервые термин «стволовая клетка» был предложен в 1909 г. для описания процесса кроветворения из **недифференцированных** клеток-предшественников. Затем были открыты другие группы стволовых клеток.

На самых ранних этапах развития эмбриона (первые 2—8 делений) его клетки не специализированы и их называют **эмбриональными стволовыми клетками (молтипотентными)**. Эти клетки способны дифференцироваться во все типы клеток взрослого организма (рис. 24). Если взять одну из таких клеток из эмбриона, то из него может сформироваться новый полноценный организм. Таким же образом при делении зиготы на отдельные клетки образуются однояйцевые близнецы.

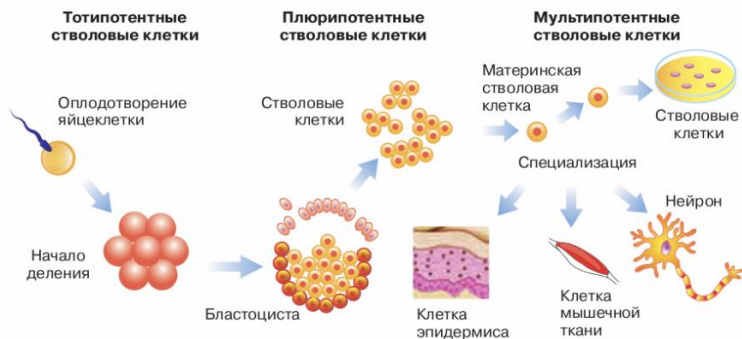


Рис. 24. Образование и типы стволовых клеток

На более позднем этапе, когда эмбрион состоит уже из 100—150 клеток, возможности этих клеток сужаются. Эмбрион представляет собой округлый полый шарик, внутри которого находится скопление клеток, способных дифференцироваться во множество тканей взрослого организма (*плюрипотентные и затем мультипотентные стволовые клетки*).

У взрослого человека в тех органах и тканях, которые нуждаются в частом обновлении, имеются *региональные стволовые клетки*. Они характеризуются способностью образовывать клетки тканей, из которых они были взяты или близких к ним. При этом при делении такой клетки одна из дочерних продолжает оставаться стволовой. На конечном этапе дифференцировки находятся *унипотентные клетки*, дающие начало только одному типу клеток.

Во взрослом организме выделяют региональные стволовые клетки кожи, жировой ткани, нервной ткани, мышечной ткани, костного мозга, сердца. Взрослые стволовые клетки необходимы организму для восполнения погибших клеток в процессе жизни.

? В ЧЁМ ЗАКЛЮЧАЮТСЯ ОСНОВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК?

Важными биологическими свойствами стволовых клеток являются способность к самообновлению, делению и способность к дифференцировке. Стволовые клетки размножаются на протяжении всей жизни и производят большое количество себе подобных клеток.

Ещё одним интересным свойством стволовых клеток является недавно описанное *репрограммирование клетки*, которая уже вступила на путь дифференцировки. В настоящее время доказано, что уже определившие направление клетки-предшественники одной ткани способны дифференцироваться в зрелые, окончательно дифференцированные клетки другой ткани.

Для некоторых стволовых клеток характерна способность мигрировать к повреждённому органу, в место изначальной локализации. Пусковым механизмом для этого служат молекулярные сигналы из очага повреждения. Поэтому важная биологическая роль стволовых клеток взрослого организма заключается в поддержании и восстановлении тех тканей, в которых они находятся.

Основным источником роста, восстановления и регенерации соматических тканей в настоящий момент принято считать костный мозг, клетки которого, как бы-



до доказано в экспериментальных исследованиях, могут давать начало всем тканям таких органов, как сердце, лёгкие, кишечник, печень, кожа, мозг и др.

Доля стволовых клеток в тканях взрослого организма обычно очень мала. На 10—15 тыс. клеток костного мозга приходится всего одна кроветворная стволовая клетка. При рождении ребёнка одна стволовая клетка приходится на 10 тыс. обычных клеток. У людей в возрасте 60 лет и старше одна стволовая клетка приходится на один миллион обычных клеток.

? КАКИЕ ФУНКЦИИ ВЫПОЛНЯЮТ МЕЖКЛЕТОЧНЫЕ КОНТАКТЫ?

Среди большинства прилежащих друг к другу клеток формируются **межклеточные контакты**. Они скрепляют клетки, создают барьеры проницаемости и служат для межклеточного взаимодействия (рис. 25). **Простой межклеточный контакт** представляет собой сближение плазматических мембран соседних клеток на расстоянии 15—20 нм. **Зубчатый контакт** представляет собой вырост поверхности плазматической мембраны одной клетки, входящий в углубление поверхности другой клетки. Зубчатый контакт характерен для эпителиальных клеток, где он соединяет клетки в единый пласт, способствуя их механическому скреплению друг с другом. При **плотном межклеточном контакте** происходит очень плотное сближение внешних слоев плазматических мембран соседних клеток. Значение плотного контакта состоит в механическом соединении клеток друг с другом. Контакты двух клеток, специализированных для передачи возбуждения или торможения от одного элемента к другому, называют **синаптическими**. Этот тип межклеточных контактов характерен для возбудимых тканей: нервной, мышечной, железистой.

Синапс — место контакта между двумя клетками возбудимых тканей, обеспечивающее проведение нервного импульса.

В организме человека имеются *химические* и *электрические синапсы*. В химическом синапсе под действием электрического сигнала выделяются химические вещества — *медиаторы*, которые вызывают либо возбуждение, либо торможение следующей клетки. Сигнал при этом или проводится дальше по цепочке клеток, вызывая сокращение мышц или выделение секрета, или останавливается.

В электрическом синапсе проведение сигнала обеспечивается плотным контактом двух взаимодействующих клеток и присутствием в месте контакта каналов, служащих для прохождения ионов и соединяющих цитоплазму этих клеток. Если в химическом синапсе идёт односторонняя передача сигнала, то в электрическом передача сигнала двусторонняя.

? КАК ПРОИСХОДИТ СТАРЕНИЕ КЛЕТОК?

В 1961 г. американский биолог *Леонард Хейфлик* установил, что клетки человеческого организма не могут делиться бесконечно. Для человеческих клеток максимально возможное количество делений в среднем составляет 50 ± 10 . Это



Рис. 25. Межклеточные контакты: простой; зубчатый; плотный



число получило название «предел Хейфлика». Отсчёт количества делений начинается в эмбриональном периоде. Когда лимит исчерпывается, наступает **старение клеток** и организма.

Старение представляет собой процесс снижения адаптационных возможностей клетки и организма в целом, повышения их чувствительности к неблагоприятным воздействиям. Поэтому с увеличением возраста клетки повышается вероятность наступления смерти.

Большинство клеток после начальной недифференцированной стадии и дальнейшей дифференциации переходит в стадию старения. Лишь для некоторых клеток многоклеточного организма продолжительность жизни практически совпадает с жизнью организма. К таким клеткам можно отнести нейроны и клетки скелетной мускулатуры.

При старении клеток уменьшается степень упорядоченности их расположения в тканях, снижается степень проницаемости плазматической мембраны, подавляется активность ядерной ДНК, прекращается деление клеток. Также со временем нередко разрушаются и заменяются отдельные органоиды. В этом процессе важная роль принадлежит лизосомам, в которых изолируются и перевариваются отмирающие участки цитоплазмы.

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Дифференцировка. Стволовые клетки. Межклеточные контакты: простой, зубчатый, плотный, синаптический. Старение клеток.

ВЫВОДЫ

- Многообразие клеток во взрослом организме связано с их дифференцировкой.
- Стволовые клетки быстро делятся и растут, но не созревают, то есть не приобретают тканевую специализацию.
- В многоклеточном организме для скрепления клеток, их взаимодействия, регулирования транспорта веществ возникают разные виды межклеточных контактов.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 1** Стволовые клетки — недифференцированные (незрелые) клетки, имеющиеся у многих видов многоклеточных организмов. В организме человека всего существует больше 240 типов клеток, все они потомки одной стволовой клетки — зиготы, которая образуется сразу после оплодотворения. Стволовые клетки открыл русский учёный *Александр Александрович Максимов*. В 1908 г. на съезде немецкого гематологического общества в Берлине он выступил с докладом о том, что в организме человека пожизненно сохраняются недифференцированные клетки, которые могут превращаться в специализированные клетки крови и соединительной ткани.
- 2** Почему стволовые клетки так важны? Задача стволовых клеток — постоянное обновление организма. Раньше учёные считали, что стволовые клетки есть только в пуповинной крови, однако в последнее время было доказано, что стволовые клетки есть практически во всех органах. Даже в мозге. Расширение знаний о стволовых клетках позволило разобраться с заблуждением о том, что нервные клетки не восстанавливаются. Они восстанавливаются, но не за счёт нейронов, поскольку они не могут делиться, а за счёт стволовых клеток, которые сохраняются в мозгу у взрослого человека.



Интересно, что в течение пяти дней после слияния сперматозоида с яйцеклеткой стволовые клетки обладают очень высокой пластичностью. Из них может развиваться любой тип клеток. Их в это время можно сравнить с мощнейшим биологическим компьютером, в который заложены полные программы. По мере дальнейшей специализации клеток и их роста процент стволовых клеток в организме уменьшается и возможность их пластичности снижается.

- 3** В 2012 г. Нобелевская премия в области медицины и физиологии была присуждена японскому учёному Синъе Яманака и британскому учёному Джону Гердону за разработку метода получения из клеток кожи человека стволовых клеток, способных дифференцироваться в клетки большинства тканей организма. Этот перспективный метод в будущем позволит создавать неограниченный запас стволовых клеток и восстанавливать с их помощью нужные ткани организма.
- 4** Источником стволовых клеток с огромным потенциалом является плацентарно-пуповинная кровь. Сохранение стволовых клеток можно рассматривать как одну из форм «биологического» медицинского страхования — однажды полученные стволовые клетки могут храниться в криогенном хранилище десятилетиями. В случае необходимости их останется только извлечь и разморозить. Эти стволовые клетки можно использовать для восстановления любых тканей и органов и лечения разных заболеваний.

ВОПРОСЫ

1. Что понимается под дифференцировкой клеток?
2. Зачем нужны стволовые клетки?
3. Где находятся стволовые клетки у человека?
4. Какие виды стволовых клеток известны?
5. Какой тип межклеточных контактов характерен для нервной ткани?
6. Что характерно для стареющих клеток?

ЗАДАНИЯ

7. Используя рисунок 25, расскажите о видах межклеточных контактов.
8. Опишите синаптический контакт между клетками.
9. Используя текст параграфа и рисунок 24, сравните разные типы стволовых клеток между собой. Назовите их отличительные черты.
10. Пользуясь дополнительными источниками, соберите информацию о регенеративных возможностях тканей организмов животных разных систематических групп.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему зиготу можно назвать стволовой клеткой?
12. Как изучение стволовых клеток может помочь развитию современной медицины?
13. Какой эксперимент можно поставить, чтобы доказать, что предел делений клетки ограничен? Опишите схему такого эксперимента.

**ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ**

14. В чём плюсы и минусы использования стволовых клеток?
15. Зачем нужно донорство костного мозга?

КЕЙС**Глава 2. Основы цитологии****1 ЗАДАНИЕ****СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Известно, что в ядре клетки печени человека содержится 46 молекул ДНК.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите, сколько молекул ДНК будет содержаться в ядре клетки после репликации.
2. Какой принцип лежит в основе процесса репликации ДНК?

2 ЗАДАНИЕ**СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Ядра клеток стенки пищевода человека содержат 46 хромосом.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите, сколько пар хромосом будет в ядрах этих клеток после митоза.
2. Сколько дочерних клеток образуется из одной материнской в результате митотического деления?
3. По какой причине после митоза получаются клетки-копии?

3 ЗАДАНИЕ**СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

В организм больного ввели стволовые клетки, которые начали осуществлять миграцию к месту поражённого органа.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Поясните, к какому типу вы отнесёте эти стволовые клетки.
2. Стволовые клетки могут перемещаться по организму на значительные расстояния. Какие естественные транспортные пути организма они используют?
3. Как называется процесс, осуществляемый этими клетками в организме?

4 ЗАДАНИЕ**СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Общая масса митохондрий по отношению к массе клеток двух желёз составляет: в печени — 18,4%, а в поджелудочной железе — 7,9%.



ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Почему в клетках этих органов различное содержание митохондрий?
2. В каких реакциях обмена веществ осуществляется связь митохондрий с ядром, рибосомами, ЭПС?
3. Можно ли митохондрии считать структурно-функциональной единицей живого? Ответ обоснуйте.

5 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В результате митоза образуются две новые клетки с одинаковой наследственной информацией, генетически идентичные друг другу и материнской клетке.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Объясните, какие процессы обеспечивают генетическую стабильность этого типа деления. В какие периоды клеточного цикла они происходят?
2. Что такое центриоли и центромеры? Какая связь существует между ними?

6 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Плазматическая мембрана присутствует как обязательный внешний компонент у клеток всех живых организмов. Она отделяет содержимое любой клетки от внешней среды, выполняя жизненно важные функции.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Всем ли клеткам наличие плазматической мембраны придаёт стабильную форму? Приведите примеры.
2. Какие функции не смогла бы выполнять плазматическая мембрана, если бы в её состав не входили молекулы белков?

7 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

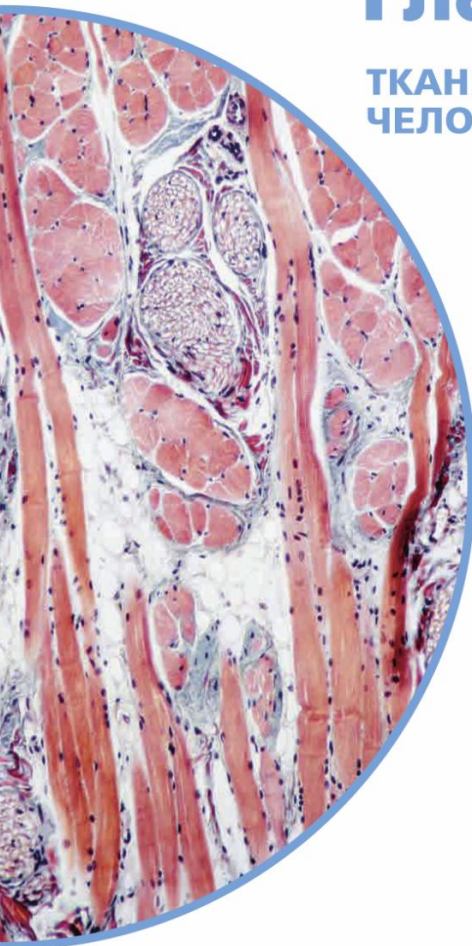
Сперматозоиды и яйцеклетки — половые клетки, ядра которых имеют одинаковый набор хромосом. Объём цитоплазмы у яйцеклетки значительно больше, чем у сперматозоида.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Одинаково ли содержание количества ДНК в этих клетках?
2. Какой набор хромосом, гаплоидный или диплоидный, содержат гаметы?
3. Отличаются ли хромосомные наборы половых и соматических клеток? Свой ответ поясните.

Глава 3

ТКАНИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА



ВЫ УЗНАЕТЕ

- об общих признаках животных тканей;
- об особенностях строения и функционирования тканей в организме человека.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

- характеризовать группы тканей по свойствам, строению и функциям;
- исследовать микроскопическое строение тканей на готовых микропрепаратах;
- определять основные ткани организма человека на предложенных микропрепаратах и изображениях.



§ 12. ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ ТКАНИ

ЭТО Я ЗНАЮ

Наука, изучающая ткани.
Что собой представляет ткань.



В чём состоит разнообразие эпителиальных тканей в теле человека?



КАКОВЫ ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ ТКАНЕЙ?

Тканью называют систему клеток и их производных, сходных по строению, происхождению и выполняемой функции.

Основными структурно-функциональными элементами тканей являются *клетки*, *межклеточное вещество* и *постклеточные структуры*. Клетки являются главными элементами всех тканей, определяющими их основные свойства. Межклеточное вещество является совокупным продуктом деятельности клеток данной ткани. Оно является средой жизнедеятельности клеток, осуществляющей опорную функцию, передачу питательных веществ и межклеточных химических сигналов.

Постклеточные структуры — это производные клеток, которые в ходе дифференцировки утратили важнейшие признаки, характерные для клеток, но приобрели ряд свойств, необходимых для выполнения ими специализированных функций. К постклеточным структурам у человека относят эритроциты и тромбоциты, роговые чешуйки эпидермиса, волос и ногтей.

Системный принцип организации тканей проявляется в том, что каждая ткань представляет собой систему клеток и их производных. Поэтому она характеризуется рядом свойств, которые отсутствуют у отдельных клеток. Организм человека содержит большое разнообразие тканей, которые по признакам сходства их строения и функций объединяют в четыре группы: **эпителиальные**, **соединительные**, **мышечные** и **нервную**.



КАКОВЫ ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ СТРОЕНИЯ ЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ?

Эпителиальные ткани характеризуются сомкнутым плотным расположением клеток, образующим пласты, практически отсутствием межклеточного вещества, пограничным расположением в организме.

Эпителиальные ткани, или эпителии (от греч. *эпи* — над и *теле* — сосок), — пограничные ткани, которые располагаются на границе с внешней средой, покрывают поверхность тела, выстилают его полости, образуют слизистые оболочки внутренних органов и большинство желёз.

Для всех эпителиальных тканей характерны общие признаки строения (рис. 26). Эпителии образованы из клеток — **эпителиоцитов**. По форме различают *плоские*, *кубические* и *призматические* эпителиоциты. Они объединяются в непрерывные клеточные пласты, лежащие одним или несколькими слоями на *базальной мембране* — неклеточном образовании, соединяющем эпителий с подлежащей соединительной тканью. Базальная мембрана представляет собой слой плотного волокнистого межклеточного вещества.

Между эпителиальными клетками практически нет межклеточного пространства. Они прочно соединяются друг с другом с помощью специальных контактов. В толще пластов эпителиальных клеток нет кровеносных и лимфатических сосу-

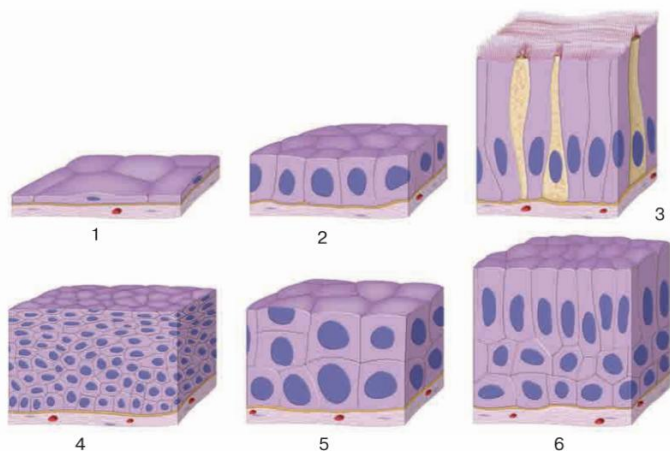


Рис. 26. Виды покровного эпителия: 1 — однослойный плоский; 2 — однослойный кубический; 3 — однослойный цилиндрический; 4 — многослойный плоский неороговевающий; 5 — многослойный ороговевающий; 6 — многослойный цилиндрический

дов. Питательные вещества и кислород проникают к эпителиальным клеткам через базальную мембрану. Эпителиоциты способны к быстрому восстановлению, регенерации.

КАКОВЫ ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ЭПИТЕЛИАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ?

Основные функции эпителиальных тканей — барьерная, защитная, секреторная, всасывающая. Эпителии образуют барьеры между внутренней средой организма и внешней средой. Свойствами этих барьеров являются механическая прочность, толщина, проницаемость, а выраженность свойств зависит от назначения органов, где расположен эпителий. Коже нужна особая прочность, поэтому её поверхностная эпителиальная ткань образована несколькими слоями клеток, слизистая тонкого кишечника образована одним слоем клеток с микроворсинками для увеличения поверхности всасывания.

Защитная функция эпителиев может выражаться по-разному. Например, эпителии могут образовывать толстые пласты, формировать наружный малопроницаемый, физически и химически устойчивый роговой слой, выделять защитный слой слизи, вырабатывать вещества, обладающие антимикробным действием. Различают три вида эпителиев: **покровные эпителии, железистые эпителии, сенсорные эпителии.**

Секреторная функция является основной для эпителия желёз. Путём секреции в организме выполняются многие важные функции: образование молока, слюны, желудочного и кишечного сока, желчи, эндокринная (гуморальная) регуляция.



? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ ПОКРОВНЫХ ЭПИТЕЛИЕВ?

Покровные эпителии занимают в теле человека пограничное положение, отделяют внутреннюю среду от внешней, предохраняя организм от внешних воздействий, участвуют в функциях всасывания и выделения (см. рис. 26). Клетки покровных эпителиев подвергаются воздействию разнообразных факторов среды и быстро погибают. Их убыль возмещается благодаря способности к митотическому делению клеток, расположенных на базальной мембране.

По количеству слоёв эпителии подразделяют на *однослойные* и *многослойные*. В однослойном эпителии все клетки соприкасаются с базальной мембраной и все имеют способность к делению, у многослойного — только базально расположенные клетки.

Однослойный эпителий может состоять из клеток разной формы: плоские эпителиоциты покрывают изнутри кровеносные сосуды, лёгочные пузырьки. *Однослойный цилиндрический эпителий* выстилает слизистую оболочку кишечника. Этот эпителий наряду с защитной выполняет и функцию активного всасывания. Через него в кровь и лимфу всасываются продукты расщепления белков, жиров и углеводов. Всасывающая функция характерна и для *кубического эпителия* почечных канальцев, где происходит процесс обратного всасывания или реабсорбции воды и солей (эндоцитоз, пиноцитоз).

Однослойный эпителий, в клетках которого ядра располагаются на одном уровне, называют *однорядным*. Эпителий, ядра клеток которого лежат на разных уровнях, носит название *многорядного*. Обычно в многорядном эпителии имеются клетки нескольких видов, с разным строением и назначением, например реснитчатые и вырабатывающие слизь.

Многослойный эпителий состоит из нескольких слоёв клеток. Из них только нижний слой соприкасается с базальной мембраной. Форма клеток в различных слоях многослойных эпителиев неодинакова. Многослойные эпителии обладают устойчивостью к действию механических, химических и микробных факторов. Примером такого эпителия является *эпидермис* — эпителий кожи, состоящий из пяти слоёв.

В тех участках, где на ткань воздействуют особенно сильные механические нагрузки и защитная функция должна проявляться в наибольшей степени, многослойный эпителий *ороговевает*. При этом глубокие слои эпидермиса состоят из клеток, имеющих ядра и способных к делению. Процесс ороговения эпителия заключается в превращении его живых эпителиальных клеток в *роговые чешуйки* — механически прочные и химически устойчивые постклеточные структуры.

При образовании небольших ран, ссадин эпителиальные клетки базального слоя, интенсивно размножаясь по краям повреждения, как бы наползают на раневую поверхность, восстанавливая целостность эпителиального покрова.

Не все виды многослойного эпителия способны к ороговению. В слизистой ротовой полости, роговице глаза многослойный эпителий состоит из трёх слоёв, роговой слой отсутствует. Верхние слои эпителия образованы плоскими клетками. Заканчивая свой жизненный цикл, последние отмирают и отпадают с поверхности эпителия.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ ЭПИТЕЛИЕВ?

Клетки *железистого эпителия* вырабатывают специфические вещества — **секреты**. Эти вещества выполняют важные функции в жизнедеятельности организма: защищают поверхность тела, содержат пищеварительные ферменты и другие биологически активные вещества.

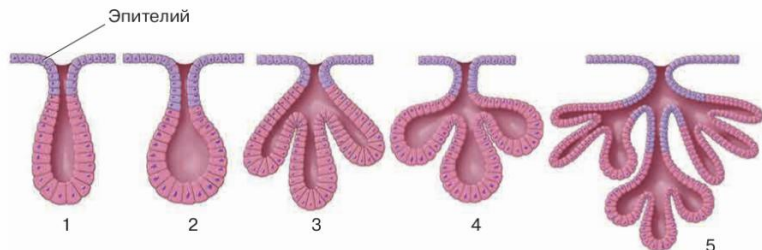


Рис. 27. Виды экзокринных желёз: 1 — простая трубчатая железа; 2 — простая альвеолярная железа; 3 — трубчатая железа с разветвлённым начальным отделом; 4 — альвеолярная железа с разветвлённым начальным отделом; 5 — сложная альвеолярно-трубчатая железа с разветвлённым начальным отделом

Из клеток железистого эпителия образованы железы, которые делят на две группы. *Железы внешней секреции* иначе называют *экзокринными* (от греч. *экзо* — снаружи и *крио* — отделяю) (рис. 27). Экзокринные железы выделяют секрет на поверхность тела или в просвет внутренних органов. К экзокринным железам относят потовые, слюнные и молочные железы, выделяющие секреты на поверхность кожи. Экзокринными также являются слюнные, желудочные, кишечные и другие железы, которые выделяют секреты на поверхность слизистых оболочек внутренних органов.

Экзокринные железы отличаются по строению и составу выделяемого секрета. Различают *одноклеточные* и *многоклеточные железы*. Выделяемые многоклеточными экзокринными железами секреты могут содержать белковые или липидные вещества, состоять из слизи и смеси веществ. Функционально активные клетки по своей форме напоминают бокал, поэтому называются *бокаловидными*.

Эндокринные (от греч. *эндо* — внутри) железы выделяют во внутреннюю среду организма биологически активные вещества — **гормоны**. Эндокринные железы имеют различное строение и уровень организации — от одноклеточных до сравнительно крупных органов. К эндокринным железам относят гипофиз, эпифиз, щитовидную железу, паращитовидные железы, тимус, надпочечники и половые железы.

В теле человека есть *железы смешанной секреции*. К ним относится поджелудочная железа и половые железы. Экзокринная часть поджелудочной железы выделяет секрет в просвет начального отдела тонкой кишки, а эндокринная часть выделяет в кровь несколько гормонов.

КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СЕНСОРНОГО ЭПИТЕЛИЯ?

Сенсорные эпителии входят в состав органов чувств. Эти эпителии способны воспринимать запахи, звуки и другие сигналы из внешней среды и передавать информацию в высшие отделы сенсорных анализаторов. Сенсорные эпителии имеются во внутреннем ухе, сосочках языка, обонятельной зоне полости носа.


**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Ткань. Эпителий. Базальная мембрана. Эпителиоцит. Покровный эпителий. Эпидермис. Железистый эпителий. Сенсорный эпителий. Функции эпителиальных тканей.

ВЫВОДЫ

- Ткань — совокупность клеток, их производных и межклеточного вещества, объединённых общим строением, происхождением и функциями. Различают четыре группы тканей: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервная.
- Основные функции эпителиальных тканей — барьерная, защитная, секреторная, всасывающая.

ПРАКТИКУМ
ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ ЭПИТЕЛИАЛЬНОЙ ТКАНИ

Цель: изучить особенности строения разных видов эпителиальной ткани.

Материалы и оборудование: готовые микропрепараты различных видов эпителиальной ткани (покровный, железистый), микроскоп.

Ход работы

1. При малом увеличении микроскопа рассмотрите микропрепарат кожи пальца человека. Определите основные признаки эпителия: полярность, многослойность.
2. Переведите микроскоп на большое увеличение. Обратите внимание на наиболее важные слои эпителия — базальный и роговой. Какими свойствами должны обладать эпителии, чтобы они могли выполнять свои функции?
3. Зарисуйте в тетради участок многослойного покровного эпителия. Отметьте на рисунке базальный слой, промежуточные слои и роговой слой.
4. При малом увеличении микроскопа рассмотрите микропрепарат железистого эпителия щитовидной железы млекопитающих.
5. Переведите микроскоп на большое увеличение. Поставьте в поле зрения участок фолликула железы. Найдите светлые пузырьки над апикальной поверхностью клеток. Это клетки, находящиеся в стадии активной секреции.
6. Зарисуйте в тетради участок щитовидной железы. Отметьте на рисунке фолликул, кровеносные сосуды.
7. Сделайте выводы об особенностях строения эпителиальных тканей.

ВОПРОСЫ

1. Какие группы тканей выделяют в организме человека?
2. Какими общими признаками в строении обладают эпителиальные ткани?
3. Как можно отличить сенсорный эпителий от других видов?
4. На какие группы делят поверхностный эпителий в зависимости от строения?
5. Что такое межклеточное вещество?
6. Какой тканью образованы железы внутренней и внешней секреции?

ЗАДАНИЯ

7. На рисунке 26 рассмотрите различные виды покровного эпителия. На основании каких признаков эти ткани относят к эпителиальным?



- В теле человека толщина эпидермиса не везде одинакова. Наиболее толстый эпидермис находится на ладонной поверхности кистей рук и на подошвах стоп ног. Объясните эту закономерность.
- Сравните железы внешней и внутренней секреции. Выделите черты сходства и различий.
- Составьте краткие характеристики различных эпителиев, выделив для каждого существенные признаки.

ОБЪЯСНИТЕ

- Поверхностная эпителиальная ткань кожи образована несколькими слоями клеток, а слизистая тонкого кишечника образована только одним слоем клеток. Дайте обоснование этому факту.
- Как вы думаете, насколько развит процесс регенерация эпителиальных тканей по сравнению с возможностями других видов тканей?
- Как несмотря на отсутствие в эпителиальных тканях кровеносных сосудов питательные вещества и кислород проникают к эпителиальным клеткам?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

- Можно ли ткани органов животных использовать для пересадки (трансплантации) при лечении некоторых заболеваний человека?
- Почему ткани, пересаженные от одного человека другому, часто не приживаются?

§ 13. СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

ЭТО Я ЗНАЮ

Группы тканей в организме человека.

Особенности строения эпителиальных тканей.



Какие общие и специфические функции выполняют соединительные ткани в организме человека?

**КАКОВЫ ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ?**

Соединительные ткани представляют обширную группу, включающую **собственно соединительные ткани (рыхлую волокнистую и плотную волокнистую)**, а также ткани со специальными свойствами (**жировая, пигментная**), твёрдые скелетные (**костные и хрящевые**) и жидкие (**кровь**) (рис. 28). Соединительные ткани связывают друг с другом другие виды тканей, формируя целостные органы. Кровь и лимфа, циркулируя по организму, связывают друг с другом различные органы, составляя основу внутренней среды организма. Костная, хрящевая и плотная соединительная ткани объединяют отдельные части организма в единое целое, формируя его костный остов.

У каждого из этих видов тканей есть свои особые функции, а общими функциями соединительных тканей считают **опорную, питательную** (трофическую) и **защитную**. Скелет создаёт опору и обеспечивает механическую защиту, жировая ткань защищает от переохлаждения, клетки крови участвуют в иммунитете. Со-



единительную ткань всегда сопровождают кровеносные сосуды, несущие питательные вещества.

Соединительные ткани — группа тканей, общим признаком которых служит резкое преобладание межклеточного вещества по объёму над клетками.

В организме человека широко распространены **собственно соединительные ткани** (см. рис. 28). Межклеточное вещество этих тканей состоит из основного вещества и волокон. Основное вещество заполняет все промежутки между клетками и волокнами. Это беструктурная гелеобразная масса, способная менять консистенцию.

Важнейшей частью основного вещества является *гиалуриновая кислота*. Длинные цепи её молекул формируют сеть, в ячейках и каналах которой скапливается тканевая жидкость. Благодаря такому ячеистому строению основного вещества создаются условия для циркуляции различных веществ от кровеносных капилляров к клеткам и их продуктов обмена в обратном направлении — к кровеносным и лимфатическим капиллярам.

Основное вещество формируется клетками соединительной ткани — **фибробластами**. В основном веществе располагаются **соединительнотканые волокна**. Различают три основные разновидности этих волокон. *Коллагеновые волокна* обеспечивают механическую прочность тканей. *Эластические волокна* придают тканям гибкость и упругость. Эластические волокна способны растягиваться в 1,5 раза. После этого они возвращаются в исходное состояние. *Ретикулярные волокна* обычно формируют тонкие растяжимые сети и выполняют преимущественно опорную функцию. Особенно много их в печени, поджелудочной железе, красном костном мозге.

В зависимости от степени упорядоченности волокон в межклеточном веществе различают три вида волокнистых соединительных тканей: **рыхлую волокнистую соединительную ткань**, **плотную волокнистую соединительную ткань**, **ретикулярную соединительную ткань**.

В ЧЁМ ОСОБЕННОСТИ РЫХЛОЙ ВОЛОКНИСТОЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ?

Рыхлая волокнистая соединительная ткань содержит клетки разнообразной формы и сравнительно невысокое количество волокон и отличается преобладанием

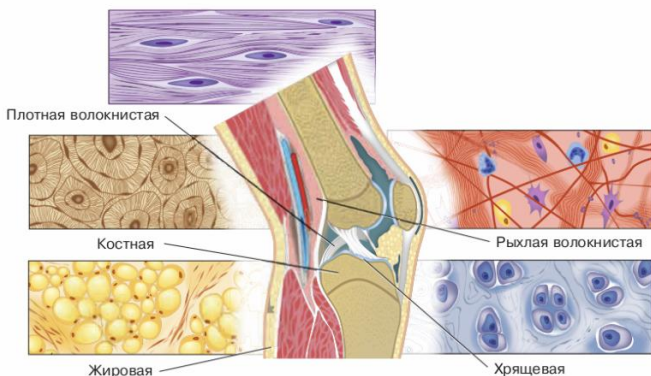


Рис. 28. Соединительные ткани

в межклеточном веществе аморфного вещества над волокнами (см. рис. 28). Коллагеновые и эластические волокна расположены беспорядочно.

Наиболее распространёнными и функционально ведущими клетками этой ткани являются **фибробласты** (от лат. *фибра* — волокно и греч. *бластос* — росток). По мере старения фибробласты превращаются в *фиброциты*. Эти клетки с помощью многочисленных отростков образуют густую сеть, в ячейках которой располагаются различные клетки.

Среди клеток рыхлой соединительной ткани присутствуют клетки — *макрофаги*. Они осуществляют защитную функцию посредством фагоцитоза чужеродных частиц.

Специфичными для рыхлой волокнистой соединительной ткани являются особые *тучные клетки*. К их основной функции относится регуляция местного тканевого гомеостаза с помощью синтеза и последующего выделения в межклеточную среду гистамина, серотонина и других биологически активных веществ. Они оказывают влияние на мельчайшие кровеносные сосуды ткани, в которых вызывают повышение проницаемости, тем самым усиливая выход жидкости в межклеточное вещество. Продукты тучных клеток влияют на иммунные реакции и на процессы воспаления и аллергии. Также в рыхлой волокнистой соединительной ткани встречаются жировые и пигментные клетки.

Рыхлая соединительная ткань наиболее распространена в организме человека. Она сопровождает все кровеносные и лимфатические сосуды, нервы, формирует соединительнотканые прослойки и оболочки органов, входит в состав кожи и слизистых оболочек.

В ЧЁМ ОСОБЕННОСТИ ПЛОТНОЙ ВОЛОКНИСТОЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ?

Плотная волокнистая соединительная ткань характеризуется преобладанием волокон над клетками и основным веществом. Эта ткань формирует оболочки органов, надкостницу, сухожилия и связки. Главным свойством плотной волокнистой соединительной ткани является очень высокая механическая прочность, обусловленная присутствием мощных пучков коллагеновых волокон. Ориентация этих волокон соответствует направлению действия сил, вызывающих деформацию ткани.

В зависимости от характера расположения волокон плотная волокнистая соединительная ткань подразделяется на *оформленную* (волокна данного вида ткани располагаются упорядоченно, чаще всего параллельно друг другу) и *неоформленную* (волокна располагаются беспорядочно).

Эластическая плотная оформленная соединительная ткань образует стенку артерий эластического типа, элементы гортани и гомосовые связки. Главными её элементами являются тесно прилежащие друг к другу эластические волокна, между которыми залегают малочисленные фиброциты.

Плотная волокнистая неоформленная соединительная ткань образует сетчатый слой дермы кожи. **Ретикулярная ткань** входит в качестве структурной основы в состав кроветворных тканей. В них элементы ретикулярной ткани образуют сеть, в петлях которой развиваются клетки крови.

КАКИЕ ТКАНИ ОБРАЗУЮТ ВНУТРЕННЮЮ СРЕДУ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА?

Внутреннюю среду организма образуют **кровь, тканевая жидкость и лимфа**. Кровь и лимфа являются соединительными тканями с жидким межклеточным веществом — **плазмой**. Основой внутренней среды организма является кровь. Однако кровь непосредственно не соприкасается с клетками тканей организма. Эту функцию выполняет тканевая жидкость, которая образуется из плазмы крови. Благодаря проницаемости стенок капилляров из крови выходят различные вещества.



К жидкостным средам организма относят и лимфу (от греч. *лимфа* — чистая влага). **Лимфа** — это почти прозрачная желтоватая биологическая жидкость, находящаяся в лимфатических капиллярах и сосудах. Она образуется путём всасывания в лимфатические капилляры тканевой жидкости с растворёнными в ней белками, частицами погибших клеток и другими элементами.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ ЖИРОВОЙ ТКАНИ?

Жировая ткань представляет собой особую разновидность соединительной ткани со специальными свойствами. В этой ткани основной объём занимают жировые клетки — **адипоциты** (от лат. *адипс* — жир и *цитос* — клетка).

Группы жировых клеток объединены в дольки, отделённые друг от друга перегородками рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани, в которой проходят сосуды и нервы. В свою очередь, каждая жировая клетка окутана сетью коллагеновых и ретикулярных волокон, в петлях которой проходят многочисленные капилляры и залегают соединительнотканые (в том числе тучные) клетки. Жировая ткань подразделяется на два типа: *белую* и *бурую*.

Клетки белого жира содержат в цитоплазме только одну крупную липидную каплю. Другие органоиды оттеснены по периферии клетки. Такая ткань выполняет энергетическую функцию благодаря накоплению липидов, служащих в организме резервными источниками энергии. Окружая различные органы (почки, лимфатические узлы, глазное яблоко и др.) и заполняя пространства между ними, белая жировая ткань смягчает удары, защищает органы от возможных механических травм. Часть её заполняет пространства ещё нефункционирующих органов (молочная железа), замещает красный костный мозг в диафизах длинных трубчатых костей. Белая жировая ткань обладает свойствами теплоизолятора.

Клетки бурого жира характеризуются присутствием в цитоплазме большого числа мелких липидных капель лизосом и митохондрий. Окислительная способность бурых жировых клеток примерно в 20 раз выше белых. Основной функцией бурого жира является теплопродукция. В организме взрослого человека такого жира очень мало. Его заметно больше у новорождённых. Бурая жировая ткань поддерживает температуру тела новорождённых детей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Соединительные ткани. Фибробласты. Собственно соединительные ткани. Рыхлая волокнистая соединительная ткань. Плотная соединительная ткань. Ретикулярная ткань. Кровь. Тканевая жидкость. Лимфа. Плазма. Жировая ткань. Адипоциты.

ВЫВОДЫ

- Соединительные ткани — обширная группа, включающая ткани: собственно соединительные, со специальными свойствами, твёрдые скелетные и жидкие.
- Особенности строения соединительных тканей: преобладание межклеточного вещества по объёму над клетками, наличие кровеносных сосудов.
- Общими функциями соединительных тканей считают опорную, питательную и защитную.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 1 На долю коллагена приходится более 30 % общей массы белков организма. Около 50 % его приходится на костную ткань и сухожильно-мышечную систему,



более 40% — содержится в коже, остальной коллаген находится во внутренних органах. Недостаток белков в пище оказывает существенное влияние на снижение синтеза коллагена и способствует его деградации в костной ткани у детей. Восстановление пищевого статуса позволяет полностью или частично восстановить отклонения метаболизма коллагена.

- 2** Гиалуроновая кислота является не только одним из основных компонентов внеклеточного матрикса, но и содержится во многих биологических жидкостях. Она отвечает за вязкость суставной жидкости и способна значительно уменьшать трение в суставах, поддерживать плавность движений. Наш организм в состоянии вырабатывать гиалуроновую кислоту, но также её можно получить из пищевых продуктов, таких как мясо, костный бульон. К продуктам, стимулирующим выработку гиалуроновой кислоты в организме, относятся продукты, богатые витамином С, богатые магнием (тёмно-зелёные листовые овощи, орехи, бобы, авокадо и бананы).

ВОПРОСЫ

1. По каким признакам ткани объединяются в группу соединительных тканей?
2. Каковы общие функции соединительных тканей?
3. Какие разновидности волокон различают в составе соединительных тканей и какие функции они выполняют?
4. Какие клетки входят в состав рыхлой волокнистой соединительной ткани?
5. В каких тканях объём межклеточного вещества больше объёма клеток?
6. Чем образована внутренняя среда организма человека?

ЗАДАНИЯ

7. Используя рисунок 28, перечислите разновидности соединительных тканей.
8. Сравните соединительные ткани и эпителиальные. Выделите отличительные черты.
9. Приведите доказательства взаимосвязи строения соединительной ткани с выполняемыми функциями.
10. Сравните неповреждённую кожу и шрам на коже. Объясните, почему ткань, образующая шрам, отличается на ощупь от здоровой кожи.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему рыхлая волокнистая ткань получила такое название?
12. Обоснуйте значение гиалуроновой кислоты как важнейшего компонента межклеточного вещества соединительной ткани.
13. Почему плотная волокнистая соединительная ткань обладает очень высокой механической прочностью?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Что общего между жидкой подвижной кровью и плотной неподвижной костью?
15. Какие ткани человека участвуют в заживлении ран?



§ 14.

СКЕЛЕТНЫЕ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

ЭТО Я ЗНАЮ

Чем образован внутренний скелет человека.

Каковы функции скелета.



В чём состоит взаимосвязь строения и функций скелетных соединительных тканей?



КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СКЕЛЕТНЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ?

Скелетные ткани получили своё название благодаря тому, что из них строятся основные части скелета — кости и хрящи. К скелетным соединительным тканям относят **хрящевые** и **костные ткани**. Они выполняют **опорную** и **защитную функции**, участвуют в **минеральном обмене**.

Опорная и защитная функции происходят из способности скелета быть опорой тела и защитой мозга, органов чувств и внутренних органов. Скелетные ткани являются депо минеральных веществ, особенно кальция, который обладает способностью в случае необходимости быстро поступать в кровь, ткани и затем возвращаться и вновь отлагаться в костной ткани. По экспериментальным данным, в течение 24 часов в костном депо обменивается около 1% наличного кальция.

Межклеточное вещество скелетных тканей имеет плотную структуру и содержит много волокон. Предшественники волокон синтезируются клетками скелетных тканей.

Хрящевые ткани состоят из зрелых хрящевых клеток — **хондроцитов** и молодых клеток — **хондробластов**, а также межклеточного вещества, которое отличается упругостью. Хондробласты — это способные к делению клетки, продуцирующие компоненты матрикса: гликопротеины, коллаген, эластин и др. Хондроциты — это зрелые клетки хрящевой ткани, которые вырабатывают все компоненты хрящевого матрикса. У взрослого человека хрящевые ткани составляют около 2% массы тела. Это суставные хрящи, межпозвоночные диски, хрящи носа и уха, гортани, трахеи, бронхов и рёбер. Хрящи не имеют нервов, лимфатических и кровеносных сосудов, их питание осуществляется путём диффузии из окружающих тканей.

В соответствии со строением и составом межклеточного вещества различают три разновидности хрящевой ткани: *гиалиновую, эластическую* и *волокнистую*.



КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИИ ХРЯЩЕВЫХ ТКАНЕЙ?

Гиалиновая хрящевая ткань является наиболее распространённым в организме видом хрящевых тканей (рис. 29). Из неё образуются хрящевые части рёбер, суставные поверхности костей, она входит в состав стенок органов дыхания — гортани, трахеи, бронхов. Суставные хрящи покрывают поверхности сочленяющихся костей и обуславливают их высокую устойчивость к износу, выполняют роль амортизаторов.

Гиалиновая хрящевая ткань образована из межклеточного вещества и хрящевых клеток. По периферии расположены хондробласты, в центре — хондроциты. Межклеточное вещество содержит много белка.

Снаружи гиалиновые хрящи покрыты *надхрящницей*. Её наружный слой образован волокнистой соединительной тканью. Внутренний слой надхрящницы яв-

ляется ростковым и состоит из хондробластов и их предшественников. С возрастом гиалиновый хрящ может кальцифицироваться.

Эластическая хрящевая ткань образует хрящи, которые обладают гибкостью и способностью к обратимой деформации. Эта ткань служит опорой гибких органов — ушных раковин, некоторых хрящей гортани. Межклеточное вещество в эластической хрящевой ткани более чем на 90% состоит из белка *эластина*, который образует ветвящиеся эластические волокна различной толщины.

Волокнистую хрящевую ткань иначе называют волокнистым хрящом. Он образует межпозвоночные диски, находится в местах прикрепления сухожилий и связок к костям. Межклеточное вещество этого хряща содержит пучки коллагеновых волокон, придающие ему повышенную прочность. Клетки, расположенные между коллагеновыми волокнами, имеют вытянутую форму, коллагеновые волокна расположены упорядоченными параллельными рядами.

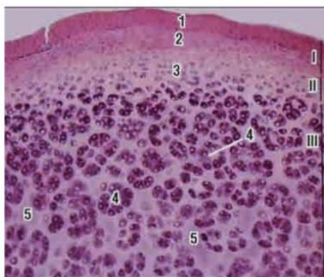


Рис. 29. Поперечный срез гиалинового хряща: I — надхрящница: 1 — наружный волокнистый слой; 2 — внутренний клеточный слой; II — зона молодого хряща: 3 — одиночные хондроциты; III — зона зрелого хряща: 4 — изогенные группы хондроцитов; 5 — межклеточное вещество

КАКОВЫ ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ КОСТНЫХ ТКАНЕЙ?

Костные ткани образуют скелет, защищающий внутренние органы от повреждений. Примерно 67% массы костных тканей приходится на минеральные компоненты, придающие им высокую прочность. Необходимый уровень пластичности костным тканям придают органические компоненты, составляющие 33% её массы. Костные ткани образованы клетками и обызвествлённым межклеточным веществом, содержащим большое количество солей кальция. Органическая часть межклеточного вещества в основном состоит из *оссеина* — костного коллагена, имеющего волокнистую структуру.

В костных тканях различают три вида клеток: **остеобласты**, **остеоциты** и **остеокласты**. **Остеобласты** — молодые костные клетки, образующиеся из остеогенных клеток-предшественников. Остеобласты имеют овальную или кубическую форму, обладают пролиферативной активностью. Остеогенные клетки располагаются на поверхности костной ткани, в *надкостнице*. Размножаясь, они пополняют запас остеобластов, которые продуцируют межклеточное вещество, а сами превращаются в зрелые, неспособные к делению костные клетки **остеоциты**. **Остеоциты** имеют тонкие отростки и располагаются в узких костных полостях — *лакунах* (рис. 30). Отростки остеоцитов располагаются в канальцах, пронизывающих минерализованный костный матрикс в различных направлениях. Они связаны между собой при помощи специализированных щелевых контактов. В небольшом пространстве вокруг тел и отростков остеоцитов циркулирует тканевая жидкость, содержащая определённую концентрацию солей кальция.

Остеокласты — это клетки-разрушители, участвующие в перестройке костной ткани. Это крупные многоядерные клетки, являющиеся частью фагоцитарно-макрофагальной системы организма. Выделяемые остеокластами вещества растворяют соли кальция и разрушают органические соединения кости.



Костная ткань относится к постоянно обновляемым тканям, и обновление зависит от физических нагрузок. При постоянном изменении физической нагрузки в костной ткани из костных клеток образуются новые костные пластинки или разрушаются имеющиеся.

? ПО КАКИМ ПРИЗНАКАМ РАЗЛИЧАЮТ ГРУБОВОЛОКНИСТУЮ И ПЛАСТИНЧАТУЮ КОСТНЫЕ ТКАНИ?

Межклеточное вещество костных тканей состоит из аморфного вещества и оссеиновых волокон, пропитанных солями кальция, фосфора и других химических элементов. В соответствии с особенностями строения межклеточного вещества различают **грубоволокнистую и пластинчатую костную ткань**.

Грубоволокнистая костная ткань характеризуется неупорядоченным расположением коллагеновых волокон, межклеточного вещества, отличается относительно небольшой механической прочностью. У взрослого человека эта ткань встречается в местах прикрепления некоторых сухожилий к костям.

Пластинчатая костная ткань у взрослого человека образует практически весь костный скелет. Её минерализованное вещество состоит из особых костных пластинок толщиной 3—10 мкм. Каждая из них содержит параллельно расположенные тонкие коллагеновые волокна. Волокна соседних пластинок лежат под углом друг к другу, что способствует равномерному распределению дей-

ствующих на них нагрузок. Основная масса кортикального слоя имеет **остеонное** строение. **Остеон** (гаверсова система) — это система концентрически расположенных костных пластинок (рис. 30), внутри которых образуется **сосудистый (гаверсов) канал**. Пространства между остеонами заняты системами **ставочных пластинок**. Через гаверсовы каналы в толщу костной ткани проникают нервные окончания и кровеносные сосуды, которые обеспечивают поступление питательных веществ и отток из клеток костной ткани продуктов метаболизма.

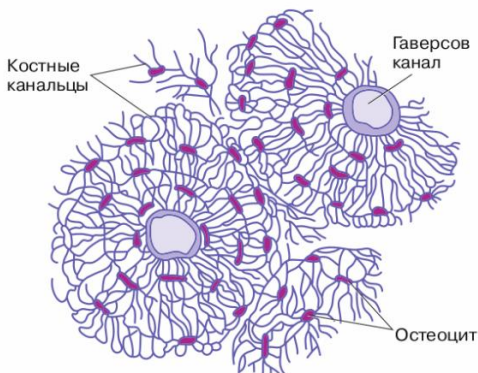


Рис. 30. Остеон

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Хрящевые ткани: гиалиновая хрящевая ткань, эластическая хрящевая ткань, волокнистая хрящевая ткань. Хондроциты. Хондробласты. Костные ткани: грубоволокнистая костная ткань, пластинчатая костная ткань. Остеобласты. Остеоциты. Остеокласты. Остеон. Функции хрящевых и костных тканей.

ВЫВОДЫ

- К скелетным соединительным тканям относят хрящевые и костные ткани, выполняющие опорную и защитную функции, участвующие в минеральном обмене.



- Разновидности хрящевой ткани: гиалиновая, эластическая и волокнистая.
- Костная ткань состоит из молодых клеток остеобластов, зрелых — остеоцитов и остеокластов.

ПРАКТИКУМ**ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ**

Цель: изучить особенности строения костной ткани.

Материалы и оборудование: микропрепараты костной ткани, микроскоп.

Ход работы

1. При малом увеличении микроскопа рассмотрите на микропреparate клетки костной ткани. Обратите внимание на упорядоченно расположенные костные пластинки.
2. Зарисуйте в тетради фрагмент костной ткани и сделайте выводы об особенностях её строения.

ВОПРОСЫ

1. Какие ткани относят к скелетным соединительным тканям?
2. Каковы функции скелетных тканей в организме человека?
3. Какие вещества придают костной ткани твёрдость?
4. За счёт чего костная ткань упругая и пластичная?
5. Из чего состоит межклеточное вещество костных тканей?
6. Где в организме человека можно встретить грубоволокнистую и пластинчатую костные ткани?

ЗАДАНИЯ

7. Составьте список питательных веществ и продуктов питания, особенно необходимых для нормального формирования хрящевой и костной тканей.
8. Опишите строение остеона, используя рисунок 30 и текст параграфа.
9. Назовите клетки хрящевой ткани и укажите их особенности и функции.
10. Дайте сравнительную характеристику разновидностям хрящевой ткани: гиалиновой, эластической и волокнистой.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему остеокласты содержат большое количество лизосом?
12. Разработайте модельный эксперимент, иллюстрирующий прочность костной ткани.
13. Почему с возрастом кости становятся хрупкими?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. В чём польза и вред физических нагрузок для костной ткани?
15. Почему хрящи хорошо приживаются после пересадки, как и эпителиальные ткани?



§ 15. СКЕЛЕТНАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

ЭТО Я ЗНАЮ

Чем обеспечивается движение организма.
Значение движения в жизни человека.



Каковы особенности структурно-функциональной организации скелетной мышечной ткани?



КАКОВЫ ОБЩИЕ ПРИЗНАКИ МЫШЕЧНЫХ ТКАНЕЙ?

Мышечные ткани обладают свойством возбудимости и сократимости, благодаря которым они обеспечивают перемещение тела и его частей в пространстве, а также изменяют размер и форму внутренних органов.

Мышечные ткани — группа тканей, основной функцией которых является обеспечение подвижности организма.

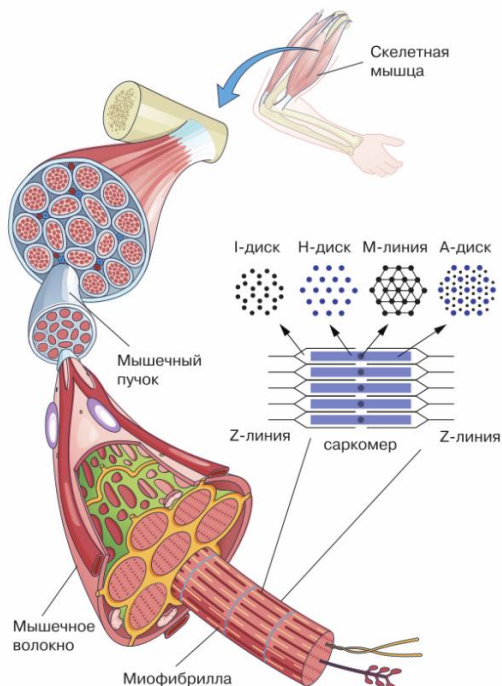


Рис. 31. Строение скелетной мышцы

На основе особенностей строения и выполняемых функций выделяют **поперечнополосатые** и **гладкие мышечные ткани**. Поперечнополосатые мышечные ткани образованы клетками и волокнами, которые обладают заметной под световым микроскопом поперечной исчерченностью. К этим тканям относят **скелетную** и **сердечную мышечные ткани**.

Гладкие мышечные ткани состоят из клеток, не обладающих поперечной исчерченностью. Наиболее распространенным видом этих тканей является гладкая мышечная ткань, входящая в состав стенок различных органов: бронхов, желудка, кишки, мочевого пузыря, сосудов и других.



КАКОВА МАССА СКЕЛЕТНОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ В ТЕЛЕ ЧЕЛОВЕКА?

Скелетная поперечнополосатая мышечная ткань у детей дошкольного возраста составляет около 25% массы тела, у взрослых женщин 35—38%, у мужчин — более

40%. У пожилых и старых людей относительная масса скелетной мышечной ткани уменьшается до 25—30%. У тренированных спортсменов эта мышечная ткань может составлять до 50% от всей массы тела.

Помимо мышц, обеспечивающих перемещение тела и его частей в пространстве и поддержание позы, скелетная мышечная ткань образует дыхательные и глазодвигательные мышцы, мышцы стенки полости рта, языка, глотки, гортани, верхней части пищевода.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА?

Основной структурной и функциональной единицей скелетной мышечной ткани является сложно устроенное **мышечное волокно** (рис. 31). Оно имеет форму цилиндра с округлёнными или заострёнными концами. Диаметр волокон составляет 10—100 мкм. Длина мышечных волокон может достигать нескольких сантиметров. Каждое мышечное волокно образуется при слиянии клеток-предшественников и поэтому имеет множество ядер (рис. 32).

Волокно покрыто общей оболочкой (мембраной) — *сарколеммой* (от греч. *саркос* — мясо). Цитоплазму мышечного волокна называют *саркоплазмой*. В ней находятся специализированные органеллы — **миофибриллы**. Они составляют примерно $\frac{2}{3}$ сухой массы мышечного волокна. Это основные структуры волокна, состоящие из сократительных белков *актина* и *миозина*, расположенных вдоль мышечного волокна в определённом порядке. Мышечное волокно может содержать до 1 тыс. и более миофибрилл. Между миофибриллами залегают митохондрии с развитыми кристами и частички гликогена. Саркоплазма богата белком *миоглобином*, который, подобно гемоглобину, может связывать кислород.

Одна из важнейших частей мышечных волокон — *саркоплазматический ретикулум*, замкнутая система продольных трубочек и цистерн, расположенных вдоль миофибрилл и содержащих ионы Ca^{2+} . Эти ионы играют важнейшую роль в процессе мышечного сокращения. Поверхностная мембрана клетки через равные промежутки образует обширную сеть глубоких складок — поперечных трубочек (Т-трубочки). Они входят внутрь мышечного волокна и участвуют в проведении возбуждения внутри волокна. Миофибрилла имеет сегментарное строение и состоит из повторяющихся сократительных участков — **саркомеров**. Границами саркомеров являются особые прикрепляющиеся к сарколемме белковые структуры, которые называются Z-мембранами. Саркомер образован из толстых и тонких белковых нитей. Основой толстых нитей являются молекулы белка

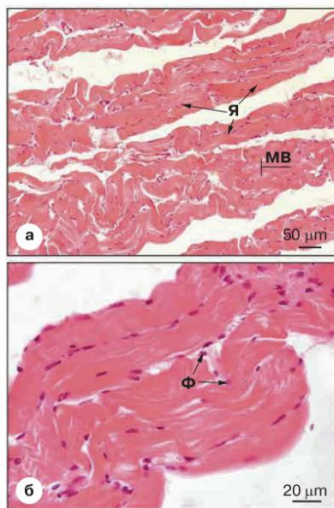


Рис. 32. Микропрепарат скелетной мышцы, продольный срез:
 а — увеличение $\times 200$;
 б — увеличение $\times 630$.
 Обозначения: Я — ядра,
 MB — мышечные волокна,
 Ф — фибробласты

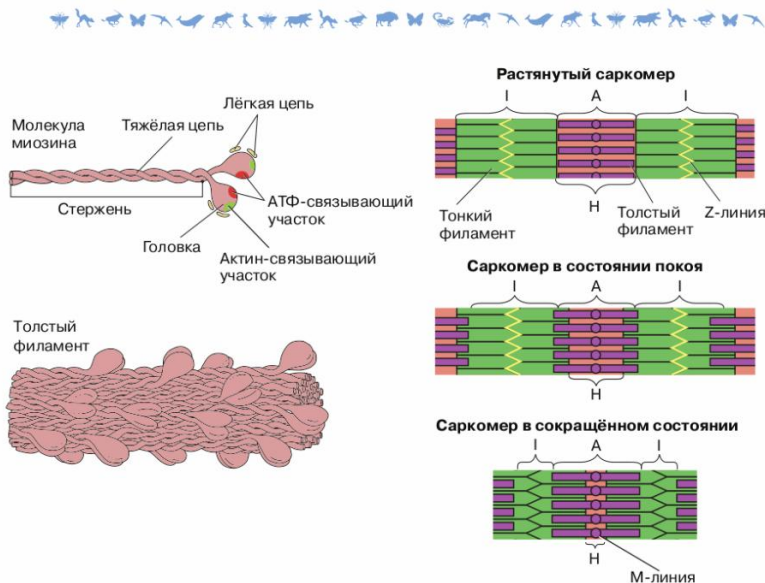


Рис. 33. Структура толстых нитей. Саркомер в различных функциональных состояниях

миозина (рис. 33). Тонкие нити содержат белок актин и регуляторный белок *тропомиозин*.

К Z-мембране прикрепляются нити белка актина, а между ними располагаются нити белка миозина. Эти сократительные белки расположены таким образом, что вокруг нити миозина находится шесть актиновых нитей.

Из-за различного строения белковых молекул и преломления лучей света в саркомерах и на их границах в мышечных волокнах видны светлые и тёмные участки, создающие впечатление поперечнополосатой исчерченности.

В средней части саркомера располагаются плотные миозиновые нити и перекрывающиеся с ними тонкие актиновые нити. Плотность белков на этом участке наиболее высокая, а светопроницаемость самая низкая. В световом микроскопе этот участок (А-диск) выглядит тёмным. В центре А-дисков видна более светлая полоска — Н-зона. В этой области лежат исключительно миозиновые нити. По бокам саркомера располагаются только тонкие актиновые нити, прикреплённые к Z-мембранам. Плотность белков на этих участках самая низкая, а светопроницаемость самая высокая. В световом микроскопе эти участки выглядят светлыми.



КАК ПРОИСХОДИТ МЫШЕЧНОЕ СОКРАЩЕНИЕ?

В основе мышечного сокращения лежит укорочение и утолщение саркомеров (см. рис. 33). Оно происходит благодаря тому, что тонкие нити вдвигаются в промежутки между толстыми нитями и уменьшают длину саркомера. При этом длина самых толстых и тонких нитей не изменяется. Укорочение саркомеров и всей мышцы происходит за счёт быстрых циклов смещения тонких нитей вдоль толстых нитей.

Сигналом к сокращению мышечного волокна является появление на его мембране *электрического импульса*. Этот импульс поступает на волокно от двигательного нейрона спинного мозга, проходит по двигательному нервному волокну и передаётся на мышечные волокна с помощью особого синапса — *моторной пластинки*. В этом синапсе из видоизменённого нервного окончания под влиянием электрического импульса выделяется биологически активное вещество — *ацетилхолин*, который действует на мембрану мышечного волокна, активируя синаптические рецепторы — *холинорецепторы*.

Активация рецепторов приводит к формированию электрического импульса на мембране мышечного волокна. При этом ацетилхолин выполняет роль посредника — медиатора, обеспечивая передачу сигнала.

Электрический импульс волнообразно распространяется по мембране мышечного волокна, проникая в её складки — *T-трубочки*. В них располагаются рецепторы, активирующиеся под влиянием поступившего сигнала. Это приводит к выбросу ионов Ca^{2+} из цистерн ЭПС, который поступает к саркомерам миофибрилл, стимулируя скольжение нитей.

Мишенью для ионов кальция является особый белок *тропомиозин*. Этот белок вляется на нить актина, экранируя его активные участки. Под влиянием ионов кальция тропомиозин освобождает активные участки актина, и к ним начинают присоединяться головки миозина, образуя поперечные мостики. После этого под влиянием АТФ происходит деформация мостиков и отсоединение головок миозина. Этот процесс сопровождается небольшим сдвигом нитей актина и миозина друг относительно друга. Затем головки миозина присоединяются к новым участкам активной нити, и всё повторяется. Процесс продолжается до тех пор, пока концы миозиновых нитей не достигнут *Z-мембран* — это максимально возможное сокращение.

КАК ПРОИСХОДИТ РАССЛАБЛЕНИЕ МЫШЦЫ?

Сигналом к остановке сокращения скелетной мышцы служит «уход» электрического импульса из *T-трубочек* мышечного волокна. В этот момент прекращается выброс ионов кальция из кальциевых цистерн ЭПС, и начинается работа особых мембранных насосов. Эти белковые структуры закачивают ионы кальция из цитоплазмы в цистерны ЭПС. При этом расходуется энергия АТФ. Таким образом АТФ необходима не только для сокращения, но и для расслабления мышечного волокна.

Необходимость в большом количестве АТФ объясняется большим количеством митохондрий между миофибриллами. Удаление ионов кальция из саркомеров влияет на тропомиозиновые нити, которые вновь экранируют активные участки активных нитей. В результате этого разрываются мостики, соединяющие активные и миозиновые нити.

Возвращению саркомера в исходное состояние способствует вспомогательный белок *титин*, который располагается между концами миозиновых нитей и *Z-мембранами*. При сокращении он сжимается наподобие пружины, а при расслаблении разжимается.

В ЧЁМ ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМОВ СОКРАЩЕНИЯ МЫШЦ?

Если сигналы поступают по нерву к мышце с небольшой частотой, то ионы кальция будут успевать и выйти в цитоплазму, и вернуться обратно в цистерны ЭПС. Мышца в этом случае будет успевать и сокращаться, и расслабляться. Такой режим работы называется *ритмическим*.

Если сигналы поступают на мышцу с высокой частотой, то ионы кальция не будут успевать возвращаться в ЭПС и станут накапливаться в цитоплазме волокна. Каждое следующее сокращение будет по амплитуде больше предыдущего, пока не будет достигнут максимум. Такой режим называется *зубчатым тетанусом*.



При очень высокой частоте раздражающих сигналов мышца вообще не будет успевать расслабляться, а сокращение будет плавно нарастать. Такой режим называется *гладким тетанусом*.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Мышечные ткани. Поперечнополосатые мышечные ткани. Скелетная мышечная ткань. Мышечное волокно. Миофибриллы. Саркомер. Мышечное сокращение. Актин. Миозин.

ВЫВОДЫ

- Мышечные ткани — группа тканей, имеющих свойства возбудимости и сократимости, обеспечивающих подвижность организма и его частей.
- Основной структурной и функциональной единицей скелетной мышечной ткани является сложно устроенное многоядерное мышечное волокно, содержащее миофибриллы.
- Миофибрилла имеет сегментарное строение и состоит из повторяющихся сократительных участков — саркомеров, образованных сократительными белковыми нитями: толстыми — миозином и тонкими — актином.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Различают три основных типа скелетных мышечных волокон: красные, белые и промежуточные. Красные волокна в ответ на нервную стимуляцию сокращаются медленно и равномерно. Такие волокна преобладают в мышцах спины и конечностей. Особенно высоко содержание красных волокон у марафонцев. Белые волокна реагируют быстро, сокращаются отрывисто и мощно, но не могут поддерживать сокращения длительное время. Такие волокна преобладают у спринтеров на короткие дистанции. Промежуточные волокна структурно и функционально занимают среднее положение между красными и белыми волокнами. Они распределены среди красных и белых волокон в мышцах. Такие волокна преобладают у бегунов на средние дистанции, пловцов и хоккеистов.

ВОПРОСЫ

1. Какими свойствами обладают мышечные ткани?
2. Что образует поперечнополосатая мышечная ткань?
3. Что такое актин и миозин?
4. Какой химический элемент необходим для мышечного сокращения?
5. Под действием чего происходит возбуждение мышечного волокна?
6. Что служит источником энергии для мышечного сокращения?

ЗАДАНИЯ

7. Опишите, как взаимодействуют нити актина и миозина в мышечном волокне при сокращении мышцы.
8. Расположите данные структуры от наименьшей к наибольшей: мышечный пучок, скелетная мышца, саркомер, мышечное волокно, миофибрилла.
9. Назовите отличительные особенности мышечной ткани в сравнении с эпителиальными и соединительными.

10. Предложите схему эксперимента, иллюстрирующего зависимость развития скелетной мышечной ткани от вида и степени нагрузки.

ОБЪЯСНИТЕ

11. За счёт чего временная нехватка кислорода в поперечнополосатой мышечной ткани может восполняться?
12. Почему при изучении микропрепарата скелетной мышцы под микроскопом создаётся впечатление поперечнополосатой исчерченности?
13. Почему у пожилых и старых людей относительная масса скелетной мышечной ткани уменьшается?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Какая ткань — мышечная или соединительная — содержит больше митохондрий? Почему?
15. Как физические нагрузки влияют на состояние скелетной поперечнополосатой мышечной ткани?

§ 16.**СЕРДЕЧНАЯ И ГЛАДКАЯ МЫШЕЧНЫЕ ТКАНИ****ЭТО Я ЗНАЮ**

Виды мышечной ткани.

Основные свойства мышечной ткани.



В чём принципиальные отличия сердечной и гладкой мышечных тканей от скелетной поперечнополосатой?

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ?

Сердечная мышечная ткань состоит из волокон, образованных отдельными клетками — **кардиомиоцитами** (рис. 34). Они в основной массе одноядерные. В небольшом количестве встречаются двух- и трёхядерные, а иногда и пятиядерные кардиомиоциты.

Внутри волокна кардиомиоциты связаны *электрическими синапсами*. Поэтому электрический импульс передаётся по волокну без задержки. Участки мембранных контактов кардиомиоцитов называются *вставочными дисками*.

Отдельные кардиомиоциты имеют боковые отростки, связанные с отростками кардиомиоцитов соседнего волокна. Поэтому сердечная мышечная ткань представляет собой единую электропроводящую систему. Это принципиально отличает её от скелетной мышцы, в которой отдельные мышечные волокна не только не связаны, но и изолированы друг от друга.

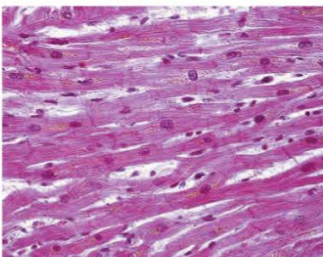


Рис. 34. Микропрепарат сердечной мышцы



Длина кардиомиоцитов составляет от 50 до 120 мкм, ширина 10—20 мкм. Периферическую часть цитоплазмы кардиомиоцитов занимают поперечно-исчерченные миофибриллы, аналогичные таковым в волокнах скелетной мускулатуры. Особая насыщенность кардиомиоцитов митохондриями отражает высокий уровень метаболизма ткани, обладающей непрерывной активностью.

? КАКОВ МЕХАНИЗМ СОКРАЩЕНИЯ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ?

Механизм сокращения волокон сердечной мышцы имеет как сходства, так и отличия от механизма сокращения волокон скелетной мускулатуры. Основное отличие состоит в том, что в сердечной мышечной ткани для запуска сокращения используется не только внутриклеточный кальций, но и кальций из наружной среды.

Поступление электрического импульса в Т-трубочки приводит к поступлению ионов кальция в цитоплазму из наружной среды. Поступивший кальций вызывает выброс внутриклеточного кальция из цистерн ЭПС. Эти процессы обеспечиваются особыми мембранными рецепторами на стенках Т-трубочек и цистернах ЭПС.

Важная особенность сердечной мышечной ткани состоит в том, что её ритмические сокращения возникают автоматически. Эта особенность обусловлена присутствием в сердечной мышечной ткани специализированных кардиомиоцитов, которые способны к спонтанной ритмической активности и её проведению по сердцу. Специализированные кардиомиоциты образуют внутри сердечной мышечной ткани скопления, называемые *центрами автоматии* — *пейсмекерами*, также они образуют и *волокна, проводящие электрические импульсы по всему сердцу*. В совокупности центры автоматии и проводящие электрические импульсы волокна образуют *проводящую систему сердца*. Кардиомиоциты проводящей системы могут соединяться друг с другом не только своими концами, но и боковыми поверхностями.

В предсердиях располагаются *секреторные* кардиомиоциты. Они выделяют специальный гормон, регулирующий сократимость сердечной мышцы. Энергетическое обеспечение деятельности сердечной мышечной ткани зависит почти исключительно от выработки АТФ.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ ГЛАДКОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ?

Гладкая мышечная ткань состоит из гладкомышечных клеток — **гладких миоцитов**. Это одноядерные клетки преимущественно веретеновидной формы, не обладающие поперечной исчерченностью. Длина миоцита в состоянии расслабления составляет около 200 мкм.

Гладкая мышечная ткань входит в состав стенок полых внутренних органов, кровеносных и лимфатических сосудов, протоков желёз.

Эта ткань также встречается в коже, где она образует мышцы, поднимающие волосы. Эти пучки гладкомышечных волокон идут из глубины эпидермиса и спирально обвивают сальные железы, прикрепляясь к боковой стенке волосяного фолликула. При сокращении они сжимают сальную железу, в результате чего происходит выделение секрета в просвет волосяного фолликула. Кроме этого, сокращение этих мышц вызывает появление «гусиной кожи».

В органах гладкая мышечная ткань обычно представлена пластами гладких миоцитов. Расположение клеток в пластах таково, что узкая часть одного миоцита прилегает к широкой части другого. Это способствует наиболее компактной укладке миоцитов, обеспечивает максимальную площадь их взаимных контактов

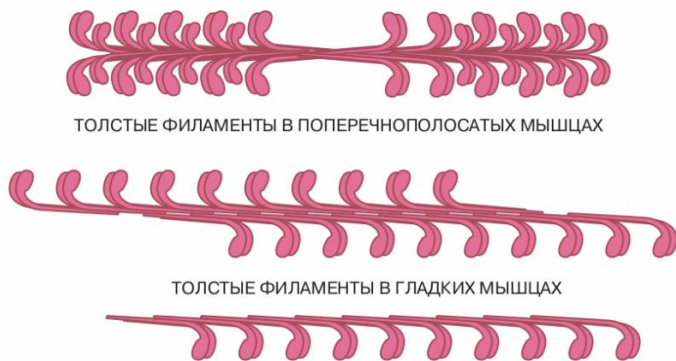


Рис. 35. Строение толстых нитей в поперечнополосатой и гладкой мышцах

и высокую прочность ткани. Межклеточные соединения гладких миоцитов в пластах обеспечивают также свободное проведение электрических импульсов. Поэтому соединения гладких миоцитов представляют собой электрические синапсы, благодаря которым гладкая мышца функционирует как единое целое.

Между клетками располагается *стром*а гладкой мышечной ткани — *коллагеновые* и *эластические волокна*, образующие плотные сети вокруг каждой клетки. Доказано, что гладкие мышечные клетки синтезируют волокна стромы при помощи шероховатой эндоплазматической сети.

В ЧЁМ ОСОБЕННОСТИ СОКРАЩЕНИЙ ГЛАДКОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ?

Сокращение гладкой мышечной ткани происходит под действием нервных импульсов вегетативной нервной системы. На сократительную активность этой ткани также влияют гормоны и другие биологически активные вещества. Сокращение гладких миоцитов обеспечивается взаимодействием *актиновых* и *миозиновых* нитей и развивается в соответствии с моделью скользящих нитей. Сокращение происходит более медленно и длится дольше, чем в скелетной мышце. Осуществляется сокращение с помощью клеточных органоидов — *миофиламентов*, которые расположены в клетке хаотично и не имеют такой упорядоченной структуры, как миофибриллы в скелетной мускулатуре. В гладкой мышечной ткани миофиламенты собираются в миофибриллы только во время сокращения (рис. 36).

Актиновые нити (тонкие филаменты) ориентированы по продольной оси гладко-мышечной клетки. По количеству их больше, и они прикрепляются к плотным тельцам, которые являются специальными сшивающими белками. Плотные тельца располагаются на внутренней стороне наружной мембраны. Рядом с актиновыми нитями располагаются мономеры миозина. Сигнал, идущий по нервным волокнам, обуславливает приток ионов кальция из наружной среды в саркоплазму. Это приводит к полимеризации миозина и взаимодействию его с актином. Актиновые нити и плотные тельца сближаются, усилие передаётся на сарколемму, и гладко-мышечная клетка укорачивается (см. рис. 36).

Осуществляемые гладкой мышечной тканью движения сравнительно медленные и продолжительные. Они вызывают изменения величины просвета полых ор-

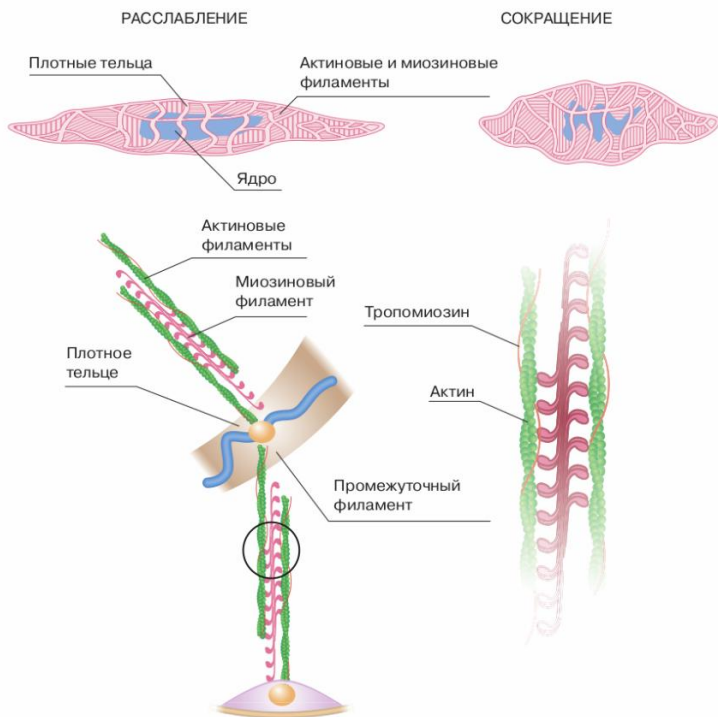


Рис. 36. Механизм сокращения гладкомышечных клеток

ганов и лежат в основе их перистальтики. Благодаря сократительной активности гладкой мышечной ткани обеспечивается деятельность органов пищеварительного тракта, регуляция дыхания, кровотока, выделение мочи, транспорт половых клеток (см. рис. 36).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Сердечная мышечная ткань. Кардиомиоциты. Автоматия сердца.
Гладкая мышечная ткань. Гладкий миоцит.

ВЫВОДЫ

- Сердечная мышечная ткань состоит из кардиомиоцитов трёх типов: сократительных, проводящих и секреторных.
- Сердечной мышечной ткани присуща автоматия — способность возбуждаться и сокращаться самопроизвольно, без влияния извне.
- В стенках внутренних органов встречается гладкая мышечная ткань. Сокращения, осуществляемые гладкой мышечной тканью, медленные и продолжительные.



ПРАКТИКУМ

ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ МЫШЕЧНЫХ ТКАНЕЙ

Цель: изучить особенности строения скелетной и гладкой мышечных тканей на готовом микропрепарате.

Материалы и оборудование: микропрепараты скелетной и гладкой мышечных тканей, микроскоп.

Ход работы

1. При малом увеличении микроскопа рассмотрите микропрепарат скелетной мышечной ткани. Найдите продольные и поперечные мышечные волокна.
2. Переведите микроскоп на большое увеличение. Обратите внимание на форму мышечного волокна, его строение. Найдите наружную оболочку волокна, миофибриллы и многочисленные ядра. Рассмотрите поперечную исчерченность волокна.
3. Зарисуйте в тетради поперечнополосатую скелетную мышечную ткань. Сделайте соответствующие подписи: мышечное волокно, ядра, исчерченность.
4. При малом увеличении микроскопа рассмотрите микропрепарат гладкой мышечной ткани. Найдите гладкие мышечные клетки. Отметьте особенности их строения: форма, количество ядер и их расположение.
5. Зарисуйте в тетради гладкую мышечную ткань. Сделайте соответствующие подписи.
6. Сделайте выводы об особенностях строения мышечных тканей в соответствии с их функциями. Выделите общие признаки мышечных тканей.
7. Сравните строение, локализацию, функции гладкой и поперечнополосатой мышечных тканей.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Очень сильно влияют на функциональные показатели сердечной мышцы ионы кальция и калия. Ионы кальция повышают возбудимость и проводимость сердечной мышечной ткани. При избытке кальция сердце может остановиться в момент сокращения. Недостаток ионов кальция ведёт к развитию сердечной слабости. При избытке калия возбудимость и проводимость сердечной мышцы уменьшаются.

ВОПРОСЫ

1. Каковы основные функциональные свойства сердечной мышечной ткани?
2. Чем обусловлена способность сердечной мышцы к автоматии?
3. Что такое водитель ритма сердца?
4. Почему прекращение поступления кислорода приводит к быстрому уменьшению сократительной способности миокарда?
5. В стенках каких органов располагается гладкая мышечная ткань?
6. Какое строение имеют гладкие миоциты?

ЗАДАНИЯ

7. Сравните мышечные волокна поперечнополосатой и клетки гладкой мышечных тканей. Назовите отличительные особенности их строения.



8. Выделите черты сходства и различий между скелетной и сердечной мышцами.
9. Объясните, по каким признакам на рисунке или микропрепарате можно узнать сердечную мышечную ткань.
10. Охарактеризуйте секреторные кардиомиоциты. Чем они отличаются от сократительных кардиомиоцитов?

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему, когда организму холодно или же человек испытывает сильное эмоциональное возбуждение, возникает эффект «гусиной кожи»?
12. Почему кардиомиоциты содержат большое количество митохондрий?
13. Чем определяется высокая эффективность и надёжность проведения возбуждения по миокарду?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. От каких факторов зависит активность сокращения сердечной мышцы?
15. После отделения сердца лягушки из организма и помещения его в физиологический раствор можно наблюдать его сокращение несколько минут. Как вы объясните данное явление?

§ 17. НЕРВНАЯ ТКАНЬ

ЭТО Я ЗНАЮ

Что такое раздражимость.

Что такое рефлексы.



В чём состоит исключительность нервной ткани?

? ИЗ КАКИХ КЛЕТОК СОСТОИТ НЕРВНАЯ ТКАНЬ?

Нервная ткань выполняет функции восприятия раздражения, генерации нервного импульса, передачи, переработки и хранения информации, поступающей из окружающей среды или от органов. Основными свойствами нервной ткани являются возбудимость и проводимость.

Возбудимость — способность нервной ткани генерировать нервный импульс в ответ на действие раздражителя.

Проводимость — способность передавать нервный импульс другой нервной клетке или клетке ткани другого органа.

Нервная ткань состоит из нервных клеток **нейронов** (от греч. *нейрон* — жила, нерв) и вспомогательных клеток **глии** (от греч. *глия* — клей). **Глиальные клетки** (рис. 37) обеспечивают деятельность нервных клеток, выполняя опорную и разграничительную функции. Совокупность глиальных клеток нервной ткани называют *нейроглией*.

К нейроглиальным клеткам относятся клетки макроглии трёх типов — *олигодендроциты*, *астроциты* и *эпендимные клетки*, которые имеют общее происхождение с нейронами, и клетки четвёртого типа — клетки *микроглии*, мигрировавшие из кровотока в ткани мозга и ставшие макрофагами — клетками-мусорщиками.

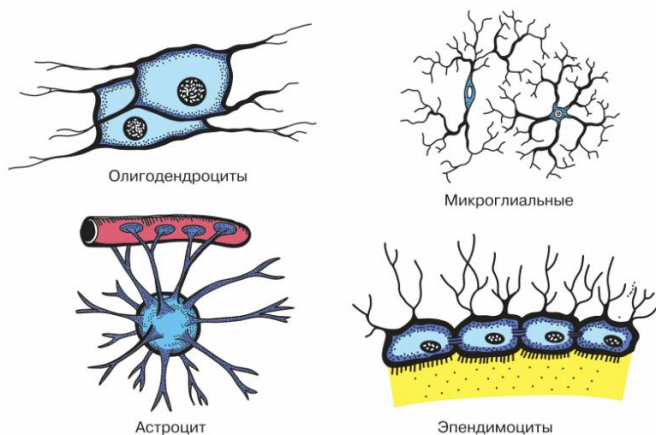


Рис. 37. Типы глиальных клеток

Олигодендроциты — это поддерживающие и изолирующие клетки, расположенные в головном и спинном мозге; аналогичные клетки в периферической нервной системе называются *шванновскими клетками*. Они образуют отростки, которые покрывают и изолируют нервные клетки и волокна.

Астроциты выполняют опорную и трофическую функцию. Эпендимные клетки образуют непрерывную выстилку стенок полостей (желудочков) головного мозга и центрального канала спинного мозга. Эпендимные клетки выполняют транспортную и секреторную функцию, принимая участие в образовании спинномозговой жидкости.

Нейроны являются электрически возбудимыми клетками, которые обрабатывают, хранят и передают информацию с помощью электрических и химических сигналов. Нейроны способны воспринимать раздражения, приходят в состояние возбуждения, вырабатывать и передавать нервные импульсы. Нейронам свойственна способность синтезировать биологически активные вещества — **медиаторы**. У некоторых нейронов секреция является основной функцией. Такие клетки называют *нейросекреторными*.

Учёные считают, что общее количество нервных клеток в нервной системе человека превышает 100 млрд, а по некоторым оценкам достигает 1 трлн. В головном мозге человека насчитывается около 85—86 млрд нейронов. Нервные клетки различных отделов нервной системы отличаются по размерам и форме.

КАКОВО СТРОЕНИЕ НЕРВНОЙ КЛЕТКИ?

В каждой нервной клетке различают тело, отростки и нервные окончания (рис. 38). В теле нервной клетки содержится ядро и окружающая его цитоплазма. Тела различных типов нейронов могут иметь различную, например, круглую, овальную, уплощённую, яйцевидную или пирамидальную форму. Диаметр тела некоторых клеток мозжечка составляет 4—6 мкм, а тело гигантских пирамидных клеток коры полушарий головного мозга превышает 130 мкм. Цитоплазма нерв-

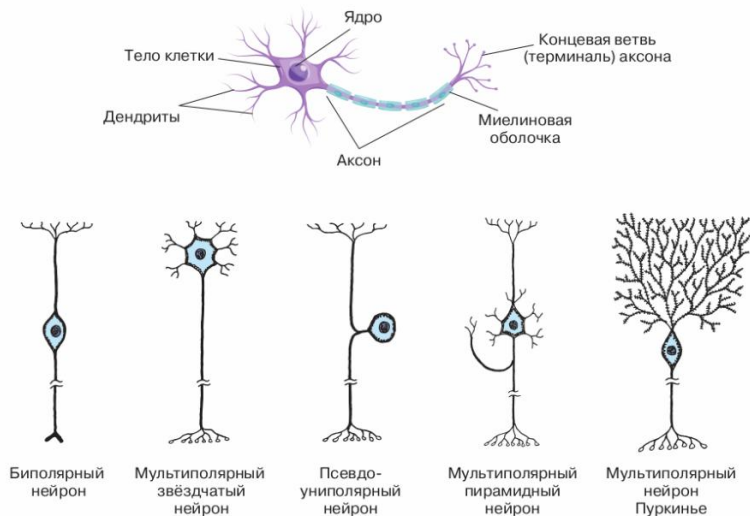


Рис. 38. Строение нейрона и типы нейронов по количеству отростков

ных клеток содержит множество различных органелл, что связано с их высокой функциональной активностью.

Для нейрона характерно наличие в цитоплазме специальных органелл: *нейрофибрилл* и *хроматофильного вещества*. Нейрофибриллы в теле нейрона образуют густое сплетение и выполняют опорные и транспортные функции.

Хроматофильное вещество — это скопление мембран шероховатой эндоплазматической сети. Оно представлено в нервной клетке в виде глыбок различной формы и размеров. Значительное развитие зернистой эндоплазматической сети в нейронах связано с высоким уровнем синтеза белков на её мембранах.

КАКИЕ ВИДЫ ОТРОСКОВ ИМЕЮТ НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ?

Общим морфологическим признаком всех зрелых нейронов является наличие отростков. В зависимости от места положения и функций нервных клеток длина отростков значительно отличается и составляет от нескольких микрометров до 1,5 м. Существует два вида отростков: аксон и дендриты. Каждый нейрон имеет только один аксон (от греч. *аксон* — ось).

Аксон представляет собой длинный отросток, который проводит нервные импульсы от тела нервной клетки и передаёт их на другой нейрон или на клетки рабочих органов — мышц, желёз. Аксон отходит от утолщённого участка тела нервной клетки и заканчивается специализированными нервными окончаниями на других нейронах или клетках рабочих органов. Почти на всём протяжении аксон покрыт глиальными клетками, формирующими оболочку белого цвета из жироподобного вещества — *миелина*. Миелиновая оболочка выполняет функции защиты и электрической изоляции.

Нервная клетка может иметь от одного до нескольких коротких отростков — **дендритов** (от греч. *дендрон* — дерево). Дендриты получают сигналы через многочисленные синаптические контакты и проводят нервные импульсы к телу нейрона (рис. 39).

? НА КАКИЕ ГРУППЫ ДЕЛЯТ НЕЙРОНЫ ПО КОЛИЧЕСТВУ ОТРОСТКОВ?

По количеству отростков выделяют *униполярные, биполярные и мультиполярные нейроны* (см. рис. 38). Униполярные нейроны имеют один отросток. Большинство учёных считает, что в нервной системе человека и других млекопитающих эти нейроны не встречаются.

Биполярные нейроны имеют два отростка — аксон и дендрит. Обычно они отходят от противоположных полюсов клетки. К таким нейронам относят биполярные клетки сетчатки глаза. Разновидностью биполярных нейронов являются *псевдоуниполярные нейроны*. У них от тела клетки отходит единый вырост, который делится на дендрит и аксон.

Мультиполярные нейроны имеют три или большее число отростков. Из них один аксон и несколько дендритов. Учёными описано множество вариантов мультиполярных нейронов: веретенообразные, звёздчатые, грушевидные, пирамидные, корзинчатые и другие.

? НА КАКИЕ ГРУППЫ ДЕЛЯТ НЕЙРОНЫ ПО ВЫПОЛНЯЕМОЙ ФУНКЦИИ?

По выполняемой функции нервной клетки делят на **чувствительные, двигательные и вставочные**. Чувствительные нейроны иначе называют *афферентными* или *сенсорными*. Они воспринимают раздражения внешней или внутренней среды, участвуют в образовании нервных импульсов и проведении этих импульсов в центральную нервную систему.

Двигательные нейроны иначе называют *эффекторными* или *моторными*. Эти нейроны проводят нервные импульсы от центральной нервной системы к рабочим органам: скелетным мышцам, железам, кровеносным сосудам.

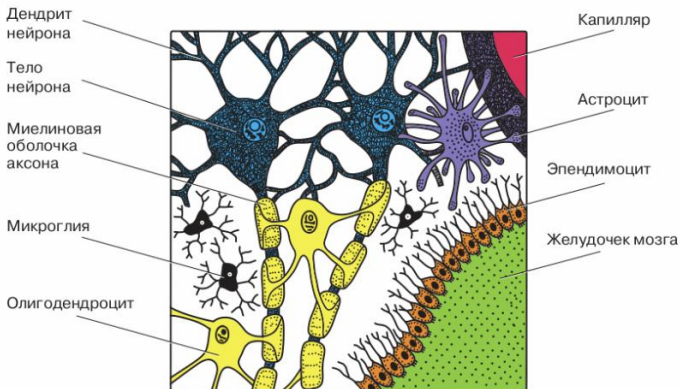


Рис. 39. Нервная ткань



Вставочные нейроны осуществляют связь между чувствительными и двигательными нейронами, участвуют в формировании нейронных цепей. Вставочные нейроны составляют большинство от общего числа нейронов. Все они находятся в центральной нервной системе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Возбудимость. Проводимость. Нейрон. Аксон. Дендрит. Глиальные клетки. Медиаторы. Чувствительные, двигательные, вставочные нейроны.

ВЫВОДЫ

- Нервная ткань обладает свойствами: возбудимостью и проводимостью и состоит из нейронов и вспомогательных клеток — нейроглии.
- Нейрон — это функциональная единица нервной системы.
- В зависимости от выполняемой функции нейроны делят на чувствительные, двигательные и вставочные.

ПРАКТИКУМ

ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ НЕРВНОЙ ТКАНИ

Цель: изучить особенности строения нервной ткани на микропрепарате.

Материалы и оборудование: микропрепарат нервной ткани, микроскоп.

Ход работы

1. При малом увеличении микроскопа найдите на микропрепарате нервной ткани сетчатки глаза скопления нервных клеток с синей окраской и хорошо заметными отростками.
2. Переведите микроскоп на большое увеличение. Рассмотрите ветвящиеся отростки с широким основанием (дендриты) и аксон.
3. Зарисуйте в тетради нервную клетку и подпишите её части.
4. Сделайте вывод об особенностях строения нервной ткани.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

В мозге человека содержание глиальных клеток в 5—10 раз превышает число нейронов. В повреждённых участках мозга глиальные клетки размножаются и заполняют дефекты. Долгое время считалось, что нейроны утрачивают способность к делению после рождения человека. Однако в настоящее время появляются данные о наличии небольших участков головного мозга, нейроны которых сохраняют способность к *нейрогенезу*.

ВОПРОСЫ

1. Какие клетки входят в состав нервной ткани?
2. В чём особенность строения нейрона по сравнению с клетками других тканей?
3. По каким признакам различают нейроны?
4. Какой общий морфологический признак характерен для всех зрелых нейронов?
5. Чем образована миелиновая оболочка аксона? Какова её роль?
6. Где сосредоточены вставочные нейроны в организме человека? Какова их роль?

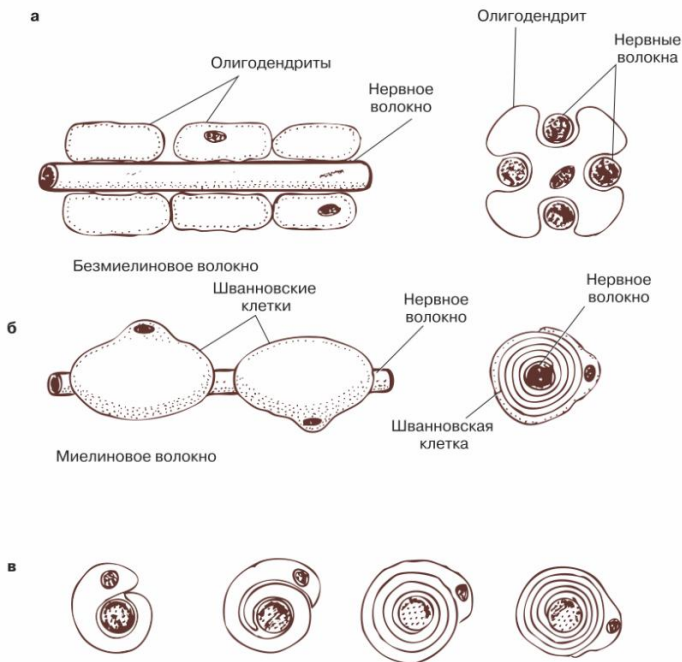


Рис. 40. Глиальные оболочки нервных волокон: *а* — оболочки безмиелинового волокна; *б* — оболочки миелинизированного волокна; *в* — процесс миелинизации волокна

называются *перехватами Ранвье*. Они повторяются по длине волокна с интервалом в около 1 мм.

В большинстве случаев снаружи нервные волокна покрыты базальной мембраной. Обычно миелиновое волокно значительно толще безмиелинового. Для миелиновых нервных волокон характерна высокая скорость проведения нервных импульсов, составляющая 5—120 м/с. Эти нервные волокна встречаются в центральной нервной системе и в периферической нервной системе.

? НА КАКИЕ ГРУППЫ Делят Нервные Окончания?

Все нервные волокна заканчиваются концевыми разветвлениями, которые называют **нервными окончаниями**. В зависимости от выполняемых функций различают три группы нервных окончаний: **рецепторные**, **эффektorные** и **межнейронные**.

Рецепторные нервные окончания иначе называют чувствительными. Это специализированные концевые образования дендритов чувствительных нейронов, воспринимающие раздражения из внешней среды и внутренних органов и преобразующие их в нервные импульсы.

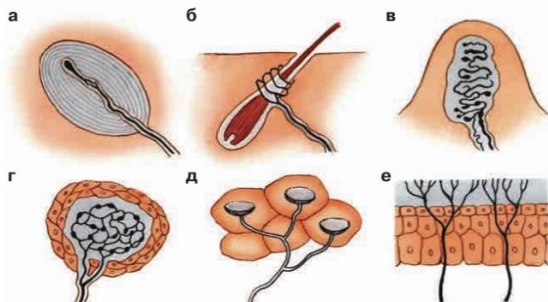


Рис. 41. Рецепторы кожи, реагирующие на: *а* — прикосновение; *б* — деформацию волоса; *в* — тепло; *г* — холод; *д* — прикосновение и перемещение предмета; *е* — боль

В зависимости от вида регистрируемого раздражения они подразделяются на *механорецепторы*, *хемотрецепторы*, *терморецепторы*, *фоторецепторы* и *болевые рецепторы* (рис. 41). Механорецепторы приспособлены для восприятия механических раздражения. Хемотрецепторы воспринимают воздействия химических раздражителей. Терморецепторы чувствительны к изменениям температуры окружающей среды. В органах вкуса, обоняния, зрения, равновесия и слуха имеются особые рецепторные клетки, воспринимающие соответствующие раздражения и передающие их на чувствительные нервные окончания.

Эффекторные нервные окончания располагаются в органах и тканях. При их участии нервный импульс передаётся из нервной системы тканям исполнительных органов. Эффекторные нервные окончания подразделяются на *двигательные* и *секреторные*. Двигательные нервные окончания на волокнах скелетных мышц имеют вид расширенных участков веточек аксонов, являются частью синапсов и называются *концевыми пластинками*.

На гладкомышечных клетках внутренних органов и сосудов расположены окончания другого типа. Эти окончания ветвятся. На каждом ответвлении располагаются округлые вздутия, которые называют *синапсами варикозного типа*.

Секреторные нервные окончания представляют собой конечные участки тонких аксонных веточек. Эти окончания находятся на секреторных клетках желез.

НА КАКИЕ ГРУППЫ ДЕЛЯТ МЕЖНЕЙРОННЫЕ КОНТАКТЫ?

Межнейронные нервные окончания иначе называют **синапсами** (от греч. *си-напс* — соединение). Они обеспечивают передачу нервных импульсов от одного нейрона на соседние. Благодаря этому обеспечивается функциональная связь между нейронами.

Синапс — специализированный контакт между нервными клетками или между нервной клеткой и другой клеткой организма, посредством которого передаётся нервный импульс.

Синапсы подразделяют на *химические* и *электрические*. Химические синапсы наиболее распространены у человека. Их действие основано на преобразовании электрического сигнала в химический, который затем вновь преобразуется в электрический. Электрические синапсы в центральной нервной системе человека встречаются редко.



? КАКОВО СТРОЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СИНАПСА?

Химический синапс состоит из трёх компонентов: пресинаптической и постсинаптической частей и синаптической щели. Пресинаптической частью называют участок нервного окончания, по которому импульсы поступают в синапс. В этой части находятся синаптические пузырьки диаметром 20—65 нм. Они содержат **нейромедиаторы** (от лат. *mediator* — посредник) — химические вещества, участвующие в передаче нервного импульса (рис. 42).

Форма синаптических пузырьков зависит от находящихся в них нейромедиаторов. Круглые светлые пузырьки обычно содержат **ацетилхолин**. Пузырьки с компактным плотным центром заполнены **норадреналином**. В крупных плотных пузырьках содержатся пептиды.

Различают **возбуждающие** и **тормозные нейромедиаторы**. Возбуждающие нейромедиаторы (ацетилхолин, норадреналин) изменяют ионную проницаемость постсинаптической мембраны, что приводит к возникновению электрического импульса. Тормозные нейромедиаторы (**глицин**, **гамма-аминомасляная кислота**) делают постсинаптическую мембрану неспособной генерировать возбуждения.

Высвобождение медиатора из синаптических пузырьков имеет квантовый (порционный) характер. В состоянии покоя оно незначительно, а под влиянием нервного импульса резко усиливается.

Постсинаптическая часть представлена постсинаптической мембраной. Она содержит особые комплексы интегральных белков — синаптические рецепторы, которые способны связываться с нейромедиатором и обеспечивать реакцию постсинаптической мембраны на нейромедиатор. Между пресинаптической и постсинаптической частями находится синаптическая щель шириной 20—30 нм. Рассмотренный механизм работы химического синапса объясняет то, что такой синапс может проводить сигнал только в одном направлении (см. рис. 42).

? ЧТО ТАКОЕ ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ?

Все животные и большинство растительных клеток имеют **поляризованные наружные мембраны**.

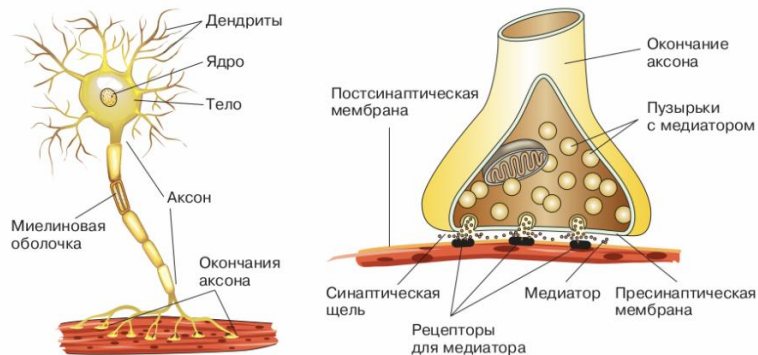


Рис. 42. Строение химического синапса

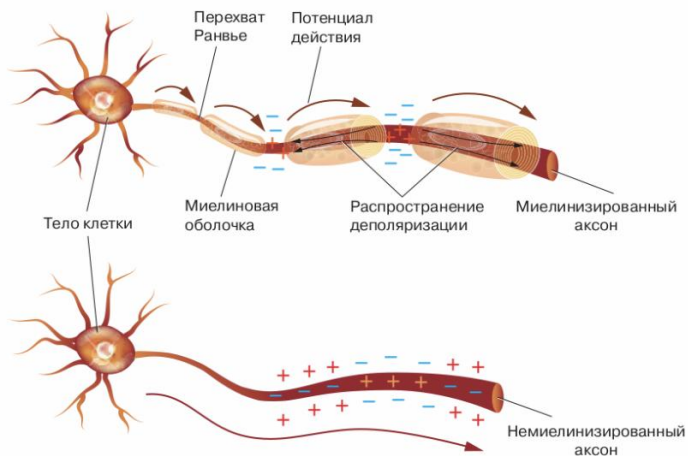


Рис. 43. Схема проведения возбуждения: миелиновое волокно, безмиелиновое волокно

нительные калиевые каналы открываются. Мембрана реполяризуется, и заряды в ней возвращаются к уровню потенциала покоя. Описанный эффект называется **потенциалом действия** или **электрическим импульсом**. Длительность потенциала действия измеряется тысячными долями секунды.

Возникающий в возбужденном участке мембраны потенциал действия электроотрицателен по отношению к участку, находящемуся в невозбужденном состоянии. Поэтому он становится раздражителем для соседнего участка клеточной мембраны. В результате этого потенциал действия возникает уже на новом участке, и всё повторяется заново. Такой механизм обеспечивает продольное распространение потенциалов действия.

Образование нервной клеткой потенциала действия в ответ на раздражение называют возбуждением.

Помимо нервных клеток генерировать потенциалы действия могут мышечные, секреторные и рецепторные клетки.

? ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ СКОРОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ СИГНАЛА?

Нервные волокна обладают способностью проводить возбуждение в форме нервных импульсов. При этом скорость проведения сигнала зависит от размеров волокна и наличия миелиновых оболочек. Чем нервное волокно толще, тем быстрее распространяется нервный импульс (рис. 43). Миелиновые волокна проводят возбуждение быстрее, чем безмиелиновые. Скорость проведения по миелиновым волокнам достигает 120 м/с. По безмиелиновым волокнам возбуждение проводится со скоростью 1–2 м/с.

В миелиновых нервных волокнах возбуждение может возникать только в тех участках волокна, где отсутствует миелиновая оболочка, то есть в перехватах Ран-



вые. Поэтому у миелиновых волокон возбуждение распространяется скачком от одного узлового перехвата нервного волокна к другому. За счёт этого возбуждение продвигается вдоль волокна гораздо быстрее, чем у тонких безмиелиновых волокон.

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Нервное волокно. Осевой цилиндр. Миелиновые и безмиелиновые нервные волокна. Рецепторные, эффекторные, межнейронные нервные окончания. Синапс. Нервный импульс. Потенциал покоя. Потенциал действия.

ВЫВОДЫ

- Аксоны нервных клеток образуют нервные волокна двух типов: миелиновые и безмиелиновые.
- Специализированный контакт между двумя нейронами или между нейроном и другой клеткой называют синапсом, посредством которого передаётся возбуждение или торможение.
- Нервные импульсы распространяются при перемещении ионов калия и натрия через мембрану нейрона и передаются из одной нервной клетки в другую с помощью нейромедиаторов.

ВОПРОСЫ

1. Как устроены нервные волокна?
2. Где расположены и какую роль играют рецепторные нервные окончания?
3. Какую роль играют эффекторные нервные окончания?
4. Как возникает нервный импульс?
5. От чего зависит скорость проведения нервного импульса?
6. Какие процессы называют возбуждением и торможением?

ЗАДАНИЯ

7. Опишите строение химического синапса и принцип его работы.
8. Приведите примеры нейромедиаторов.
9. Сравните миелиновые и безмиелиновые нервные волокна. Выделите черты отличий.
10. Приведите примеры рецепторов в зависимости от вида раздражителя.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему норадреналин считается одним из важнейших медиаторов «бодрствования»?
12. Почему без натрия и калия нервные клетки не будут работать?
13. За счёт чего возбуждение по миелиновым волокнам идёт гораздо быстрее, чем по безмиелиновым волокнам?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Каким образом мембрана превращает клетку в «электрическую батарейку»?
15. Торможение — это активный или пассивный нервный процесс?

**1 ЗАДАНИЕ****СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Исследователь изучает микропрепарат при большом увеличении. На продольном срезе видны одноядерные клетки вытянутой, веретеновидной формы. Между клетками располагаются коллагеновые и эластические волокна, образующие плотные сети вокруг каждой клетки.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите, какую ткань рассматривает исследователь. Объясните своё решение.
2. Как вы думаете, как будет выглядеть данный микропрепарат на поперечном срезе?
3. Содержит ли эта ткань нервные окончания и кровеносные сосуды?

2 ЗАДАНИЕ**СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

1. Клетки этой ткани образуют один слой, но их ядра лежат на разных уровнях. Одни клетки имеют цилиндрическую форму и несут на своих свободных поверхностях многочисленные реснички. Другие клетки бокаловидной формы секретируют слизь, которая продвигается благодаря биению ресничек.

2. Ткань состоит из клеток и большого количества межклеточного гидрофильного вещества, отличающегося плотностью и упругостью. Сама эта ткань не имеет кровеносных сосудов, а питательные вещества диффундируют из окружающей её структуры, в которой кровеносные сосуды есть. В ткани содержится около 70—80 % воды. От 50 до 70 % сухого вещества составляет коллаген. По мере старения организма в ткани уменьшается содержание воды, количество коллагена. Местами в межклеточном веществе обнаруживаются отложения солей кальция, вследствие чего ткань становится мутной, непрозрачной, приобретает твёрдость и ломкость.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите тип и вид тканей. Объясните своё решение.
2. Дополните описания тканей характеристиками клеток и межклеточного вещества. Сделайте соответствующие рисунки.

3 ЗАДАНИЕ**СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

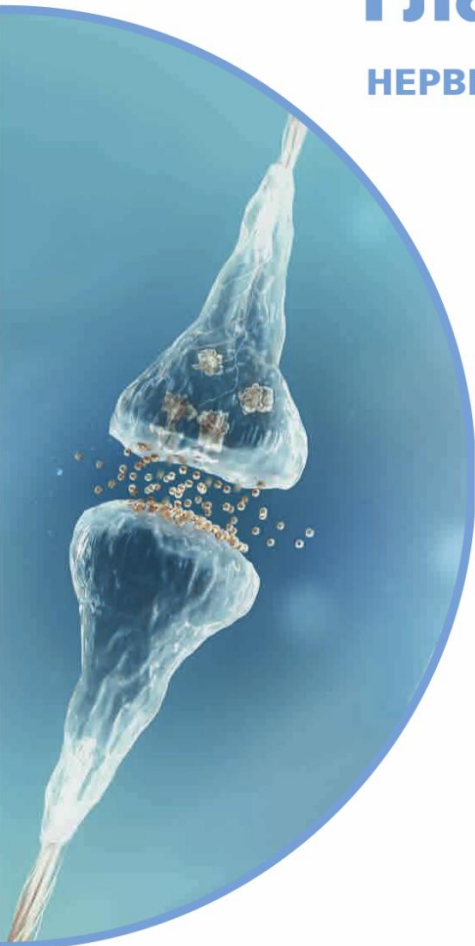
Даны следующие биологические элементы: белок актин, скелетная мышца, аминокислота, мышечное волокно, поперечнополосатая мышечная ткань.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Установите последовательность соподчинения предложенных элементов, начиная с наименьшего.
2. Какие элементы вы ещё бы добавили в данную последовательность?

Глава 4

НЕРВНАЯ СИСТЕМА



ВЫ УЗНАЕТЕ

- об особенностях строения центральной и периферической нервной системы;
- о функциональном значении нервной системы;
- о рефлекторном принципе работы нервной системы;
- о профилактике заболеваний нервной системы.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

- распознавать на наглядных пособиях отделы и органы нервной системы;
- сравнивать безусловные и условные рефлексы;
- выявлять функции отделов головного мозга.



§ 19. КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

ЭТО Я ЗНАЮ

Строение нервной ткани.
Основные свойства нервной ткани.
Что такое нервный импульс.



В чём проявляется функциональное деление нервной системы?



КАКОВО ЗНАЧЕНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ?

Нервная система обеспечивает согласованную работу организма человека, всех его органов, аппаратов и систем, взаимоотношения с внешней средой. Через органы чувств и чувствительные нервные окончания человек воспринимает различные внешние и внутренние воздействия и отвечает на них двигательными реакциями, выделением секретов и гормонов.

Регулируя деятельность клеток, тканей, органов, аппаратов и систем, нервная система поддерживает постоянство внутренней среды организма, осуществляет нервную регуляцию функций.

Для нервной регуляции характерны: точная направленность нервных импульсов к определённому органу; большая скорость проведения информации, осуществляемая по нервам; быстрая и чёткая приспособляемость к меняющимся условиям внешней среды благодаря анализу информации в нервных центрах.



ПО КАКИМ ПРИЗНАКАМ КЛАССИФИЦИРУЮТ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ?

У человека нервную систему образуют следующие органы: головной мозг, спинной мозг, черепные нервы, спинномозговые нервы, нервные узлы и нервные окончания. По положению в теле нервную систему подразделяют на **центральный** и **периферический отделы** (рис. 44).

В состав **центральной нервной системы** входят головной и спинной мозг. Задача центральной нервной системы состоит в том, чтобы после получения информации произвести её оценку и принять соответствующее решение за счёт способности головного мозга хранить и воспроизводить в нужный момент ранее поступившую информацию.

Центральная нервная система образована из серого и белого вещества. Серое вещество спинного и головного мозга содержит нервные центры — скопления тесно связанных между собой тел нейронов с ближайшими разветвлениями их отростков, обеспечивающих регуляцию отдельных функций организма и рефлексов. Кроме них в сером веществе находятся глиальные клетки и капилляры. В нервных центрах происходит восприятие и анализ информации, а также её передача другим нервным центрам или рабочим органам. Белое вещество в основном образовано отростками нервных клеток, покрытыми миелиновой оболочкой и связывающими отдельные центры между собой.

Головной мозг у человека находится внутри черепной коробки и защищён костями черепа. Спинной мозг находится в позвоночном канале. Головной и спинной мозг структурно продолжают друг друга, но различаются по анатомическому строению и по функциям.

Все нервные структуры, расположенные за пределами головного и спинного мозга, относятся к **периферической нервной системе**. Она осуществляет связь центральной нервной системы со всеми частями организма.

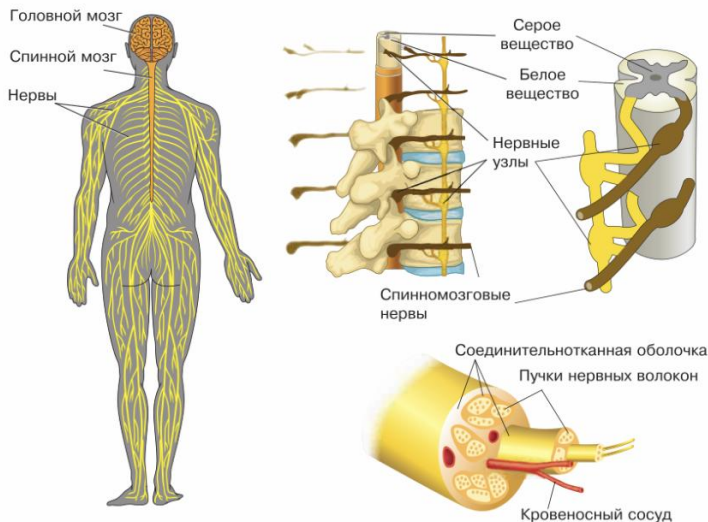


Рис. 44. Центральная и периферическая нервная система

Границей между центральной и периферической нервной системой считают отверстия в черепе, через которые нервы выходят из черепномозговой полости, а также межпозвоночные отверстия, через которые из спинномозгового канала выходят спинномозговые нервы.

В состав периферической нервной системы входят *спинномозговые* и *черепные нервы*, *нервные узлы* — ганглии (от греч. *ганглион* — узел) и *нервные окончания*. Ганглии представляют собой расположенные по ходу периферических нервов скопления нервных клеток, окружённые соединительной тканью и клетками глии.

? ИЗ КАКИХ ЧАСТЕЙ СОСТОИТ НЕРВНАЯ СИСТЕМА?

По выполняемой функции нервную систему условно делят на **соматическую** и **вегетативную**. **Соматическая часть** (от греч. *сома* — тело) регулирует работу опорно-двигательного аппарата, кожи, осуществляет восприятие внешних раздражений, управляет произвольными движениями. Посредством соматической части человек может управлять движениями, произвольно вызывать или прекращать их. В составе соматической системы выделяют *центральную* и *периферическую* части.

Вегетативная часть (от лат. *vegeto* — возбуждаю) **нервной системы** регулирует деятельность внутренних органов и кровеносных сосудов, управляет гладкой мускулатурой и работой желёз, регулирует обмен веществ в органах и тканях. Вегетативную нервную систему также называют **автономной нервной системой** в связи с тем, что её функции не контролируются сознанием человека. Она складывается из *центрального* и *периферического* отделов. Центральные структуры вегетативной нервной системы расположены в головном и спинном мозге.



? НА КАКИЕ ЧАСТИ ПОДРАЗДЕЛЯЮТ ВЕГЕТАТИВНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ?

Вегетативную нервную систему подразделяют на **симпатическую** и **парасимпатическую части** (рис. 45). **Симпатическая часть** иннервирует все органы и ткани тела человека — кожу, мышцы, внутренние органы, кровеносные и лимфатические сосуды и другие структуры.

Парасимпатическая часть иннервирует только внутренние органы. Таким образом, большинство органов имеет двойную вегетативную иннервацию — симпатическую и парасимпатическую. Обе части вегетативной нервной системы действуют на одни и те же органы для формирования оптимального режима их работы. При этом они чаще всего выступают в роли антагонистов. В зависимости от текущих условий вегетативная нервная система усиливает функции тех или иных органов или ослабляет их.

Действие симпатической нервной системы проявляется чаще на фоне нагрузки и в стрессовых ситуациях. Она повышает кровяное давление, увеличивает частоту сердечных сокращений и дыхания, приток крови к мышцам и коже, отток крови от пищеварительной системы и почек. Её действие вызывает расширение зрачка. При господстве парасимпатического влияния ускоряются процессы пищеварения и выделения, успокаивается сердцебиение, падает давление, сужается зрачок.

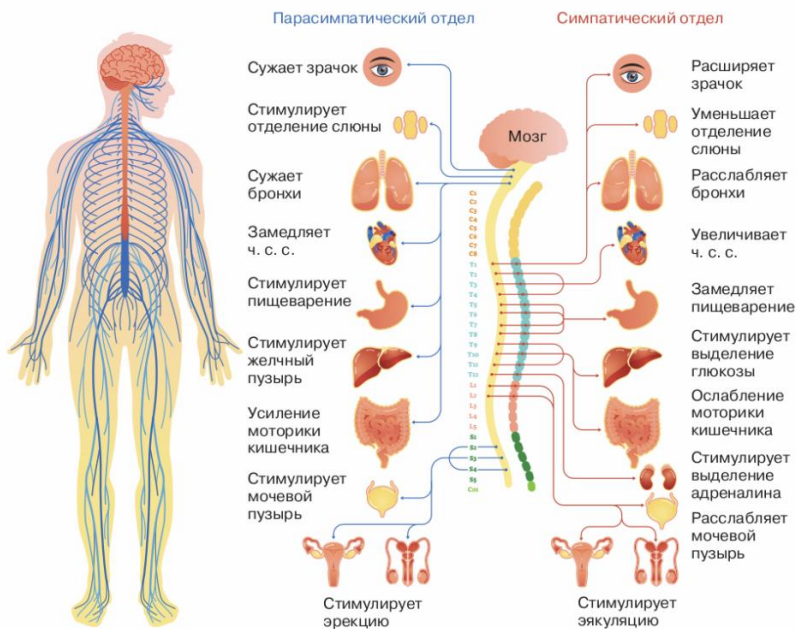


Рис. 45. Симпатическая и парасимпатическая нервная система

Симпатические нервы отходят от симпатических центров (ядер) в грудном и верхней части поясничного отдела спинного мозга, а *парасимпатические нервы* — от центров в стволе головного мозга и в нижнем (сакральном) отделе спинного мозга.

Периферический отдел симпатической части образуется прежде всего двумя симметричными стволами, расположенными по бокам позвоночника на всём его протяжении от основания черепа до копчика, где оба ствола своими нижними концами сходятся в одном общем узле. Каждый из этих двух симпатических стволов складывается из ряда нервных узлов первого порядка, соединяющихся между собой.

В отличие от соматической нервной системы, имеющей однейронный путь от спинного мозга к эффектору, в вегетативной нервной системе путь к иннервируемому органу двухнейронный. Волокна симпатической нервной системы выходят из боковых отделов грудного и поясничного отделов спинного мозга, где лежит первый симпатический нейрон. Эти волокна называются *преганглионарными*. Затем они подходят к симпатическим ганглиям, расположенным вдоль позвоночника, где находятся вторые симпатические нейроны. Их аксоны, называемые *постганглионарными*, идут к иннервируемому органам.

Волокна парасимпатической (от лат. *para* — около) нервной системы начинаются в спинном мозге выше или ниже места выхода симпатических нервов из черепного и крестцового отделов, а затем сходятся в ганглиях, расположенных не вдоль позвоночного столба, а вблизи от иннервируемого органа.

КАКОЕ СТРОЕНИЕ ИМЕЮТ НЕРВЫ?

Нервами называют анатомические образования шнуровидной формы различной толщины и протяжённости, представляющие собой комплекс нервных волокон и соединительнотканых оболочек, связывающие центральную нервную систему с другими системами и органами и обеспечивающие проведение нервного возбуждения в центробежном и центростремительном направлении.

Многочисленные пучки миелиновых и безмиелиновых нервных волокон объединяются в *нервные стволы*, изолируются соединительной тканью и образуют нервы. Наружная оболочка нервного ствола представлена *эпиневрием* — волокнистой соединительной тканью, содержащей коллагеновые волокна, фибробласты, жировые клетки, а также кровеносные и лимфатические сосуды.

По месту возникновения в центральной нервной системе нервы подразделяют на **черепно-мозговые** и **спинномозговые**. Черепно-мозговые нервы отходят от стволовой части головного мозга. Ветви этих нервов иннервируют кожу, мышцы, органы головы и шеи, а также ряд органов грудной и брюшной полости. По составу волокон черепно-мозговые нервы делят на *чувствительные*, *двигательные* и *смешанные*. В некоторых нервах содержатся только соматические волокна, а в некоторых ещё и вегетативные.

У человека существует **12 пар черепно-мозговых нервов** (рис. 46). Каждый из них имеет своё название и обозначается римской цифрой по порядку расположения.

I пара — обонятельный нерв, входящий в большой мозг. Этот чувствительный нерв расположен выше остальных нервов и связан с чувствительными обонятельными клетками в слизистой носа.

II пара — зрительный нерв, который идёт от сетчатки глаза и входит в промежуточный мозг.

III пара — глазодвигательный нерв, связанный с движением глаз и управляющий работой четырёх из шести глазных мышц. Он также иннервирует мышцы, изменяющие форму хрусталика и сужающие зрачок.

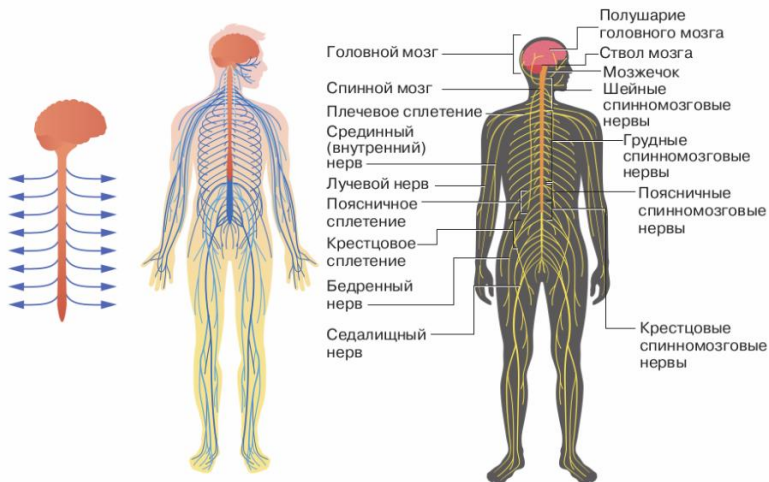


Рис. 46. Черепно-мозговые и спинномозговые нервы

IV пара — блоковый нерв, связанный с движением глаз. Он управляет одной из шести глазных мышц — верхней косой, поворачивающей глаз вниз и кнаружи. Вместе с глазодвигательным нервом он выходит из среднего мозга.

V пара — тройничный нерв, является смешанным и содержит двигательные, чувствительные, вегетативные нервные волокна. Очень крупный нерв, участвующий в сборе болевой, кожной и мышечной чувствительности. Он связан с рецепторами в коже лица, в слизистых оболочках носовой полости и придаточных пазух носа, полости рта, языка, пульпе зуба, конъюнктиве глаза, а также в капсуле височно-нижнечелюстного сустава и жевательных мышц. Двигательные волокна тройничного нерва заканчиваются эффекторами в жевательных мышцах.

VI пара — отводящий нерв, выходит на границе продолговатого мозга и моста. Этот нерв связан с движением глаз. Он управляет наружной прямой мышцей глазного яблока, обеспечивающей его отведение в сторону.

VII пара — лицевой нерв. Этот смешанный нерв управляет мимическими мышцами, слезными и слюнными железами, ощущает вкус от передней части языка.

VIII пара — преддверно-улитковый нерв, обслуживает внутреннее ухо. Вместе с лицевым выходит на границе продолговатого мозга и моста.

IX пара — языкоглоточный нерв, связан с вкусовой чувствительностью задней части языка, небных миндалин и небных дужек, среднего уха, взаимодействует с мышцами глотки, связан с функциями глотания и слюноотделения.

X пара — блуждающий нерв, иннервирует органы, расположенные в грудной клетке и брюшной полости, получает информацию от внутренних органов, связан с сокращением мышц верхней части пищевода и гортани.

XI пара — добавочный нерв, взаимодействует с мышцами плечевого пояса и шеи.



XII пара — подъязычный нерв, выходит из продолговатого мозга, взаимодействует с мышцами языка и подъязычным аппаратом.

КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СПИНОМОЗГОВЫХ НЕРВОВ?

Спинальные нервы являются смешанными и образованы пучками *эфферентных волокон*, идущих от спинного мозга к рабочим органам, и *афферентных волокон*, идущих от рецепторов к спинному мозгу (см. рис. 46). Возле спинного мозга они распределяются на чувствительный и двигательный корешки. У человека имеется **31 пара спинномозговых нервов**. Различают 8 пар шейных, 12 пар грудных, 5 пар поясничных, 5 пар крестцовых, 1 пару копчиковых спинномозговых нервов.

Каждый спинномозговой нерв при выходе из позвоночного канала делится на задние, передние и оболочечные ветви. Задние ветви спинномозговых нервов направляются к коже и мышцам спины и задних отделов шеи. Оболочечные ветви через межпозвоночные отверстия возвращаются в позвоночный канал для иннервации оболочек спинного мозга.

Передние ветви спинномозговых нервов направлены в переднебоковые отделы туловища. В грудном отделе их называют межрёберными нервами. Они иннервируют кожу и мышцы груди и живота.

Передние ветви остальных спинномозговых нервов образуют сплетения: шейное, плечевое, поясничное и крестцовое. Из сплетений выходят смешанные нервы, которые иннервируют кожу и мышцы верхних и нижних конечностей, шеи, таза и нижних отделов живота.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Центральная нервная система. Периферическая нервная система. Соматическая и вегетативная нервная система. Симпатическая и парасимпатическая нервная система. Нерв. Черепно-мозговые и спинномозговые нервы.

ВЫВОДЫ

- Нервная система регулирует работу всех органов, обеспечивает их согласованную деятельность, осуществляет связь организма с внешней средой.
- Нервную систему подразделяют на центральную и периферическую. По выполняемым функциям различают соматическую и вегетативную нервную систему. В вегетативной нервной системе выделяют симпатическую и парасимпатическую части.
- В состав центральной нервной системы входят головной и спинной мозг. К периферической нервной системе относят нервы, нервные узлы и нервные окончания.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Одним из условий возникновения индивидуальных различий в развитии организма и психики является различие в исходном вегетативном тоне, который отражает баланс симпатических и парасимпатических влияний в работе вегетативной нервной системы. Выделяют четыре типа такого баланса. Первый тип — это преобладание влияния симпатической нервной системы (симпатикотония). Второй — преобладание влияния парасимпатического отдела нерв-



ной системы — это ваготонический вариант (ваготония). Третий — это нормотонический вариант, когда влияние обоих отделов уравновешено (эйтония). Четвёртый — амфотонический тип, для которого характерна повышенная возбудимость как симпатического, так и парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

ВОПРОСЫ

1. Какое значение имеет нервная система в жизнедеятельности человека?
2. Какие существуют классификации нервной системы? На чём они основаны?
3. Какие функции в организме выполняют соматическая и вегетативная части нервной системы?
4. Чем образованы центральная и периферическая части нервной системы?
5. Какие бывают нервы по месту возникновения в центральной нервной системе и по составу волокон?
6. Что такое нервный узел?

ЗАДАНИЯ

7. Сравните действия симпатической и парасимпатической систем. Выделите отличия.
8. Назовите факторы, приводящие к нарушению стабильности в функционировании вегетативной нервной системы.
9. Опишите строение нерва, используя рисунок 44 и текст параграфа.
10. Известно, что симпатические нервы сужают кровеносные сосуды кожи, а парасимпатические нервы их расширяют. Ногтем сделайте штриховое раздражение кожи и параллельно появлению белой полоски, а спустя некоторое время эта полоска исчезает и никаких следов от раздражения кожи не остаётся?

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему спинномозговые нервы относят к нервам смешанного типа?
12. Может ли при повреждении спинномозговых нервов наблюдаться потеря чувствительности кожи и паралич конечностей?
13. Почему повреждение черепно-мозговых нервов крайне опасно для здоровья человека?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Как вы думаете, почему симпатический отдел автономной нервной системы называют системой аварийных ситуаций, а парасимпатический — системой отдыха?
15. В Древней Индии для решения вопроса о виновности или невиновности подсудимому иногда предлагали съесть сухой рис. Если обвиняемый его съедал, считалось, что он не виновен, если нет, то виновен. Как физиологическое обонять такое испытание?

§ 20. СПИННОЙ МОЗГ

ЭТО Я ЗНАЮ

Общий план строения нервной системы.
Значение нервной системы.



В чём проявляется взаимосвязь строения спинного мозга с его функциями?

? КАКОВО СТРОЕНИЕ СПИННОГО МОЗГА?

Спинной мозг представляет собой трубку из нервной ткани, покрытую соединительнотканными оболочками. Длина спинного мозга взрослого человека составляет 41—45 см, поперечный диаметр — до 12 мм, вес — 34—38 г.

Спинной мозг расположен в позвоночном канале и покрыт тремя оболочками: *твёрдой*, *паутинной* и *мягкой* (рис. 47). Твёрдая оболочка состоит из очень плотной соединительной ткани и покрывает спинной мозг снаружи, не прилегая вплотную к стенкам позвоночного канала. Между твёрдой мозговой оболочкой и надкостницей позвоночного канала остаётся *эпидуральное пространство*, заполненное рыхлой соединительной и жировой тканью.

Паутинная (арахноидальная) оболочка представляет тонкую бессосудистую пластинку и лежит под твёрдой, с обеих сторон выстлана эндотелием. Между твёрдой и паутинной оболочками имеется *субдуральное пространство*, заполненное спинномозговой жидкостью — *ликвором*. Мягкая оболочка спинного мозга построена из рыхлой соединительной ткани, снаружи покрыта эндотелием.

Пространство между паутинной и мягкой оболочками называется *подпаутинным* или *субарахноидальным* и тоже заполнено спинномозговой жидкостью. Она обеспечивает оптимальные условия для жизнедеятельности нервных клеток и предохраняет спинной мозг от толчков и сотрясений.

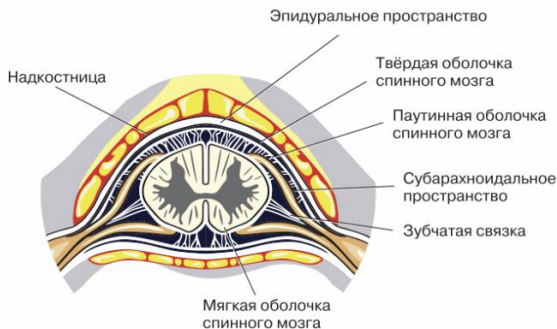


Рис. 47. Оболочки спинного мозга на поперечном срезе

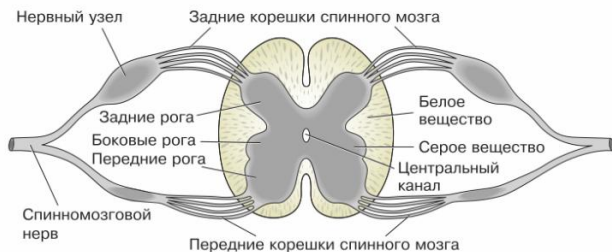


Рис. 48. Спинной мозг и отходящие нервы на поперечном разрезе

Оболочки спинного мозга, соединительные перемычки между оболочками, корешки спинномозговых нервов и боковые связки фиксируют спинной мозг и предохраняют его от сдавливания при движениях позвоночника.

Вверху спинной мозг переходит в задний (нижний) отдел головного мозга — продолговатый мозг. Граница между спинным и головным мозгом находится на уровне большого затылочного отверстия. Заканчивается спинной мозг у взрослого человека на уровне II поясничного позвонка сужением в виде мозгового конуса. От него вниз отходит концевая нить, которая прикреплена к надкостнице копчика. Она фиксирует спинной мозг.

В спинном мозге имеются два утолщения: шейное и поясничное. Они образованы скоплениями нервных клеток, отростки которых идут к конечностям, мышцам, коже и другим органам.

На передней поверхности спинного мозга имеются передняя срединная щель, разделяющая его на правую и левую половины, а также правая и левая передние боковые борозды. На задней поверхности спинного мозга видны задняя срединная борозда и задние боковые борозды. В области передних боковых борозд из спинного мозга выходят передние корешки спинномозговых нервов, а в области задних выходят задние корешки.

На задних корешках расположены тела чувствительных нервных клеток, образующие спинномозговой узел. За пределами позвоночного канала передний корешок спинного мозга и соответствующий ему задний корешок соединяются в смешанный спинномозговой нерв, образуя начало периферической нервной системы. Нервы выходят через межпозвоночные отверстия и направляются к рецепторам и мышцам.

В соответствии с выходящими корешками, спинной мозг делится на **сегменты**. Зона отхождения одной горизонтальной пары спинномозговых нервов формирует один сегмент спинного мозга.

Сегмент — участок спинного мозга с двумя парами отходящих от него передних и задних корешков спинномозговых нервов.

Спинной мозг человека состоит из 31 сегмента. Сегменты в совокупности образуют сегментарный аппарат спинного мозга, обеспечивающий выполнение бессознательных двигательных актов (рис. 48).

Количество сегментов в разных отделах спинного мозга различно: в шейном (cervicalis) — 8 (C_1 — C_{VIII}), в грудном (thoracalis) — 12 (Th_1 — Th_{XII}), в поясничном



через переднюю боковую борозду. По этим корешкам нервный импульс выходит из центральной нервной системы и движется к скелетным мышцам.

На уровне от восьмого шейного до второго-третьего поясничного сегментов в составе передних корешков из спинного мозга выходят также аксоны клеток боковых рогов. По ним симпатические нервные импульсы поступают к органам и тканям для регуляции их функций.

Задние корешки спинномозговых нервов образованы аксонами чувствительных нейронов спинномозговых узлов. Отростки этих нервных клеток входят в спинной мозг через заднюю боковую борозду и несут импульсы к вставочным нейронам задних рогов спинного мозга.

? ИЗ ЧЕГО СФОРМИРОВАНО БЕЛОЕ ВЕЩЕСТВО СПИННОГО МОЗГА?

Серое вещество спинного мозга окружено белым веществом, составляющим проводниковый аппарат.

Белое вещество сформировано нервными волокнами и клетками глии.

Передняя и задняя латеральные борозды спинного мозга разделяют белое вещество спинного мозга на три парных пучка нервных волокон, называемых канатиками. Их делят на передний, задний и боковой, где нервные волокна группируются в проводящие нервные пути, идущие в восходящем и нисходящем направлениях.

? В ЧЁМ СОСТОИТ ПРОВОДНИКОВАЯ ФУНКЦИЯ СПИННОГО МОЗГА?

Проводниковая функция спинного мозга заключается в проведении нервных импульсов по проводящим путям, состоящим из нервных волокон белого вещества. Нервные импульсы проходят по проводящим путям в восходящем и нисходящем направлениях.

По *восходящим проводящим путям* нервные импульсы с чувствительной информацией от рецепторов передаются в спинной мозг и в отделы головного мозга. Восходящие пути образованы аксонами чувствительных и вставочных нейронов спинного мозга. По нервным волокнам восходящих путей спинного мозга в головной мозг направляются нервные импульсы от мышц, суставов, кожи и других органов.

По *нисходящим проводящим путям* нервные импульсы передаются от двигательных центров головного мозга к двигательным ядрам спинного мозга, а затем — к рабочим органам. По нервным волокнам нисходящих путей проводятся импульсы от коры и подкорковых структур головного мозга к двигательным нейронам спинного мозга, а от них — к скелетным мышцам. Благодаря этому центры головного мозга осуществляют регуляцию спинальных двигательных функций и становится возможным управление произвольными движениями.

? В ЧЁМ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ РЕФЛЕКТОРНАЯ ФУНКЦИЯ СПИННОГО МОЗГА?

Рефлекторная функция спинного мозга связана с передачей чувствительных нервных импульсов от периферии через вставочные нейроны задних рогов спинного мозга непосредственно двигательным клеткам передних рогов, а от них — скелетным мышцам.

При этом скелетные мышцы, к которым нервные импульсы поступили по рефлекторной дуге через клетки данного сегмента, сокращаются рефлекторно, подсознательно, без участия высших центров нервной системы — головного мозга.

Различают *соматические (двигательные) спинномозговые рефлексы*, относящиеся к деятельности скелетной мускулатуры туловища и конечностей, и *вегетативные*, относящиеся к деятельности мускулатуры сосудов и внутренних органов. В зависимости от строения они могут быть *простые двухнейронные* или *мультинейронные*. К первым относятся сухожильно-мышечные рефлексы: коленный и локтевой (разгибание конечностей в ответ на удар по сухожилию), ко вторым — кожные: защитный сгибательный (отдёргивание конечности в ответ на раздражение кожи). К рефлексам спинного мозга, регулирующим работу мышц внутренних органов, относятся мочеиспускательный, дефекационный.

КАК ВЫПОЛНЕНИЕ ФУНКЦИЙ СПИННОГО МОЗГА СВЯЗАНО С ГОЛОВНЫМ МОЗГОМ?

Спинальный мозг выполняет все функции под контролем головного мозга. У человека только простые двигательные акты контролируются спинным мозгом. Такие сложные движения, как ходьба, письмо и другие трудовые навыки, требуют участия головного мозга. Например, при желании человек может задержать движение рук или преднамеренно ими двигать. Это возможно в связи с тем, что из головного мозга поступают возбуждающие или тормозящие сигналы.

Нарушение связи между спинным и головным мозгом при повреждении позвоночника может привести к спинальному шоку. При этом пропадают все рефлексы, центры которых расположены ниже места повреждения спинного мозга, и произвольные движения становятся невозможными.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Спинальный мозг. Сегмент. Белое и серое вещество спинного мозга. Рефлекторная и проводниковая функции.

ВЫВОДЫ

- Спинальный мозг представляет собой трубку из нервной ткани, покрытую соединительнотканными оболочками, расположенную в позвоночном канале.
- Серое вещество спинного мозга окружено белым веществом. Серое вещество образовано скоплениями тел нейронов. Белое вещество сформировано нервными волокнами.
- Спинальный мозг выполняет проводниковую и рефлекторную функции.

ПРАКТИКУМ

ИЗУЧЕНИЕ ПРЕПАРАТА СПИННОГО МОЗГА

Цель: изучить особенности строения спинного мозга на микропрепарате.

Материалы и оборудование: микропрепарат поперечного среза спинного мозга, микроскоп.

Ход работы

1. Рассмотрите невооружённым глазом микропрепарат поперечного среза спинного мозга. Найдите на препарате белое и серое вещество спинного мозга. Найдите передние и задние рога серого вещества.
2. Рассмотрите микропрепарат поперечного среза спинного мозга под малым увеличением. Обратите внимание на то, что спинной мозг имеет овальную форму и состоит из двух симметричных половинок. В центре спинного мозга находится узкое щелевидное пространство — это центральный канал.



3. Обратите внимание на наличие серого и белого вещества, отличающихся друг от друга окраской. Серое вещество окрашено более интенсивно и расположено в центре, имеет вид бабочки с развёрнутыми крыльями. Белое вещество расположено по периферии и пронизано радиально проходящими волокнами — глиальными перегородками. Зарисуйте образец, сделайте соответствующие подписи.
4. Запишите в тетради выводы об особенностях строения спинного мозга.

ВОПРОСЫ

1. Каково строение спинного мозга?
2. Какие борозды имеются на поверхности спинного мозга?
3. Какие структуры можно увидеть на поперечном разрезе спинного мозга?
4. Из каких нервных волокон состоят передние и задние корешки спинномозговых нервов?
5. Что представляет собой белое и серое вещество спинного мозга?
6. Где находятся утолщения спинного мозга и с чем связано их образование?

ЗАДАНИЯ

7. Назовите верхнюю и нижнюю границы спинного мозга.
8. Дайте характеристику сегменту спинного мозга.
9. Вирус полиомиелита поражает нервную ткань. При этом заболевании часто наблюдают паралич верхних и нижних конечностей. Поражение каких нейронов может привести к такому параличу?
10. Из спинного мозга через отверстие, образованное соседними позвонками, выходят передний и задний корешки. Часто при нарушении осанки межпозвоночный диск становится тоньше и выходящие нервы защемляются. В каком возрасте это происходит и к чему может привести?

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему именно белое вещество спинного мозга выполняет проводниковую функцию?
12. Почему в организме человека есть возможность управлять произвольными движениями?
13. Почему пространство между спинным мозгом и твёрдой оболочкой заполнено жидкостью?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. У человека нарушено проведение возбуждения из спинного мозга в головной и в обратном направлении. Сохранён ли у него коленный рефлекс?
15. Какие факторы могут привести к повреждениям спинного мозга, спинномозговых нервов и их корешков?

§ 21. ПРОДОЛГОВАТЫЙ И ЗАДНИЙ ОТДЕЛЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

ЭТО Я ЗНАЮ

Строение и функции спинного мозга.
Чем образовано серое и белое вещество мозга.



В чём проявляется взаимосвязь строения и функций ствола головного мозга?



ЧЕМ ГОЛОВНОЙ МОЗГ ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ ДРУГИХ ОРГАНОВ ТЕЛА?

Головной мозг располагается в полости мозгового отдела черепа и покрыт тремя оболочками: *твёрдой*, *паутинной* и *мягкой* (рис. 50). Твёрдая оболочка головного мозга является наружной и представляет собой прочное соединительнотканное образование. Паутинная оболочка головного мозга представлена в виде тонкой соединительнотканной пластинки, связанной с лежащей под ней мягкой мозговой оболочкой при помощи многочисленных волокон. Мягкая мозговая оболочка обильно снабжена сосудами и прилежит непосредственно к мозгу, проникая вглубь всех его борозд и щелей.

Масса головного мозга у взрослого человека в среднем составляет от 1100 до 2000 г. У новорождённого ребёнка масса головного мозга составляет 340—400 г. К семи годам он приобретает размеры, близкие к мозгу взрослого человека. В 10—14 лет масса головного мозга почти достигает максимума.



КАКИЕ АНАТОМИЧЕСКИЕ ОТДЕЛЫ ВЫДЕЛЯЮТ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ?

Анатомически у головного мозга выделяют следующие отделы: **продолговатый**, **задний (мост мозга и мозжечок)**, **средний**, **промежуточный** и **конечный** мозг (рис. 51). Центральный канал спинного мозга продолжается в головной мозг. Здесь он расширяется, образуя четыре желудочка-полости различной формы. *Желудочки* мозга заполняет *спинномозговая жидкость*, вырабатываемая сосудистыми

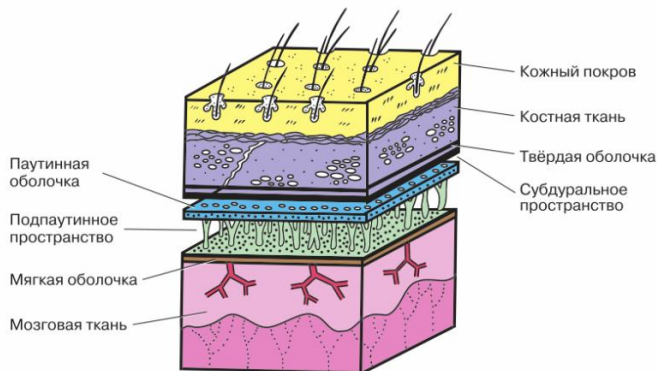


Рис. 50. Оболочки головного мозга



сплетениями, расположенными в желудочках сосудисто-эпителиальных образований, являющимися производными мягкой мозговой оболочки.

У человека наиболее развит конечный мозг, который иначе называют большим мозгом. В нём особенно развиты полушария большого мозга. Конечный мозг прикрывает сверху и с боков все другие отделы головного мозга. У взрослого человека на долю конечного мозга приходится до 88% всей массы головного мозга. Конечный мозг состоит из двух больших полушарий, соединённых мощным пластом нервных волокон — *мозолистым телом*.

Серое вещество в головном мозге образует поверхностные слоистые структуры — кору полушарий большого мозга и мозжечка и отдельные скопления нейронов — ядра. Они расположены глубже, в белом веществе полушарий.

Белое вещество образовано в основном нервными волокнами. Они ориентированы в разных направлениях и соединяют различные участки коры в одном полушарии и симметричные участки коры правого и левого полушарий, а также кору с базальными ядрами, с ядрами нижележащих отделов, ядра различных отделов между собой и со спинным мозгом.

Непосредственно под большим мозгом располагается промежуточный мозг. Он имеет многочисленные ядра — скопления серого вещества и белое вещество — нервные волокна проводящих путей.

? ИЗ КАКИХ ОТДЕЛОВ СОСТОИТ СТВОЛ МОЗГА?

Расположенные ближе к спинному мозгу отделы головного мозга (продолговатый, задний, средний) объединяют под общим названием **ствол мозга** (рис. 51). В нём есть признаки, присущие спинному мозгу. Так же как и от спинного, от ствола головного мозга отходят 10 парных нервов.

Серое вещество ствола мозга представлено скоплениями нейронов — *ядрами*. Выделяют *чувствительные, переключаемые (ассоциативные), двигательные и вегетативные ядра*. Вегетативные ядра часто относят к двигательным. В ассоциативных (переключаемых) ядрах много нейронов, которые обеспечивают переключение импульсов из спинного мозга и ствола мозга на нейроны коры и в обратном направлении. Также в сером веществе ствола находятся *диффузные или сгруппированные нейроны ретикулярной формации* (см. рис. 51).

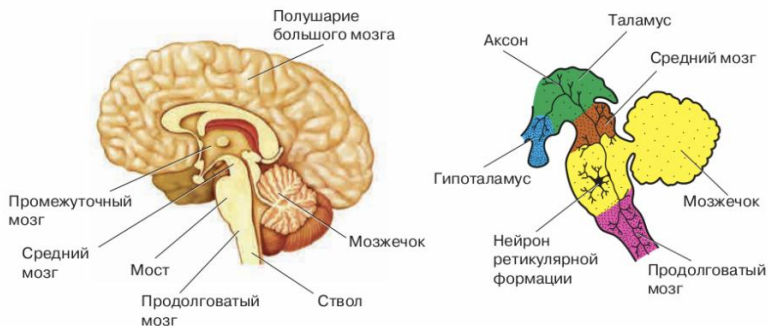


Рис. 51. Строение головного мозга. Связь нейрона ретикулярной формации со структурами ствола головного мозга

В отделах ствола мозга выделяют *основание* и *покрышку*. В среднем мозге также выделяют *крышу*. Структуры покрышки расположены над основанием. Белое вещество покрышки ствола мозга образовано восходящими и нисходящими проводящими путями.

Основание занимает нижнюю (базальную) часть ствола головного мозга. В основании проходят нисходящие проводящие пути, идущие от коры полушарий большого мозга к двигательным нейронам спинного мозга и ствола головного мозга. Из основания головного мозга выходят 12 пар черепно-мозговых нервов.

Внутри ствола мозга расположены III и IV желудочки, соединённые протоком — водопроводом мозга. В образовании IV желудочка принимают основное участие продолговатый мозг, мост и мозжечок. У данного желудочка выделяют дно (ромбовидную ямку), в области которого лежат ядра черепно-мозговых нервов, и крышу, которая имеет форму шатра и состоит из двух пластинок, названных верхним и нижним мозговыми парусами.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА?

Продолговатый мозг является непосредственным продолжением спинного мозга. Его нижняя граница находится на уровне большого затылочного отверстия. Вверху продолговатый мозг граничит с нижним краем моста. От продолговатого мозга отходят IX—XII пары черепно-мозговых нервов.

Длина продолговатого мозга около 25 мм. По форме он напоминает усечённый конус. Передняя поверхность продолговатого мозга разделена передней *срединной щелью*. По бокам этой щели располагаются продольные возвышения — *пирамиды*. Они образованы пучками волокон нисходящих проводящих путей. В нижней части продолговатого мозга эти пучки переходят на противоположную сторону и вступают в боковые канатики спинного мозга. Сбоку от пирамид располагаются овальные возвышения — *оливы*, а из борозд между пирамидой и оливой с каждой стороны из мозга выходят корешки подъязычного нерва — XII пары черепно-мозговых нервов.

Задняя поверхность продолговатого мозга разделена *задней срединной бороздой*. По бокам от неё расположены подходящие сюда задние канатики спинного мозга.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СЕРОГО И БЕЛОГО ВЕЩЕСТВА ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА?

Продолговатый мозг, как и другие отделы мозга, состоит из серого и белого вещества. Белое вещество основания продолговатого мозга состоит из длинных нервных волокон, нисходящих нервных путей. Они идут от коры больших полушарий и ядер ствола мозга к двигательным нервным клеткам спинного мозга.

Белое вещество покрышки продолговатого мозга состоит из восходящих и нисходящих проводящих путей. Восходящие проводящие пути являются продолжением проводящих путей спинного мозга, идущих к серому веществу головного мозга.

В продолговатом мозге серое вещество располагается отдельными группами — *ядрами*, расположенными внутри белого вещества. Серое вещество продолговатого мозга состоит из ядер IX—XII пар черепно-мозговых нервов, ядер олив и скопления нейронов ретикулярной формации. Ядра олив вместе с мозжечком принимают участие в поддержании позы и двигательном обучении.

Ретикулярная формация, или сетчатое вещество, образована отдельными клетками и мелкими их скоплениями, соединёнными друг с другом многочисленными нервными волокнами. Среди ядер ретикулярной формации продолговатого



мозга выделяют жизненно важные ядра, образующие *дыхательный* и *сосудодвигательный центр* головного мозга.

? КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА?

Ядра продолговатого мозга называют *центрами* в связи с тем, что они обеспечивают чувствительную, двигательную и вегетативную иннервацию многих органов головы, шеи, груди и живота. Выполнение этих физиологических функций обеспечивается расположением в пределах продолговатого мозга ядер черепно-мозговых нервов.

Аксоны двигательных нервных клеток подъязычного нерва иннервируют все мышцы языка. Нервные волокна добавочного нерва направляются к некоторым мышцам шеи. Блуждающий нерв иннервирует органы грудной и брюшной полостей тела: сердце, лёгкие, органы системы пищеварения. Языкоглоточный нерв вместе с блуждающим иннервирует мышцы глотки, а чувствительные волокна этих нервов иннервируют слизистую оболочку языка, глотки и гортани.

Клетки и клеточные скопления ретикулярной формации участвуют в образовании восходящих и нисходящих проводящих путей, усиливают или ослабляют проходящие по ним нервные импульсы. Ядра ретикулярной формации регулируют уровень давления крови в сосудах, ритмичные сокращения диафрагмы при вдохе и выдохе.

Повреждения продолговатого мозга очень опасны и могут привести к смерти, например вследствие остановки дыхания.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ МОСТА МОЗГА?

Впереди продолговатого мозга в виде утолщённого валика располагается **мост мозга** (рис. 52). Его иначе называют **варолиевым мостом**. Он является частью мозгового ствола, входящей в состав заднего мозга. Из моста мозга выходят черепно-мозговые нервы: тройничный, отводящий, лицевой и преддверно-улитковый.

Белое вещество моста мозга образовано восходящими и нисходящими проводящими путями. В белом веществе моста проходят проводящие пути слуха и равновесия, а также чувствительные пути, проводящие нервные импульсы от кожи лица и других органов головы.

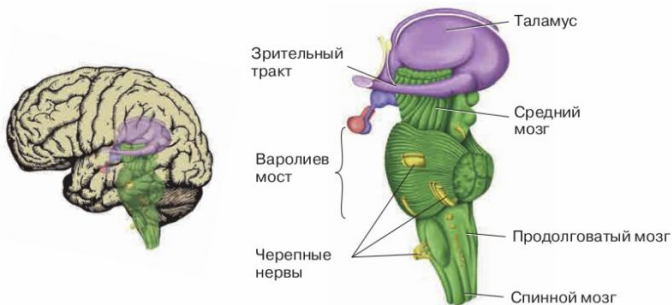


Рис. 52. Мост мозга

Серое вещество моста мозга состоит из двигательных, чувствительных и вегетативных ядер черепно-мозговых нервов и нейронов ретикулярной формации, продолжающейся в мост из продолговатого мозга.

? КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МОСТА МОЗГА?

Из ядер моста мозга осуществляется чувствительная, двигательная и вегетативная иннервация органов головы, в том числе и некоторых органов чувств. *Тройничный нерв* двигательными волокнами иннервирует жевательные мышцы. Его чувствительные волокна образуют три ветви и проводят чувствительные импульсы от кожи лица и других органов в мост.

Отводящий нерв несёт двигательные импульсы к отводящей глазодвигательной мышце. Аксоны нервных клеток двигательного ядра *лицевого нерва* иннервируют мимические мышцы лица, а его чувствительные волокна проводят в мост вкусовую чувствительность от рецепторов языка. К ядрам *преддверно-улиткового нерва* приходят нервные импульсы от внутреннего уха и органа равновесия.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МОЗЖЕЧКА?

Сзади от моста и продолговатого мозга расположен **мозжечок**, или **малый мозг**, который представляет собой сравнительно большое образование головного мозга массой от 120 до 150 г (рис. 53). Он состоит из средней непарной части — *червя* и парных *правого* и *левого полушарий*. Поверхности полушарий и червя разделяют многочисленные глубокие *поперечные борозды*, между которыми расположены узкие полоски — *листки* мозжечка.

Проводящие пути связывают мозжечок с другими частями центральной нервной системы. Они образуют три пары ножек мозжечка: нижние, верхние и средние. Нижние соединяют мозжечок с продолговатым мозгом, верхние — со средним мозгом, средние — с мостом.

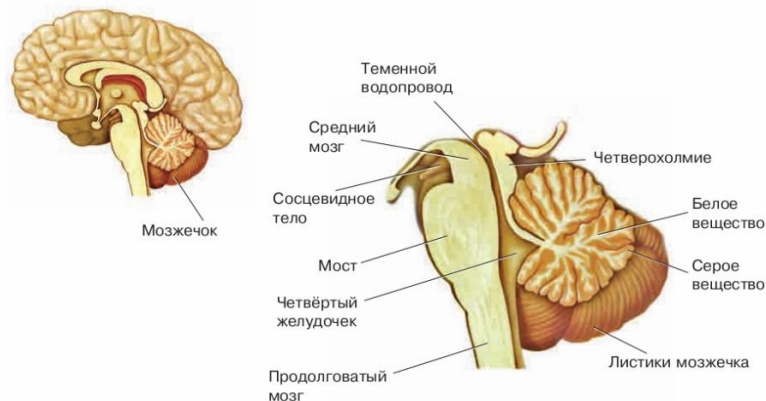


Рис. 53. Мозжечок



В мозжечке различают серое и белое вещество. Серое вещество расположено поверхностно и образует *кору* мозжечка толщиной 1—2,5 мм. Белое вещество мозжечка представлено нервными волокнами и находится под корой. В толще белого вещества располагаются группы нейронов, образующие парные *ядра мозжечка*.

В мозжечок поступает информация от вестибулярного аппарата, мышц, сухожилий, суставов и двигательных центров головного мозга. Мозжечок участвует в координации движений, регуляции мышечного тонуса, сохранении позы и равновесия тела. Мозжечок не имеет прямых выходов на мотонейроны спинного мозга, он оказывает своё влияние через центры ствола мозга и конечный мозг. Большинство нейронов мозжечка являются тормозными.

При повреждении мозжечка походка человека становится неустойчивой, а движения ног и рук резкими. Мозжечок также участвует в регуляции вегетативных функций и влияет на сердечно-сосудистую, дыхательную и пищеварительную системы.



ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

Ушиб в области головы иногда может сопровождаться тошнотой, рвотой, головокружением, потерей сознания на короткое время. Это может быть связано с сотрясением или другими травмами головного мозга. В этом случае пострадавшему обязательно нужен полный покой в положении лёжа со слегка приподнятой головой. Ему не следует вставать примерно 5—6 часов. Если началась рвота, голову необходимо повернуть набок, чтобы рвотные массы не попали в дыхательные пути.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Головной мозг. Ствол мозга. Продолговатый мозг. Мост. Мозжечок.

ВЫВОДЫ

- Головной мозг расположен в полости мозгового черепа. В нём выделяют отделы: продолговатый, задний (мост мозга и мозжечок), средний, промежуточный и конечный мозг.
- Серое вещество в головном мозге образует кору полушарий большого мозга, мозжечка, ядра. Белое вещество — проводящие пути, связывающие ядра головного мозга между собой и соединяющие головной мозг со спинным.
- Продолговатый мозг и мост осуществляют рефлекторную и проводниковую функции. В продолговатом мозге расположены центры дыхания, сердечной деятельности, пищеварения.
- Мозжечок обеспечивает координацию движений, регуляцию мышечного тонуса, сохранение позы и равновесия тела.

ПРАКТИКУМ

ИЗУЧЕНИЕ МОДЕЛИ СТРОЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

Цель: изучить особенности строения головного мозга по модели.

Материалы и оборудование: разборная модель головного мозга.

Ход работы

1. Разберите модель головного мозга на две части. Пользуясь рисунками учебника, найдите продолговатый мозг, мост, средний и промежуточный мозг, полушария большого мозга, мозжечок.



ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему мозжечок называют малым мозгом?
12. Может ли повреждение моста головного мозга, например на фоне травмы, инсульта, привести к критическим нарушениям работы всего организма? Ответ поясните.
13. Почему отношение массы мозжечка к массе всего головного мозга наибольшее у птиц, а не у человека?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Связан ли вес мозга с интеллектуальными способностями?
15. На основании чего можно судить, что продолговатый мозг наиболее древняя часть мозга?

§ 22.

СРЕДНИЙ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ОТДЕЛЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

ЭТО Я ЗНАЮ

Отделы головного мозга.
Чем образован ствол мозга.



Почему средний и промежуточный мозг — важнейшие отделы головного мозга?

? КАКОВО СТРОЕНИЕ СРЕДНЕГО МОЗГА?

Средний мозг — самый маленький отдел головного мозга (рис. 54). Он является передней частью ствола головного мозга. Средний мозг расположен между мостом мозга внизу и промежуточным мозгом сверху.

Анатомические границы среднего мозга условны. К среднему мозгу относятся *ножки мозга* и *крыша среднего мозга*. Крыша мозга образована двумя верхними и двумя нижними холмиками. Поэтому её также называют пластинкой *четверохолмия*. В углублении между верхними холмиками лежит шишковидное тело — *эпифиз*, который относится к промежуточному мозгу и является железой внутренней секреции.

Нервные клетки верхних холмиков образуют ядра, которые являются *подкорковыми центрами зрения*. Ядра нижних холмиков являются *подкорковыми центрами слуха*.

? КАКОЕ СТРОЕНИЕ ИМЕЮТ НОЖКИ СРЕДНЕГО МОЗГА?

Ножки мозга представлены в виде двух белых округлых тяжей. Они выходят из моста и направляются вперёд и вверх к промежуточному мозгу и к полушариям большого мозга. Пространство между ножками называют *межножковой ямкой*. Над ножками расположена крыша мозга. От среднего мозга отходят пары глазодвигательного и блокового черепно-мозговых нервов.

Каждая ножка среднего мозга состоит из основания и покрывки, которые разделены *чёрным веществом*. Оно образовано нервными клетками, в цитоплазме которых много пигмента *меланина*. Чёрное вещество участвует в поддержании

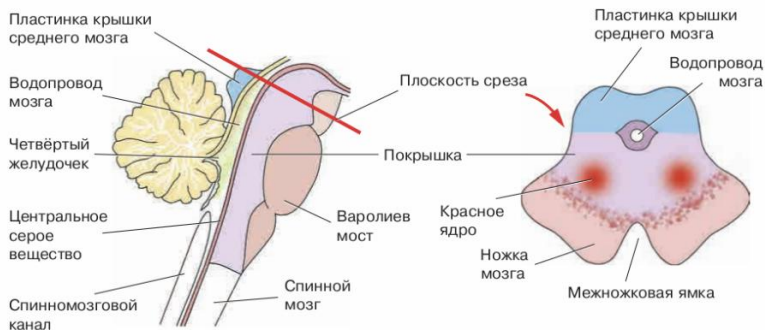


Рис. 54. Продольный срез ствола головного мозга

мышечного тонуса скелетных мышц, а также в регуляции функций вегетативной нервной системы.

В основании ножек мозга идут нисходящие проводящие пути от клеток коры большого мозга к двигательным нейронам передних рогов спинного мозга и к двигательным ядрам черепно-мозговых нервов, расположенным в стволе головного мозга.

Полостью среднего мозга является *водопровод мозга* — узкий канал, который соединяет III и IV желудочки мозга. Сверху над водопроводом лежит пластинка крышки среднего мозга, дном служит покрывка ножек мозга. Длина водопровода около 1,5 см.

? КАКОЕ СТРОЕНИЕ ИМЕЕТ ПОКРЫШКА СРЕДНЕГО МОЗГА?

Покрывка среднего мозга является частью ножек. Она образована восходящими и нисходящими проводящими путями. Серое вещество покрывки среднего мозга состоит из ядер глазодвигательного и блокового черепно-мозговых нервов, красных ядер и клеток ретикулярной формации.

Отростки клеток ядер глазодвигательного и блокового черепно-мозговых нервов направляются к мышцам глазного яблока. Красные ядра регулируют тонус скелетных мышц и обеспечивают привычные, автоматические движения скелетной мускулатуры.

? КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ СРЕДНЕГО МОЗГА?

Средний мозг является первичным зрительным и слуховым центром, осуществляющим быстрые рефлекторные *оборонительные* и *ориентировочные реакции*. Функции среднего мозга связаны с ядрами его холмиков — пластинкой четверохолмия. Первые клетки этих ядер в ответ на световые и звуковые раздражения через двигательные нейроны посылают импульсы к мышцам головы и туловища, обеспечивающим быстрые движения. Они отвечают за зрительные и слуховые ориентировочные рефлексы, например движения глаз, поворот головы в ответ на неожиданный звук или вспышку света. Эти рефлексы способствуют быстрой реакции организма на неожиданные, внезапные раздражения.

В сером веществе среднего мозга находятся группы нервных клеток, которые регулируют мышечный тонус, обеспечивают мелкие движения пальцев рук, жевание.

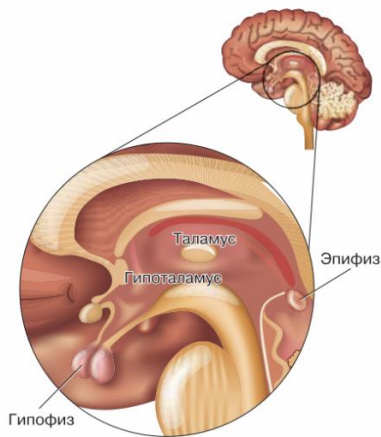


Рис. 55. Промежуточный мозг.
Таламус и гипоталамус

Со средним мозгом связаны рефлексы позы, прямолинейного движения, приземления, подъёма и спуска, вращения тела. Эти рефлексы возникают при участии сенсорной системы равновесия и обеспечивают сложную координацию движения в пространстве.

❓ ИЗ КАКИХ СТРУКТУР СОСТОИТ ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ МОЗГ?

Промежуточный мозг является продолжением мозгового ствола (рис. 55). Некоторые специалисты считают его конечным отделом ствола. Он расположен выше среднего мозга, под полушариями большого мозга. В промежуточном мозге различают структуры: *парные зрительные бугры (таламус), надбугорную область — эпиталамус, забугорную область — субталамус и подбугорную область — гипоталамус.*

Анатомически и функционально промежуточный мозг связан с двумя железами внутренней секреции — гипофизом и эпифизом.

❓ КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТАЛАМУСА?

Таламус иначе называют зрительным бугром, потому что давно была отмечена его связь со зрительным восприятием (см. рис. 55). Позже были выявлены связи и с другими видами чувствительности. Через него проходит большое количество информационных потоков. Он является парным образованием яйцевидной формы, состоящим из серого и белого вещества. Его передний конец заострён, а задний утолщён и называется «подушка». Серое вещество таламуса образовано скоплениями нервных клеток — ядрами. В каждой из половин таламуса насчитывают около 40 ядер. На клетках некоторых из них оканчиваются нервные волокна восходящих проводящих путей. По ним поднимаются импульсы различных видов общей чувствительности — болевой, температурной, осязания, давления и других.

Аксоны вставочных нейронов ядер таламуса образуют прямые связи с нервными клетками центральных полей коры полушарий большого мозга. Поэтому через таламус проходят все чувствительные нервные импульсы и сигналы, поступающие в кору полушарий большого мозга. В буграх, однако, информация не только передаётся, но и обрабатывается, обобщается. Одна из функций бугров — участие в образовании эмоций. При поражении бугров проявление эмоций часто нарушается. Одно и то же воздействие на организм может вызвать и приятное и неприятное ощущение.

При повреждении таламуса уменьшается или полностью исчезает осознанное восприятие различных видов чувствительности. Характер ощущений может меняться. Незначительные прикосновения к коже, звук или свет могут вызывать тяжелейшие приступы боли или, напротив, чувствительность снижается, и человек не реагирует ни на какие раздражения.

Таламус играет важную роль в регуляции уровня сознания, эмоций, общего уровня возбуждения центральной нервной системы, регуляции концентрации внимания, смены состояний сна и бодрствования.

? КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ КЛЕТОК РЕТИКУЛЯРНОЙ ФОРМАЦИИ?

Учёные описывают *ретикулярную формацию* как скопление различных по форме и размеру нейронов, пронизанное многочисленными нервными волокнами. Расположенные в промежуточном мозге, глубоких отделах среднего мозга, моста и продолговатого мозга рассеянные клетки и ядра ретикулярной формации выполняют проводниковую функцию, активируют деятельность коры полушарий большого мозга.

Наряду с *восходящей активирующей системой* выделяют также *нисходящие ретикулоспинальные системы*, оказывающие контролирующее влияние на рефлекторную деятельность спинного мозга. Проходящие через клетки ретикулярной формации нервные импульсы усиливаются или ослабляются. Ретикулярная формация оказывает на них возбуждающее или тормозящее действие. Непрерывно идущие через ретикулярную формацию к коре полушарий большого мозга импульсы поддерживают рабочий тонус коры. В связи с этим ретикулярную формацию называют активирующей системой. Ей отводится важная роль в поддержании бодрствующего состояния организма, проявлении стойкого внимания.

Важную роль в поддержании активности ретикулярных механизмов играют гуморальные раздражители, по отношению к которым ретикулярная формация обладает высокой чувствительностью, что обеспечивает её участие в регуляции ряда вегетативных функций.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАБУРГОРНОЙ ОБЛАСТИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО МОЗГА?

Забургорная область промежуточного мозга состоит из *двух пар коленчатых тел*, наружных и внутренних — *медиальных*. Наружные коленчатые тела также называют *латеральными*. Они являются *подкорковыми центрами зрения*. Медиальные коленчатые тела являются *подкорковыми центрами слуха*.

В наружных коленчатых телах заканчивается часть волокон зрительного пути, идущих в мозг от сетчатки глаз. На нервных клетках медиальных коленчатых тел оканчиваются волокна, несущие слуховую чувствительность от воспринимающих звуковые раздражения клеток внутреннего уха.

Аксоны нервных клеток коленчатых тел направляются к зрительному и слуховому центрам, расположенным в коре большого мозга. В его белом веществе эти волокна образуют зрительную и слуховую лучистость — пучки веерообразно расходящихся волокон.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ НАДБУРГОРНОЙ ОБЛАСТИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО МОЗГА?

Надбургорная область промежуточного мозга относительно мала и находится над задней частью таламуса. Эта область образована поводками, треугольниками поводков и спайкой поводков. Они связаны с эпифизом — железой внутренней секреции, участвующей в регуляции процессов, протекающих в организме ритмически.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ГИПОТАЛАМУСА?

Гипоталамус иначе называют подбургорной областью (см. рис. 55). Он расположен спереди от ножек мозга и состоит из перекрёста зрительных нервов, серого бугра, воронки, сосцевидных тел. Сосцевидные тела имеют шаровидную форму.



На клетках сосцевидных тел оканчивается часть волокон обонятельного пути. Спереди от сосцевидных тел лежит серый бугор. Суживаясь книзу, серый бугор переходит в воронку. Нижняя часть воронки переходит в ножку гипофиза. Кпереди от серого бугра зрительные нервы образуют зрительный перекрест.

Серое вещество гипоталамуса представлено скоплениями ядер нервных клеток. Они группируются в переднем, среднем и заднем отделах гипоталамуса.

Гипоталамус — высший вегетативный центр, осуществляющий сложную интеграцию и приспособление функций различных внутренних систем к целостной деятельности организма.

Восходящие активирующие влияния гипоталамических центров, возбуждённых внутренней потребностью организма, и определяют возникновение состояния мотивационного возбуждения, необходимого для её удовлетворения. Стимуляция различных областей гипоталамуса может вызвать любое из известных нейрогенных влияний на сердечно-сосудистую систему, включая повышение или понижение давления, увеличение или уменьшение частоты сердечных сокращений.

Передняя часть гипоталамуса связана с регуляцией температуры тела. Гипоталамус регулирует количество воды в теле двумя путями: 1 — созданием ощущения жажды, которое заставляет животное или человека пить воду; 2 — регуляцией выведения воды с мочой. Область, называемая *центром жажды*, локализуется в латеральном гипоталамусе. Когда концентрация электролитов в жидкости, омывающей этот центр или тесно примыкающие области, становится очень высокой, у человека развивается интенсивное желание пить воду.

В гипоталамусе есть области, ответственные за *чувство голода и насыщения*, то есть за пищевое поведение.

В гипоталамусе находится много *секреторных нейронов*. Они совмещают свойства нервных и эндокринных клеток. Секреторные нейроны переднего отдела гипоталамуса синтезируют биологически активные вещества, которые по аксонам проходят в заднюю долю гипофиза и там всасываются в кровь.

Секреторные клетки среднего отдела гипоталамуса вырабатывают вещества, с помощью которых контролируется гормонообразовательная деятельность передней доли гипофиза. При этом одна часть биологически активных веществ стимулирует выделение и продукцию гормонов клетками передней доли гипофиза, а другая угнетает их функцию. Поэтому гипоталамус является связующим звеном между нервной и эндокринной системами. Наличие нервных и гуморальных связей гипоталамических ядер и гипофиза позволило их объединить в *гипоталамо-гипофизарную систему*.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Средний мозг. Промежуточный мозг. Таламус. Гипоталамус.

ВЫВОДЫ

- Средний мозг является передней частью ствола головного мозга. Он контролирует зрительные и слуховые ориентировочные рефлексы, участвует в регуляции мышечного тонуса.
- Промежуточный мозг расположен выше среднего мозга, под полушариями большого мозга. В нём различают структуры: таламус, забугорную и надбугорную области, гипоталамус.
- Гипоталамус — высший регулирующий и координирующий центр вегетативной нервной системы. Таламус обрабатывает, обобщает все чувствительные нервные импульсы и передаёт в кору полушарий большого мозга всю информацию.

**ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ**

- 1 В промежуточном мозге находится центр терморегуляции. Если организму грозит охлаждение или перегревание, то в промежуточный мозг об этом поступает информация. Включается одна из программ, направленная на сохранение тепла в организме или, наоборот, на теплоотдачу. В промежуточном мозге есть центры аппетита, агрессии, удовольствия и страха. В опытах при раздражении этих центров у обезьян проявляются крайние формы поведения: ненасытный голод, агрессия, панический страх и безудержное удовольствие.
- 2 Для изучения функций различных структур головного мозга широко используется их электростимуляция. С её помощью было установлено, что в гипоталамусе расположены центры жажды и её утоления, голода и насыщения, а также другие центры, обеспечивающие поддержание постоянства внутренней среды организма.
- 3 Ретикулярная формация является местом избирательного действия многих фармакологических средств, что находит широкое применение при лечении ряда заболеваний центральной нервной системы.

ВОПРОСЫ

1. Что собой представляет средний мозг?
2. Каковы функции среднего мозга?
3. Какие функции выполняет серое и белое вещество среднего мозга?
4. Какие отделы входят в состав промежуточного мозга?
5. Какую роль играют секреторные клетки гипоталамуса?
6. Каким образом гипоталамус регулирует количество воды в организме человека?

ЗАДАНИЯ

7. Приведите примеры рефлексов, находящихся под контролем среднего мозга.
8. Охарактеризуйте работу гипоталамуса как регулирующего и координирующего центра.
9. У пациента нарушено пищевое поведение, он не испытывает чувства голода. Определите, какой отдел головного мозга повреждён.
10. Опишите функции таламуса.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему таламус называют «секретарём» больших полушарий мозга?
12. Докажите, что ретикулярная формация является активизирующей системой.
13. Почему гипоталамус является связующим звеном между нервной и эндокринной системами?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Гипоталамус называют эндокринным мозгом. С чем это связано?
15. По каким основным проявлениям можно судить о поражении среднего мозга?



§ 23. ПОЛУШАРИЯ БОЛЬШОГО МОЗГА

ЭТО Я ЗНАЮ

Функции отделов головного мозга.

Как распределено серое и белое вещество в головном мозге.



В чём проявляется взаимосвязь строения и функций полушарий большого мозга?



ИЗ КАКИХ СТРУКТУР СОСТОИТ БОЛЬШОЙ МОЗГ?

Большой, или конечный, **мозг** является самым крупным отделом головного мозга. Большой мозг покрывает собой все остальные отделы. Большой мозг состоит из *двух полушарий* — *правого и левого* (рис. 56). Длина полушарий в среднем составляет 170 мм, высота 120 мм. Они расположены симметрично и разделены продольной мозговой щелью. В глубине этой щели находится большая спайка мозга — *мозолистое тело*. Оно соединяет полушария и представляет собой толстую пластинку белого вещества, образованного поперечно ориентированными нервными волокнами, которые соединяют центры правого и левого полушарий. Полушария также соединяют передняя и задняя спайки, спайка свода, расположенного под мозолистым телом.

Как анатомическое образование большой мозг в каждом из полушарий объединяет три филогенетически и функционально различные системы: 1) *обонятельный мозг*; 2) *базальные ядра*; 3) *кору большого мозга*. Нередко базальные ядра называют *подкоркой*.

Полушария сверху покрыты серым веществом — *корой полушарий большого мозга*. Она состоит из нескольких слоёв нейронов, отличающихся по форме, размерам и функциям. В коре насчитывают 12—18 млрд нервных клеток. Общая поверхность коры у взрослого человека составляет около 1700—2200 см².

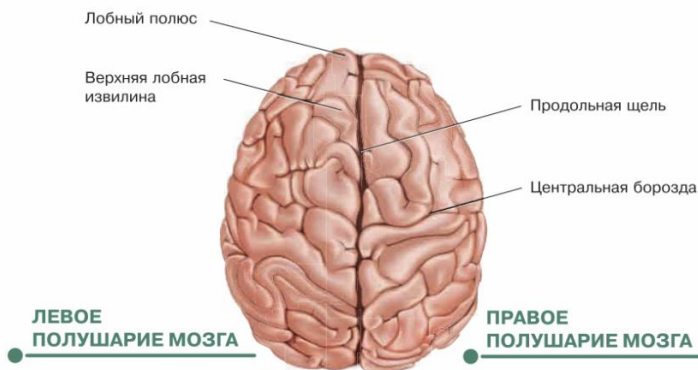


Рис. 56. Полушария большого мозга (вид сверху)

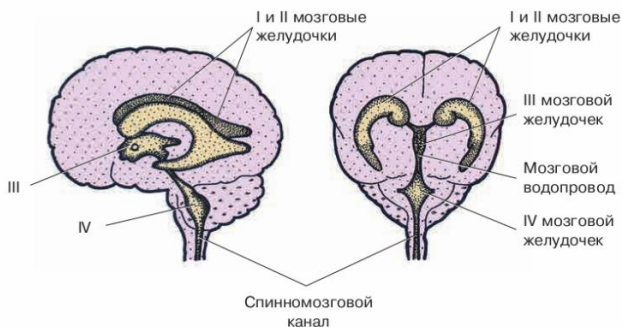


Рис. 57. Система желудочков большого мозга

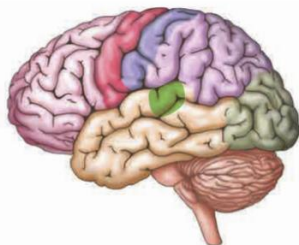
? КАКОЕ СТРОЕНИЕ ИМЕЮТ ПОЛУШАРИЯ БОЛЬШОГО МОЗГА?

Большой мозг имеет *две полости, правый и левый боковые желудочки*, по одному в каждом полушарии (рис. 57). В каждом желудочке находится *сосудистое сплетение*, участвующее в образовании спинномозговой жидкости.

У каждого полушария различают верхнелатеральную, медиальную и нижнюю поверхности, а также передний (лобный) и задний (затылочный) полюсы. На верхнелатеральной поверхности полушария видны *пять долей* — лобная, теменная, височная, затылочная и островковая. Доли разделены *центральной, теменно-затылочной, боковой бороздами*, а также *круговой бороздой*, окружающей островковую долю. Похожие на валики пространства между бороздами называются *извилинами*.

Борозды между долями очень глубокие. Они появляются уже на пятом месяце внутриутробного развития плода. Позднее образуются менее глубокие вторичные борозды, отделяющие извилины внутри долей друг от друга. Перед рождением ребёнка и в течение первых лет жизни происходит оформление борозд и извилин с индивидуальным рисунком.

За счёт многочисленных борозд и извилин увеличивается площадь поверхности коры полушарий большого мозга (рис. 58). На этом пространстве коры сконцентрировано около 14 млрд нервных клеток. Общее число образуемых клетками синаптических переключений (межклеточных контактов) очень велико. Благодаря этому обеспечивается обработка различных видов информации и формирование двигательных команд.



- познание, язык, эмоции
- точные движения
- основные движения
- зрительная зона
- слуховая зона

Рис. 58. Функции основных зон полушарий большого мозга



? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ КОРЫ ПОЛУШАРИЙ БОЛЬШОГО МОЗГА?

Кора полушарий большого мозга образована нервными клетками, которые группируются в слои. На большей части поверхности полушарий в коре выделяют шесть слоев. В их формировании участвуют не только тела нейронов, но и волокна-отростки нервных клеток.

Толщина коры в различных участках полушарий составляет от 1,3 до 5 мм. Более толстая кора, которую называют *новой корой*, находится в наиболее развитых у человека отделах полушарий. В основном это верхнелатеральная и медиальная поверхности лобной и теменной долей. Но есть участки эволюционно более старой и древней коры, где число слоёв меньше.

Тонкая кора, которую также называют *старой корой*, имеется на небольших участках нижней поверхности полушарий. Старая кора связана с обонятельным и вкусовым видами чувствительности, а также с чувствительностью внутренних органов. Функции старой коры обеспечивают формирование пищевого, полового, оборонительно-инстинктивного поведения и эмоций.

Образующие кору нервные волокна ориентированы послойно. Клеточные слои коры отличаются по ширине, густоте расположения, форме и величине нервных клеток, направлению и густоте нервных волокон. По характеру нервных клеток и выполняемых ими функций в коре выделяют *верхний и нижний этажи*.

Верхний этаж коры состоит из II—IV слоёв клеток. Этот этаж осуществляет приём и распространение по всей коре нервных импульсов, поступающих от нейронов зрительного бугра и от других центров головного мозга. Благодаря этому обеспе-

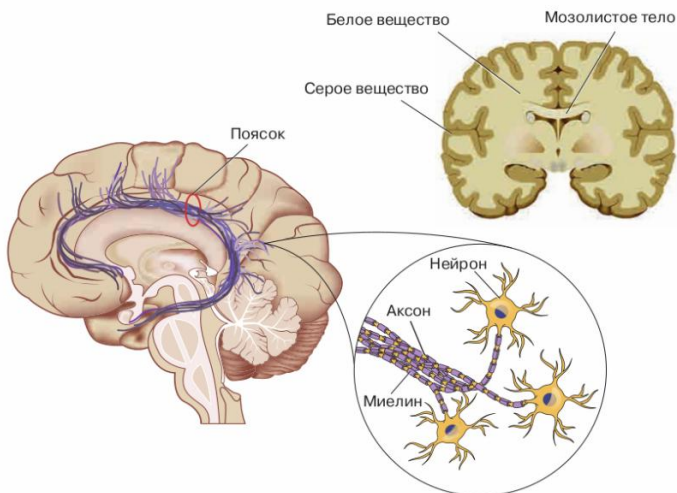


Рис. 59. Серое и белое вещество головного мозга

чивается возможность доставки информации в определённые зоны коры полушарий большого мозга.

В коре каждому периферическому рецепторному (чувствительному) полю соответствует определённая зона — корковый конец анализатора. Поэтому кора больших полушарий содержит совокупность *корковых концов анализаторов*, в которые по приносящим волокнам приходят нервные импульсы от соответствующих рецепторов.

Нижний этаж коры представлен V—VI слоями клеток. Аксоны нервных клеток этих слоёв образуют нисходящие проводящие пути, нервные волокна которых направляются к нервным центрам спинного и головного мозга. Одними из самых главных нисходящих проводящих путей являются *пирамидные пути*, начинающиеся от гигантских пирамидных клеток V слоя и участвующие в осуществлении произвольных движений.

В толще белого вещества каждого полушария большого мозга есть скопления серого вещества, образующие *подкорковые (базальные) ядра*. Они координируют ходьбу, бег и другие движения, формируют автоматические движения (двигательные автоматизмы), а также инстинктивное поведение, эмоционально-аффективные реакции. Отростки клеток подкорковых ядер направляются к клеткам красных ядер среднего мозга, а от них — к двигательным ядрам ствола головного и спинного мозга.

ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ БЕЛОЕ ВЕЩЕСТВО ПОЛУШАРИЙ БОЛЬШОГО МОЗГА?

Белое вещество полушарий большого мозга состоит из большого количества нервных волокон, обеспечивающих связь между структурами головного мозга (рис. 59). Идущие в одном направлении волокна объединяются в пучки и образуют структуры белого вещества — *проводящие пути*. Они участвуют в образовании сложных рефлекторных дуг, по которым нервные импульсы проходят от места их возникновения в рецепторах до рабочих органов. На основании строения и функций их подразделяют на *ассоциативные, комиссуральные и проекционные пути*.

Ассоциативными путями называют нервные волокна, соединяющие различные участки коры и подкорковые ядра одного полушария. По ассоциативным проводящим путям нервные импульсы передаются из одних центров полушария в другие. Например, из зрительного или слухового центра — в двигательный центр для ответной реакции на поступившие в мозг сигналы.

Комиссуральные проводящие пути соединяют между собой одинаковые участки коры и подкорковых ядер правого и левого полушарий. С помощью комиссуральных проводящих путей согласовываются действия функциональных центров правой и левой половин головного мозга.

Проекционные пути связывают кору больших полушарий с нижележащими структурами. Восходящие проекционные проводящие пути направляются от спинного мозга и органов чувств в головной мозг. Они проводят нервные импульсы от кожи, мышц, органов зрения, слуха и других органов к корковым чувствительным центрам, где происходит высший анализ поступающей в кору информации.

Нисходящие проекционные проводящие пути связывают вышележащие отделы головного мозга с нижележащими и со спинным. По ним импульсы из коры полушарий большого мозга направляются к ядрам ствола и спинного мозга. От этих ядер импульсы по нервным волокнам идут к мышцам и железам.



? В ЧЁМ ОСОБЕННОСТИ КОРКОВЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ПОЛУШАРИЙ БОЛЬШОГО МОЗГА?

В коре полушарий большого мозга происходит анализ всех раздражений, поступающих из окружающей внешней и внутренней среды. В этом отделе располагаются центры, регулирующие выполнение различных функций. Кору большого мозга можно рассматривать как совокупность корковых концов *анализаторов*, связанных с определённым видом чувствительности, но в коре также присутствуют ассоциативные поля, не относящиеся к конкретному анализатору.

Каждый анализатор состоит из периферической части, проводящего пути и коркового конца. Периферическая часть воспринимает энергию внешнего раздражения и преобразует её в нервный импульс. Этот импульс по проводящему пути направляется к нервному центру. В соответствующих участках коры большого мозга расположены корковые концы анализаторов. В них происходит высший анализ и возникают ощущения.

В коре большого мозга различают ядро коркового анализатора с наиболее плотным расположением нервных клеток и рассеянные клеточные структуры вокруг ядра. В ядре происходит высший анализ и синтез, а в зоне рассеянных клеток — более простой анализ. Наличие рассеянных элементов при повреждении ядра отчасти позволяет восстановить утраченную функцию. Площади, занимаемые рассеянными элементами различных анализаторов, могут наслаиваться, перекрывать друг друга, формируя полимодальные области.

Корковые поля неравноценны в функциональном отношении, и их можно разделить на *первичные*, *вторичные* и *третичные* (ассоциативные).

Первичные поля коры представляют собой чётко отграниченные участки, которые соответствуют центральным частям анализаторов. Вторичные поля коры примыкают к первичным полям. Их можно рассматривать как периферические части корковых анализаторов. Вместе с первичными они составляют ядро коркового отдела анализатора. Первичные и вторичные поля считают проекционными. В третичных полях осуществляются наиболее сложные взаимодействия анализаторов, лежащие в основе познавательного процесса (гнозиса), формируются программы целенаправленных действий (праксия).

? КАКИЕ ЗОНЫ РАЗЛИЧАЮТ В КОРЕ ПОЛУШАРИЙ?

В коре полушарий большого мозга различают **сенсорные**, **ассоциативные** и **моторные зоны**. **Сенсорные зоны** являются высшими центрами различных видов чувствительности. Поэтому сенсорные зоны иначе называют чувствительными. При их раздражении возникают простейшие ощущения, а при поражении наступает нарушение сенсорных функций: слепота, глухота и другие нарушения. В затылочной области коры больших полушарий находится зрительная зона, в височной и рядом с ней — обонятельная, вкусовая и слуховая сенсорные зоны.

Зоны кожного и мышечного чувства расположены в задней постцентральной извилине. Самые большие размеры имеют зоны кистей и лица. Наименьшие размеры у сенсорных областей туловища, бедра и голени.

При поступлении нервных импульсов в сенсорные зоны возбуждение возникает и в **ассоциативных зонах**. В одной и той же ассоциативной зоне возбуждение может возникать при поступлении импульсов от разных органов чувств. Например, в зрительной ассоциативной зоне возбуждение появляется не только в ответ на зрительные, но и на слуховые раздражения.

Опознавание сложных зрительных или слуховых образов начинается с анализа, выделения определённых сенсорных элементов — точек на видимой плоскости или звуков определённого тона. Из них постепенно формируется сложный сенсорный образ. При этом объединяются многие информационные потоки. При нарушении функций сенсорных зон человек утрачивает способность объективно оценивать раздражения.

В сложных формах поведения важную роль играют *лобные ассоциативные области* коры полушарий. Они обеспечивают выработку сенсорной информации и формируют цель и программу действий, состоящую из команд, направляемых к исполнительным органам. От них информация возвращается в лобные ассоциативные доли, где определяется, достигнута цель или нет. Если цель не достигнута, команда корректируется. С развитием лобных долей в значительной мере связан высокий уровень психических способностей человека по сравнению с другими приматами.

Моторными зонами называют отделы коры больших полушарий, при раздражении которых возникает сокращение скелетных мышц. Двигательная функция различных частей тела представлена в передней центральной извилине. Наибольшее пространство занимают двигательные зоны кистей, пальцев рук и мышц лица, наименьшее — мышцы туловища.

КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОЛУШАРИЙ БОЛЬШОГО МОЗГА?

Для человека характерна специализация полушарий — многие высшие функции мозга выполняются одним из них. В левом полушарии у подавляющего большинства правшей и значительного числа левшей находятся центры устной и письменной речи. Здесь же формируются решения. Обеспечиваемое левым полушарием словесно-логическое мышление позволяет познавать сущность объекта, выйти за пределы индивидуального мира. На его основе формируется человеческое знание. Оно передаётся из поколения в поколение посредством записи словесных или знаковых сигналов.

Правое полушарие формирует образное мышление, ответственное за художественное и музыкальное творчество. Опираясь образами объектов внешнего мира, оно может создавать из них новые комбинации. Это основа творчества, принятия необычных решений. Поэтому у наиболее выдающихся художников, поэтов, музыкантов преобладает образное правополушарное мышление.

Несмотря на функциональную асимметрию полушарий, головной мозг работает как единое целое, обеспечивая адекватное поведение, мышление, сознание, память и различные виды деятельности человека.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Полушария большого мозга. Кора. Доли полушарий: лобная, теменная, височная, затылочная, островковая. Сенсорные, ассоциативные и моторные зоны.

ВЫВОДЫ

- Большой, или конечный, мозг состоит из двух полушарий — правого и левого, соединённых между собой мозолистым телом.
- Полушария большого мозга сверху покрыты многослойной складчатой корой, образованной серым веществом. Под ней лежит масса белого вещества, содержащая подкорковые ядра.
- В коре различают сенсорные, двигательные, ассоциативные зоны.



ПРАКТИКУМ

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ КОРЫ ПОЛУШАРИЙ БОЛЬШОГО МОЗГА НА МИКРОПРЕПАРАТЕ

Цель: изучить особенности строения коры полушарий большого мозга на микропрепарате.

Материалы и оборудование: микропрепарат среза коры полушарий большого мозга, микроскоп.

Ход работы

1. Рассмотрите на свет невооружённым глазом микропрепарат среза коры полушарий большого мозга. Обратите внимание на неровные контуры препарата, что обусловлено наличием многочисленных борозд, разделяющих кору на извилины. В каждой извилине периферическая часть окрашена интенсивно (корковое вещество), а центральная — более светло (белое вещество).
2. Рассмотрите микропрепарат под малым увеличением и выберите оптимально окрашенный участок, который должен быть не очень светлым и не очень тёмным. В каждой борозде имеются остатки мягкой мозговой оболочки с кровеносными сосудами.
3. Какой тканью образована мягкая мозговая оболочка и каковы её функции?
4. Выберите извилину, в которой хорошо различимы разные виды клеток. Рассмотрите кору, начиная с мягкой мозговой оболочки. Найдите последовательно расположенные слои клеток.
5. Запишите в тетради выводы об особенностях строения коры полушарий большого мозга.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 1 **Центр Брока** — участок коры головного мозга, находящийся в задненижней части третьей лобной извилины левого полушария (у правшей), работой которого обеспечивается моторная организация речи. При поражении этого центра возникает афазия Брока — невозможность объединения отдельных речевых движений в единый речевой акт.
- 2 **Центр Вернике** — участок коры головного мозга, расположенный в заднем отделе верхней височной извилины доминантного (преимущественно левого) полушария, обеспечивающий звуковой фонематический анализ устной речи. При его поражении возникает афазия Вернике, или сенсорная афазия, — нарушение понимания устной речи.

ВОПРОСЫ

1. Как распределяется серое и белое вещество в полушариях головного мозга?
2. Что собой представляют проводящие пути полушарий большого мозга?
3. В чём состоит отличие старой коры полушарий большого мозга от новой?
4. Какие доли выделяют на поверхности полушарий?
5. Каково значение ассоциативных зон коры больших полушарий?
6. Какие функции организма связаны с работой полушарий большого мозга?

ЗАДАНИЯ

- Опишите строение полушарий большого мозга.
- У больного наступил паралич правой руки. Подумайте, в каком полушарии произошло повреждение двигательных центров.
- Поясните понятие «серое вещество».
- Перечислите функции серого вещества головного мозга.

ОБЪЯСНИТЕ

- Почему при операциях на мозге, когда хирург прикасается к участкам коры, лежащим перед центральной бороздой, больные двигают рукой или ногой?
- Почему у наиболее выдающихся художников, поэтов, музыкантов преобладает образное правополушарное мышление?
- Как объяснить тот факт, что в коре больших полушарий двигательные зоны кистей, пальцев рук и мышц лица занимают наибольшее пространство, а наименьшее — мышцы туловища?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

- У каких животных впервые в ходе эволюции появилась кора больших полушарий?
- По каким параметрам антропологи сравнивают мозг современного человека и его предков и для чего это делается?

§ 24. РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА И РЕФЛЕКСЫ**ЭТО Я ЗНАЮ**

Что такое синапс.

Что такое нейрон, типы нейронов.



Почему наши действия рефлексорные?

? ЧТО НАЗЫВАЮТ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГОЙ?

Согласно представлениям выдающегося отечественного учёного **Ивана Петровича Павлова** (1849—1936), основным принципом работы нервной системы является *рефлекторный принцип*, а материальной основой рефлекса является **рефлекторная дуга**. Анатомически рефлекторная дуга представляет собой цепь нервных клеток, обеспечивающую проведение нервных импульсов от рецептора чувствительного нейрона до эффекторного окончания в рабочем органе.

Рефлекторная дуга начинается *рецептором*. Каждый рецептор воспринимает определённые раздражения и преобразует их в нервные импульсы. От рецептора нервные импульсы по пути, образованному дендритом, телом и аксоном *чувствительного нейрона*, передаются на *вставочные нейроны* центральной нервной системы. Здесь информация обрабатывается и передаётся на *двигательные нейроны*, которые проводят нервные импульсы к *рабочим органам*. Иногда рефлектор-



ная дуга состоит из двух нейронов и импульс с аксона чувствительного нейрона передаётся на двигательный нейрон.

Итак, в рефлекторной дуге различают пять звеньев. 1. Рецептор — воспринимает раздражение. 2. Чувствительный путь — осуществляет передачу нервных импульсов от рецепторов в центральную нервную систему. 3. Нервный центр — центральное звено в центральной нервной системе. 4. Двигательный путь — осуществляет передачу сигнала от нервного центра исполнительному органу. 5. Исполнительный орган — приводит рефлекс в действие (рис. 60).

? КАК ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ РЕФЛЕКС?

Рефлексы (от лат. *reflex* — отражённый) обеспечивают взаимоотношения организма с окружающей средой, а также контроль и регуляцию функций внутри организма.

Рефлекс — реакция организма на изменение внешней или внутренней среды, осуществляемая при участии центральной нервной системы.

Многие функции организма человека выполняются при действии сложных рефлекторных дуг, в образовании которых участвуют многие нейроны, в том числе и нейроны головного мозга. В разных отделах рефлекторной дуги нервный импульс проходит с неодинаковой скоростью. Медленнее он проходит в структурах нервной системы, где импульс передаётся с одного нейрона на другой. Задержка или даже полное прекращение проведения нервного импульса может произойти в связи с утомляемостью нервных центров.

Любой рефлекторный акт осуществляется при участии значительного числа нейронов. Обычно между чувствительными и двигательными нейронами имеются вставочные нейроны. Они работают как коммутизаторы, переключая возбуждение с чувствительного нейрона на двигательный и передавая информацию в отделы спинного и головного мозга.

Рефлекторный акт не заканчивается ответной реакцией организма на раздражение. Во время ответной реакции возбуждаются рецепторы рабочего органа и от

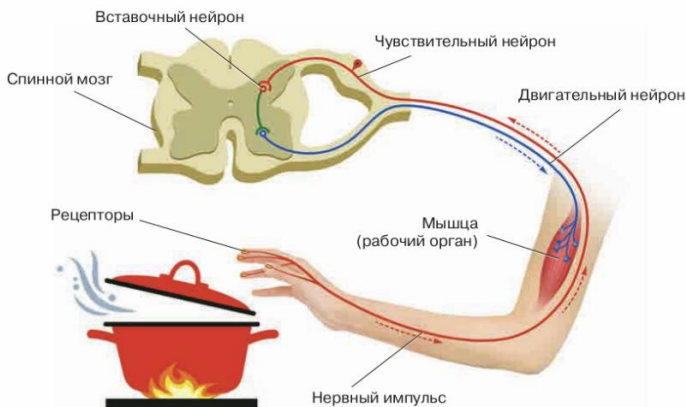


Рис. 60. Рефлекторная дуга

них в центральную нервную систему поступает информация о достигнутом результате. Каждый орган сообщает о своём состоянии нервным центрам, которые вносят поправки в действия нервной системы и рабочих органов. Поэтому рефлекс осуществляется не просто по рефлекторной дуге, а по рефлекторному кольцу.

? ЧЕМ МОНОСИНАПТИЧЕСКИЕ РЕФЛЕКСЫ ОТЛИЧАЮТСЯ ОТ ПОЛИСИНАПТИЧЕСКИХ?

Простейший рефлекс включает в себя только два нейрона и один синапс и называется *моносинаптическим*. Таким является коленный рефлекс. Когда испытываемому бьют неврологическим молоточком лёгким ударом по сухожилию мышцы под надколенником, происходит рефлекторное разгибание ноги. При этом ответная реакция сводится к простому двигательному акту, осуществляемому без участия сознания.

Большинство рефлексов являются *полисинаптическими*. Они включают в себя вставочные нейроны, которые находятся в задних рогах спинного мозга, а также в вышележащих отделах центральной нервной системы.

В зависимости от уровня расположения нервных центров различных рефлекторных дуг различают рефлексы: *спинальные* — расположены в сегментах спинного мозга; *бульбарные* — расположены в продолговатом мозге; *мезэнцефальные* — располагаются в структурах среднего мозга; *дисцефальные* — вовлекают нейроны промежуточного мозга; *кортикальные* — с участием различных областей коры головного мозга.

? КАКОЙ ВКЛАД В СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ УЧЕНИЯ О РЕФЛЕКТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА ВНЕСЛИ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ УЧЁНЫЕ?

В 1863 г. была издана книга известного русского физиолога *Ивана Михайловича Сеченова* (1829—1905) «Рефлексы головного мозга». В ней учёным приведены доказательства того, что психическая деятельность человека базируется на рефлекторном принципе работы нервной системы.

Идеи Сеченова экспериментально подтвердил и развил И. П. Павлов. Изучая на животных секреторную деятельность пищеварительных желёз, он обнаружил, что из выведенного наружу протока слюнной железы слюна выделяется не только при попадании пищи в рот, но и когда животное видит пищу, чувствует её запах, слышит звон посуды, из которой его кормят. Павлов и его ученики объяснили это явление и назвали его **условным рефлексом** в связи с тем, что он основан на условной или временной связи.

Развивая учение И. П. Павлова, его ученик *Пётр Кузьмич Анохин* (1898 — 1974) сформулировал *теорию функциональных систем*. Он исходил из того, что поведение состоит из следующих друг за другом поведенческих актов, каждый из которых определяется преобладающей (доминирующей) в данный момент потребностью. Для удовлетворения этой текущей потребности различные системы и органы под контролем нервной системы объединяются в функциональную систему.

Когда задача решена, доминанта угасает, и образуется новая функциональная система для решения новой потребности. При формировании функциональной системы происходит выбор цели деятельности, прогнозируется её будущий результат. Теория функциональных систем объясняет объединение частных механизмов организма в целостную систему приспособительной деятельности.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ БЕЗУСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ?

Человек, как и все живые организмы, обладает врождённой способностью реагировать на конкретные внешние воздействия и адекватно отвечать на них. Все

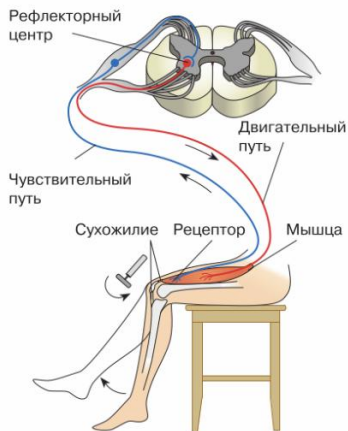


Рис. 61. Схема коленного рефлекса

рефлекторные реакции разделяют на безусловные — врождённые и условные — приобретённые.

Безусловные рефлексы — это врождённые ответные реакции организма на воздействия внешнего мира или на изменение внутренней среды организма.

Безусловные рефлексы выполняются в основном на уровне низших отделов нервной системы: спинного мозга и ствола головного мозга (рис. 61). Примером безусловного рефлекса является деятельность слюнных желёз во время приёма пищи. Поступившая в ротовую полость пища раздражает чувствительные рецепторы слизистой оболочки языка и полости рта. Возникшее в рецепторах возбуждение направляется по нервам в центр слюноотделения продолговатого мозга, а из него к слюнным железам и вызывает слюноотделение.

? НА КАКИЕ ГРУППЫ ДЕЛЯТ БЕЗУСЛОВНЫЕ РЕФЛЕКСЫ?

Известно множество безусловных рефлексов, которые по разным основаниям делят на разные группы. По биологической значимости для организма различают несколько групп безусловных рефлексов, направленных на сохранение организма. Среди них основными являются *пищевые, защитные, половые, родительские и ориентировочно-исследовательские рефлексы*.

Пищевые безусловные рефлексы объединяют совокупность поведенческих реакций организма, обеспечивающих поиск, добычу, захват, вкусовое опробование пищи. К пищевым рефлексам относят отделение пищеварительных соков в ответ на раздражение полости рта, глотание, сосательные движения у новорождённых.

К защитным безусловным рефлексам относят комплекс реакций, направленных на избегание или устранение воздействий, вредоносных для организма, причиняющих ему боль или повреждение. К защитным рефлексам относят отдёргивание руки при прикосновении к горячему предмету, чихание, кашель, моргание.

Половые безусловные рефлексы связаны с воспроизведением потомства. Родительские лежат в основе родительского поведения, связанного со вскармливанием, защитой и воспитанием потомства.

Ориентировочно-исследовательские рефлексы включают разнообразные по сложности и внешнему проявлению реакции, возникающие в ответ на новый или незнакомый раздражитель. Комплекс этих реакций направлен на формирование готовности организма к деятельности, которая может оказаться значимой в новой обстановке.

? ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ ИНСТИНКТ?

Безусловные рефлексы могут быть *простыми* и *сложными*. Простые безусловные рефлексы обеспечивают элементарную работу отдельных органов и систем. Простые безусловные рефлексы могут соединяться между собой в инстинкты (от лат. *инстинктум* — побуждение).


**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Рефлекс. Рефлекторная дуга. Безусловные рефлексы. Инстинкты. Условные рефлексы. Искусственный интеллект.

ВЫВОДЫ

- Основной принцип работы нервной системы — рефлекторный.
- Безусловные рефлексы — врождённые, передающиеся по наследству реакции на внутренние и внешние раздражители, находящиеся под контролем спинного мозга и ствола головного мозга.
- Условные рефлексы вырабатываются индивидуально в течение жизни. Они обеспечивают приспособление к меняющимся условиям среды и формируются в результате обучения с обязательным участием коры полушарий большого мозга.

ВОПРОСЫ

1. Что такое рефлекс?
2. Какие звенья различают в рефлекторной дуге?
3. Какова роль рецепторов в рефлекторной реакции?
4. Какие рефлексы называют безусловными? Какова их роль для организма?
5. Что лежит в основе инстинкта?
6. Каков механизм образования условных рефлексов?

ЗАДАНИЯ

7. Составьте схему рефлекторной дуги, которая отражает путь защитного рефлекса, возникающего при прикосновении руки к горячему предмету.
8. Назовите отечественных учёных, которые внесли вклад в создание и развитие учения о рефлекторной деятельности организма.
9. Новорождённый ребёнок, когда его в первый раз прикладывают к груди, сразу начинает производить сосательные движения. Определите, какой это рефлекс: условный или безусловный.
10. Приведите примеры безусловных и условных рефлексов у человека.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему условный рефлекс может угаснуть?
12. Почему для осуществления любого рефлекса необходима анатомическая и функциональная целостность всех частей рефлекторной дуги?
13. Почему выделение слюны во время приёма пищи — это безусловный рефлекс, а при виде разрезанного лимона — условный?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Установлено, что у животных, ощущающих опасность, заторможены рефлексы вкусовых центров коры головного мозга. Каково значение этого процесса в жизни животного? Будет ли наблюдаться аналогичный процесс у человека в такой же ситуации? Почему вы так думаете?
15. Могут ли безусловные рефлексы изменяться с возрастом, если да, то с чем это связано?

§ 25. ИССЛЕДОВАНИЕ МОЗГОВОЙ АКТИВНОСТИ И ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

ЭТО Я ЗНАЮ

Строение и функции полушарий большого мозга.
Функции нервной системы в организме.



Как предупредить развитие заболеваний нервной системы?



КАКОВЫ ВНЕШНИЕ ПРИЗНАКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ?

Заболевания нервной системы возникают при поражении спинного или головного мозга, а также периферических нервных стволов и окончаний. По происхождению заболевания нервной системы подразделяют на сосудистые, инфекционные, наследственные и травматические.

В медицине признаки какого-либо заболевания называют симптомами (от греч. *симптомос* — признак). К симптомам заболеваний нервной системы относят разные признаки: боли в спине, шее, пояснице; головные боли в затылочной, височной, теменной и других областях; головокружение, боли или тяжесть между лопатками; слабость в руках, ногах; боли в грудной клетке, усиливающиеся при дыхании; бессонница; онемение руки, ноги, пальцев; метеозависимость. Диагностикой и лечением заболеваний нервной системы занимаются врачи-неврологи.



КАКОВЫ ПРИЧИНЫ НЕВРОЗОВ?

Состояние тревоги, возникающее вследствие тяжёлых отношений, сложившихся в семье, в школе, с приятелями, может стать причиной неврозов. Под неврозами понимают группу нервно-психических заболеваний, связанных с нарушением функций нервной системы вследствие длительных психических переживаний, перенапряжения, при чрезмерно трудных для данного человека заданиях, которые обычно заканчиваются неудачей.

При развитии неврозов в одних случаях преобладают психические компоненты — раздражительность, смена настроения, неуверенность в себе, навязчивые страхи, нарушение сна. При развитии вегетативных неврозов нарушается работа внутренних органов, сопровождающаяся колебаниями артериального давления крови, болями в сердце, желудке, нарушениями деятельности кишечника, мочеотделения. Появление таких состояний служит поводом для обращения к врачу-неврологу. Обычно неврозы излечимы.



ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

- Для того чтобы снизить вероятность возникновения неврозов, необходимо:
 - не перенапрягаться в течение дня;
 - поддерживать двигательную активность;
 - выполнять закаливающие процедуры;
 - заниматься аутотренингом;
 - обеспечить полноценный ночной сон;
 - правильно питаться, включив в рацион овощи, фрукты и молочные продукты;



- отказаться от вредных привычек;
- избегать конфликтных ситуаций.

? КАК СНИЗИТЬ ВЕРОЯТНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИНСУЛЬТА?

По экспертным оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), среди причин смертности одно из первых мест в мире занимает **инсульт** (от лат. *инсультус* — приступ).

Инсульт — острое нарушение мозгового кровообращения, сопровождающееся внезапным расстройством функций головного мозга.

Наиболее часто встречаются инсульты, развивающиеся вследствие резкого прекращения кровоснабжения участка головного мозга, кровоизлияния в головной мозг вследствие разрыва кровеносных сосудов, повышения кровяного давления. Если внезапно ослабли рука или нога, перекосило лицо, нарушилась речь, есть основания подозревать возникновение инсульта (рис. 62). Необходимо срочно вызвать «скорую помощь».

Признаками медленно развивающейся недостаточности мозгового кровообращения являются: учащение и усиление головных болей в течение последних месяцев, головокружения, шум в голове, прогрессирующее снижение памяти, снижение работоспособности. Наличие хотя бы двух из перечисленных симптомов является показанием для медицинского тщательного обследования.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ?

К распространённым заболеваниям центральной нервной системы относят группу нейродегенеративных расстройств, для которых характерна медленно развивающаяся гибель определённых групп нервных клеток и атрофия соответствующих отделов головного или спинного мозга.



Рис. 62. Признаки инсульта

Нейродегенеративные заболевания развиваются преимущественно у пожилых людей. Для большинства нейродегенеративных болезней ещё не разработаны методы лечения, которые позволили бы полностью вылечить больных. Важное значение в борьбе с нейродегенеративными заболеваниями имеет максимально ранняя диагностика и выявление болезни на ранней стадии, которая позволяет предотвратить или отсрочить наступление необратимых изменений.

К наиболее тяжёлым и распространённым нейродегенеративным заболеваниям относят болезнь Альцгеймера (рис. 63). Она является наиболее распространённой причиной деменции, при которой происходит деградация памяти, мышления, поведения и способности выполнять ежедневные действия. Риск развития деменции можно снизить, если регулярно заниматься физическими упражнениями, не курить табак, избегать употребления алкоголя, контролировать вес, правильно питаться и поддерживать нормальные уровни кровяного давления, холестерина и сахара в крови.

? КАК ИССЛЕДУЮТ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ?

Электроэнцефалографией называют метод электрофизиологического объективного исследования функционального состояния головного мозга, основанный на графической регистрации биопотенциалов, возникающих в процессе его деятельности (рис. 64). Регистрирующие электроды располагают в определённых областях головы так, чтобы на записи были представлены характеристики электрической активности основных отделов мозга.

При регистрации колебаний электрических потенциалов головного мозга получается график, называемый электроэнцефалограммой. На ней представлена суммарная электрическая активность многих миллионов нейронов и отражена функциональная активность головного мозга.

Электроэнцефалограмма характеризуется такими основными показателями, как частота, амплитуда и фаза колебаний. В электроэнцефалограмме выделяют четыре основных физиологических ритма. Электроэнцефалограмма здорового человека характеризуется наличием регулярного ритма с частотой 8—13 колебаний

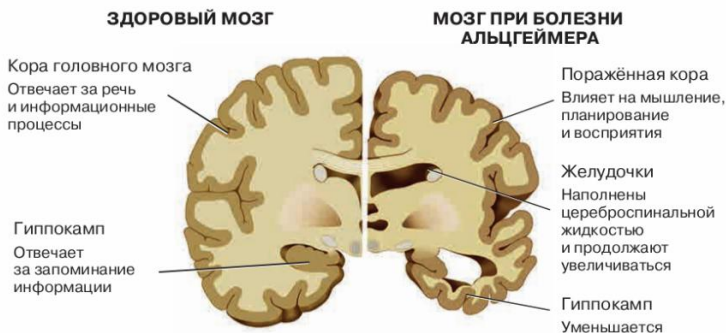


Рис. 63. Головной мозг при болезни Альцгеймера

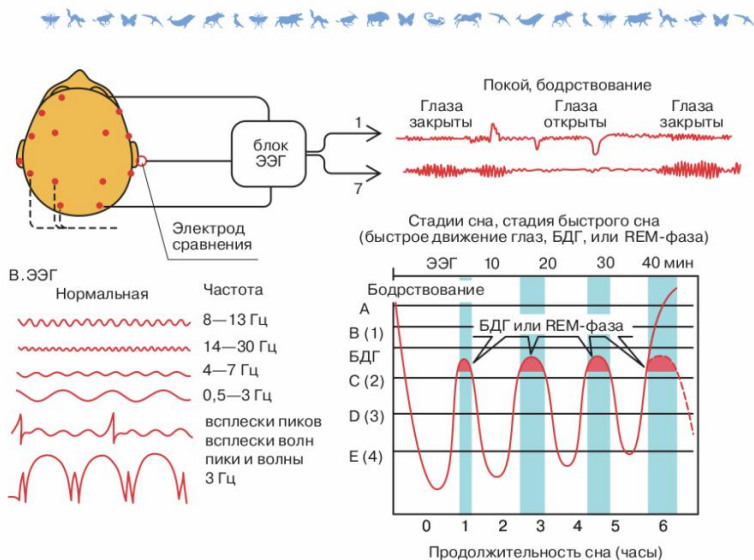


Рис. 64. Электроэнцефалограф и запись энцефалограммы

в секунду (α -ритм), преобладающего в затылочно-теменных отделах. Наибольшую амплитуду α -ритм имеет в состоянии спокойного расслабленного бодрствования при закрытых глазах.

Электроэнцефалография отражает согласованность работы разных структур мозга и позволяет оценивать степень нарушения работы мозга. Например, с помощью ЭЭГ можно распознать: эпилептическую активность в различных долях мозга; наличие патологических очагов, вызванных опухолями или иными причинами.

? ДЛЯ ЧЕГО ИСПОЛЬЗУЮТ КОМПЬЮТЕРНУЮ И МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНУЮ ТОМОГРАФИЮ?

Визуализация головного мозга и его детальный осмотр проводятся с помощью магнитно-резонансных томографов. Их действие основано на магнитном резонансе, по-разному отражающемся от плотных тканей. Способ основан на измерении электромагнитного отклика атомных ядер, находящихся в сильном постоянном магнитном поле, в ответ на возбуждение их определённым сочетанием электромагнитных волн. В магнитно-резонансной томографии такими ядрами являются ядра атомов водорода, присутствующие в огромном количестве в человеческом теле в составе воды и других веществ.

Компьютерная томография — тип исследования, при котором происходит послойное сканирование органа. Для этого используется компьютерный томограф. Метод основан на измерении и сложной компьютерной обработке разности ослабления рентгеновского излучения различными по плотности тканями. Результат исследования представляется в виде 3D-изображения на мониторе врача.

Компьютерная томография считается более эффективной при исследовании твёрдых тканей, костей черепа и их нарушений. Исследование с помощью компьютерной томографии проводят в случаях, когда человек получил черепно-мозговую травму, сотрясение мозга, испытывает постоянные головные боли после удара.

Магнитно-резонансную томографию проводят в случаях подозрения на опухоль, при регулярных головных болях, головокружениях и обмороках, проблемах с памятью и концентрацией внимания.

ДЛЯ ЧЕГО ПРЕДНАЗНАЧЕНА ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР?

Интерфейс мозг-компьютер представляет собой компьютерную систему, которая регистрирует сигналы мозга, анализирует их и переводит в команды, поступающие на выходные технические устройства для осуществления желаемого действия. Чаще всего сигналы электрической активности мозга снимают с помощью электроэнцефалографии.

В настоящее время технологию интерфейса мозг-компьютер считают наиболее эффективной для социальной и двигательной реабилитации людей с серьёзными нервно-мышечными нарушениями, такими как церебральный паралич, инсульт, повреждение спинного мозга.

В ЧЁМ ОСОБЕННОСТИ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА?

Гематоэнцефалический барьер представляет собой физиологический механизм, избирательно регулирующий обмен веществ между кровью и центральной нервной системой. Он регулирует транспорт молекул в центральную нервную систему и препятствует проникновению в неё токсичных веществ. Через гематоэнцефалический барьер не может пройти глутаминовая кислота, повышенное выделение которой наблюдается при инсульте. Проницаемость гематоэнцефалического барьера зависит от возраста человека. Она очень высока в первые недели жизни ребёнка и очень мала в старости.

Гематоэнцефалический барьер непроницаем для многих лекарственных препаратов, предназначенных для лечения заболеваний центральной нервной системы. Поэтому разработка безопасных методов доставки лекарственных препаратов в мозг представляет собой серьёзную проблему. Перспективным направлением исследований является разработка доставки лекарственных препаратов с помощью наночастиц, длительно циркулирующих в крови.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Неврозы. Инсульт. Электроэнцефалограф. Электроэнцефалограмма. Компьютерная томография. Магнитно-резонансная томография. Гематоэнцефалический барьер.

ВЫВОДЫ

- Заболевания нервной системы подразделяют на сосудистые, инфекционные, наследственные и травматические.
- Сосудистые заболевания нервной системы считаются наиболее распространёнными. Инсульт — смертельно опасное заболевание.
- Функциональное состояние головного мозга исследуют методом электроэнцефалографии. Визуализацию головного мозга и его детальный осмотр проводят, используя магнитно-резонансную томографию. Компьютерную томографию применяют для получения послойного сканирования головного мозга.



ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 1** Принцип доминанты был открыт А. А. Ухтомским. Он заключается в том, что в ЦНС всегда есть доминирующий очаг возбуждения, который как бы подчиняет себе деятельность других нервных центров, привлекая импульсы из других отделов нервной системы и усиливаясь за их счёт. Благодаря доминанте осуществляется координированная деятельность ЦНС. Доминантный очаг обладает рядом свойств — повышенной возбудимостью, стойкостью возбуждения, способностью суммировать слабые возбуждения из других очагов. Кроме того, после окончания действия раздражителя, вызвавшего доминанту, возбуждение продолжает удерживаться.
- 2** Биоритмы мозга можно преобразовывать с помощью компьютера и записывать на аудиокассеты в виде фортепианной музыки. Эту методику предложил и назвал «музыкой мозга» профессор, директор Центра исследований сна Московской медицинской академии Я. И. Левин. На её основе возник эффективный метод устранения стресса и его последствий в результате регулярного прослушивания музыки, созданной на основе биоритмов головного мозга человека.
- 3** Несмотря на то что с возрастом снижаются многие функциональные возможности человека, в том числе память, есть способы бороться с этим явлением. Американский нейробиолог Лоуренс Катц разработал особую зарядку для мозга — нейробику. Упражнения нейробики включают в себя выполнение привычных действий с закрытыми глазами, письмо левой рукой правшами и наоборот.
- 4** Существуют специальные методы диагностики когнитивных расстройств. Среди них тесты, которые позволяют понять, насколько правильно мозг отвечает на то или иное задание, а потом по разным шкалам определить степень когнитивной дисфункции. Для точной диагностики обычно проводятся исследования вещества мозга с помощью магнитно-резонансной томографии. Это позволяет исключить другую морфологическую патологию.
- 5** Компьютерное зрение опирается на распознавание шаблонов и на глубокое обучение для распознавания изображений и видео. Машины уже умеют обрабатывать, анализировать и понимать изображения, а также снимать фото или видео и интерпретировать окружающую обстановку. Обработка естественного языка — это способность компьютеров анализировать, понимать и синтезировать человеческий язык, включая устную речь.
- 6** Что повышает нашу мозговую активность? Учёные доказали, что физические упражнения стимулируют рост новых нервных клеток. В течение нескольких лет специалисты тщательно исследовали строение клеток мозга людей и животных, которые активно двигались, и тех, что вели малоподвижный образ жизни. В результате оказалось, что благодаря физическим упражнениям в части мозга, ответственной за нашу память и внимание, образуются новые клетки. Продукты, в которых большое количество витаминов и минералов, улучшают работу мозга, а вот еда с высоким содержанием сахара становится причиной нарушения мозговой активности и даже депрессии.

**1 ЗАДАНИЕ****СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Масса головного мозга человека увеличивается в основном до 20 лет. Затем наблюдается её медленное уменьшение.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Как вы можете объяснить этот факт?
2. Обязательно ли возрастное уменьшение массы головного мозга будет сопровождаться ухудшением умственных способностей человека? Поясните свой ответ.
3. Размер головного мозга человека увеличился почти в 4 раза за 6 млн лет. Но в последние тысячелетия мозг уменьшился. Исследователи считают, что это связано с процессами глобализации, кооперации и разделения труда. Выскажите свою точку зрения.

2 ЗАДАНИЕ**СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Интеллект человека — это общая познавательная способность, которая проявляется в том, как человек воспринимает, понимает, объясняет и прогнозирует происходящее, какие решения он принимает и насколько эффективно он действует.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. От чего зависят интеллектуальные возможности личности?
2. Каким образом, с вашей точки зрения, можно определить уровень умственных возможностей человека?
3. Разработайте рекомендации, нацеленные на развитие интеллекта человека. Обсудите их с одноклассниками и учителями.

3 ЗАДАНИЕ**СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

В неврологическое отделение больницы доставлен пострадавший с травмой спины. В процессе обследования врач-невролог установил исчезновение коленного и подошвенного рефлексов.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Как вы считаете, подвергся ли травме спинной мозг у пострадавшего?
2. Поясните, возможна ли болевая чувствительность в нижних конечностях после такой травмы.
3. Сохранится ли способность к произвольным движениям нижних конечностей после такой травмы?

Глава 5

СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ

ВЫ УЗНАЕТЕ

- об особенностях строения сенсорных систем;
- о строении органов чувств, их функциональном значении;
- о причинах заболеваний органов зрения, слуха.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

- выявлять особенности строения глаза и уха на моделях;
- исследовать работу органов чувств;
- выявлять особенности сложного поведения человека;
- анализировать и оценивать влияние факторов риска на органы чувств;
- обосновывать меры профилактики нарушений органов зрения и слуха.





§ 26. СТРОЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

ЭТО Я ЗНАЮ

Зоны коры полушарий большого мозга.
Что такое рецепторы, их роль.



Какие сенсорные системы обеспечивают взаимодействие человека с окружающей средой?



КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ?

Взаимодействие организма человека с окружающей средой обеспечивают **сенсорные** (от лат. *sensus* — чувство) системы (рис. 66).

Сенсорная система — комплекс нервных образований, воспринимающий и анализирующий раздражения, поступающие из внешней и внутренней среды организма.

Основными функциями сенсорных систем являются распознавание сенсорных стимулов, кодирование информации, усиление, ослабление, распространение и анализирование сенсорного сигнала, идентификация и опознание сенсорных образов, формирование программ для будущих действий, управление структурами сенсорных систем. Функционирование сенсорной системы начинается с раздражения **рецепторов** (от лат. *receptor* — принимающий).

Рецепторы сенсорных систем — это специфические клеточные элементы, воспринимающие раздражения и трансформирующие их в нервные импульсы.

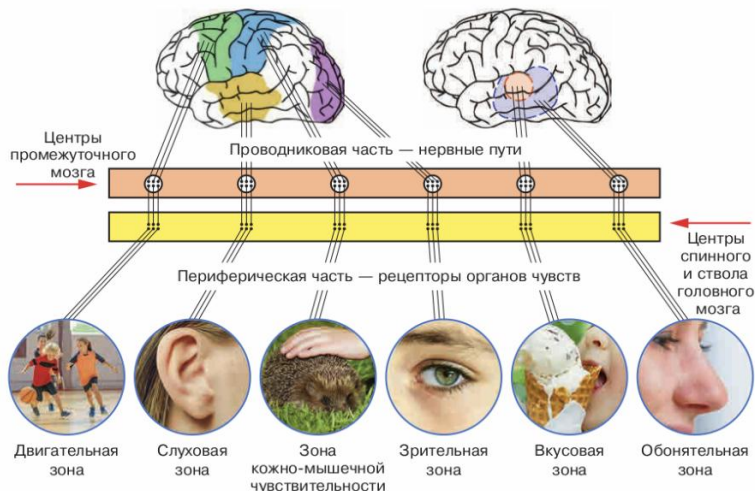


Рис. 66. Сенсорные системы

В сенсорных системах происходит преобразование энергии внешнего или внутреннего раздражения в нервный сигнал — *рецепция*. В процессе преобразования энергии внешнего раздражения в потенциал действия на нервном волокне происходит *кодирование* информации, заложенной в сенсорном сигнале на основе частоты потенциалов и их группировки.

Сенсорные системы включают несколько уровней последовательной переработки информации и состоят из анатомически и функционально связанных между собой **периферического, проводникового и центрального отделов**. **Периферический отдел** образуют рецепторы, воспринимающие определённые виды раздражений и преобразующие их в нервные импульсы.

Проводниковый отдел обеспечивает передачу сенсорной информации от рецептора к сенсорным отделам коры головного мозга. Проводниковый отдел включает периферические и промежуточные нейроны стволовых и подкорковых структур центральной нервной системы и обеспечивает первичную обработку, дальнейшее кодирование и декодирование информации.

Центральный отдел находится в сенсорных областях коры полушарий большого мозга и представлен *чувствительными зонами: зрительной, слуховой, вкусовой, обонятельной, общей чувствительности*. Кортиковые отделы зрительной сенсорной системы располагаются в затылочной области, слуховой — в височной области. В этих зонах информация, поступившая в виде нервных импульсов, оформляется в *ощущение*.

Каждая сенсорная система воспринимает действие адекватного стимула в ограниченном диапазоне значений его силы. Наименьший по интенсивности стимул, способный вызвать ощущение, называется *порогом ощущения*.

КАК СВЯЗАНЫ ОЩУЩЕНИЕ, ВОСПРИЯТИЕ И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ?

Ощущение представляет собой субъективную чувственную реакцию на действующий сенсорный стимул. Например, ощущение света, тепла или холода, прикосновения, вибрации, боли, положения конечностей и мышечной нагрузки. Ощущение возникает в тот момент, когда информация от рецепторов достигает мозга.

На основе совокупности ощущений формируется *чувственное восприятие*. Оно проявляется в виде осмысления ощущений разных сенсорных систем и готовности их описать. О восприятии объекта говорят в том случае, когда в мозге формируется его целостный образ. Например, сложившийся зрительный образ апельсина мгновенно извлекает из памяти знания о его запахе и вкусе, сведения о его пользе.

Восприятие сенсорной информации — процесс формирования внутреннего образа стимула.

Восприятие зависит от распределения внимания в момент его действия, памяти о прошлом сенсорном опыте и субъективного отношения к происходящему. Один человек любит апельсины, другой никогда их не видел и не ел, а у третьего при их употреблении развивается аллергическая реакция.

На основе ощущений и восприятия возникает и формируется *представление*, которое расширяет возможности человеческого познания. Представление даёт возможность воспроизвести образ предмета или явления воздействовавшего в прошлом на сознание человека. Сенсорные системы взаимодействуют между собой. Благодаря их интеграции границы восприятия внешнего мира существенно расширяются, углубляется его познание.



? ПО КАКИМ ПРИЗНАКАМ КЛАССИФИЦИРУЮТ РЕЦЕПТОРЫ?

Все рецепторы обладают возбудимостью и способны воспринимать самые незначительные раздражения. По природе действующих раздражителей различают *химические, электрические, механические, термические и фоторецепторы*. Рецепторы, которые реагируют на раздражители одного вида, называются *моноמודальными*. Рецепторы, реагирующие на несколько различных раздражителей, называются *полиמודальными*. К ним можно отнести рецепторы, способные реагировать на боль, экстремальные температуры, сильные механические воздействия, химические вещества.

В зависимости от места возникновения сенсорного сигнала выделяют *экстерорецепторы и интерорецепторы*. Экстерорецепторы воспринимают раздражение из внешней среды и обеспечивают приспособление к окружающей среде. Экстерорецепторы воспринимают слуховые, зрительные, осязательные, обонятельные, вкусовые раздражения. Одни экстерорецепторы возбуждаются при непосредственном соприкосновении с раздражителем и воспринимают температуру, боль, прикосновение, давление, вкус. Такие экстерорецепторы называют *контактными*. Другие рецепторы воспринимают раздражение на некотором расстоянии и реагируют на свет, звуки, запахи. Такие экстерорецепторы называют *дистантными*.

Интерорецепторы получают сигналы из внутренней среды организма и внутренних органов. Эти рецепторы воспринимают химический состав и давление тканей и жидкостей в организме, давление крови в кровеносных сосудах, механические воздействия. К этой группе также относят *проприорецепторы* (от лат. *proprius* — собственный). Главная функция проприорецепторов заключается в восприятии информации о положении частей тела относительно друг друга в пространстве, а также о его изменении. Проприорецепторы воспринимают сокращения мышц, натяжение сухожилий и связок, суставных капсул.

? КАКИМИ СВОЙСТВАМИ ОБЛАДАЮТ РЕЦЕПТОРЫ?

Рецепторы сенсорных систем обладают *специфичностью, высокой чувствительностью и способностью адаптироваться* к действию раздражителя. Под специфичностью понимают способность рецепторов реагировать только на определённые раздражители. В основе специфичности лежат особенности структуры и функции рецепторных белков, которые позволяют им реагировать на сенсорные стимулы определённого свойства. Обонятельные рецепторы реагируют на семь основных групп пахучих веществ и их сочетания. Зрительные белки фоторецепторов реагируют на кванты света.

Рецепторы обладают высокой чувствительностью, позволяющей им реагировать на слабые сенсорные сигналы. Это свойство рецепторов связано с неустойчивым состоянием чувствительных белковых молекул в покое. Под влиянием даже слабого раздражителя рецепторный белок легко переходит в более устойчивое положение, вызывая изменение функционального состояния рецепторной клетки, увеличение активности внутриклеточных процессов. Высокая чувствительность рецепторов часто обусловлена наличием волосков и складок на клеточной мембране, которые во много раз увеличивают площадь контактной поверхности рецепторной клетки.

У рецепторов, находящихся под длительным влиянием раздражителя постоянной силы, постепенно снижается способность реагировать на стимулы. Такое свойство рецепторов называют *адаптацией*.



Болевая чувствительность предупреждает об опасности, вызывает охранительные рефлекторные реакции. Болевые ощущения возникают при действии любых чрезмерных раздражителей. Первыми реагируют на раздражение болевые рецепторы — свободные нервные окончания, расположенные в поверхностных слоях кожи и внутри тела. При заблуждении всё большее число рецепторов становится способным воспринимать боль.

Терморецепторы расположены в коже, роговице глаза, слизистых оболочках и внутренних органах. Больше всего терморецепторов в коже лица и шеи. Различают холодовые и тепловые терморецепторы. Холодовые рецепторы располагаются под эпидермисом на глубине 0,17 мм от поверхности кожи, их около 250 тыс. Тепловых рецепторов около 30 тыс. Они располагаются на расстоянии 0,3 мм от поверхности кожи.

Рецепторы тактильной чувствительности обеспечивают восприятие прикосновения, давления, растяжения, вибрации. Наибольшее количество этих рецепторов находится на губах, кончиках пальцев и кончике языка, в коже сосков груди и половых органов. Расположенные в поверхностном слое кожи рецепторы воспринимают лёгкое прикосновение. Залегающие в глубоких слоях кожи рецепторы служат для рецепции давления и растяжения.

Сложное чувство, связанное с ощупыванием предметов, называют осязанием. В нём участвуют тактильные ощущения. Вместе с температурными и мышечными ощущениями они могут давать информацию о размерах, форме, шероховатости, плотности предмета.

В коже с волосатым покровом основным типом рецепторов являются свободные окончания нервных волокон, идущих вдоль мелких сосудов, а также более глубоко расположенные разветвления нервных волокон, оплетающих волосную сумку. Свободные нервные окончания, оплетающие волосную луковичку, реагируют на самое лёгкое прикосновение при отклонении волоса на 5°.

С помощью проприорецепторов в мышцах, связках и суставах организм получает информацию о характере перемещений тела, об особенностях стимулов (их величине, длительности, скорости, направлении и др.), действующих на опорно-двигательный аппарат.

Сухожильные рецепторы располагаются в сухожилиях обычно на границе мышечной и сухожильной части мышцы, в опорных участках суставных капсул и имеют вытянутую форму.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Сенсорная система. Отделы сенсорной системы: периферический, проводниковый, центральный. Осязание. Соматосенсорная система.

ВЫВОДЫ

- Сенсорная система — комплекс нервных образований, состоящий из периферического, проводникового и центрального отделов, воспринимающий и анализирующий раздражения из внешней и внутренней среды организма.
- Рецепторы сенсорных систем — это специфические высокочувствительные к действию раздражителя нервные образования, воспринимающие раздражения и трансформирующие их в нервные импульсы.
- Выделяют зрительную, слуховую, обонятельную, вкусовую, соматосенсорную системы. Соматосенсорная система включает чувствительную систему скелетно-мышечного аппарата и кожи, которая обеспечивает болевую, температурную, тактильную и проприоцептивную чувствительность.



ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Условия внешней среды, различная интенсивность воздействия разнообразных факторов в процессе жизнедеятельности определяют уровень чувствительности тех или иных сенсорных систем. У слепых резко обостряются слух и кожная чувствительность. У глухих обостряется зрение. У женщин гораздо более высокий уровень цветоощущения, острее обоняние, чем у мужчин. Музыканты способны слышать звучание каждого инструмента в оркестре. Дегустаторы способны точно определять сорт вина, сроки его выдержки и год урожая винограда.

ВОПРОСЫ

1. Что такое сенсорная система?
2. Какие отделы выделяют в сенсорной системе?
3. Что собой представляет соматосенсорная система?
4. Какие рецепторы обеспечивают кожную чувствительность?
5. Какие функции выполняет мышечная чувствительность?
6. Что называют порогом ощущения?

ЗАДАНИЯ

7. Используя рисунок 66, расскажите о строении и функциях работы сенсорных систем.
8. С закрытыми глазами сверните лист бумаги трубочкой, а затем сложите пополам. Поясните, можно ли в данном случае говорить об участии в произведённых действиях рецепторов соматосенсорной чувствительности и почему.
9. Сравните температурные ощущения, которые возникают, когда вы прикасаетесь к куску фланелевой ткани или шерсти или к металлическому предмету при комнатной температуре. Попробуйте объяснить эти ощущения, продумав физические свойства предметов.
10. Объясните путь нервных импульсов от места их возникновения в рецепторах до эффекторных центров в головном мозге.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему осязание — сложное чувство?
12. Почему чувствительность, специфичность — основные свойства рецепторов?
13. Можно ли кожу образно назвать зеркалом внутренней среды организма?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Чувство боли мешает сосредоточиться, портит настроение, разбивает сон человека. Согласны ли вы с предложением о том, что было бы лучше, если бы человек никогда не испытывал боли?
15. Считается, что соматосенсорная информация, которую мы получаем от нашего тела, более разнообразна, чем та, которую мы получаем от глаз или ушей. Выскажите свою точку зрения на этот счёт.



§ 27. ЗРИТЕЛЬНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

ЭТО Я ЗНАЮ

Что такое сенсорная система.

Функциональное значение отделов сенсорной системы.



Как видят глаза человека?

? ИЗ КАКИХ СТРУКТУР СОСТОИТ ЗРИТЕЛЬНАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА?

Зрение — это физиологический процесс получения животными организмами информации о внешнем мире в результате улавливания электромагнитных излучений в диапазоне волн 390—760 нм, близком к диапазону видимого света.

Зрительная сенсорная система — это совокупность защитных, оптических, рецепторных и нервных структур, воспринимающих и анализирующих световые раздражители.

Зрительная сенсорная система состоит из периферических компонентов, проводниковой части и коркового отдела анализатора. Периферический отдел включает глаз, его рецепторный и вспомогательный аппараты.

? ИЗ КАКИХ СТРУКТУР СОСТОИТ ГЛАЗ?

Органом зрительной рецепции является глаз (рис. 68). Он состоит из **глазного яблока** и вспомогательного аппарата. Глазное яблоко расположено в углублении черепа — глазнице. От глазного яблока отходит *зрительный нерв*, входящий через отверстие в глазницу в полость мозгового отдела черепа. На вершине глазницы в области сухожильного кольца, которое окружает наружное отверстие в зрительном канале, прикрепляются и идут к поверхности глазного яблока *глазодвигательные мышцы*.

Глазное яблоко имеет три оболочки: *наружную, среднюю и внутреннюю*. Наружная оболочка, называемая также **фиброзной**, состоит из **склеры** и **роговицы**. Склера расположена сзади в виде непрозрачного, плотного образования белого или слегка голубоватого цвета.

Спереди склера переходит в прозрачную роговицу, имеющую сферическую форму. Благодаря такой форме в роговице происходит наиболее сильное преломление световых лучей.



Рис. 68. Расположение глаза в глазнице и строение глаза

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СРЕДНЕЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА?

Средняя, называемая также **сосудистой**, оболочка глазного яблока расположена сразу же под склерой. Средняя оболочка состоит из собственно сосудистой оболочки, ресничного тела и **радужной оболочки**. Собственно сосудистая оболочка занимает большую заднюю часть глаза. Она тонкая, имеет много сосудов, содержит пигментные клетки, придающие ей тёмно-коричневый цвет. Ресничное тело находится впереди от собственно сосудистой оболочки и имеет вид валика. Значительная часть ресничного тела состоит из ресничной мышцы.

Передний отдел сосудистой оболочки называют радужной оболочкой. Она имеет форму диска. Радужка состоит из двух слоёв. Передним слоем является *строма*, представленная кровеносными сосудами. На поверхности радужки можно видеть кружевной рисунок переплетения сосудов, образующих своеобразный рельеф, индивидуальный для каждого человека. Задний слой радужки представлен пигментными клетками, циркулярными и радиальными мышцами для сужения и расширения зрачка. Они обеспечивают дозированное поступление света в полость глаза.

От количества и глубины залегания в радужной оболочке **пигмента** зависит цвет глаз. При наличии большого количества пигмента он карий или чёрный. Если пигмента мало, цвет глаз голубой или зеленоватый.

Отверстие в центре радужной оболочки глаза называется **зрачком**. Его размеры составляют от 1,8 до 7,5 мм в диаметре и зависят от степени освещённости объекта и расстояния от зрительного объекта до глаза. Под действием *радиальных мышц* зрачок расширяется. Сужение зрачка происходит под действием *циркулярных мышц*. Иннервацию радиальных мышц осуществляет симпатический отдел вегетативной нервной системы. Циркулярные мышцы иннервируются парасимпатическим отделом.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ХРУСТАЛИКА?

Позади радужной оболочки располагается **хрусталик**, который представляет собой прозрачное двояковыпуклое тело диаметром до 9 мм. Хрусталик состоит из очень необычных клеток — *хрусталиковых волокон*, содержащих большое количество белка кристаллина. Хрусталик не содержит сосудов и нервных волокон. Его рост прекращается в возрасте трёх лет.

Хрусталик покрыт прозрачной капсулой, которая с помощью цилиарных связок прикреплена к ресничной мышце. У человека хрусталик имеет важное значение в **аккомодации** (от лат. *аккомодатио* — приспособление) (рис. 69).

Аккомодация — процесс приспособления глаза к одинаковому чёткому видению предметов, находящихся на разных расстояниях.

При рассматривании близкого предмета хрусталик становится более выпуклым, а удалённых предметов — более плоским. Изменение кривизны хрусталика происходит благодаря работе ресничной мышцы ресничного тела. Эта мышца при сокращении приближается к хрусталику, а при расслаблении удаляется и натягивает связки капсулы хрусталика, при этом хрусталик становится более плоским.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТЧАТКИ?

Изнутри к сосудистой оболочке прилегает самая внутренняя оболочка глаза — **сетчатка**. Она является рецептивной поверхностью зрительной сенсорной систе-

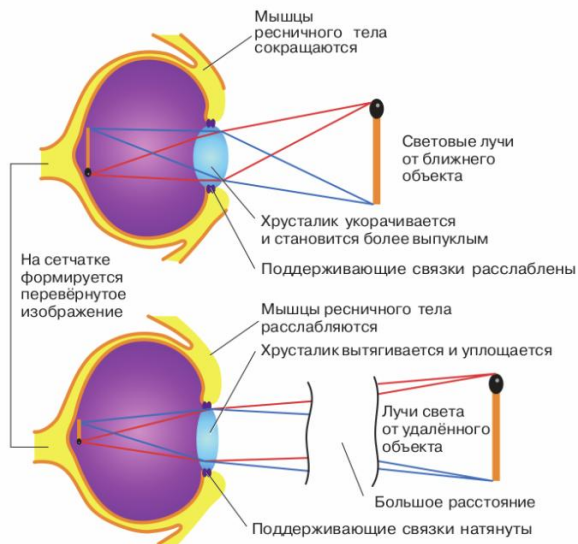


Рис. 69. Аккомодация глаза

мы. Всю основную часть полости глаза между сетчаткой сзади и хрусталиком спереди заполняет прозрачное студенистое содержимое — **стекловидное тело**. Пространство между роговицей и радужкой и между радужкой и хрусталиком называется **передней и задней камерой глаза** и заполнено **водянистой влагой**.

Сетчатка представляет собой многослойный светочувствительный слой и состоит из **фоторецепторных клеток (палочек и колбочек)** и нескольких типов нейронов. Каждый глаз человека содержит около 110—125 млн палочек и 6—7 млн колбочек.

Слой палочек и колбочек представлен наружными и внутренними сегментами фоторецепторных клеток. Сегменты клетки связаны между собой тонкой перемычкой (ресничкой). Палочки длиннее и тоньше, колбочки шире и короче. В наружных сегментах располагаются диски, имеющие мембранное строение и содержащие световоспринимающий зрительный пигмент. Внутренние сегменты более короткие, имеют форму эллипсоида и содержат большое количество оргanelл, в особенности митохондрий. Каждая палочка и колбочка соединены с несколькими передающими нейронами первого и второго порядка, находящимися во внутренней части сетчатки. От них отходят волокна, формирующие зрительный нерв.

Палочки ответственны за чёрно-белое зрение. Они содержат зрительный пигмент **родопсин**, обладают высокой чувствительностью и воспринимают информацию о форме и освещённости предметов. Колбочки ответственны за цветное зрение. Они содержат зрительный пигмент **йодопсин**, состоящий из нескольких хорошо изученных компонентов, таких как хлоролаб и эритролаб. За счёт этого

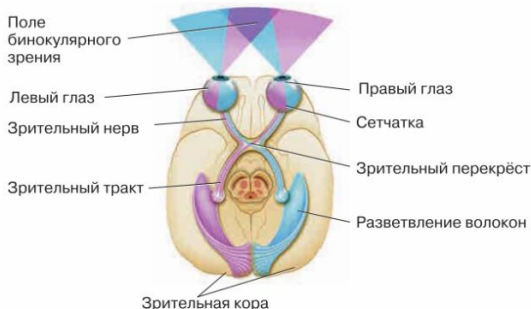


Рис. 70. Бинокулярное зрение

с правой стороны, а левый — с левой. Два этих изображения мы воспринимаем как одно.

Бинокулярное зрение возможно благодаря тому, что изображение возникает на идентичных участках сетчатки правого и левого глаза. Согласованная работа глаз даёт возможность видеть рельефное изображение предметов, глубину их расположения. Бинокулярное зрение лежит в основе **стереоскопического зрения**.

Стереоскопическое зрение — способность воспринимать предметы в объёмном изображении и оценивать их удалённость в пространстве.

? ЗА СЧЁТ ЧЕГО ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ОПТИМАЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ ЗРИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ?

Наилучшее восприятие зрительных объектов обеспечивается за счёт движения глаз. Они могут вращаться по вертикальной, горизонтальной и фронтальной осям за счёт четырёх прямых и двух косых мышц. Движение глаз происходит произвольно и непроизвольно под непосредственным влиянием *глазодвигательного, блокового и отводящего черепно-мозговых нервов*.

В норме движение обоих глаз осуществляется синхронно в одинаковом направлении. Однако при переводе взгляда с близких объектов на далёкие и наоборот оптические оси глаз могут расходиться или сходиться.

? ЧТО ОТНОСИТСЯ К ВСПОМОГАТЕЛЬНОМУ АППАРАТУ ЗРИТЕЛЬНОЙ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ?

К вспомогательному аппарату зрительных анализаторов относят брови, ресницы, веки и слёзные железы. Брови предохраняют глаза от пота, который может стекать со лба. Ресницы располагаются на свободных краях век и защищают глаза от попадания пыли. Верхние и нижние веки образуют подвижную защиту глаза. Они защищают роговицу и склеру от механических повреждений и принимают участие в регуляции потоков света, поступающих в сетчатку. Слёзные железы вырабатывают содержащую антибактериальные вещества слезную жидкость, которая увлажняет поверхность глаза и обеззараживает его. Во время моргания по роговице глаза распределяется тонкий слой слёз, который не даёт ей пересохнуть. Также с роговицы убираются мелкие частицы пыли и грязи, раздражающие глаз и мешающие зрению.

КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА

Зрительная сенсорная система. Глаз. Глазное яблоко. Оболочки глазного яблока: фиброзная, сосудистая, сетчатка. Роговица. Радужная оболочка. Зрачок. Фоторецепторы: колбочки, палочки. Хрусталик. Аккомодация. Стекловидное тело. Стереоскопическое зрение. Бинокулярное зрение. Цветовое зрение.

ВЫВОДЫ

- Зрительная сенсорная система состоит из периферических компонентов (рецепторы сетчатки), проводниковой части (зрительные нервы) и коркового отдела анализатора (кора полушарий большого мозга).
- Стенка глазного яблока образована тремя оболочками: склерой, сосудистой и сетчаткой. Оптическую систему глаза составляют: роговица, зрачок, хрусталик, передняя и задняя камеры, заполненные жидкостью, стекловидное тело.
- Важнейшими характеристиками зрительной сенсорной системы являются: бинокулярное стереоскопическое цветовое зрение, его острота, синхронное движение глаз, их приспособленность к видению при разной степени освещенности и на разном расстоянии.

ПРАКТИКУМ

ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ

Цель: изучить строение структур глаза.

Материалы и оборудование: разборная модель глаза, самонаблюдение, работа в паре.

Ход работы

1. Найдите на разборной модели оболочки глазного яблока, хрусталик, стекловидное тело и другие структурные части.
2. Определите функции глазных мышц. Для этого попросите товарища взглядом проследить за движением карандаша. Перемещайте карандаш на расстоянии 20 см от глаз вверх, вниз, вправо, влево, затем опишите карандашом окружность. Какие мышцы приводят в движение глазное яблоко?
3. Запишите в тетради выводы об особенностях строения органа зрения.
4. Какие преимущества имеет бинокулярное зрение перед монокулярным?

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

1. Сумеречное зрение обладает гораздо меньшей остротой, чем дневное. Это связано с тем, что с одним нервным волокном связано намного больше палочек, чем колбочек.
2. Скачкообразные движения глаз (саккады) возникают при рассматривании неподвижных предметов. Быстрые повороты глазного яблока (10—80 мс) чередуются с периодами неподвижной фиксации взгляда в одной точке (200—600 мс). Угол поворота глазного яблока в течение одной саккады колеблется от нескольких угловых минут до 10° , а при переводе взгляда с одного объекта на другой может достигать 90° . При больших углах смещения саккады сопровождаются поворотом головы; смещение глазного яблока обычно опережает движение головы.



ВОПРОСЫ

1. Какие структуры входят в состав зрительной сенсорной системы?
2. Какие оболочки входят в состав глазного яблока? Какие функции выполняет каждая из них?
3. Как возникает изображение на сетчатке?
4. Какие рецепторы более чувствительны к свету: палочки или колбочки?
5. Какова функция хрусталика?
6. Какие особенности строения глаза определяют его способность к аккомодации?

ЗАДАНИЯ

7. С помощью зеркала рассмотрите свой глаз и поясните: изменяется ли зрачок при различной освещённости помещения; чем защищён глаз от пыли, ветра и яркого света; какие части глаза видны при рассмотрении своего отражения в зеркале.
8. Дайте обоснование связи строения оболочек глаза с функциями, которые они выполняют.
9. Назовите части глаза, которые составляют оптическую систему, направляющую свет в зрительную сенсорную систему.
10. Опишите вспомогательный аппарат зрительного анализатора с указанием его функционального значения.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему у здорового человека глаза одинаково чётко видят предметы, находящиеся на разных расстояниях?
12. Почему у начинающего шофёра, который постоянно следит за показаниями приборов и дорожной обстановкой, быстро устают глаза?
13. Почему при ярком свете зрачок рефлекторно сужается, а при слабом — расширяется. Каков механизм этих процессов?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Как можно оценить остроту зрения у человека? Для чего важна острота зрения?
15. У человека бинокулярное зрение, однако глаза функционально несколько различаются, поэтому выделяют ведущий и ведомый глаз. Для людей какого рода деятельности важно определение ведущего глаза?

§ 28.

ПРИЧИНЫ, ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ НАРУШЕНИЙ ЗРЕНИЯ

ЭТО Я ЗНАЮ

Особенности строения глазного яблока.
Как происходит восприятие зрительных объектов.



Как предупредить ослабление и нарушение зрения?

? ЧТО ПРИВОДИТ К УХУДШЕНИЮ ЗРЕНИЯ?

В мире более 2,2 млрд человек живут с нарушениями зрения, происхождение многих из них связано со многими факторами риска, взаимодействующими между собой и увеличивающими вероятность развития заболеваний. К ним относятся наследственная предрасположенность к близорукости и дальнозоркости, перенапряжение глаз, несоблюдение гигиенических правил, различные инфекции и некоторые заболевания. Ухудшению зрения может способствовать долгая работа за компьютером и увлечение гаджетами, вредные привычки и несбалансированное питание.

Зрение может ухудшиться в результате сопутствующих заболеваний, к которым относятся сахарный диабет, сосудистые и эндокринные болезни, заболевания соединительной ткани и нервной системы.

? РИСК РАЗВИТИЯ КАКИХ ГЛАЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ УВЕЛИЧИВАЕТСЯ С ВОЗРАСТОМ?

По данным ВОЗ, у каждого человека пожилого возраста встречается хотя бы одна проблема со зрением. У людей старшего возраста хрусталик может уплотняться, становиться менее эластичным и постепенно утрачивать способность изменять свою форму. Эти изменения приводят к уменьшению преломляющей силы хрусталика и характеризуются как старческая дальнозоркость.

С возрастом у человека увеличивается риск развития **катаракты** — заболевания глаз, характеризующегося помутнением хрусталика. Во всём мире, по статистике ВОЗ, более 65 млн человек с катарактой, которая является основной причиной слепоты. Лечение катаракты предполагает хирургическое вмешательство, включающее удаление утратившего прозрачность хрусталика глаза и имплантацию искусственной линзы.

Во всём мире более 64 млн человек с **глаукомой** — заболеванием глаз, основным проявлением которого является повышение внутриглазного давления. На ранних стадиях глаукома протекает бессимптомно, однако позже зрительный нерв начинает атрофироваться, что приводит к слепоте. Поэтому людям с высоким риском возникновения этого заболевания необходимо регулярно проверять зрение, так как раннее выявление заболевания имеет важное значение для защиты зрительной функции.

? КАКОВЫ ПРИЧИНЫ ВРОЖДЁННОЙ ДАЛЬНОЗОРКОСТИ?

Дальнозоркость (рис. 71) может быть врождённым состоянием, связанным с особенностями строения глазного яблока. Естественная детская дальнозоркость отмечается у детей дошкольного возраста в связи с неравномерным ростом глазного яблока. До семи лет в среднем глаз относительно короче по переднезадней оси. Первыми признаками проявления приобретённой дальнозоркости являются падение остроты зрения вблизи, стремление отодвинуть читаемый текст от себя. В более выраженных и поздних стадиях наблюдается понижение остроты зрения вдаль, быстрая утомляемость глаз, покраснение и боли, связанные со зрительной работой. Обычно приобретённая дальнозоркость связана с возрастными изменениями и начинает развиваться после 40—45 лет.

? КАКОВЫ ПРИЧИНЫ БЛИЗОРУКОСТИ?

К наиболее частым нарушениям зрения относят **близорукость** (см. рис. 71), при которой глаз хорошо видит только близко расположенные предметы. Близорукость может быть врождённой и приобретённой.

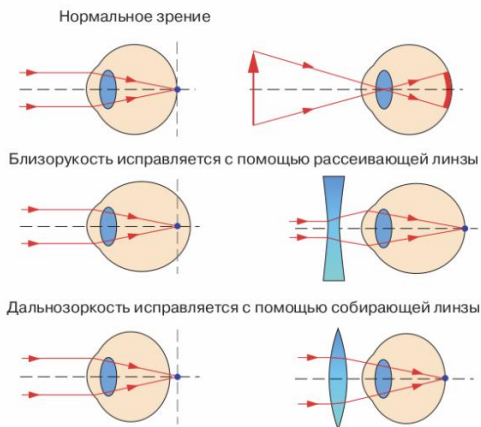


Рис. 71. Дальзорукость, близорукость и их коррекция

Ей способствует также неправильная посадка, чтение мелкого или плохо напечатанного шрифта. Для коррекции близорукости назначают очки с рассеивающими двояковогнутыми линзами или контактные линзы. Подбирать очки должен только врач-окулист.

Для тренировки зрения рекомендуется каждый час в течение 3—5 мин выполнять следующие упражнения: попеременно по несколько секунд смотреть то вдаль, то на близко расположенный предмет, попеременно крепко зажмуривать и широко открывать глаза, рисовать взглядом восьмёрки, не поворачивая голову.

? ЧТО ТАКОЕ ЛАЗЕРНАЯ КОРРЕКЦИЯ ЗРЕНИЯ?

Одной из распространённых причин плохого зрения является анатомическая неспособность глаза сфокусировать изображение точно на сетчатке глаза. Изменить форму роговицы для того, чтобы глаз снова обрёл способность к фокусировке и попадающее на сетчатку изображение было чётким, позволяет лазерная коррекция зрения. Эта высокотехнологичная процедура состоит в том, что направленный на роговицу лазерный луч испаряет слои клеток и форма роговицы изменяется. Лазерная коррекция эффективна при близорукости, дальзорукости и смешанном астигматизме.

? КАК ПРОЯВЛЯЮТСЯ НАРУШЕНИЯ ЦВЕТОВОГО ЗРЕНИЯ?

Нарушение цветового восприятия возникает из-за отсутствия зрительных пигментов в каком-либо типе колбочек. Различают формы, при которых отсутствует восприятие отдельно красного, зелёного или синего цвета.

Полная цветовая слепота встречается очень редко. Такие люди видят всё как на чёрно-белой фотографии. Они не могут управлять транспортными средствами и имеют профессиональные ограничения. Нарушением цветового восприятия страдают преимущественно мужчины.

Врождённая близорукость обычно связана с наследственностью, с аномальным строением глаза. Для близоруких людей характерно прищуривание глаз при рассматривании предметов, чрезмерное приближение предмета к глазам, чтобы сделать его изображение на сетчатке более чётким, что является значительной нагрузкой на мышечный аппарат глаза. Нередко мышцы не справляются с такой напряжённой работой и может возникнуть косоглазие.

Близорукость обычно прогрессирует под влиянием длительной напряжённой работы при недостаточном освещении рабочего места.

? ЧТО ПРИВОДИТ К ИНФЕКЦИОННЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ ГЛАЗ?

К ухудшению зрения нередко приводят инфекционные заболевания глаз. Попавшие на слизистую оболочку глаза болезнетворные микроорганизмы могут вызвать **конъюнктивит**.

Конъюнктивит — воспаление слизистой оболочки глаза или век, вызванное вирусной или бактериальной инфекцией или аллергической реакцией.

Часто конъюнктивит является следствием попадания инфекции с грязных рук, использования несвежих полотенец. Конъюнктивит проявляется покраснением и режью в глазу, слизистыми или слизисто-гнойными выделениями, слезотечением, светобоязнью. Для предотвращения аллергического конъюнктивита нужно исключить контакт с аллергенами.

? КАКУЮ ПЕРВУЮ ПОМОЩЬ НЕОБХОДИМО ОКАЗЫВАТЬ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ ГЛАЗ?

Игры с острыми и колющими предметами, воспламеняющимися и взрывчатыми веществами служат частыми причинами глазных травм у детей. Попавшая



ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

- **Снижение остроты зрения может негативно отразиться на качестве жизни. Для сохранения хорошего зрения необходимо соблюдать простые правила (рис. 72) и выполнять гимнастику для глаз.**



Рис. 72. Гимнастика для глаз



в глаза пыль может вызвать раздражение. Вследствие этого начинается реж в глазах и интенсивное выделение слёз. Вытирать глаза следует только чистым носовым платком или полотенцем.

При попадании соринки в глаз его нужно промыть. Для этого промойте глаз прохладной кипячёной водой в направлении от внутреннего угла глаза к наружному. В более серьёзных случаях при попадании инородных тел в глаз обязательно нужно обратиться к врачу. При травмах глаза или век на глаз следует наложить стерильную повязку и отправить пострадавшего в больницу.

При попадании в глаза щёлочи, кислоты, ядовитых веществ необходимо немедленно начать промывать их чистой проточной водой в течение 5—10 мин, а затем срочно обратиться к врачу.

Соблюдение элементарных правил техники безопасности позволяет предотвратить возможные травмы глаз. Нельзя работать с газонокосилкой, при электросварке, на токарных и других станках без специальных очков. Защитные очки оберегают глаза от механических травм, если люди участвуют в активных спортивных играх и соревнованиях, проводимых в лесу, при езде на мотоцикле.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Дальнозоркость. Близорукость. Катаракта. Глаукома. Конъюнктивит. Гигиена зрения.

ВЫВОДЫ

- Нарушения зрения связаны со многими факторами: наследственная предрасположенность к близорукости и дальнозоркости, перенапряжение глаз, несоблюдение гигиенических правил, различные инфекции и некоторые заболевания.
- Для ясного видения предметов лучи света должны фокусироваться на сетчатке. Если преломлённые лучи фокусируются за сетчаткой, то развивается дальнозоркость. При близорукости световые лучи, проходящие через оптическую систему глаза, фокусируются перед сетчаткой.
- Для сохранения хорошего зрения необходимо соблюдать простые гигиенические правила. При повреждениях глаз необходимо оказать первую медицинскую помощь и затем обратиться к врачу.

ВОПРОСЫ

1. Какие факторы приводят к нарушениям зрения?
2. Какие простые правила чтения необходимо соблюдать для сохранения хорошего зрения?
3. Чем вызваны заболевания глаукомой и катарактой и каковы меры профилактики?
4. Чем отличается зрение при близорукости и дальнозоркости?
5. Каковы могут быть причины дальнозоркости и близорукости?
6. Как можно тренировать зрение для профилактики его нарушений?

ЗАДАНИЯ

7. Изучите рисунок 71. Где возникает изображение в глазном яблоке при дальнозоркости и близорукости? Поясните, какие корректирующие линзы используются для исправлений этих нарушений зрения и почему?
8. Сформулируйте правила техники безопасности, позволяющие предотвратить возможные травмы глаз.



9. Большой плохо видит на дальнем расстоянии и хорошо — на близком. Определите, с нарушением каких структур глазного яблока может быть связано такое состояние зрения?
10. Опишите ваши действия при попадании в глаза щёлочи, кислоты, ядовитых веществ.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Можно ли носить чужие очки? Аргументируйте свой ответ.
12. Из-за чего может возникнуть конъюнктивит глаза?
13. Почему люди с нарушением цветового зрения не могут управлять транспортными средствами?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Дальтонизм — нарушение цветового зрения у человека. Можно ли вылечить это заболевание?
15. Почему даже если вас ничего не беспокоит, необходимо посещать офтальмолога и проводить регулярные комплексные диагностики зрения?

§ 29.**СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ СЛУХА И РАВНОВЕСИЯ****ЭТО Я ЗНАЮ**

Значение зрения для человека.
Как формируются зрительные ощущения.



В чём принципиальная разница понятий «орган слуха» и «слуховая сенсорная система»?

**КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СЛУХОВОЙ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ?**

Слуховая сенсорная система воспринимает звуковые сигналы, которые представляют собой колебания воздуха различной частоты и силы. Они возбуждают слуховые рецепторы, находящиеся в улитке внутреннего уха. Рецепторы активируют первые слуховые нейроны. После этого сенсорная информация передаётся в слуховую область коры головного мозга через ряд последовательных отделов.

! Слух — способность организма человека воспринимать звуковые раздражения.

Слуховая сенсорная система состоит из трёх отделов: *периферического, проводникового и центрального*. Периферический отдел представлен **наружным, средним и внутренним ухом** (рис. 73). Среднее и внутреннее ухо расположены в пирамиде височной кости, наружное — вне её.

! Ухо — орган слуха, обеспечивающий человеку звуковое и речевое общение.

**КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НАРУЖНОГО УХА?**

К **наружному уху** относят ушную раковину и наружный слуховой проход. Ушная раковина улавливает звуки. Они отражаются в её складках и направляются в наружный слуховой проход. У человека ушные мышцы развиты слабо и ушная

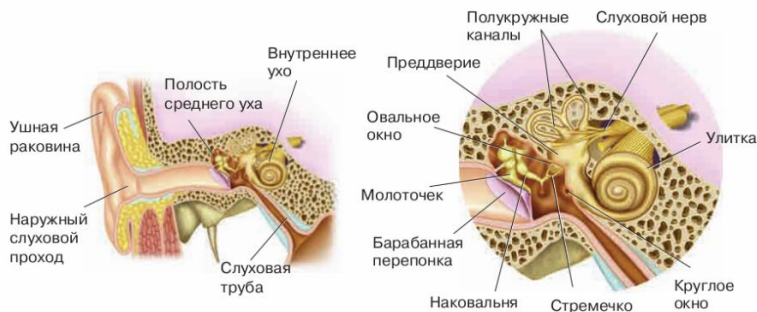


Рис. 73. Строение органа слуха

раковина практически неподвижна. Она образована из эластического хряща, покрытого кожей.

Наружный слуховой проход представляет собой узкую изогнутую трубку. Снаружи она хрящевая, а в глубине костная. Длина слухового прохода у взрослого человека составляет около 35 мм, диаметр просвета — 6—9 мм. Кожа наружного слухового прохода покрыта редкими тонкими волосками.

В просвет наружного слухового прохода открываются протоки желёз, вырабатывающих вязкий секрет — ушную серу. Она обладает бактерицидными свойствами и вместе с волосками выполняет защитную функцию, предохраняя слуховой проход от проникновения в него пыли, посторонних предметов и микроорганизмов.

В глубине наружного слухового прохода находится тонкая упругая **барабанная перепонка**. Её толщина 0,1 мм. По форме барабанная перепонка напоминает вдавленную внутрь воронку. Под действием звуковых волн барабанная перепонка колеблется. Эти колебательные движения передаются на **слуховые косточки** среднего уха. Внутренняя поверхность барабанной перепонки сращена с рукояткой молоточка.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СРЕДНЕГО УХА?

Среднее ухо состоит из барабанной полости и **слуховой трубы**. Барабанная полость представляет собой щель, которая находится между наружным слуховым проходом и внутренним ухом. В барабанной полости расположены покрытые слизистой оболочкой слуховые косточки: **молоточек**, **наковальня** и **стремечко**. Слуховые косточки соединены друг с другом подвижными суставами. Колебания барабанной перепонки через молоточек передаются наковальню, а от неё — стремечку, которое через мембрану овального окна колеблет жидкость в полостях внутреннего уха. Система слуховых косточек работает как рычаги и во много раз усиливает давление звуковой волны. Такое увеличение давления необходимо для передачи колебаний, так как инерция жидкости по другую сторону овального окна больше, чем инерция звука, действующего на барабанную перепонку. Это особенно важно для передачи во внутреннее ухо слабых звуковых сигналов.

Барабанная полость среднего уха соединена с внешней средой в области носоглотки с помощью **слуховой трубы**, которую также называют **евстахиевой трубой**. В покое просвет слуховой трубы практически закрыт. Во время глотательных движений за счёт сокращения мышц слуховая труба открывается и воздух поступает



Рис. 75. Схема передачи звукового сигнала

? КАК ВОСПРИНИМАЕТСЯ ЗВУК?

Звуковые колебания улавливаются ушной раковиной, поступают в наружный слуховой проход, достигают барабанной перепонки и заставляют её вибрировать. Затем звуковые колебания через слуховые косточки передаются на мембрану овального окна преддверия.

Колебания мембраны овального окна через движение жидкости в каналах улитки раздражают чувствительные волосковые клетки, и они преобразуют механическую энергию звуковых колебаний в электрическую энергию нервного импульса.

Возникший в волосковых клетках нервный импульс передаётся по слуховому нерву к ядрам в продолговатом мозге, далее — к ядрам нижних холмиков четверохолмия и таламуса. Через них нервный импульс доходит до слуховой зоны коры в височной доле полушарий большого мозга (рис. 75).

? КАКОЕ СТРОЕНИЕ ИМЕЕТ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА РАВНОВЕСИЯ?

Сенсорная система равновесия обеспечивает восприятие информации о положении тела в пространстве и сохранении равновесия. Любое изменение положения или движения тела в пространстве вызывает раздражение рецепторов сенсорной системы равновесия. В ответ возникают рефлекс, обеспечивающие сокращение необходимых скелетных мышц и направленные на сохранение равновесия.

Сенсорная система равновесия представлена *органом равновесия*, *преддверно-улитковым нервом* и в основном *височными областями коры полушарий большого мозга*. Орган равновесия, или **вестибулярный аппарат**, расположен во внутреннем ухе и состоит из **трёх полукружных каналов** и **преддверия**, в котором находятся два мешочка (рис. 76).

Орган равновесия — часть сложного механизма, позволяющего поддерживать равновесие тела, ориентироваться в пространстве, координировать движения.

Полукружные каналы расположены в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях. На одном из концов каждого канала имеется расширение. Внутри него находятся *волосковые чувствительные клетки*. Волоски этих клеток склеены в напоминающую кисточку структуру — купулу. Она погружена в эндолимфу канала.

При вращательных движениях жидкое содержимое полукружного канала по инерции отстаёт от движения костной части и давит на поверхность купулы. Это

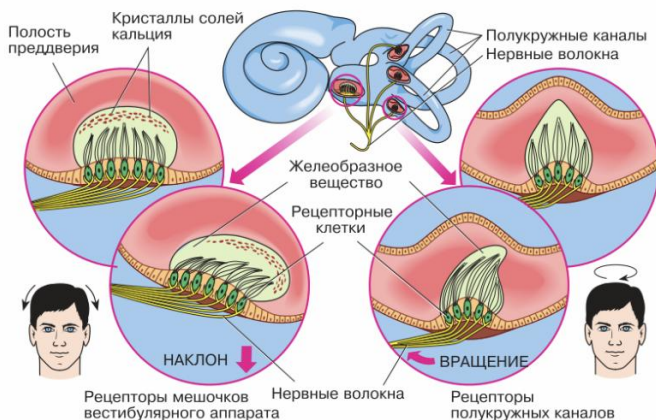


Рис. 76. Строение органа равновесия

приводит к возбуждению рецепторов. Возникает нервный импульс, который по волокнам преддверно-улиткового нерва направляется в центральную нервную систему.

Преддверие представлено *круглым и овальным мешочками*. Внутри каждого из них размещены *рецепторные клетки*. Их волоски лежат в студенистой массе — *отолитовой мембране*. Она содержит многочисленные кристаллы углекислого кальция.

Рецепторные клетки органа равновесия возбуждаются при изменении силы тяжести. При наклоне головы, увеличении или снижении скорости прямолинейного движения отолитовая мембрана свободно перемещается. При этом волоски рецепторных клеток деформируются. В зависимости от направления, в котором смещаются волоски, и степени их деформации изменяется частота возникновения нервных импульсов в волокнах преддверно-улиткового нерва.

За регуляцию положения тела в пространстве отвечают многие структуры центральной нервной системы: спинной мозг, продолговатый мозг, мозжечок, таламус, височная доля коры полушарий большого мозга.

КАКОВО ЗНАЧЕНИЕ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ РАВНОВЕСИЯ?

Ощущение положения тела в пространстве особенно необходимо лётчикам, космонавтам и аквалангистам. При повреждении органа равновесия появляется головокружение, человек не может уверенно стоять и ходить.

Длительное раздражение органа равновесия сопровождается появлением симптомов морской болезни — учащением или замедлением сердцебиения, рвотой, усиленным потоотделением.

Головокружение, укачивание, боязнь высоты свидетельствуют о том, что сенсорная система равновесия работает с нарушениями. Малоподвижный образ жизни ослабляет орган равновесия так, что даже малейшее движение может приводить к неприятным симптомам.


**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Слуховая сенсорная система. Ухо: наружное, среднее, внутреннее. Барабанная перепонка. Евстахиева труба. Улитка слухового аппарата. Кортиева орган. Сенсорная система равновесия. Орган равновесия (вестибулярный аппарат). Полукружные каналы. Преддверие.

ВЫВОДЫ

- Слуховая сенсорная система состоит из трёх отделов: периферического, проводникового и центрального.
- Орган слуха состоит из отделов наружного, среднего и внутреннего уха.
- Сенсорная система равновесия представлена органом равновесия, состоящим из трёх полукружных каналов и преддверия (в котором находятся два мешочка), преддверно-улитковыми нервами и височными областями коры полушарий большого мозга.

ПРАКТИКУМ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО И СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРОВ

Цель: наблюдать взаимодействие зрительного и слухового анализаторов.

Материалы и оборудование: печатный текст, часы, работа проводится методом самонаблюдения.

Ход работы

1. Поставьте перед собой громко тикающие часы и начните читать печатный текст интересной книги. В первые минуты вы будете чётко слышать звуки.
2. Как только вы углубитесь в чтение, звуки перестанут восприниматься. Новый очаг возбуждения, возникший в результате чтения, вызвал торможение в центрах слухового анализатора, воспринимающих тиканье часов.
3. Продолжайте опыт и убедитесь в том, что через какое-то время вы опять начнёте слышать ход часов. При этом вы отвлечётесь от чтения.
4. Объясните, почему это произошло.
5. Запишите выводы в тетради.
6. Какое значение для организма имеет взаимодействие анализаторов?
7. Подумайте, какой эксперимент можно поставить, чтобы выяснить, взаимодействуют ли вкусовой и обонятельный анализаторы, например, при приёме пищи. Составьте схему такого эксперимента.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Сила звука — громкость, в основном зависит от величины размаха колебаний звуковых волн, которые воспринимаются барабанной перепонкой. Звук будет восприниматься тем сильнее, чем больше величина колебаний звуковых волн и барабанной перепонки. Высота звука определяется его частотой, или числом звуковых волн за 1 с. Частота измеряется в герцах (Гц). 1 Гц соответствует одному полному колебанию в секунду. Чем больше частота звука, тем звук выше, и наоборот. Большая частота колебаний в единицу времени будет восприниматься органом слуха в виде более высоких тонов: тонкие, высокие звуки. Меньшая частота колебаний звуковых волн воспринимается органом в виде низких тонов: басистые, грубые звуки. Человеческое ухо воспринимает звуки в значительных пределах: от 16 до 20 000 колебаний звуковых волн в 1 с.

**ВОПРОСЫ**

1. Из каких отделов состоит слуховая сенсорная система?
2. Какие структуры относятся к наружному уху?
3. Какое строение и значение имеет среднее ухо?
4. Чем представлено внутреннее ухо? Какова его роль?
5. Какое строение имеет вестибулярный аппарат?
6. Каков принцип работы сенсорной системы равновесия?

ЗАДАНИЯ

7. Предложите правила гигиены, способствующие сохранению нормального слуха.
8. Потеряв слух, немецкий композитор Людвиг ван Бетховен нашёл оригинальный способ слушать музыку. Он брал в зубы палочку и плотно прижимал её к деке рояля. Объясните, как композитор слушал музыку.
9. У некоторых туристов во время морских прогулок возникает морская болезнь: укачивание, тошнота, потеря координации движения. Дайте объяснение этому явлению.
10. Находясь в движущемся транспорте, закройте глаза. Обратите внимание, можете ли вы определить, влево или вправо совершает поворот транспортное средство. Поясните ответ.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему ангина может стать причиной отита?
12. Почему, находясь под водой, трудно точно определить источник звука, например шум лодочного мотора?
13. Почему при взлёте или посадке самолёта пассажирам предлагают леденцы?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Среди шумов, которые нас окружают, встречаются приятные: шум дождя, шум морской волны и менее приятные: громкая музыка, сигнализация автомобиля, взлёт самолёта. Чем это можно объяснить?
15. Можно ли тренировать выносливость вестибулярного аппарата?

§ 30.**СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ВКУСА И ОБОНЯНИЯ****ЭТО Я ЗНАЮ**

Основные органы чувств человека.
Чем образованы сенсорные системы.



Как взаимосвязаны вкус и обоняние?

**КАКОВО ЗНАЧЕНИЕ ВОСПРИЯТИЯ ВКУСА И ЗАПАХОВ?**

Восприятие организмом сигналов в виде различных химических веществ называется *хемотрецепцией*. Специализированные клетки или их отростки, благодаря



которым организм воспринимает важные для его жизнедеятельности химические сигналы, называют *хемотрецепторами*.

Функционирование хемотрецепторов основано на деятельности мембранных рецепторных белков. При связывании с определёнными химическими веществами эти белки запускают цепь внутриклеточных реакций, приводящую к возникновению рецепторного потенциала. Он распространяется по мембране рецепторной клетки и приводит к возникновению потенциала действия, направляющегося по аксону в головной мозг.

С действием химических веществ на специфические чувствительные клетки органов вкуса и обоняния связаны ощущения вкуса и запаха. Восприятие вкуса и различных запахов играет важную роль в жизни человека. Вкус и запахи дают ценную информацию о качестве пищи, об окружающей среде, влияют на эмоциональное состояние человека и его поведение.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВКУСОВОЙ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ?

Вкусом называют ощущение, возникающее при действии какого-либо вещества на вкусовые рецепторы языка и слизистой оболочки рта, задней части глотки, мягкого нёба.

Вкус относится к контактным видам чувствительности. В основе вкусовой чувствительности лежит химическая чувствительность к растворённым веществам.

Вкусовая сенсорная система осуществляет восприятие и анализ действующих на органы вкуса химических раздражителей (рис. 77). Периферический отдел вкусовой сенсорной системы представлен *вкусовыми рецепторами* — клетками, раздражение которых вызывает вкусовые ощущения. Вкусовые рецепторы воспринимают четыре основных вкусовых ощущения: горькое, сладкое, солёное, кислое или их комбинации. Для воздействия на вкусовые рецепторы эти вещества должны быть растворены в жидкости. Растворителем в полости рта является слюна.

Вкусовые рецепторы объединены во **вкусовые почки**. Одна вкусовая почка состоит из 10—30 рецепторных клеток с микроворсинками. Вкусовые почки расположены в слизистой оболочке языка, мягкого нёба, зева, глотки, надгортанника. Вкусовых почек особенно много в области кончика и боковых поверхностей языка. Вкусовые почки не достигают поверхности слизистой оболочки и связаны с ней через небольшие каналы — *вкусовые поры*.

Возникшее во вкусовых рецепторах нервное возбуждение передаётся на нервные окончания чувствительных нейронов лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов. По центральным отросткам этих нейронов вкусовые нервные импульсы поступают в чувствительные ядра ствола мозга.

Центральным отделом вкусового анализатора является кора на нижней поверхности полушарий большого мозга, в нижней части постцентральной извилины и некоторых других небольших участках коры. Вкусовые ощущения воспринимаются человеком в совокупности с ощущениями тепла, холода, давления и запаха веществ, попадающих в его ротовую полость.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ВКУСОВЫХ РАЗДРАЖЕНИЙ?

Вкусовые почки сосредоточены в грибовидных, желобовидных и листовидных вкусовых сосочках языка, ротовой полости, глотки и пищевода. Примерно 25—30% вкусовых сосочков чувствительны к одному из четырёх вкусовых стимулов: горькому, сладкому, кислому, солёному. Остальные вкусовые сосочки чувствительны к двум, трём или четырём вкусам.



вкусовых сосочков языка. Уровень мобилизации вкусовых рецепторов зависит в основном от состояния голода или насыщения.

До еды количество функционирующих вкусовых сосочков больше, чем после приёма пищи. Это явление обусловлено тем, что пища, попадая в желудок и раздражая его рецепторы, уменьшает число функционирующих вкусовых рецепторов по механизму *гастролингвального рефлекса*.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБОНЯТЕЛЬНОЙ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ?

Обонятельная сенсорная система служит для ориентации, сигнализирует о наличии биологически значимых сигналов в окружающей среде. В основе обоняния лежит взаимодействие молекул пахучих веществ с обонятельными клетками. Молекулы пахучих веществ, отделяясь от своей основной массы и передвигаясь с потоками воздуха, могут действовать на расстоянии.

I Обоняние — процесс восприятия пахучих веществ.

Обоняние имеет большое значение в обеспечении безопасности, так как люди с нарушением обоняния чаще подвергаются риску отравления, могут не почувствовать запах гари при пожаре. Человек ощущает запах веществ даже при незначительном его содержании в воздухе. Рецепторы, воспринимающие различные запахи, находятся в слизистой оболочке верхних отделов носовой полости, занимающая участок верхней носовой раковины и прилежащий участок перегородки (рис. 78).

Специализированной эпителиальной тканью, расположенной в носовой полости и отвечающей за восприятие запахов, является *обонятельный эпителий*. У человека площадь обонятельного эпителия составляет около 10 см^2 , а общее число *обонятельных рецепторов* достигает 10 млн. Обонятельный эпителий содержит опорные клетки, рецепторные клетки и базальные клетки. Срок жизни обонятельных рецепторных клеток составляет примерно 60 дней. Новые рецепторные клетки образуются в результате деления и роста базальных клеток.

На свободной стороне каждой обонятельной рецепторной клетки имеется пучок из 10—12 подвижных обонятельных волосков. Они увеличивают обонятельную поверхность в 100—200 раз. Каждая обонятельная клетка способна ответить возбуждением на характерный для неё спектр пахучих веществ.

При вдохе содержащиеся в воздухе молекулы пахучих веществ попадают в полость носа, растворяются в слизи, раздражают реснички чувствительных обонятельных клеток. Для возбуждения одной обонятельной клетки достаточно от одной до восьми молекул пахучего вещества. Для многих веществ определена минимальная величина концентрации, способная вызвать реакцию органа обоняния.

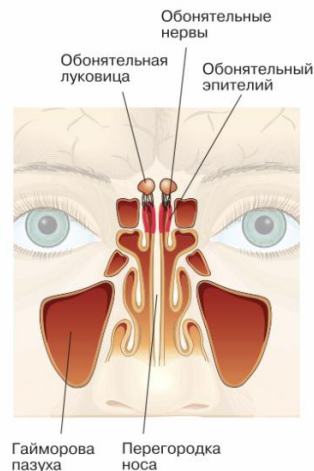


Рис. 78. Строение органа обоняния



При насморке набухание слизистых оболочек носовой полости и повреждение эпителии препятствуют проникновению пахучих молекул к рецепторным клеткам. Поэтому порог раздражения резко повышается и обоняние временно исчезает.

Центральные отростки обонятельных клеток выходят из слизистой оболочки и образуют обонятельный нерв, идущий к мозгу через решётчатую пластинку черепа в верхней части полости носа. Центральным отделом обонятельной сенсорной системы является *кора обонятельного бугорка* и *гиппокампа*. Обонятельные импульсы поступают также и в *подкорковые ядра*, поэтому обонятельные ощущения имеют эмоциональную окраску. Обоняние доминирует над вкусом: когда нос заложен и не воспринимает запахи, пища кажется безвкусной.

? НА КАКИЕ ГРУППЫ ДЕЛЯТ ЗАПАХИ?

Человек способен различать 10 тыс. запахов. Изучение работы обоняния затруднено тем, что до сих пор не существует общепризнанной классификации запахов. Во многом это связано с субъективностью восприятия огромного количества обонятельных раздражителей. Наиболее распространена классификация, выделяющая семь основных запахов — цветочный, мускусный, мятный, камфорный, эфирный, острый, гнилостный. Смешивание этих запахов в определённых пропорциях позволяет получить любой другой аромат.

По интенсивности запахи делят на слабые, умеренные, выраженные, сильные и очень сильные. По раздражающему действию запахи могут быть нераздражающими, слабоздражающими, невыносимыми.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Хеморецепторы. Вкус. Вкусовая сенсорная система. Обоняние. Обонятельная сенсорная система.

ВЫВОДЫ

- Вкусовая сенсорная система состоит из периферического отдела, представленного вкусовыми хеморецепторами вкусовых почек, расположенных в слизистой оболочке языка; проводникового — лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов; центрального — внутренней поверхности височной доли коры большого мозга.
- Обонятельная сенсорная система состоит из периферического отдела, представленного обонятельными хеморецепторами в эпителии носовой полости; проводникового — обонятельных нервов; центрального — коры обонятельного бугорка внутренней поверхности височной доли большого мозга и гиппокампа.

ПРАКТИКУМ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ЯЗЫКА К РАЗЛИЧНЫМ ВКУСОВЫМ РАЗДРАЖЕНИЯМ

Цель: провести изучение и определение чувствительности отдельных участков языка к различным вкусовым раздражениям.

Материалы и оборудование: приготовленные водные растворы хинина (1%), сахара, поваренной соли, лимонной кислоты (1–3%), стакан с дистиллированной водой, стеклянная палочка; работа проводится в паре.

Ход работы

1. Работа выполняется парами: экспериментатор и испытуемый. Экспериментатор по очереди наносит на разные участки языка (кончик, края, среднюю часть спинки, корень) стеклянной палочкой капельки раствора хинина, сахара,



поваренной соли, лимонной кислоты. Испытуемый не должен знать заранее, какой раствор наносится ему на тот или иной участок языка.

- Испытуемый старается определить вкус раствора. После каждого нанесения того или иного раствора испытуемый должен прополоскать рот дистиллированной водой.
- На основании ответов испытуемого составляется рисунок-схема вкусовой рецепции языка с использованием специальных значков. Крестик — сладкий вкус, ромбик — горький, кружочек — кислый, квадратик — солёный.
- Что можно сказать о чувствительности средней части спинки языка по отношению ко всем вкусовым раздражителям?
- Сделайте выводы по результатам исследования.

ПРАКТИКУМ

АНАЛИЗ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОБОНЯНИЯ

Цель: провести анализ индивидуальных особенностей обоняния.

Материалы и оборудование: флаконы с известными пахучими веществами (мятное, пихтовое, цитрусовое и другие эфирные масла); работа проводится в паре.

Ход работы

- Работа выполняется парами: экспериментатор и испытуемый. Испытуемый закрывает глаза. Экспериментатор подносит флаконы с известными пахучими веществами (мятное, пихтовое, цитрусовое и другие эфирные масла) к носу испытуемого. Подносить необходимо резко и не близко к носу.
- Испытуемый старается определить запах предлагаемого ему вещества. После каждого вещества необходимо делать перерыв в 1—2 минуты.
- Сделайте выводы по результатам исследования.
- От чего зависит острота обоняния у человека?

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Известно, что запахи могут навевать приятные воспоминания, и на это есть причина. Обоняние напрямую связано с лимбической системой мозга, которая отвечает за отнесение эмоций к определённым событиям. На самом деле обоняние имеет прямую связь с гиппокампом мозга, связанным с формированием воспоминаний, и миндалиной мозга, которая обрабатывает эмоции и память. Так как память обостряется при наличии сильных эмоций, запахи часто тесно связаны с определёнными событиями, которые вызывают эти эмоции.

ВОПРОСЫ

- Что является раздражителем для хеморецепторов?
- Где располагаются центральная и периферическая части вкусовой и обонятельной сенсорных систем?
- Где в организме человека происходит определение запаха и вкуса и формируется адекватная на них реакция организма?



4. Каким образом вкус и запах пищи дополняют друг друга, давая целостное представление о виде и качестве пищи?
5. От чего зависят вкусовые ощущения человека?
6. Какие отделы выделяют в обонятельной сенсорной системе?

ЗАДАНИЯ

7. У человека повреждён эпителий, выстилающий носовую полость. Определите, какая часть обонятельной сенсорной системы разрушена.
8. Объясните, какие вкусовые ощущения будут нарушены у человека, если поражены вкусовые почки на корне и кончике языка.
9. Назовите периферический, проводниковый и центральный отделы вкусовой сенсорной системы.
10. Поясните, как, соблюдая правила техники безопасности, нужно определять запах незнакомых веществ.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему положенный на сухой язык кусочек сахара не вызывает вкусовых ощущений?
12. Почему при сильном насморке у человека снижается аппетит?
13. Почему повреждение или разрушение волокон обонятельного нерва является причиной anosмии — потери обоняния?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. В чём проявляется защитная функция вкуса и обоняния у человека?
15. Каковы могут быть причины нарушения вкуса и обоняния у человека?

КЕЙС

Глава 5. Сенсорные системы

1 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

У больного при травме затылочной части головы отмечаются зрительные расстройства. Структура глазных яблок при этом не нарушена.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите, какая сенсорная система и какой её отдел подверглись повреждению.
2. Какие виды исследований вы бы назначили пострадавшему для визуализации головного мозга и его детального осмотра? Поясните свой ответ.

2 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Известно, что витамин А необходим для образования зрительного пигмента, входящего в состав рецепторов сетчатки глаза. Недостаток витамина А в организме приводит к развитию заболевания «куриная слепота».



ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите, на синтез какого пигмента и работу каких рецепторов влияет витамин А, если известно, что от их работы зависит сумеречное зрение человека.
2. Как вы думаете, почему развивающееся в этом случае заболевание получило название «куриная слепота»?
3. К каким серьёзным последствиям может привести это нарушение?

3 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Орган равновесия позволяет поддерживать равновесие тела, ориентироваться в пространстве, координировать движения.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Почему после вращения человек продолжает воспринимать движение предметов по кругу?
2. Почему космонавты испытывают головокружение и дезориентацию до тех пор, пока их тело не привыкнет к условиям космоса?

4 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Замечено, что чувствительность обонятельных рецепторов зависит от многих причин. Например, во влажном воздухе обоняние становится острее. У людей, курящих табак, обоняние снижается.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Опишите схему опыта, подтверждающего (или опровергающего) гипотезу, что чувствительность обонятельных рецепторов изменяется в зависимости от определённой причины.
2. Какие условия проведения эксперимента должны соблюдаться, чтобы результаты были достоверны?

5 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

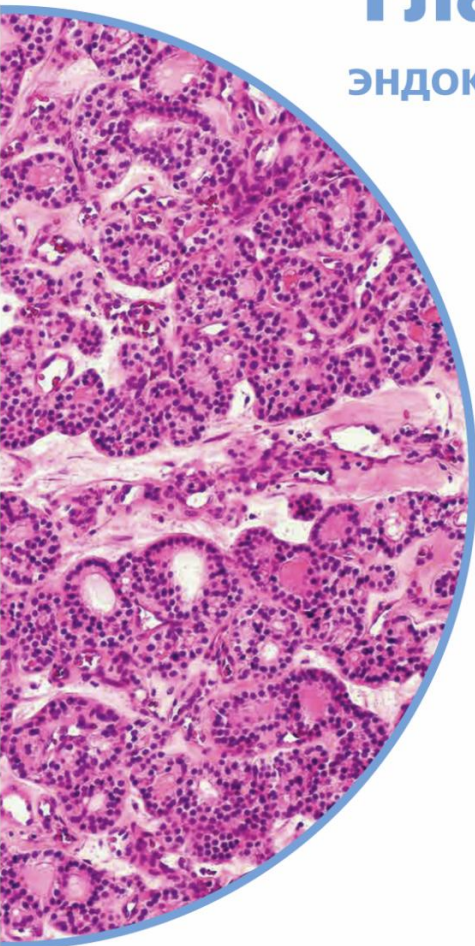
Лекарственный препарат снижает чувствительность рецепторов полукружных каналов, устраняет головокружение, укачивание и другие нежелательные симптомы.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. На какую сенсорную систему воздействует этот препарат?
2. В каких случаях его рекомендуют принимать? Приведите два конкретных примера.
3. Почему человека укачивает в движущемся транспорте и как это связано со зрением?
4. У большинства людей синдром укачивания проходит с возрастом. Поясните почему.

Глава 6

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА



ВЫ УЗНАЕТЕ

- об органах эндокринной системы, их строении и функциях;
- о свойствах, признаках, работе гормонов;
- о железах внутренней и смешанной секреции;
- о нарушениях секреции гормонов и предупреждении эндокринных заболеваний.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

- классифицировать железы в организме человека;
- характеризовать функции гормонов;
- выявлять причины нарушений в работе эндокринной системы;
- описывать эндокринные заболевания и обосновывать принципы профилактики эндокринных заболеваний.



§ 31. РЕГУЛЯЦИЯ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМОЙ

ЭТО Я ЗНАЮ

Нервная регуляция работы органов.
Гомеостаз.



Каковы особенности действия гормонов на физиологические процессы в организме человека?

? ЧТО ТАКОЕ ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА?

Многие физиологические процессы организма человека регулируются при помощи биологически активных химических соединений, поступающих в тканевую жидкость, кровь и лимфу. Это связано с тем, что в регуляции функций различных систем, органов и поддержании постоянства внутренней среды организма человека совместно с нервной системой участвует **эндокринная система** (от греч. *эндон* — внутри и *крио* — выделять).

Эндокринная система — совокупность органов, частей органов и отдельных клеток, вырабатывающих гормоны и биологически активные химические вещества.

В состав эндокринной системы человека включают секреторные ядра гипоталамуса, гипофиз, эпифиз, щитовидную железу, вилочковую железу, паращитовидные железы, надпочечники, мужские и женские половые железы, эндокринные отделы поджелудочной железы и желудочно-кишечного тракта (рис. 79). Для передачи сигналов от одних клеток к другим органы эндокринной системы используют **гормоны** (от греч. *горманио* — приводить в движение).

Гормоны — биологически активные вещества, образуемые специализированными клетками, выделяемые во внутреннюю среду, транспортируемые с током крови по организму и изменяющие функции клеток, тканей и органов.

Гормоны синтезируются и секретируются железами внутренней секреции, эндокринной тканью органов, выполняющих неэндокринные функции, и секреторными клетками, рассеянными вне пределов одного органа. Нервная система имеет нейросекреторные клетки, синтезирующие гормоны и выделяющие их в кровяное русло.

Для того чтобы организм мог функционировать как единое целое, необходима координация дея-



Рис. 79. Эндокринная система



Секреторные клетки образуют железы или расположены по одной или группами внутри органов. Секреторным клеткам свойственны морфологические особенности. Обычно синтез гормонов происходит в одной части клетки, а их выделение в кровь — в другой. Синтезируемые гормоны часто накапливаются в комплексе Гольджи.

Молекулы многих гормонов объединяются в *секреторные гранулы*, которые отпочковываются от комплекса Гольджи и передвигаются по цитоплазме к наружной мембране клетки. Некоторые гормоны выходят из клетки в виде отдельных молекул.

Большинство гормонов имеет небольшую молекулярную массу. Поэтому они легко проникают из кровеносных капилляров в ткани, где сравнительно быстро разрушаются. Для обеспечения длительного действия гормонов необходимо их постоянное поступление в кровь. Для большинства гормонов характерен импульсный режим секреции, когда гормон поступает в кровь порциями.

? НА КАКИЕ ГРУППЫ Делят Гормоны по химической структуре?

По химической структуре гормоны подразделяют на *производные аминокислот*, *белково-пептидные гормоны* и *стероидные гормоны*. Отдельно выделяют эйкозаноиды. Среди них наиболее известны простагландины, тромбоксаны и лейкотриены. Синтез и механизм секреции гормонов определяются их химическим строением.

Пептидные гормоны представлены пептидами с небольшим количеством аминокислотных остатков (от 3 до 200). К ним относят гормоны поджелудочной железы *инсулин* и *глюкагон*, *гормон роста* и другие. Большинство белковых гормонов синтезируется в виде предшественника — *прогормонов*, не обладающих биологической активностью. Белково-пептидные гормоны по мере синтеза накапливаются и сохраняются в гранулах. Освобождение из секреторных гранул происходит под воздействием секреторного стимула.

К гормонам, являющимся производными аминокислот, относят гормоны мозгового слоя надпочечников, а также гормоны щитовидной железы.

Стероидные гормоны синтезируются из предшественника — холестерина. К стероидным гормонам принадлежит более 30 гормонов коры надпочечников и половые гормоны. Среди половых гормонов различают мужские половые гормоны — *андрогены* и женские половые гормоны — *эстрогены*.

Изучение строения молекул различных гормонов и их синтетических аналогов показало, что в их структуре можно выявить фрагменты, имеющие разное функциональное значение. В молекулах гормонов можно выделить *адресные фрагменты*, *актоны*, *вспомогательные фрагменты*. Адресные фрагменты обеспечивают поиск мест специфического действия, но сами не производят биологических эффектов. Актоны обеспечивают включение гормональных эффектов в реагирующих клетках, но специфически плохо связываются с рецепторами. Вспомогательные фрагменты изменяют стабильность гормона, регулируя его активность.

Механизмы действия гормонов различной химической природы имеют сходные черты. Выделяют начальные, ранние и поздние гормональные реакции. В итоге гормоны обратимо активируют такие внутриклеточные процессы, как изменение мембранного потенциала, внутриклеточный обмен кальция, влияют на сокращение, секрецию, энергетический обмен.

? ОТ ЧЕГО ЗАВИСЯТ РИТМЫ ГОРМОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ?

Эндокринные клетки в покое и под влиянием специфических стимулов секретуют гормоны отдельными порциями. Секреторный гормональный цикл поддер-

жен ритмическим изменениям, в которых выделяют максимумы и минимумы активности.

Есть ритмы гормональной активности, которые формируются под влиянием приёма пищи, температуры, атмосферного давления воздуха. Другие ритмы гормональной активности сформировались в связи с суточными, лунными, сезонными, годовыми явлениями в природе. Например, эпифиз вырабатывает ночью гормон *мелатонин*, а днём — гормон *серотонин*. Эпифиз определяет ритмы сна и бодрствования, суточные изменения температуры тела, регулирует половое созревание.

Взаимодействие различных ритмов и их динамическая синхронизация обеспечивают нормальную жизнедеятельность организма. Основными ритмами секреции гормонов являются суточные ритмы. В структуре суточных ритмов существует временная последовательность активации желёз и гормонально-зависимых физиологических процессов. Например, концентрация гормона коркового вещества надпочечников — *кортизола* в плазме крови у человека достигает максимального уровня перед пробуждением.

КАК ГОРМОНЫ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮТ С КЛЕТКАМИ?

Гормоны избирательно действуют на органы, ткани и клетки. Наиболее чувствительными к влиянию определённого гормона органы, ткани и клетки называют *мишенями*. Поступление гормонов к чувствительным клеткам из мест их образования происходит разными путями: через циркулирующие жидкости, межклеточную жидкость, по межклеточным контактам.

Действие гормонов на клетки осуществляется через биоспецифические белки — *клеточные рецепторы*. Гормоны распознаются и связываются с этими клеточными рецепторами. В зависимости от химической структуры различают *внутриклеточные* и *поверхностные (мембранные) рецепторы*. При внутриклеточной рецепции гормоны проникают через плазматическую мембрану внутрь клетки и там взаимодействуют с внутриклеточными рецепторами. Так действуют стероидные гормоны. Например, андрогены и эстрогены.

При поверхностной рецепции большинство белково-пептидных гормонов взаимодействуют с рецепторами на наружной стороне клеточной мембраны. Есть гормоны, которые увеличивают проницаемость клеточных мембран для определённых веществ. Например, *инсулин* увеличивает проницаемость для глюкозы.

Реализация **гормонального сигнала** происходит в пять этапов: 1) синтез гормона, 2) секреция гормона, 3) транспорт гормона, 4) взаимодействие гормона с клеточным рецептором, 5) инактивация гормона и вывод его из организма.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Эндокринная система. Гормоны. Секреция. Принцип обратной связи. Гормональный сигнал.

ВЫВОДЫ

- Эндокринная система образована органами, отдельными клетками, вырабатывающими биологически активные химические вещества, поступающие в кровь, лимфу, тканевую жидкость и обеспечивающие гуморальную регуляцию функций в организме.
- Гормоны — вещества, обладающие высокой биологической активностью, регулирующие функции организма, его рост, развитие, размножение, обмен веществ и энергии.
- Отличительными свойствами гормонов являются: высокая и специфическая биологическая активность, дистантность действия в чрезвычайно низких концентрациях.



ВОПРОСЫ

1. Что собой представляет эндокринная система человека?
2. Какие вещества называют гормонами?
3. В каких органах образуются гормоны?
4. Какие бывают гормоны по химической структуре?
5. Что понимается под дистантным действием гормонов в организме?
6. Какие факторы влияют на ритмы гормональной активности?

ЗАДАНИЯ

7. Назовите преимущества и недостатки передачи химических сигналов по сравнению с нервными.
8. Расскажите, как реализуется гормональный сигнал.
9. Известно, что ферменты, гормоны и витамины являются биологически активными веществами. Как вы думаете, в чём разница между ними?
10. Время полужизни гормона инсулина составляет около 30 мин. Поясните, почему важна относительно быстрая инактивация гормона? Каким образом организм поддерживает постоянный уровень гормона в крови?

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему комплекс Гольджи особенно хорошо развит в железистых клетках?
12. Почему действие гормонов на клетки-мишени напоминает механизм ключа и замка?
13. Почему принцип обратной связи является основой регуляторной деятельности эндокринной системы?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Можно ли однозначно определить, какая регуляция — нервная или гуморальная — важнее для организма?
15. Считаете ли вы, что правильный режим дня — залог здоровья эндокринной системы?

§ 32. ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

ЭТО Я ЗНАЮ

Что такое гормоны, их свойства.
Особенности гуморальной регуляции.



В чём проявляется действие гормонов желез внутренней секреции в организме человека?

? НА КАКИЕ ГРУППЫ ДЕЛЯТ ЖЕЛЕЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ?

Железами называют специализированные органы или группы клеток, которые вырабатывают и выделяют различные по химической структуре соединения: белки, липиды, растворы солей, оснований, кислот. **Железы внешней секреции** име-

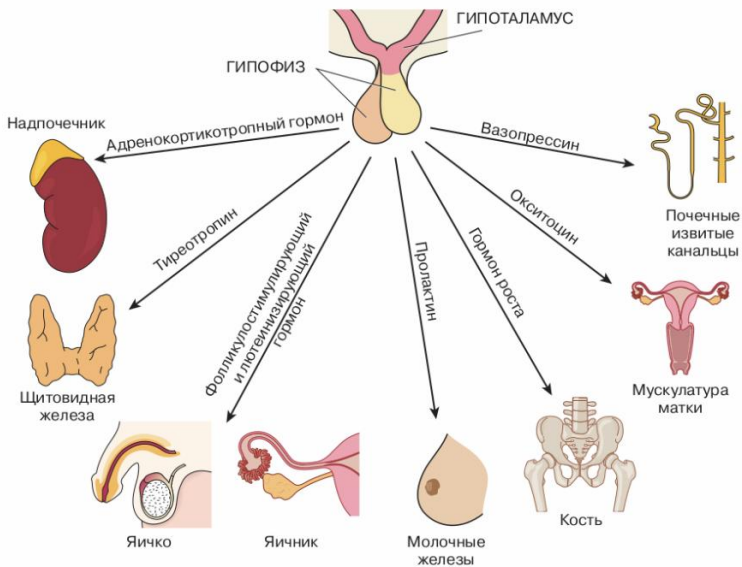


Рис. 80. Органы-мишени, на которые воздействуют гормоны гипофиза

ют выводные протоки, по которым секреты выводятся в полость органа или на поверхность кожи. К железам внешней секреции относятся пищеварительные, слюнные, потовые, молочные железы.

Внешняя секреция — выделение секрета на поверхность кожи, слизистой оболочки или в полость желудочно-кишечного тракта.

Железы внутренней секреции не имеют выводных протоков и выделяют образующиеся в них секреты в кровь или в тканевую жидкость. Железы внутренней секреции выделяют секреты, которые называют гормонами.

Внутренняя секреция — выделение секрета во внутреннюю среду организма.

Некоторые железы имеют смешанную секрецию. Часть их клеток выделяют секрет во внешнюю среду, а другие клетки выделяют секрет во внутреннюю среду организма. К железам смешанной секреции относят поджелудочную железу, половые железы.

В ЧЁМ ОСОБЕННОСТИ ЖЕЛЁЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ?

Железы внутренней секреции человека невелики по размерам, обильно снабжены кровеносными сосудами. В них замедляется кровоток, в результате чего происходит насыщение крови гормонами. Кровь приносит к железам внутренней секреции необходимые вещества и уносит гормоны, к ним подходят волокна вегетативной нервной системы. Регуляция функций желез внутренней секреции осуществляется несколькими взаимосвязанными механизмами: внутриклеточным, нервным,



гормональным и негормональным, с помощью негормональных метаболитов — глюкозы, монооксида азота, некоторых ионов.

Секретирующие гормоны железы подразделяют на *зависимые* и *не зависящие от функций гипофиза*. К зависимым от функций гипофиза относят щитовидную железу, корковое вещество надпочечников, половые железы. От гипофиза не зависят паразитовидные железы, панкреатические островки, мозговое вещество надпочечников, параганглии. К железам внутренней секреции также относят эпифиз и одиночные гормонообразующие клетки.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ГИПОФИЗА?

Гипофиз — это небольшая железа, координирующая функции многих эндокринных органов (рис. 80). Размеры гипофиза достигают 10—15 мм, масса составляет 0,5—0,7 г. Он расположен у основания мозга под гипоталамусом и состоит из *передней, средней и задней долей*.

В клетках передней доли гипофиза вырабатываются такие гормоны, как *соматотропин, тиреотропин, пролактин, фоллитропин, лютропин* и *адренокортикотропный гормон*. Соматотропин иначе называют гормоном роста. Он стимулирует рост костей, участвует в регуляции роста и физического развития.

Гормон тиреотропин инициирует образование в щитовидной железе тироксина и трийодтиронина. Пролактин стимулирует рост молочных желёз и секрецию молока. Фоллитропин и лютропин регулируют функции половых желёз, стимулируют выделение половых гормонов. Адренокортикотропный гормон регулирует функции коркового вещества надпочечников. Он усиливает пигментацию кожи.

Клетки средней доли гипофиза выделяют гормоны *меланоцитотропин*, регулирующий синтез пигмента *меланина*, и *липотропин*, активирующий обмен жиров. В клетках задней доли гипофиза накапливаются и всасываются в кровь биологически активные вещества *окситоцин* и *вазопрессин*, вырабатываемые в гипоталамусе. Окситоцин вызывает сокращения гладких мышц, стимулирует родовую деятельность. Вазопрессин повышает кровяное давление, задерживает выделение воды из организма.



Рис. 81. Схема строения гипоталамо-гипофизарной системы

? КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНОЙ СИСТЕМЫ?

Гипофиз анатомически и функционально связан с высокоспециализированной областью головного мозга — **гипоталамусом**, который получает и интегрирует сигналы, поступающие в центральную нервную систему. В соответствии с возникающими потребностями организма гипоталамус активирует или тормозит активность эндокринной системы, управляя функциями гипофиза. Поэтому гипоталамус и гипофиз образуют единую **гипоталамо-гипофизарную систему** (рис. 81).

Гипоталамус активирует или тормозит деятельность эндокринной системы посредством образования и выделения специальных гормонов —

рилизингов (от англ. *release* — выделять). По своему действию эти гормоны делят на стимулирующие — *либерины* и угнетающие — *статины*. Эти гормоны поступают в кровеносную систему и транспортируются в переднюю долю гипофиза, где либерины стимулируют, а статины тормозят синтез и секрецию гипофизарных гормонов, которые поступают в кровь и распространяются по организму.

Часть выделяемых в передней доле гипофиза гормонов являются *тропными* (от греч. *τροπος* — направление). Эти гормоны стимулируют секрецию гормонов коры надпочечников, половых желёз и щитовидной железы. Другая часть гипофизарных гормонов действует непосредственно и опосредованно на почки, сердце, кровеносные сосуды, кости. Выделяемые гипоталамусом и гипофизом гормоны называют *центральными гормонами*. Основные сведения об этих гормонах представлены в таблице 4.

Таблица 4

Центральные гормоны

Место синтеза и секреции	Гормоны	Основные функции		Основные регулирующие факторы
Гипоталамус	Тиреолиберин (ТРГ)	Стимуляция синтеза и секреции в переднем гипофизе	Тиреотропина (ТТГ)	Внешние воздействия на организм, например холод
	Кортиколиберин (КРГ)		Кортикотропина (АКТГ)	Стресс
	Гонадолиберин (ЛГ-РГ или ГнРГ)		Лютропина (ЛГ) и фоллитропина (ФСГ)	Процессы в ЦНС
	Энкефалины	Альгезия Эйфория	Стресс, процессы в ЦНС	
Синтез происходит в гипоталамусе, секреция — в заднем гипофизе	Вазопрессин	Повышение артериального давления, снижение диуреза	Стресс; сдвиг водно-солевого равновесия	
	Окситоцин	Стимулирует сокращения матки и секрецию молока	Стресс; механическая стимуляция влагалища	
Передний гипофиз	ТТГ	Стимуляция биосинтеза тиреоидных гормонов	ТРГ	
	АКТГ	Стимуляция биосинтеза гормонов коры надпочечников	КРГ	
	ЛГ	У мужчин стимулирует синтез и секрецию тестостерона; у женщин — синтез и секрецию эстрогенов и процесс овуляции	ЛГ-РГ	
	ФСГ	Стимулирует созревание сперматозоидов у мужчин; рост и созревание фолликулов — у женщин		
	Эндорфины	Альгезия Эйфория	Стресс, процессы в ЦНС	



? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ?

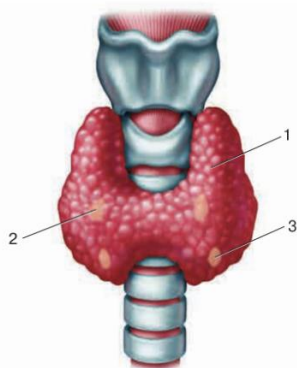


Рис. 82. Щитовидная и паращитовидные железы: 1 — щитовидная железа; 2 — верхняя паращитовидная железа; 3 — нижняя паращитовидная железа

Щитовидная железа расположена в передней области шеи, впереди и по бокам трахеи и гортани (рис. 82). Масса щитовидной железы взрослого человека составляет 20—30 г. Ткань щитовидной железы состоит из пузырьков — **фолликулов**, которые заполнены полужидким веществом — **коллоидом**. В щитовидной железе человека насчитывается до 30 млн фолликулов. Высвобождение гормонов из щитовидной железы регулируется их концентрацией в крови. Эта регуляция осуществляется на уровне гипоталамуса и гипофиза.

Гормоны щитовидной железы делят на две группы. К первой группе относятся гормоны *тироксин* и *трийодтиронин*, содержащие йод-производные тирозина. Ко второй группе относится белковый, не имеющий в своем составе йода гормон *кальцитонин*.

Тироксин и трийодтиронин усиливают обмен веществ, стимулируют клеточное дыхание, участвуют в регуляции процессов роста и развития организма, повышают возбудимость клеток нервной системы. Содержание тирокина в крови больше, чем трийодтиронина.

Кальцитонин снижает концентрацию кальция и фосфора в крови. Кальций является важным компонентом костей. Он необходим для нормальной работы мышц и нервных клеток.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПАРАЩИТОВИДНЫХ ЖЕЛЁЗ?

Паращитовидные железы расположены на задней поверхности щитовидной железы (см. рис. 82). Различают верхние и нижние паращитовидные железы. Их количество варьируется от двух до 12, но чаще их четыре. Величина каждой железы примерно с горошину. Общая масса этих желёз от 0,25 до 0,5 г. Клетки паращитовидных желёз вырабатывают *паратгормон*, который участвует в обмене кальция и фосфора в организме. Этот гормон усиливает выход кальция из костей в кровь и стимулирует задержку кальция и выведение фосфатов почками. Паратгормон и гормон щитовидной железы — кальцитонин действуют как антагонисты, регулируя концентрацию кальция и фосфора в крови.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ НАДПОЧЕЧНИКОВ?

Надпочечники — парные железы, расположенные над почками. Масса одного надпочечника у взрослого человека около 12—13 г. В надпочечнике выделяют наружное корковое и внутреннее мозговое вещество. По развитию, структуре и функ-



? КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭПИФИЗА?

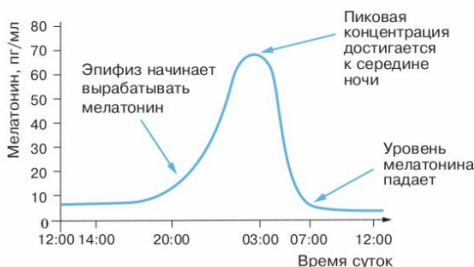


Рис. 84. Изменение уровня мелатонина в течение суток

Эпифиз располагается в борозде между верхними холмиками четверохолмия среднего мозга. Он имеет округлую форму и весит около 0,2 г. Выделяемые эпифизом гормоны действуют непосредственно на органы-мишени, оказывают регуляторное влияние на гиповидную и половые железы, надпочечники, а также тормозят половое созревание и повышают уровень калия в крови.

Нейросекреторные клетки эпифиза вырабатывают и выделяют в кровь гормоны мелатонин и серотонин. Эти гормоны регулируют биологические ритмы, связанные со сменой дня и ночи (рис. 84). У человека с 23 ч до 7 ч утра выделяется 79 % суточной продукции мелатонина, причём максимум секреции приходится на время от 2 ч ночи до 4 ч утра. Мелатонин также регулирует нормальный ход полового созревания, регулирует работу щитовидной железы и надпочечников. В дневное время выделяется серотонин.

? КАК ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА ВЛИЯЕТ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ЖЕЛЁЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ?

Вегетативная нервная система оказывает прямое и опосредованное действие на секреторную активность желёз внутренней секреции через изменение кровотока и активности клеток, окружающих эти железы. Рефлекторные реакции желёз внутренней секреции возникают в ответ на возбуждение рецепторов сердца, кровеносных сосудов, желудочно-кишечного тракта, печени, желчного пузыря, поджелудочной железы, почек и других внутренних органов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Железы внешней секреции. Железы внутренней секреции. Железы смешанной секреции. Гипофиз. Гипоталамо-гипофизарная система. Эпифиз. Щитовидная железа. Паращитовидные железы. Надпочечники.

ВЫВОДЫ

- К железам внутренней секреции относятся гипофиз, эпифиз, щитовидная железа, паращитовидные железы, надпочечники.
- Центральным звеном эндокринной системы являются гипоталамус и гипофиз, образующие единую гипоталамо-гипофизарную систему.
- Щитовидная железа секретирует йодированные гормоны, влияющие на обмен веществ, клеточное дыхание, регулирующие процессы роста и развития организма. Нейодированный гормон вместе с гормоном паращитовидной железы влияют на обмен кальция и фосфора в организме.
- Гормоны эпифиза регулируют биологические ритмы человека и деятельность других желёз, воздействуя на гипофиз.



- Надпочечники вырабатывают гормоны, обеспечивающие реакцию организма на стресс, влияющие на обмен веществ, функции мужских и женских половых желёз.

ПРАКТИКУМ**ИЗУЧЕНИЕ МИКРОПРЕПАРАТА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

Цель: изучение особенностей строения щитовидной железы млекопитающих на микропрепарате.

Материалы и оборудование: микропрепарат щитовидной железы млекопитающих, микроскоп.

Ход работы

1. При малом увеличении микроскопа рассмотрите микропрепарат щитовидной железы млекопитающих. Обратите внимание на отсутствие протоков, большое количество кровеносных сосудов.
2. Переведите микроскоп на большое увеличение. Поставьте в поле зрения участок фолликула железы. Найдите зону активной секреции. В ней вы увидите светлые пузырьки над апикальной поверхностью клеток.
3. Зарисуйте в тетради участок щитовидной железы. Сделайте соответствующие подписи: фолликул, кровеносные сосуды.
4. Как по микропрепарату щитовидной железы определить её функциональное состояние?
5. Сделайте выводы об особенностях строения щитовидной железы.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

При сильном волнении в организме человека поднимается настоящая эндокринная буря: надпочечники выбрасывают в кровь так называемые гормоны атаки — адреналин и норадреналин. Как и в первобытные времена, они готовят организм к схватке или бегству: заставляют чаще биться сердце, повышают мышечный тонус, сужают сосуды, делают кровь более вязкой, увеличивают свёртываемость. Всё это может помочь при предполагаемой травме. Опасное повышение артериального давления в естественных условиях нивелируется образованием при мышечной работе молочной кислоты, которая расширяет сосуды и понижает давление. Вреднее всего переживать стресс в неподвижности, поэтому и советуют снимать напряжение прогулкой или пробежкой.

ВОПРОСЫ

1. Какие группы желёз различают в организме человека?
2. С чем связано обильное снабжение желёз внутренней секреции кровеносными сосудами?
3. Что и куда выделяют железы внутренней, внешней и смешанной секреции?
4. Что такое гипоталамо-гипофизарная система?
5. Каким образом гипоталамус влияет на деятельность эндокринной системы?
6. Какие железы внутренней секреции зависимы от активности гипофиза?



ЗАДАНИЯ

- Расскажите о строении и функциях эпифиза.
- Назовите доли гипофиза и расскажите, какие гормоны синтезирует каждая доля, на какие функции организма влияют эти гормоны.
- Приведите примеры гормонов коркового и мозгового вещества надпочечников. Укажите их функциональное значение.
- Опишите строение и функции щитовидной железы.

ОБЪЯСНИТЕ

- В чём важность использования в пище йодированной поваренной соли?
- Почему от волнения может участиться сердцебиение и каким образом оно приходит в норму?
- Почему слюнные и молочные железы относятся к железам внешней секреции, а щитовидная, паращитовидная — к группе желёз внутренней секреции?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

- Как повлияет на функцию железы внутренней секреции введение в кровь больших доз гормонов этой железы?
- Для чего делается анализ крови на содержание тех или иных гормонов?

§ 33. ЖЕЛЕЗЫ СМЕШАННОЙ СЕКРЕЦИИ

ЭТО Я ЗНАЮ

Железы внутренней секреции.

Особенности строения желёз внутренней секреции.



Почему железы смешанной секреции относятся к эндокринной системе?

? КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭНДОКРИННОЙ ЧАСТИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ?

Поджелудочная железа имеет форму уплощённого, постепенно суживающегося тяжа, расположенного позади желудка, на уровне нижних грудных и верхних поясничных позвонков. Масса поджелудочной железы составляет 70—80 г, длина — 16—23 см. В железе выделяют три отдела: головку, тело и хвост. Головка является наиболее широкой частью поджелудочной железы.

Поджелудочная железа относится к железам смешанной секреции. Основная часть поджелудочной железы выполняет экзокринную функцию и вырабатывает в сутки 0,6—2 л поджелудочного сока. Через выводящие протоки он поступает в двенадцатиперстную кишку и принимает участие в переваривании пищи.

Эндокринная часть поджелудочной железы образована панкреатическими островками Лангерганса, окружёнными густыми капиллярными сетями. Панкреатические островки составляют 1—3 % массы железы. В одном островке содержится от 80 до 200 клеток. Островки расположены в толще всей железы. Их общее чис-

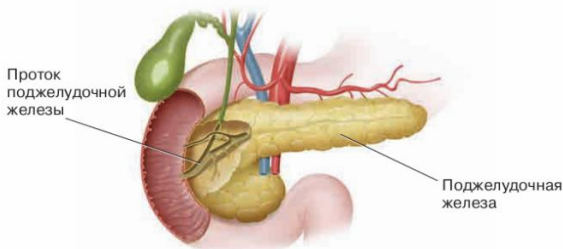


Рис. 85. Эндокринная часть поджелудочной железы

ло составляет от 1 до 2 млн. Диаметр каждого островка 30—100 мкм. Клетки островков вырабатывают гормоны инсулин, глюкагон и соматостатин (рис. 85).

Инсулин по химическому строению является белком с небольшой молекулярной массой. Инсулин считают основным гормоном, контролирующим обмен и накопление поступающих в организм энергетических ресурсов — гликогена, липидов, белков. Инсулин играет важную роль в регуляции углеводного обмена, стимулируя превращение глюкозы в гликоген в печени и мышцах, способствует синтезу белков, образованию из углеводов жиров, ускоряет окисление глюкозы в мышцах и других тканях. Инсулин способствует переносу аминокислот и глюкозы через клеточные мембраны, в результате её содержание в крови снижается. Инсулин действует непродолжительное время — до трёх-четырёх часов.

Переводя глюкозу в гликоген и транспортируя глюкозу в клетки, инсулин уменьшает содержание глюкозы в крови. Это вызывает чувство голода. Быстрое повышение содержания инсулина в крови может вызвать ухудшение функций центральной нервной системы из-за снижения содержания глюкозы в крови, являющейся единственным источником энергии для клеток центральной нервной системы. Ухудшение функций центральной нервной системы может проявляться в плохом самочувствии, общей слабости, потере сознания.

Недостаток инсулина в организме приводит к развитию **сахарного диабета**. Инсулин является единственным гормоном, снижающим концентрацию глюкозы в крови. При повышенном содержании инсулина в крови развивается **гипогликемия** (рис. 86).



Рис. 86. Схема гормональных влияний на поступление глюкозы в кровь и её расход и система поддержания постоянной концентрации глюкозы в крови



Антагонист инсулина **глюкагон** по химической структуре является полипептидом, содержащим 29 аминокислотных остатков. Основными физиологическими стимулами секреции глюкагона являются белковая пища, физическая нагрузка, а также низкий уровень глюкозы в крови. Глюкагон увеличивает концентрацию глюкозы в крови. Органами-мишенями для глюкагона являются печень, миокард, жировая ткань. Основная функция глюкагона состоит в обеспечении энергетических потребностей организма в перерывах между едой и поддержании нормально уровня глюкозы в крови, чтобы обеспечить центральную нервную систему глюкозой. Выполнив функции, глюкагон разрушается в основном в почках.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ САХАРНОГО ДИАБЕТА?

Сахарный диабет — это хроническое эндокринное заболевание, сопровождающееся повышенным уровнем глюкозы в крови вследствие абсолютного или относительного дефицита гормона поджелудочной железы инсулина и/или вследствие уменьшения чувствительности к нему органов-мишеней организма. Для сахарного диабета характерны нарушения всех видов обмена веществ, поражение сосудов, нервной системы, изменения в различных органах и тканях. Сахарный диабет — самое распространённое эндокринное заболевание, составляющее, по статистике, до 50 % поражений жёлёз внутренней секреции.

Одна из причин стремительного роста заболевания сахарным диабетом связана с увеличением потребления рафинированных продуктов, обеднённых клетчаткой. Большое значение имеет уменьшение физической активности. Признаками диабета являются постоянное чувство голода, неудержимая жажда, обильное выделение мочи и нарастающее исхудание.

? НА КАКИЕ ТИПЫ ДЕЛЯТ САХАРНЫЙ ДИАБЕТ?

Выделяют два типа сахарного диабета. Для сахарного диабета первого типа характерна генетическая предрасположенность. В основе болезни лежит генетический дефект, вызывающий аутоиммунное поражение клеток поджелудочной железы. Массовая гибель эндокринных клеток поджелудочной железы может быть вызвана также вирусными инфекциями, панкреатитом, токсическими поражениями и стрессовыми состояниями. Большинство людей заболевает этим типом диабета в возрасте до 30 лет. Лечение сахарного диабета первого типа основывается на контроле содержания глюкозы в крови с помощью диеты, инъекций инсулина и адекватных физических нагрузок.

Сахарный диабет второго типа является широко распространённым заболеванием. У большинства больных это заболевание развивается после 40 лет. Сахарный диабет второго типа характеризуется относительным недостатком инсулина или, чаще, понижением чувствительности клеток к инсулину и в подавляющем большинстве случаев длительно не требует лечения инсулином для сохранения жизни. У 80 % больных сахарный диабет второго типа развивается на фоне туловищного ожирения. Сахарный диабет второго типа может длительно хорошо контролироваться лечением только диетой или диетой и лекарственными препаратами.

? КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЁЗ?

Эндокринная часть **половых желёз** вырабатывает *половые клетки*, а эндокринная — секретирует *половые гормоны*. Мужскими половыми железами являются *парные яички (семенники)*. Они располагаются снаружи в мошонке, которая служит вместилищем и защитой яичек. В них синтезируются мужские половые гормоны — **андрогены**. Ежедневная потребность взрослого человека в андрогенах составляет около 5 мг. За сутки с мочой у мужчин выделяется от 3 до 20 мкг андрогенов. Среди мужских половых гормонов 90 % составляет тестостерон.



- Внутрисекреторная функция половых желёз проявляется в образовании и секреции мужских и женских половых гормонов.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Незначительное снижение содержания в крови глюкозы приводит к изменению физиологического состояния и поведения. Необходимость поддержания определённой концентрации глюкозы в крови обеспечивается на поведенческом уровне наличием потребности в сладком. Углеводы настолько важны для функций организма, что у всех млекопитающих, включая человека, сформировался механизм психического эффекта углеводов: вкус углеводов им приятен. Этим обеспечивается поступление углеводов с пищей. Снижение потребления сладких веществ является показателем психического расстройства — ангедонии. Она часто сопровождает депрессивные состояния, возникающие вследствие длительного неблагоприятного воздействия и внезапного сильного потрясения. В то же время потребление сладкого может быть процедурой, ослабляющей проявление стресса. Разделение метаболического и психического эффектов сладких веществ является одной из интенсивно разрабатываемых проблем психофизиологии.

ВОПРОСЫ

1. Какие железы смешанной секреции есть в организме человека?
2. Какие гормоны секретирует поджелудочная железа?
3. Какую роль играет инсулин в организме человека?
4. Чем обусловлено развитие сахарного диабета и как он лечится?
5. Какие гормоны секретируют половые железы? Каково их функциональное значение?
6. Что такое диффузная эндокринная система?

ЗАДАНИЯ

7. Опишите эндокринную часть поджелудочной железы.
8. Поясните, на основании чего половые железы являются железами смешанной секреции.
9. Назовите причины стремительного роста числа заболевших сахарным диабетом в стране и мире.
10. Сравните действие инсулина и глюкагона. Сделайте вывод.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему больному сахарным диабетом не всегда назначают лечение инсулином?
12. Почему недостаток глюкозы в организме вызывает потерю сознания?
13. Почему быстрое повышение содержания инсулина в крови опасно для здоровья?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Существует ли связь между возрастными периодами человека и секрецией половых гормонов?
15. Как диагностировать и лечить сахарный диабет?



син влияют практически на все метаболические процессы. Поэтому изменение уровня этих гормонов вызывает множественные системные изменения в организме.

При врождённой недостаточности секреции гормонов щитовидной железы в кровь поступает крайне мало гормона тироксина. От этого первым страдает головной мозг. Если в первые три месяца жизни ребёнка не начато лечение, то происходит недоразвитие мозга, которое приводит к задержке умственного и физического развития — **кретинизму**. При этом ребёнок плохо держит голову, поздно начинает садиться и ходить.

У взрослого человека недостаточность гормонов щитовидной железы вызывает заторможенность, постоянную сонливость, заметное ухудшение памяти, нарушение терморегуляции тела, снижение работоспособности. Человек становится вялым, безучастным. Даже в тёплую погоду его знобит.

Это объясняется тем, что при недостатке гормона тироксина у взрослого человека понижается интенсивность обменных процессов, пульс становится более редким, уменьшается возбудимость нервной системы, развивается тучность. Гипофункция щитовидной железы приводит к развитию **микседемы**.

Микседема — эндокринное заболевание, которое развивается при недостатке тиреоидных гормонов щитовидной железы.

Избыточная активность щитовидной железы ведёт к усиленному образованию тироксина и увеличению его содержания в крови. Гиперфункция щитовидной железы вызывает **базедову болезнь**, при которой увеличивается щитовидная железа, повышается возбудимость, наблюдается пучеглазие, учащение сердцебиения, чрезвычайное исхудание.

При гиперфункции щитовидной железы у человека основной обмен может возрастать на 60—100%. При этом усиливается расход всех питательных веществ, повышается потребление тканями глюкозы. Под влиянием гормонов щитовидной железы в организме заметно уменьшаются запасы жира и гликогена в печени.

Нарушения функций щитовидной железы могут возникать в результате недостатка в питьевой воде йода, необходимого для синтеза гормонов щитовидной железы. Наиболее характерный признак расстройства деятельности щитовидной железы — её увеличение в виде эндемического зоба. При этом наблюдается более интенсивное развитие кариеса зубов. Установлено, что чем дальше местность удалена от моря, тем чаще у её жителей встречается гипертрофия щитовидной железы.

Профилактикой заболеваний щитовидной железы является рациональное питание с учётом потребностей организма в йоде. Важно, чтобы питание было полноценным, богатым витаминами, минералами и йодом. Основным источником йода являются морепродукты: рыба, морская капуста, мидии, креветки, устрицы, кальмары.

Йод содержится также в растительных продуктах: хурме, финиках, фейхоа, бананах, черноплодной рябине, смородине, черносливе, яблоках, вишне, свёкле, баклажанах.

КАК РЕГУЛИРУЕТСЯ УРОВЕНЬ ГОРМОНОВ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА?

Исследования с радиоактивным йодом показали, что в организме взрослого человека ежедневно полностью разрушается около 300 мкг тироксина и трийодтиронина. Главным органом, регулирующим уровень гормонов щитовидной железы, является *печень*. В ней тироксин образует соединения с глюкуроновой кислотой. Эти соединения не обладают гормональной активностью и выносятся желчью в желудочно-кишечный тракт, а далее удаляются с каловыми массами. Образование

соединений тироксина с глюкуроновой кислотой рассматривается как дезинтоксикационный процесс, благодаря которому предотвращается чрезмерное насыщение крови гормонами.

❓ КАК ПРОЯВЛЯЮТСЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ НАДПОЧЕЧНИКОВ?

У больных с недостаточной продукцией гормонов коры надпочечников развивается *бронзовая болезнь*, при которой происходит избыточное выведение натрия с мочой. Больные испытывают слабость, быстро худеют, у них происходит потемнение кожи, вплоть до бронзового оттенка. Болезнь чаще всего не поддается лечению.

При гиперфункции надпочечников, связанной с *синдромом Кушинга*, наблюдается истончение костей, повышение артериального давления, нарушение белкового и углеводного обмена.

❓ КАКИЕ ФАКТОРЫ ВЛИЯЮТ НА ДЕЙСТВИЕ ГОРМОНОВ?

Действие гормонов на функции организма в значительной степени связано с содержанием в нём витаминов. Значительное количество витамина С содержится в корковом веществе надпочечников. Этот витамин необходим для образования кортикостероидов. Витамин Е оказывает влияние на продукцию гормонов половыми железами, а витамин D — на образование гормонов в паращитовидных железах.

Усиливать и ослаблять действие различных гормонов может изменение концентрации ионов в тканях и жидкостях организма. Повышенное содержание водородных ионов способствует проявлению действия тироксина. Активность этого гормона тормозится в щелочной среде. Ионы кальция усиливают физиологический эффект адреналина. Ослабляет его нарастание уровня ионов калия.

В пищевом рационе должны быть продукты, содержащие незаменимую аминокислоту фенилаланин, из которой в печени синтезируется аминокислота тирозин. Она необходима для выработки гормонов щитовидной железы и гормонов мозгового вещества надпочечников.

❓ КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ЭНДОКРИННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ?

При гипофункциональных нарушениях секреторной деятельности желёз используется заместительная терапия. Она основана на введении естественных гормональных веществ и их аналогов, полученных из желёз или синтезированных, а также на стимуляции образования и высвобождения гормонов. Основной целью заместительной терапии является назначение гормона в физиологической, инди-



Рис. 88. Поливалентность действия тестостерона



видуально адаптированной дозе и максимальная имитация физиологической продукции замещаемого гормона. При заместительной терапии также трансплантируют эндокринные органы, стимулируют образование и высвобождение гормонов.

Однако важно понимать, что существует опасность применения гормональных препаратов. Она связана с тем, что каждый гормон воздействует не на одну ткань или орган. Любой гормон имеет несколько органов-мишеней (рис. 88).

Стимулирующая терапия основана на применении гормонов-стимуляторов, которые активируют деятельность желёз, выделяющих гормоны.

При гиперфункциональных нарушениях секреторной деятельности желёз применяют супрессивную терапию. Она направлена на химическое подавление гормонообразовательной функции, торможение функций желёз блокадой отдельных этапов биосинтеза гормонов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Соматотропный гормон. Гипофизарные болезни. Карликовость. Гигантизм. Тироксин. Трийодтиронин. Микседема. Кретинизм. Базедова болезнь.

ВЫВОДЫ

- Нарушения, проявляющиеся в форме гиперфункции (избыточного количества гормонов) и гипофункции (недостаточного количества гормонов) органов эндокринной системы, приводят к тяжёлым заболеваниям.
- При нарушении функций гипофиза возникают различные изменения в росте и развитии организма человека. Развиваются гипофизарные болезни: карликовость, гигантизм, акромегалия. К заболеваниям щитовидной железы, связанным с увеличением или понижением её активности, относят базедову болезнь, микседему, кретинизм.
- В лечении эндокринных заболеваний используются методы, направленные на подавление гормонообразовательной функции или активизацию деятельности желёз, заместительную терапию.

ВОПРОСЫ

1. Какой гормон влияет на рост человека, где он синтезируется?
2. Что происходит в организме человека в случае избыточной активности щитовидной железы?
3. К каким последствиям приводит гипофункция щитовидной железы в раннем возрасте и у взрослого человека?
4. Какие профилактические меры необходимо предпринимать людям, проживающим далеко от моря, чтобы избежать нарушения функций щитовидной железы?
5. Каковы последствия нарушений в работе коры надпочечников?
6. Какие факторы влияют на выработку и активность гормонов в организме человека?

ЗАДАНИЯ

7. Предварительный диагноз «гипофизарная карликовость» ставят на основании осмотра тела, при котором вычисляют показатель дефицита роста. Подтверждают диагноз с помощью лабораторных анализов на гормоны и инструментальных методов, таких как КТ или МРТ головного мозга. Поясните такой ход диагностики.

8. По поведению больных определите, у кого из них щитовидная железа вырабатывает мало гормонов, у кого — избыток. Случай А — больной возбуждён, страдает бессонницей, суетлив, эмоционально неуравновешен. Случай Б — больной вял, сонлив, равнодушен к окружающему, быстро устаёт.
9. Назовите симптомы базедовой болезни.
10. При избыточной секреции инсулина развивается гиперинсулинизм. У больных при этом наблюдается постоянное чувство голода. Если болезнь затягивается, то могут происходить нарушения в мозговой деятельности. Почему наблюдаются описанные симптомы?

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему в одних случаях увеличение интенсивности функций гипофиза приводит к гигантизму, а в других — к акромегалии?
12. Почему одинаково опасны для здоровья человека гипер- и гипofункция желез внутренней секреции?
13. Почему происходят гормональные сбои в организме?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Диетологи считают, что одним из главных регуляторов гормонального баланса является питание. Выскажите свою точку зрения на этот счёт.
15. Как получают гормональные препараты?

1 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Пациент жалуется на повышенное сердцебиение — пульс 120 уд./мин, вспыльчивость, раздражительность, плохой сон, чрезвычайное исхудание при наличии повышенного аппетита.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Поставьте предварительный диагноз на основании приведённых данных.
2. С нарушением функции какой железы связано данное заболевание?
3. Секреция какого гормона нарушена в организме человека?

2 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В секреции инсулина поджелудочной железой различают базальную — постоянную незначительную выработку гормона в течение дня и пищевую, связанную с увеличением содержания инсулина в крови в связи с приёмом пищи (рис. 89).

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте данный график и сделайте вывод о динамике концентрации инсулина в крови в течение дня.
2. Почему анализ крови на инсулин важно проводить утром натощак?



3. Как вы думаете, почему пик концентрации инсулина в плазме наибольший после завтрака?

3 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Мужчина 25 лет обратился к терапевту с жалобой на увеличение размеров кистей рук. При осмотре врач обнаружил также увеличение стоп, нижней челюсти и носа. Пациенту была рекомендована консультация эндокринолога.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какой предварительный диагноз поставил терапевт? Почему пациент был направлен к эндокринологу?
2. Чем вызваны такие изменения в организме взрослого мужчины?
3. Определите, с нарушением функции какой железы и секреции какого гормона связан поставленный диагноз.

4 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Содержание уровня глюкозы в крови не является постоянной величиной и колеблется в пределах физиологических границ. Норма, установленная ВОЗ для здоровых людей, составляет от 3,3 до 5,5 ммоль/л.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Объясните, почему в течение дня уровень глюкозы в крови меняется.
2. Как будет себя чувствовать человек, если уровень глюкозы в крови опустится ниже 3,3 ммоль/л? Как называется это состояние?
3. Почему данное состояние опасно и требует незамедлительных действий?
4. Что бы вы предприняли в качестве первой доврачебной помощи?

5 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Для кортизола характерен суточный ритм секреции. Уровень кортизола у здорового человека минимален в вечернее время (в 19–20 ч), когда нервная система максимально успокаивается. Ночью уровень кортизола постепенно начинает повышаться, и особенно отчётливый пик секреции кортизола приходится на предутренние часы (с 4 до 6 ч).

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Как называется нарушение сна, при котором у человека в вечерние часы (в 19–20 ч) наблюдается подъём уровня кортизола и в итоге оказывается вечером и ночью выше, чем необходимо?
2. Отличается ли общий уровень секреции кортизола в течение суток в данном случае от нормы? Опишите общее состояние нервной системы при этом.
3. Предложите рекомендации по режиму дня.

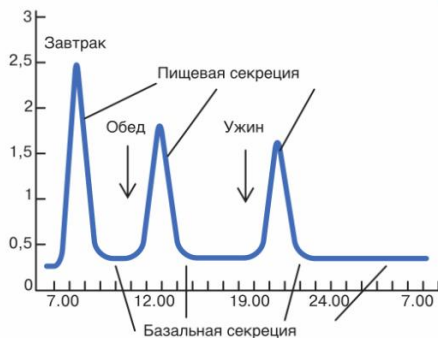


Рис. 89. Концентрация инсулина в плазме крови в течение дня

Глава 7

ПОВЕДЕНИЕ

ВЫ УЗНАЕТЕ

- о биологических основах поведения человека;
- о врождённых и приобретённых программах поведения;
- о высшей нервной деятельности человека;
- о причинах, профилактике и лечении нарушений поведения человека.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

- сравнивать безусловные и условные рефлексы, наследственные и ненаследственные программы поведения;
- характеризовать проявления высшей нервной деятельности человека;
- выделять особенности и функциональное значение памяти, мышления, речи, эмоций;
- обосновывать важность физического и психического здоровья, гигиены физического и умственного труда, значение сна.





§ 35. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЕДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

ЭТО Я ЗНАЮ

Что такое рефлекс.



Чем отличаются приобретённые формы поведения от врождённых?



КАКОВА РОЛЬ БЕЗУСЛОВНЫХ РЕФЛЕКСОВ В ПОВЕДЕНИИ ЧЕЛОВЕКА?

Поведением называют определённый сложившийся образ взаимодействия организма с окружающей средой. Оно опосредуется через изменение своих действий под влиянием внутренних и внешних факторов и необходимо для наилучшего приспособления к среде.

Человек рождается с довольно большим количеством безусловных рефлексов, к которым относят наследственно закреплённые реакции организма на внешние и внутренние раздражители. Безусловные рефлексы позволяют человеку удовлетворять самые необходимые жизненные потребности в пище, безопасности, сне, температурном комфорте.

Безусловный рефлекс возникает на конкретный, специфический для него безусловный раздражитель. Нехватка питательных веществ в крови вызывает голод, нехватка воды вызывает жажду, избыток углекислого газа и недостаток кислорода вызывают потребность в свежем воздухе.

Выполнение безусловных рефлексов контролируется преимущественно на уровне спинного мозга и ствола головного мозга. Безусловные рефлексы формируются в целостные программы врождённого поведения, позволяющие организму выжить и оставить потомство. Благодаря безусловным рефлексам обеспечиваются постоянство внутренней среды организма, согласованная работа органов и систем органов (рис. 90).



НА ЧЁМ ОСНОВАНА РЕФЛЕКТОРНАЯ ТЕОРИЯ ПОВЕДЕНИЯ?

Известный отечественный учёный Иван Михайлович Сеченов предположил, что сложные проявления поведения и мышления связаны с рефлексами мозга. Академик Иван Петрович Павлов развил эти идеи и экспериментально доказал, что поведение основано на совокупности безусловных и условных рефлексов, составляющей основу высшей нервной деятельности.



Рис. 90. Рефлексы новорождённых и грудных детей: выгибание туловища в сторону спины, противодействующее силе тяжести; рефлекс ползания, вызванный раздражением подошвы стопы; верхний защитный рефлекс — поворот головы в сторону в положении на животе

Высшая нервная деятельность — совокупность условных и безусловных рефлексов, а также высших психических функций, обеспечивающих индивидуальное поведение человека в изменяющихся окружающих природных и социальных условиях.

Высшая нервная деятельность проявляется в виде сложных рефлекторных реакций, осуществляемых при обязательном участии коры полушарий большого мозга и ближайших к ней подкорковых образований. К высшей нервной деятельности относят познание, действие, речь, память и мышление, сознание.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИМПРИНТИНГА У ЧЕЛОВЕКА?

Врождённые и приобретённые формы поведения связывает **импринтинг** (от англ. *импринт* — запечатление) — способность новорождённых в первые часы и дни жизни автоматически фиксировать отличительные признаки поведения первых внешних объектов, находящихся в непосредственной близости.

Для новорождённого с первых дней жизни важны контакты с родителями через осязание, зрение и слух. Эти контакты играют большую роль в формировании привязанности и социальных связей. У новорождённых детей первых месяцев жизни определяющим фактором привязанности к матери является чувство комфорта и ощущение безопасности.

Существенное значение имеет кормление матерью своего ребёнка. Гигиенический уход, интонация голоса и звуки речи обязательны при общении с бодрствующим ребёнком грудного возраста. Изоляция детей в первые годы жизни приводит к нарушениям поведения, и они не могут приспособиться к жизни в человеческом обществе.

? ЧТО ТАКОЕ РЕФЛЕКС ЦЕЛИ?

Академик И. П. Павлов обратил внимание на то, что наряду с рефлекторными реакциями на раздражители в деятельности человека широко представлены такие формы поведения, как коллекционирование, овладение определёнными предметами. При этом человек не только реагирует на внешние воздействия, но и преодолевает препятствия, даже преобразует условия существования. Такая форма поведения была названа И. П. Павловым **рефлексом цели**. Активность и целенаправленность поведения являются основой здоровой, сознательной жизни.

? КАКОВА РОЛЬ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ПОВЕДЕНИИ?

Поведение во многом связано с потребностями. В каждый конкретный момент в организме преобладает определённая потребность. Для её удовлетворения в центральной нервной системе формируется очаг повышенной возбудимости. Выдающийся отечественный учёный **Алексей Алексеевич Ухтомский** назвал его **доминантой** (от лат. *доминанс* — господствующий).

Доминанта — устойчивый временной очаг сильного возбуждения в коре и других отделах головного мозга, определяющий поведение, направленное на удовлетворение возникшей потребности.

Доминанта определяет текущее поведение организма. Состояние доминанты у человека может наступить при возникновении любой группы потребностей — биологической, духовной или социальной (рис. 91). При потребности в воде формируются устойчивые очаги возбуждения, исчезающие по мере удовлетворения потребности. Потребность в самосохранении способствует сохранению физической

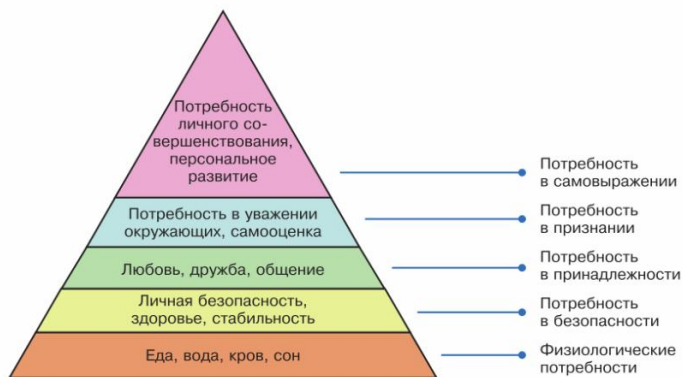


Рис. 91. Пирамида потребностей человека

целостности организма. У человека существует врождённая потребность в приятных ощущениях.

Одной из наиболее значимых социальных потребностей является стремление ощущать себя членом определённого сообщества. Каждый человек входит не в одну социальную группу и играет в них разные роли. В разные моменты жизни человек ощущает себя в первую очередь членом семьи, представителем нации или поклонником популярного артиста.

Среди духовных или идеальных потребностей можно выделить стремление к познанию, потребность в творчестве. Для удовлетворения этих потребностей человек занимается такими сферами деятельности, как наука, культура, искусство.

Соотношение потребностей конкретного человека постоянно меняется. Удовлетворение актуальной потребности выдвигает на передний план другую. При этом происходит смена доминирующих мотиваций. По мнению А. А. Ухтомского (рис. 92), доминанта является основой мотивации, внимания, сосредоточенности, целеустремлённости. Благодаря доминанте человек полностью сконцентрирован на том, что делает, и не отвлекается на происходящее вокруг.

Внимание — сосредоточенность сознания и его направленность на что-либо, имеющее значение для человека.

Чем больше наше **внимание** будет привлечено новизной, яркостью, необычностью предмета или события, тем больше вероятность того, что они будут восприняты. Внимание улучшает результат других психических процессов — таких, как запоминание, мышление, воображение, но не существует само по себе. К свойствам внимания относят его устойчивость, концентрацию, распределение, объём и переключение.

Вниманием можно управлять, его нужно тренировать и совершенствовать. Неумение человека сосредоточиться на чём-либо, повышенная отвлекаемость свидетельствуют о рассеянности внимания. Тренировка устойчивости внимания важна как для профессиональной деятельности, так и для воспитания волевых качеств личности.

? КАКОВО ЗНАЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ?

Известный отечественный учёный-физиолог *Пётр Кузьмич Анохин* (см. рис. 92) обратил внимание на то, что поведение состоит из следующих друг за другом поведенческих актов. При этом каждый из этих актов определяется доминирующей в данный момент потребностью.

Для удовлетворения потребности разные системы и органы объединяются под контролем нервной системы в **функциональную систему** организма. Она позволяет организму выработать программу действий, способствующих достижению цели с максимальной эффективностью. Когда цель достигнута, доминанта угасает и образуется новая функциональная система.

Социальная деятельность человека в значительной степени строится специальными функциональными системами, определяющими его мыслительную деятельность. Результаты социальной деятельности человека представлены продуктами учебной и производственной деятельности, бытовой активности, взаимодействием с предметами культуры и искусства.

? КАК ФОРМИРУЕТСЯ ДИНАМИЧЕСКИЙ СТЕРЕОТИП?

Если условно-рефлекторные раздражители предъявляются в определённой последовательности, то через некоторое время вырабатывается **динамический стереотип**.

Динамический стереотип — относительно устойчивая и продолжительная система временных связей, образующаяся в коре головного мозга в ответ на осуществление одних и тех же видов деятельности в одно и то же время, в одной и той же последовательности, изо дня в день.

Физиологическую основу формирования начального этапа динамического стереотипа составляют условные рефлексы на время. Если ребёнок в одно и то же время ложится спать и просыпается, завтракает и обедает, то у ребёнка вырабатывается условный рефлекс на время этих действий. Последовательная повторяемость действий формирует у ребёнка стереотип нервных процессов в коре головного мозга.

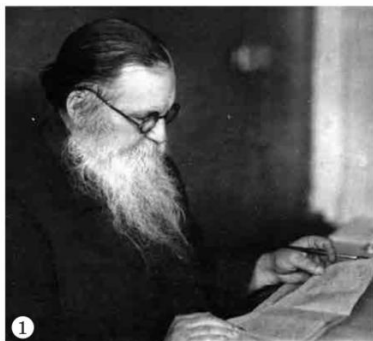


Рис. 92. Выдающиеся отечественные учёные:
1 — Алексей Алексеевич Ухтомский; 2 — Пётр Кузьмич Анохин



Динамический стереотип включает в себя большое количество разнообразных двигательных навыков, образа мыслей, убеждений об окружающих событиях. Стереотип трудно вырабатывается, но если он выработан, то поддержание его не требует значительного напряжения корковой деятельности, многие действия становятся автоматическими. Стереотипы сохраняются долгие годы и составляют основу человеческого поведения, трудно поддаются переделке.

Индивидуальные особенности поведения человека, его убеждения, взгляды, привычки формируются постепенно. Физиологической основой этих особенностей являются сложные системы условных рефлексов, образование которых зависит от окружающей среды и наследственных свойств высшей нервной деятельности человека.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Поведение. Высшая нервная деятельность. Импринтинг. Доминанта. Внимание. Динамический стереотип.

ВЫВОДЫ

- Поведение человека основано на совокупности безусловных и условных рефлексов, составляющей основу высшей нервной деятельности.
- Текущее поведение организма определяет доминанта.
- Динамический стереотип — приобретённая форма поведения, в основе которой лежат сложные системы условных рефлексов.

ПРАКТИКУМ

ИЗУЧЕНИЕ ОРИЕНТИРОВОЧНОГО РЕФЛЕКСА

Цель: изучение проявления ориентировочного рефлекса.

Материалы и оборудование: работа проводится в паре.

Ход работы

1. Прodelайте следующие опыты. Проследите, как ваш товарищ будет реагировать на резкий стук, прикосновение, неожиданную вспышку света. Повернёт ли он голову к новому для него раздражителю?
2. Попросите испытуемого внимательно читать текст и через некоторое время внезапно включите звонок.
3. Убедитесь, что ориентировочный рефлекс может быть вызван совершенно разными раздражителями, независимо от того, какой участок тела подвергся раздражению.
4. По результатам наблюдений сделайте выводы.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

У человека есть потребность в постоянном поступлении новой информации, которая необходима для нормального функционирования головного мозга. Эта потребность лежит в основе исследовательского поведения человека.

ВОПРОСЫ

1. Что такое поведение?
2. Каково биологическое значение безусловных рефлексов?



3. В чём различия между безусловно-рефлекторной и условно-рефлекторной деятельностью?
4. Что понимают под функциональной системой?
5. Как связаны между собой потребности, доминанта и поведение?
6. Как вырабатывается динамический стереотип?

ЗАДАНИЯ

7. Динамический стереотип лежит в основе всех навыков и привычек. Попробуйте это доказать на примере формирования навыка письма.
8. Приведите пример, иллюстрирующий доминирование одной из биологических потребностей.
9. Составьте перечень своих потребностей, определив следующее: к какой группе они относятся; насколько они жизненно необходимы; от каких потребностей можно отказаться.
10. Приведите пример из своей жизни, когда в изменившихся условиях вам пришлось выбирать из нескольких вариантов поведения тот, который больше всего соответствовал данным обстоятельствам.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему важен контакт родителей с новорождённым с первых дней жизни?
12. Почему потребности человека определяют его поведение?
13. Почему создание нового динамического стереотипа происходит медленно?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Каким образом динамический стереотип поведения способствует закреплению плохих привычек?
15. Чем потребности человека отличаются от потребностей животных?

§ 36. МЫШЛЕНИЕ И ПОНЯТИЙНАЯ РЕЧЬ

ЭТО Я ЗНАЮ

Что такое высшая нервная деятельность.
Врождённые и приобретённые программы поведения.



Есть ли взаимосвязь между речью и мышлением?



КАКИЕ СИГНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ВЫДЕЛЯЮТ У ЧЕЛОВЕКА?

Сигнальные системы — системы условных связей, с помощью которых живые организмы взаимодействуют с окружающей средой. У животных имеется только первая сигнальная система, связанная с работой органов чувств. Запах, звук, цвет, вкус — это сигналы, позволяющие воспринимать окружающий мир. У человека в ходе эволюции сформировалась вторая сигнальная система, свойственная только ему, при этом значение первой сигнальной системы полностью сохраняется.



С первых дней жизни у ребёнка вырабатываются разнообразные условные рефлексы — на вид матери, на время кормления и другие. Ребёнок слышит слова, которыми мать сопровождает свои действия. Эти слова речётаются у младенца с кормлением, купанием, переодеванием и другими действиями. На эти слова тоже вырабатываются рефлексы, относящиеся к первой сигнальной системе. Это связано с тем, что первые слова для младенца обозначают определённые предметы и действия.

Со временем *слово* становится сигналом любых раздражителей, идущих из внешнего окружения или внутренней среды. Обычно в два-три года ребёнок научается относить слова не к конкретному предмету, а к группе аналогичных предметов. Когда ребёнок начинает понимать смысл слов и они начинают обозначать определённые ситуации, понятия, обобщения, тогда у него возникает **вторая сигнальная система**. Она позволяет воспринимать и анализировать информацию, поступающую в организм в виде различных *символов* — слов, знаков, формул. Каждый из этих символов связан с определённым явлением или предметом, его качеством, действием, состоянием. С помощью слов и других символов человек может передавать свои знания, раскрывать свои ощущения, переживания, чувства.

Слово воспринимается человеком не как отдельные звуки, а как информация, несущая смысловое значение. Слово обозначает наиболее важные черты и признаки объектов в понятиях. Когда мы произносим слово «книга», то имеем в виду и книгу, которую прочитали, и книгу, по которой готовимся к урокам, и те книги, которые видели в библиотеке. Понятие «книга» обобщает существенные черты многих сходных объектов, отвлекаясь от конкретного.

КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ?

Высшей функцией человеческого мозга является **сознание**, которое представляет собой отражение в мозге окружающей действительности. Человеческое сознание включает в себя совокупность знаний об окружающем мире. Человек постоянно обогащает свои знания с помощью ощущений и восприятия, внимания, памяти, мышления.

Ощущение является первым этапом в познании мира. Это рефлекторный психофизиологический процесс, который заключается в отражении мозгом отдельных качеств и свойств предметов, явлений при их воздействии на рецепторы органов чувств. Поэтому ощущения бывают зрительными, слуховыми, кожными, вкусовыми. Они могут искажаться, если объект воспринимается различными рецепторами. Например, холодный чай будет казаться более сладким, чем этот же чай, но горячий.

Ощущения зависят от индивидуальных особенностей человека, состояния его нервной системы, характера профессиональной деятельности. Например, музыкальный слух — это врождённая индивидуальная повышенная чувствительность к звуковым колебаниям.

Взяв в руки незнакомый предмет, мы сначала его ошупываем пальцами и оцениваем твёрдость, упругость, массу. С помощью зрения мы определяем цвет, форму, размер предмета. С помощью обоняния определяем запах. При необходимости используем вкусовые ощущения. Благодаря этому в опознание предмета включается несколько сенсорных систем, которые обеспечивают формирование ощущений.

Целостное представление о предмете формируется из отдельных ощущений в процессе восприятия. При этом поступившая информация анализируется и сопоставляется с хранящейся в памяти.

? КАКОВО ЗНАЧЕНИЕ ПАМЯТИ?

Память является одним из основных свойств нервной системы. Она заключается в способности долгое время сохранять информацию о событиях во внешнем мире и реакции организма на эти события. Память позволяет многократно воспроизводить информацию, то есть вспоминать накопленные сведения. Без памяти невозможно обучение и мышление.

И Память — процесс накопления, хранения и воспроизведения информации.

Человек запоминает не только действующие на него раздражители, но и вызываемые этими раздражителями ощущения и эмоции. Только благодаря памяти человек может приобрести, сохранять и использовать индивидуальный опыт.

Происходящие в жизни человека события оставляют у него в мозге памятные следы, которые могут храниться различное время. **Кратковременная память** имеет продолжительность в среднем 30—60 с. Её ёмкость невелика. Она удерживает около семи предъявленных элементов.

Кратковременная память основана на циркуляции нервных импульсов по нейронным сетям. Она очень чувствительна к внешним воздействиям. При переключении внимания на другую умственную задачу информация, содержащаяся в этот момент в кратковременной памяти, полностью исчезает.

Долговременная память позволяет пользоваться полученной информацией очень долго. Особенно хорошо запоминаются события, вызывающие у человека сильные положительные или отрицательные эмоции: восторг, удовольствие, страх, ненависть.

Процесс образования и сохранения памятного следа называют консолидацией следа в памяти. В его формировании участвуют нейроны разных структур головного мозга. Консолидация включает комплекс биохимических процессов. Принято считать, что в мозге нельзя выделить какую-либо отдельную структуру, в которой заключён конкретный памятный след (рис. 93).

? КАКИЕ ВИДЫ ПАМЯТИ ВЫДЕЛЯЮТ ПО ХАРАКТЕРУ ЗАПОМИНАЕМОГО МАТЕРИАЛА?

По характеру запоминаемого материала выделяют **двигательную, эмоциональную, образную и словесно-логическую** виды памяти. Двигательная память необходима для приобретения двигательных навыков при различных видах деятельности: работе, занятиях спортом, письме, речи. Эмоциональная память связана с сохранением в памяти чувств, которые когда-то вызвала какая-либо жизненная

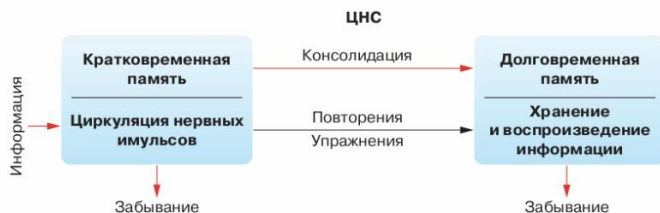


Рис. 93. Схема механизмов памяти



ситуация. Например, ситуация, когда ужалила оса, вызывает у человека боль и страх. Даже по прошествии многих лет ранее ужаленный осой человек при её виде вновь вспоминает неприятные ощущения.

Образная память связана с запоминанием и сохранением в памяти сопровождающих определённую обстановку образов — слуховых, зрительных, обонятельных. Образная память особенно хорошо развита у людей творческих профессий: музыкантов, художников, поэтов, писателей, артистов. Словесно-логическая память — это сохранение и воспроизведение прочитанных или произнесённых слов.

Все виды памяти тесно связаны между собой. Лучше всего запоминаются события, которые способствуют включению нескольких механизмов запоминания. Память поддаётся тренировке, и для её улучшения существует много приёмов. Память служит основой мышления.



КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЫШЛЕНИЯ?

Мышление является психофизиологическим процессом, обеспечивающим познавательные функции организма без непосредственного контакта с объектами окружающей среды. Для того чтобы мыслить, необходимо комбинировать образы, воображать отсутствующие предметы или прошлые события.

Мышление — способность человека познавать окружающий мир и представлять своё отношение к действительности с помощью слов и образов.

Мышление осуществляется на основе билатеральной организации головного мозга. Различают *словесно-логическое* и *наглядно-образное* мышление. Левое полушарие характеризуется в большей степени словесно-логическим, а правое — наглядно-образным мышлением. При этом левое полушарие обрабатывает информацию аналитически и последовательно, а правое — одновременно и целостно.

Деятельность коры головного мозга направлена на анализ поступающих в неё сигналов. Мозг обеспечивает объединение сигналов, поступающих от разных анализаторов благодаря многочисленным ассоциативным связям между различными отделами коры. На основе анализа и синтеза формируются соответствующие модели поведения. Основным назначением мышления является предвидение возможных изменений во внешней среде и выбор варианта поведения, обеспечивающего достижение цели.

Процесс мышления обеспечивает решение задач в новых, незнакомых ситуациях. Это возможно благодаря рассудочной деятельности — способности высокоразвитой нервной системы переносить имеющиеся навыки в новые условия, решать абстрактные задачи, делать выводы (рис. 94).



КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ РЕЧИ?

Речь реализуется в общении посредством звуков, знаков и символов. Она бывает устной и письменной и передаётся при помощи языка в предложениях и смысловых формах, необходимых для общения и мышления.

Речь человека регулируется главным образом левым полушарием головного мозга. Большей частью центры управления речевыми функциями расположены в височной доле, где находятся зоны, ответственные за обработку звуковой информации. При нарушении их работы человек теряет способность различать слова, вследствие чего утрачивается и способность к осмысленной речи.

В лобной доле головного мозга расположены области, обеспечивающие произнесение слов. При их повреждении человек не может произнести ни одного слова, хотя и понимает их смысл. У него остаётся только способность к крику и воспроизведению мелодий без слов.



Рис. 94. Мыслительные операции

Первоначальное восприятие письменной речи осуществляется сначала затылочной, затем — теменной, а окончательное — височной долей коры полушарий большого мозга. Речь имеет индивидуальный характер, эмоциональную окраску, отражает профессиональное мастерство, культуру, интеллект. Различают внешнюю и внутреннюю речь. Внешней считается устная и письменная речь. Внутренняя речь — это разговор человека с самим собой. Она не направлена на подготовку к общению с другими людьми и формируется на основе внешней монологической речи у детей в возрасте около трёх лет.

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Вторая сигнальная система. Сознание. Память. Кратковременная и долговременная память. Виды памяти: двигательная, эмоциональная, образная, словесно-логическая. Мышление. Речь.

ВЫВОДЫ

- У человека, в отличие от животных, кроме первой сигнальной системы, развита вторая сигнальная система, связанная с развитием речи. Слово является сигналом, специфическим раздражителем, в который вложен смысл.
- Память — основное свойство нервной системы, позволяющее накапливать, сохранять и воспроизводить информацию. Выделяют двигательную, эмоциональную, образную и словесно-логическую память, долговременную и кратковременную.
- Память служит основой мышления. Различают словесно-логическое и наглядно-образное мышление, основанное на билатеральной организации головного мозга.



ПРАКТИКУМ

ВЫЯВЛЕНИЕ КОНСЕРВАТИЗМА МЫШЛЕНИЯ

Цель: выявление консерватизма мышления.

Материалы и оборудование: спички.

Ход работы

1. Возьмите шесть спичек и постройте из них четыре треугольника так, чтобы спички нигде не пересекались.
2. Объясните, почему те, кто не знал решение задачи, пытались строить треугольники на плоскости, а не в пространстве, хотя в условии задания такого ограничения не было.
3. Запишите в тетради выводы о консервативности мышления, под которой понимают привычный образ мысли, стереотипы, вводящие ограничения, которых нет.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

1. Вниманием называют психофизиологический процесс, проявляющийся в направленности и сосредоточенности психической деятельности на определённом объекте, в основе которого лежит создание устойчивого очага возбуждения. Чем больше внимание привлечено новизной, яркостью, необычностью предмета, тем больше вероятность того, что он будет воспринят. Внимание имеет внешние и внутренние проявления. К первым относят напряжённую позу, сосредоточенный взгляд, ко вторым — изменения в организме, например учащение сердцебиения, дыхания, выделение адреналина в крови и пр. Внимание является непременным условием для обучения, им можно управлять, его нужно тренировать и совершенствовать.
2. Выделяют произвольную и непроизвольную память. Непроизвольная память — случай, когда перед человеком не ставится цель запоминания, а запоминаются события большой значимости, вызывающие сильные эмоции. Произвольная память предполагает сознательное целенаправленное запоминание с применением специальных приёмов.
3. На способности человека к запоминанию влияют различные факторы. К числу определяющих факторов относятся возраст, состояние здоровья, особенности нервной системы, уровень воспитания, характер работы и даже рацион. Например, скудное питание при диете, усталость, боль, возбуждение, стресс, бессонница, хронические заболевания, гиподинамия ухудшают память. Никотин, алкоголь уменьшают поступление кислорода в мозг и, как следствие, оказывают на память негативное воздействие.

ВОПРОСЫ

1. Какова роль речи в жизни человека?
2. Какие условия нужны для формирования второй сигнальной системы у ребёнка?
3. Что такое память?
4. Чем долговременная память отличается от кратковременной?



5. Что способствует более длительному запоминанию?
6. Какова роль мышления в познании?

ЗАДАНИЯ

7. Приведите пример из своей жизни, когда в изменившихся условиях вам пришлось выбирать из нескольких вариантов поведения тот, который больше всего, на ваш взгляд, соответствовал обстоятельствам. Какую роль в данных обстоятельствах сыграло ваше мышление?
8. Покажите на примерах важность умения распределять внимание. Приведите примеры переключения внимания.
9. Назовите структуры мозга, регулирующие речь.
10. Проверьте свою кратковременную память. Для этого внимательно рассмотрите последовательность чисел внизу.

309712854169

Теперь попытайтесь восстановить этот ряд по памяти, соблюдая при этом порядок чисел. Сделайте вывод на основании полученного результата.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему способность к обучению речи у ребёнка не реализуется, если он изолирован от человеческого общества?
12. Почему, когда человек впервые идёт по незнакомой местности, самостоятельно разыскивая дорогу, он без труда найдёт её вторично; если же он идёт вместе со спутником, которому дорога хорошо известна, проделать этот путь в следующий раз самостоятельно обычно бывает трудно.
13. Почему ощущения важны в познании мира?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Какие приёмы и упражнения можно использовать для тренировки памяти?
15. Чем интеллектуальная деятельность человека отличается от мышления животных?

§ 37. ПОЗНАВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ЭМОЦИИ, СОН И БОДРСТВОВАНИЕ

ЭТО Я ЗНАЮ

Память. Виды памяти.
Мышление, его функциональное значение.



Как проявляется познавательная и психическая деятельность головного мозга?

? КАКОВО ЗНАЧЕНИЕ КОРЫ ПОЛУШАРИЙ БОЛЬШОГО МОЗГА В ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ?

Деятельность коры полушарий большого мозга направлена на постоянный анализ и синтез поступающих в неё сигналов — нервных импульсов, в том числе в виде слов. В коре полушарий большого мозга все воспринимаемые организмом



раздражения анализируются и дифференцируются по их особенностям, силе и характеру воздействия. При этом кора полушарий большого мозга выполняет и синтетические функции.

Синтетическая деятельность коры полушарий большого мозга обеспечивает объединение сигналов, поступающих от различных функциональных центров нервной системы. Такая синтетическая функция головного мозга человека возможна благодаря многочисленным и разнообразным ассоциативным связям между различными отделами центральной нервной системы.

В познавательной деятельности участвует около 90% площади коры головного мозга человека. Наиболее сложные функции головного мозга, с помощью которых осуществляется процесс рационального познания мира и обеспечивается целенаправленное взаимодействие с ним, называют *когнитивными функциями*. Они включают все способы работы с информацией: восприятие, обработку, анализ, запоминание, хранение и обмен информацией, построение и осуществление программы действий. На основе анализа и синтеза поступающей в головной мозг информации принимаются соответствующие решения и формируются разные по сложности поведенческие акты.

Поведение человека — это целостная, прежде всего двигательная активность, направленная на удовлетворение потребностей, возникающих в результате изменения среды.

Любое сложное **поведение** может быть представлено как последовательность **поведенческих актов** (рис. 95).

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПОВЕДЕНИЯ?

Практически все виды деятельности человека связаны с психическими функциями головного мозга, которые отражают явления внешнего и внутреннего мира человека. Посредством психических процессов осуществляется познание окружа-



Рис. 95. Схема поведенческого акта



ющего мира, усвоение знаний, формирование навыков, обучение. На этой основе формируется индивидуальное поведение человека.

В организации поведения ведущее место принадлежит нервной системе. Психические процессы формируются в головном мозге. Движение управляет нервными импульсами. Однако на целостное поведение значительное влияние оказывают гуморальные сигналы. Нервная система находится под контролем биологически активных веществ, так же как и эндокринная система контролируется нервной. Гуморальная и нервная регуляция — это две стороны единой нейрогуморальной системы регуляции поведения. Например, пищевая потребность возникает в результате поступающих из желудочно-кишечного тракта нервных импульсов и в результате изменения уровня глюкозы в крови. Сниженный уровень глюкозы воспринимается специфическими участками мозга и приводит к характерному психическому состоянию, которое ощущается как голод.

Нервный и гуморальный компоненты рассматриваются отдельно исключительно для удобства исследования. Для изучения нервной системы удобна регистрация электрической активности и электрическое раздражение отдельных органов, тканей и клеток. В исследованиях гуморальной регуляции используют биохимический анализ и фармакологические воздействия. Однако нервный и гуморальный механизмы регуляции функций не исключают друг друга, а представляют собой две стороны единой нейрогуморальной регуляторной системы.

Одним из психофизиологически важных гормонов является *окситоцин*, усиливающий чувство социальной привязанности. Кормление новорождённого вызывает повышение секреции окситоцина в организме матери. Окситоцин участвует в формировании у женщины материнской доминанты — совокупности изменений в психике и поведении, направленных на заботу о ребёнке. Поэтому женщинам, ещё до родов заявивших о намерении отказаться от ребёнка, в роддомах часто предлагают покормить младенца грудью, объясняя это отсутствием в текущий момент донорского молока. Иногда женщины меняют своё решение, поскольку под влиянием повышенной секреции окситоцина у них возникает материнская мотивация, которая может перерасти в материнскую доминанту.

Содержание гормонов в организме является биологическим маркером определённых психических состояний и особенностей личности. Измерение содержания гормонов используется для определения психических изменений. При этом учитывают, что гормон усиливает или ослабляет проявление данного поведения, но не может вызвать его в любых условиях. Это самый распространённый тип влияния гуморальных факторов на поведение.

В ЧЁМ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПОЛОВОГО ПОВЕДЕНИЯ?

Важным компонентом жизнедеятельности человека является половое поведение. Его становление в первую очередь определяется созреванием половых желёз, секрецией половых гормонов, их действием на специальные структуры мозга и весь организм.

Под влиянием повышения содержания половых гормонов в крови возбуждается локализованный в гипоталамусе центр половой мотивации. Он определяет совокупность нейрогуморальных механизмов, ответственных за регуляцию полового поведения.

КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛИМБИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ?

Формирование общих функций организма, проявление эмоциональных и мотивационных состояний, регуляцию сна и бодрствования, процессы научения и за-



поминания контролируют гипоталамус и **лимбическая система** — функциональное объединение структур конечного, промежуточного и среднего отделов головного мозга. В лимбической системе и гипоталамусе выявлены участки мозга, при повреждении или раздражении которых проявляется неуправляемая пищевая реакция или отказ от пищи. Имеются центры стремления к воде, полового влечения, агрессивности, подавленности.

Лимбическая система имеет обширные связи с подкорковыми ядрами, гипоталамусом, ретикулярной формацией. Она участвует в регуляции деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и других систем организма.

? КАКОВЫ МЕХАНИЗМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭМОЦИЙ?

Эмоциями (от лат. *эмовере* — возбуждать) называют класс психических процессов и состояний, отражающих непосредственную субъективную оценку и переживания, в которых проявляется отношение людей к окружающему миру и к самим себе (рис. 96). Эмоции проявляются в психических переживаниях, в поведении человека, в реакциях вегетативной нервной системы и других систем организма. К положительным эмоциям относят радость, удовольствие, интерес. Отрицательными эмоциями являются гнев, горе, страх, отвращение, презрение, стыд. Относительно нейтральным считают удивление.

Эмоциональные состояния организма могут быть связаны с оценкой действующих на него факторов, а также возникать при переживании удовлетворения или неудовлетворения его актуальных потребностей.

Обычно поведение человека направлено на удовлетворение имеющейся в данный момент потребности. Отрицательные эмоции возникают в случае несовпадения полученного результата и побуждают человека изменить программу действия. Положительные эмоции возникают при совпадении полученного результата с ожидаемым и удовлетворении потребности. Эмоции служат механизмом, регулирующим поведение.



Рис. 96. Изменение мимики лица при проявлении различных эмоций у человека: 1 — зажатость, 2 — улыбка, 3 — смех, 4 — ярость, 5 — презрение, 6 — ирония, 7 — сосредоточенность, 8 — удивление

КАКОВО ЗНАЧЕНИЕ СНА?

Основные контакты с внешним миром человек осуществляет в бодрствующем состоянии, которое характеризуется достаточно высоким уровнем электрической активности мозга. Состояние бодрствования сменяется состоянием сна.

Сон является сложным процессом, в регуляции которого участвуют разные структуры центральной нервной системы: ствол мозга, гипоталамус, эпифиз. Сон необходим человеку для нормальной жизнедеятельности и восстановления сил. Человек проводит во сне примерно одну треть своей жизни. Если в течение нескольких суток человек лишён сна, то у него появляются тяжёлые психические расстройства.

Потребность в продолжительности сна меняется с возрастом. После рождения новорождённый спит около 20 ч в сутки, до четырёх-пяти месяцев младенцы спят 17—18 ч в сутки. К пяти-шести годам длительность сна уменьшается до 9—11 ч, к 16—20 годам длительность уменьшается до 9—10 ч. После 20 лет продолжительность сна составляет 6—8 ч в сутки.

Во время сна ограничивается связь человека с внешней средой. Органы чувств воспринимают обычные раздражения по-другому или не воспринимают. Полностью тормозится условно-рефлекторная деятельность, мышцы расслаблены, тонус мышц уменьшен, снижаются функции других органов, в течение большей части сна реже сокращается сердце, снижается артериальное давление, более редким становится дыхание.

Сон состоит из двух качественно различных фаз, называемых **медленным** (глубоким) и **быстрым** (поверхностным) сном, которые сменяют друг друга четырёх-шесть раз за ночь (рис. 97). Для фазы быстрого сна характерны движения глазных яблок, нарушения ритма пульса с полным расслаблением скелетных мышц. У человека эта стадия длится в среднем от 5—10 мин в первом цикле, занимая 20—25 % всего ночного сна. Она повторяется около пяти раз в течение ночи. Обычно фаза быстрого сна связана со сновидениями. Они являются результатом деятельности нервных клеток, остающихся активными во время сна.

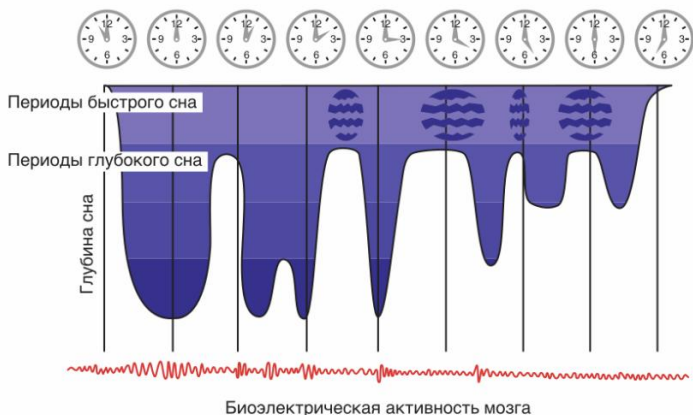


Рис. 97. Биоэлектрическая активность мозга во время сна



Медленный сон характеризуется снижением всех функций человеческого организма, отсутствием движений или медленными движениями глаз. Наиболее глубокий сон наблюдается обычно один-два часа и затем повторяется периодически четыре-пять раз через каждые 60—80 мин в течение всего сна. Во время глубокого сна человека трудно разбудить.

Наиболее распространённой формой расстройства сна является бессонница. Часто она возникает в результате нервного переутомления, напряжённой умственной работы. Бессонница может быть следствием избыточного приёма некоторых лекарственных препаратов. Сон является показателем психического и физического здоровья. У человека, лишённого глубокого сна, может расстроиться память, возникнуть нарушения психики.



ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

- Для того чтобы сон был полноценным, необходимо ложиться спать и вставать в одно и то же время. Благодаря этим нехитрым действиям вырабатывается условный рефлекс на время, и засыпание, как и пробуждение, происходит быстрее и легче.
- Непосредственно перед отходом ко сну не рекомендуются напряжённая умственная работа, подвижные шумные игры и развлечения. Всё это возбуждает нервную систему и нарушает сон. Полезно немного погулять на свежем воздухе, принять тёплый душ. Ужинать следует не позже чем за 1,5—2 ч до сна.
- Спать рекомендуется в хорошо проветренном помещении. Постель должна быть с достаточно жёстким матрасом, ровной, подушка — небольшой.



НА ЧЁМ ОСНОВАНО ОБУЧЕНИЕ?

На основе потребности в социальной самоидентификации происходит процесс **обучения**. В его основе лежит подражание, имитация реакций других членов своего сообщества. Новорождённый подражает сначала матери, а затем другим окружающим его людям. Первоначально ребёнок подражает простым двигательным реакциям: на улыбку отвечает улыбкой; если взрослый широко раскрывает рот, ребёнок повторяет это.

На следующих этапах развития ребёнок имитирует уже психические реакции и стиль поведения, проявляющийся в тревожности, дружелюбии, гневливости и т. п. Если мать весела, дружелюбна, много играет с ребёнком, то он игрив и жизнерадостен. Если женщина страдает послеродовой депрессией, то в поведении ребёнка уже с трёхмесячного возраста преобладают проявления отрицательных эмоций. Личность ребёнка формируется к пяти годам. Ребёнок подражает не всем встречающимся людям, а только тем, кого он считает принадлежащими к своему сообществу.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Поведение. Поведенческий акт. Лимбическая система. Эмоции. Сон. Фазы сна: медленный, быстрый.

ВЫВОДЫ

- Познавательная деятельность головного мозга включает обработку, анализ, запоминание, хранение и обмен информацией, построение и осуществление программы действий.



- Эмоции — это определённые положительные и отрицательные реакции человека на какие-либо внешние действия или раздражители, отражающие его отношение к окружающему миру и себе.
- Бодрствование периодически сменяется сном — физиологическим состоянием организма вне физической активности. Сон — циклический процесс, состоящий из чередующихся между собой фаз быстрого и медленного сна.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

1 Гуморальные факторы влияют на память. Улучшают память гормоны, синтез и секреция которых возрастают при стрессе. Ухудшает память оксиген. Помимо гормонов, на память влияют и другие гуморальные факторы, важнейшими из которых является уровень глюкозы в крови, обеспечивающей питание центральной нервной системы, особенно головного мозга. Существует оптимальный уровень глюкозы в крови, при котором процессы, связанные с памятью, протекают наиболее интенсивно. Память ухудшается при отклонении от этого уровня в любую сторону, как при увеличении, так и при снижении концентрации глюкозы в циркулирующей крови.

2 Понятие *эмоциональный интеллект* было введено в психологическую терминологию в 1990 г. и получило широкое применение в практической психологии. В самом общем понимании понятие обозначает уровень развития, рефлексирования и использования эмоциональной сферы человека; в более детальном описании это: а) осознание и понимание своих эмоций; б) умение контролировать их влияние на внутренние процессы, внешнее выражение и поведение; в) умение чувствовать эмоциональные переживания других людей, сопереживать и откликаться на них; г) умение строить взаимоотношения при общении; д) умение использовать эти данные для достижения жизненных целей. Ранее для умения понимать и ощущать чувства других людей, откликаться на них было дано название «эмпатия».

ВОПРОСЫ

1. Какова роль синтетической и познавательной деятельности головного мозга?
2. Что такое поведение человека?
3. Влияют ли гормоны на психическое состояние и поведение человека?
4. Что такое положительные и отрицательные эмоции?
5. На чём основано обучение?
6. Какова роль лимбической системы в организме?

ЗАДАНИЯ

7. Опишите когнитивные функции головного мозга.
8. Охарактеризуйте фазы медленного и быстрого сна.
9. Объясните, почему известный русский физиолог И. М. Сеченов называл сновидения «небывальными комбинациями бывалых впечатлений».
10. Перечислите условия, способствующие полноценному сну.



ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему не рекомендуется на эмоциях принимать решения?
12. Почему человек может испытывать отрицательные эмоции?
13. Почему у новорождённых детей, подростков и взрослых людей разная потребность в сне?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Можно ли управлять своими эмоциями?
15. Чем опасно длительное недосыпание?

§ 38. ПРИЧИНЫ, ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ НАРУШЕНИЙ ПОВЕДЕНИЯ

ЭТО Я ЗНАЮ

Что такое эмоции.

Нейрогуморальная регуляция работы головного мозга.



С чем связаны нарушения поведения человека?

? КАКОВЫ ПРИЧИНЫ СТРЕССА?

Любое переживание, повышенная психическая или физическая деятельность, болезнь связаны с напряжением, вызывающим общую неспецифическую реакцию организма на трудную ситуацию. Эту реакцию организма, направленную на адаптацию к чрезмерным или патологическим воздействиям, называют **стрессом** (от англ. *stress* — напряжение).

Стресс может быть вызван как приятным, так и печальным событием (рис. 98). Важно, что это событие создаёт у человека эмоциональное или физическое напряжение.

Наблюдающийся при стрессе общий адаптационный синдром может иметь три стадии развития. Стресс начинается с тревоги. На этой стадии происходит мобилизация сил организма. В кровь выделяются гормоны, которые усиливают обмен веществ. В это время интенсивнее работают сердце, мышцы, органы дыхания и другие системы органов. Затем наступает вторая стадия стресса, при которой проис-



Рис. 98. Основные причины стресса

ходит приспособление к новому, более высокому уровню деятельности. В это время организм успешно справляется с трудной ситуацией. Это стадия резистентности. Если организм не справляется и не может адаптироваться, наступает стадия истощения.

Небольшие стрессовые ситуации необходимы для нормального развития личности. Они мобилизуют и активизируют внутренние ресурсы человека. Если человек попадает в трудные условия и стремится найти выход из создавшейся ситуации, активно деятелен, он решает проблему и преодолевает трудности.

При неправильно организованной учёбе, когда перед экзаменом приходится ночами восполнять упущенное или когда человек пытается участвовать в спортивных соревнованиях без достаточной подготовки, может наступить перенапряжение. Оно приводит к истощению и болезни.

КАКОВЫ ПРИЧИНЫ ДЕПРЕССИЙ?

Каждый человек может столкнуться с чем-то неизбежным, когда отчаяние становится беспрецедентным. Обычно грусть, печаль и тоска как естественные реакции на травмирующие психику события со временем ослабевают, и состояние человека нормализуется. Иначе следует относиться к **депрессии** (от лат. *depressio* — подавление).

Депрессия — психическое расстройство, характеризующееся патологически сниженным настроением, подавленностью, двигательной и интеллектуальной заторможенностью, исчезновением интересов, желаний, пессимизмом, идеями малоценности и самообвинения.

Депрессия является самым распространённым психическим состоянием, снижающим работоспособность человека и тяжело переживаемым. От депрессивного состояния в мире ежегодно страдает не менее 200 млн человек.

Депрессивное состояние представляет собой одну из возможных форм реагирования человека на воздействие стрессовых факторов. В одних случаях депрессия может быть спровоцирована внешними отрицательными воздействиями. Например, психической травмой, чрезмерными учебными или рабочими нагрузками, инфекцией, черепно-мозговой травмой, изменениями гормонального фона.

В других случаях депрессивные состояния развиваются как проявление таких психических заболеваний, при которых главным является влияние наследственности или особенностей нервной системы (рис. 99).

В ЧЁМ ПРОЯВЛЯЮТСЯ ДЕПРЕССИВНЫЕ СОСТОЯНИЯ?

Депрессивные состояния выражаются в проявлениях грусти, печали, умственной и мышечной заторможенности, продолжающихся не менее двух недель. При

ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ ДЕПРЕССИИ

- подавленное настроение;
- утрата способности чувствовать радость;
- двигательная заторможенность

ЧТО ПРИВОДИТ К ДЕПРЕССИИ

- фастфуд;
- травма головы в детстве;
- белое и голубое освещение;
- общение в соцсетях;
- сверхурочная работа

ДЕПРЕССИЯ ПРИВОДИТ

- к ожирению;
- к раннему старению;
- к синдрому раздражённого кишечника;
- к сахарному диабету

Рис. 99. Признаки и последствия депрессий



Рис. 100. Основные причины депрессии

депрессии подавленное состояние может проявляться как лёгкой печалью, грустью, так и беспрецедентным отчаянием (рис. 100).

Деятельность человека затруднена там, где требуется принятие важного решения, выбор между различными вариантами. Страдающие депрессией это хорошо осознают. Они жалуются на то, что незначительные ежедневные задачи, которые раньше решались почти автоматически, приобретают значение сложных, тягостных и неразрешимых проблем.

Одновременно человек чувствует, что стал медленно действовать и говорить, отмечает подавление инстинкта самосохранения и отсутствие способности получать удовольствие от жизни вплоть до полного равнодушия к тому, что раньше нравилось и вызывало положительные эмоции.

Мышление при депрессии требует особых усилий, один мыслительный образ с трудом вытесняется следующим. Заболевшего угнетает ощущение собственной интеллектуальной несостоятельности.

Состояние страдающего депрессией человека может внезапно резко ухудшиться. Это происходит либо без отчётливых внешних причин, либо под влиянием психотравмирующих ситуаций, неприятных известий. Для депрессий характерны нарушения сна.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ДЕПРЕССИВНЫХ РАССТРОЙСТВ?

Подавляющее большинство случаев депрессии хорошо поддаётся лечению. Эффективное лечение депрессий складывается из сочетания фармакотерапии и психотерапии. Если причина депрессии связана с нарушениями мозговых процессов, то основное значение в лечении принадлежит антидепрессантам — лекарственным препаратам, разработанным для лечения различных видов депрессии. Антидепрессанты влияют на депрессию в целом, нормализуют патологически сниженное настроение.

Действие антидепрессантов основано на нормализации механизма биохимической передачи нервных импульсов в структурах мозга, ответственных за настроение, поведение, реакцию на стресс, режим сна и бодрствования, аппетит.

При лечении депрессий и назначении лекарственных препаратов применяется строго индивидуальный подход с обязательным плодотворным сотрудничеством больного с врачом. Медикаментозное лечение депрессии сочетается с психотерапией.



циях ощущение существует без реального стимула, вызывающего его. В зависимости от задействованных органов чувств галлюцинации могут быть слуховыми, зрительными, обонятельными, вкусовыми и осязательными.

? КАК ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УМСТВЕННОЙ РАБОТЫ?

Работоспособность человека в течение дня меняется, достигая наибольшей интенсивности в периоды от 10 до 13 и от 16 до 20 ч. Поэтому умственную работу необходимо выполнять в период наибольшей работоспособности. Умственная работа требует больших затрат нервной энергии, так как в ней участвуют многие нервные центры головного мозга. Поэтому при напряжённой умственной работе быстро развивается утомление и продолжительная умственная работа малопродуктивна.

Однако прерывать работу при первых признаках усталости неправильно. Необходимо научиться преодолевать начальное утомление и вырабатывать у себя выносливость. Для поддержания работоспособности следует чередовать разные виды умственного труда: решение математических задач, чтение, изучение иностранного языка. Умственный труд обязательно должен чередоваться с перерывами на активный отдых и сочетаться с физическими нагрузками.

КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА

Стресс. Депрессия. Шизофрения. Психозы. Галлюцинации.

ВЫВОДЫ

- Стресс — это состояние повышенной психической или физической деятельности как защитной реакции на чрезмерное воздействие неблагоприятных факторов.
- Самым распространённым тяжело переживаемым психическим состоянием человека является депрессия.
- При шизофренических расстройствах нарушается психическая деятельность, проявляются психозы, при которых у человека нарушается способность правильно воспринимать реальность и давать верное объяснение происходящему.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 1** Дыхание является одним из эффективных способов психической и физиологической саморегуляции. Наше психическое состояние отражается на характере дыхания, с другой стороны, изменяя характер дыхания, мы можем изменять наше настроение. Одним из наиболее простых способов использования антистрессового потенциала дыхания является концентрация внимания на дыхании: на движении грудной клетки, ритмично поднимающейся и опускающейся в такт дыханию, на потоке воздуха, проходящего через лёгкие. При данном упражнении мысли отвлекаются от источника стресса, и внимание переключается с психотравмирующей ситуации на процесс дыхания. Одним из распространённых видов нарушений речевых процессов у детей является дислексия — расстройство навыков чтения, которое вызвано недостаточным развитием (либо распадом) психических функций, ответственных за процесс чтения, и проявляется в повторяющихся ошибках стойкого характера.



Термин применяют к тем людям, которые с большим трудом осваивают письменную речь. Согласно общепринятому представлению, дислексия является неврологическим расстройством генетической природы. По сравнению с нормально читающими у лиц с дислексией обработка информации происходит в иных областях головного мозга, и при выполнении задания на чтение их мозг реагирует иначе.

- 2** Отсутствие согласия между двумя и более сторонами называют конфликтом. Основным способом успешного и конструктивного разрешения возникших разногласий является открытый и прямой диалог конфликтующих сторон. При этом надо постараться понять позицию другого, выслушать его аргументы и с учётом этого ещё раз внимательно проанализировать своё поведение в конкретных ситуациях. Нежелание прислушаться к другому человеку, как правило, усугубляет конфликт и препятствует выходу из проблемной ситуации. Нахождение правильного выхода из конфликта зависит от культуры общения человека, способности прислушаться к чужому мнению.
- 3** Чувство удовольствия и эмоционального подъёма связано с повышением уровня синтеза и секреции группы стрессорных гормонов, называемых эндорфинами. Синтез и секреция этих гормонов возрастает при стрессе и при регулярной физической нагрузке на организм, например, при выполнении спортивных упражнений. Основная функция эндорфинов — обезболивающая. Эти гормоны являются важным компонентом формирования положительного подкрепления в организме.
- 4** Наиболее часто используемыми индикаторами стресс-реакции являются уровни содержания в биологических жидкостях таких гормонов, как АКТГ, кортикостероиды, катехоламины. Измерение этих показателей особенно показательны в случае хронического стресса. Также для оценки стресс-реакции могут использоваться электромиографические методы определения мышечного тонуса, оценка состояния сердца и сосудов, а также психологические тесты.
- 5** Люди, страдающие шизофренией, часто обладают тонкой организацией психики и повышенной креативностью. Если они рисуют, то их произведения очень яркие, как по цветам, так и по экспрессии, они изобилуют необычными психоделическими образами, полны мистики и тайны. Иногда это целые зашифрованные послания человечеству, без возможности их расшифровать, к сожалению. Для них характерна раздробленность целого, изображение рассыпается на множество разрозненных частей, картины утопают в деталях. В любом случае, творения пациентов с шизофренией очень интересны, экспрессивны, креативны.
- 6** Нарушения памяти — одни из наиболее распространённых симптомов заболеваний головного мозга, при которых происходит снижение или утрата способности запоминания либо сохранения и воспроизведения запасов памяти. При выпадении значительных фрагментов памяти говорят об амнезии. При некоторых нарушениях, травмах в памяти не сохраняется информация о предшествующих событиях. Такое состояние называют ретроградной амнезией. Антероградная амнезия — утрата воспоминаний о текущих событиях, переживаниях, фактах, часто связана с перенесённым острым заболеванием. Тяжёлым расстройством памяти считается прогрессирующая амнезия в результате развивающегося органического заболевания либо в связи с процессами старения. На память влияет приём психоактивных веществ. Алкогольная амнезия — это состояние, связанное с временной потерей памяти после употребления алкоголя.



- 7** Среди функциональных обратимых нарушений деятельности нервной системы выделяют группу неврозов, или невротических расстройств. Они имеют психогенную природу, длительное течение и связаны с нарушением вегетативной регуляции организма. Неврозы очень распространены в детском и подростковом возрасте. Такие состояния часто обозначают как психосоматические нарушения (проблемы со здоровьем, связанные с психоэмоциональными переживаниями). К симптомам относятся жалобы на тревожное и депрессивное состояние, симптомы соматических заболеваний — сердцебиение, ощущение кома в области пищевода, боли и расстройства пищеварения. При неврозах нарушается сон, появляются слезливость, раздражительность, постоянная усталость и мышечное напряжение. Без врачебной помощи нарушения могут закрепляться и вести к осложнениям. Лечение неврозов должно носить комплексный характер, в его основе лежит эффект как от применения лекарственных препаратов, так и от психотерапии (индивидуальной, групповой, семейной).

ВОПРОСЫ

1. Что называют стрессом?
2. Как стресс влияет на психическое состояние человека?
3. Как связаны между собой стресс и депрессия?
4. Как депрессия влияет на организм?
5. В чём проявляются шизофренические расстройства личности?
6. Как проявляются психозы у человека?

ЗАДАНИЯ

7. Используя рисунок 98, назовите основные причины стресса дома, в школе, в общественном транспорте.
8. Выделите стадии в развитии стресса.
9. Опишите признаки депрессивного состояния человека.
10. Составьте общие рекомендации по сохранению психического здоровья.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему стресс в умеренных дозах может сделать нас более эмоционально устойчивыми?
12. Почему опасно по собственному усмотрению использовать антидепрессанты?
13. Почему важно использовать ночь перед экзаменом для сна, а не для заучивания учебного материала?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Можно ли уберечь себя и своих близких от депрессивных расстройств?
15. Как правильно отдыхать, чтобы учиться продуктивно?

**1 ЗАДАНИЕ**

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

У человека во время сна дважды измеряли физиологические показатели. Результаты измерений приведены в таблице 5.

Таблица 5

Физиологические показатели человека во время сна

Физиологические показатели	Первое измерение	Второе измерение
Частота сердечных сокращений (ЧСС)	70 ударов в минуту	88 ударов в минуту
Частота дыхательных движений (ЧДД)	12 в минуту	16 в минуту
Артериальное давление (АД)	110/70 мм рт. ст.	125/90 мм рт. ст.
Движение глазных яблок	Нет	Есть

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Проанализируйте данные таблицы. Объясните причины различия физиологических показателей во время сна при первом и втором измерениях.
2. Какие фазы, сменяющие друг друга, характерны для сна?
3. Каким фазам, по вашему мнению, соответствуют физиологические показатели проведённых измерений?

2 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В зависимости от длительности хранения информации, характера запоминаемого материала, наличия или отсутствия цели запоминания различают разные виды памяти.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Обсудите предложенные ниже ситуационные задачи и определите виды памяти в каждом из примеров.
 - Во время просмотра мультфильма ребёнок испытал чувство радости. Через полгода при предложении повторного просмотра этого же мультфильма ребёнок очень обрадовался.
 - Учащимся двух групп провели занятие по новой теме. В первой группе сообщили, что материал будет проверяться на контрольной работе. Через две недели в обеих группах проверили материал.
2. Учащиеся какой группы лучше будут помнить материал и почему?



3 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

По ответной реакции организма на события эмоции бывают положительные и отрицательные.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите, проявление каких эмоций происходит в следующих ситуациях:
 - учащийся получил «отлично» за контрольную работу;
 - учитель сделал замечание учащемуся за опоздание на урок;
 - одиннадцатиклассник с успехом сдал экзамены по школьным предметам;
 - спортсмен не смог занять призовое место на соревнованиях.
2. С чем связано появление положительных эмоций у человека?
3. Какова роль отрицательных эмоций?

4 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Шимпанзе умеют складывать небольшие числа и обходятся при этом без слов.

Слоны, дельфины, шимпанзе, сороки узнают себя в зеркале и пытаются снять с себя предмет, если увидят его в отражении.

Вороны умеют разбивать яйца мелким камнем, при этом используют камень большего размера для фиксации меньшего.

Слоны кормят своих раненых сородичей и всегда дожидаются их, если они отстают от стада.

Дикие дельфины обучаются крутиться на хвосте у сородичей, которых научили этому трюку люди в океанариуме.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Прокомментируйте представленные факты, предложите своё объяснение.
2. Предложите схему эксперимента, который подтвердит или опровергнет представленную информацию (любую по выбору).

5 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Человек, владеющий трудовыми навыками, двигательные операции выполняет точнее и быстрее. Это результат многократного повторения одних и тех же действий.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Используя знания о высшей нервной деятельности, объясните, что такое навыки. Почему их называют автоматизированными действиями?
2. Какие условия надо соблюдать для выработки трудового навыка?
3. Какова роль сознания и самоконтроля человека в начале выработки навыка и потом, когда он уже сформирован?
4. Какие трудовые навыки вы уже выработали у себя и какую пользу от них испытываете?

Глава 8

ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ



ВЫ УЗНАЕТЕ

- об особенностях строения и функциональном значении опорно-двигательного аппарата человека;
- о строении, функциях, соединениях костей;
- о строении и работе мышц;
- о профилактике и лечении нарушений строения скелета человека;
- о правилах оказания первой помощи при травмах опорно-двигательной системы.

ВЫ НАУЧИТЕСЬ

- распознавать на наглядных пособиях отделы скелета человека, кости, их образующие;
- классифицировать типы костей;
- исследовать строение костей, их соединения;
- выявлять некоторые нарушения опорно-двигательного аппарата: признаки плоскостопия и нарушения осанки, обсуждать полученные результаты.



§ 39. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ КОСТЕЙ

ЭТО Я ЗНАЮ

Особенности скелетных соединительных тканей.
Строение остеона.



В чём проявляется взаимосвязь строения, функций и положения костей в организме человека?

? В ЧЁМ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА?

Функцию движения и перемещения в пространстве у человека выполняет опорно-двигательный аппарат, который объединяет кости, их соединения и скелетные мышцы. Специфика опорно-двигательного аппарата человека связана с вертикальным положением его тела и прямохождением. Опорно-двигательный аппарат человека разделяют на пассивную и активную части.

К пассивной части относят кости и их соединения. От особенностей сочленения костей зависит точность и сложность движений. Каждая кость живого человека представляет собой сложный орган. Она занимает установленное положение в организме, имеет определённую форму и строение, выполняет свойственную ей функцию.

Активную часть опорно-двигательного аппарата составляют скелетные мышцы. Они обладают способностью к сокращению и приводят в движение или закрепляют части тела, действуя на кости по принципу рычагов.

? КАКОВ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОСТЕЙ?

Кости имеют сложный химический состав. До 70 % массы сухой кости составляют неорганические вещества. В их состав входят кальций, фосфор, магний и в незначительном количестве алюминий, фтор, марганец, свинец, стронций, уран, кобальт, молибден, железо. В костях содержится примерно 99 % всего кальция, имеющегося в организме человека. Около 30 % массы сухой кости составляют органические вещества.

Оптимальное сочетание неорганических и органических веществ, характерное пространственное расположение костных пластинок обуславливают прочность и упругость костной ткани. Прочность — это способность противостоять внешней разрушительной силе. Прочность кости можно сравнить с прочностью металла. Например, большеберцовая кость, поставленная вертикально, способна выдержать груз почти в две тонны. Упругость — это способность возвращать исходную форму после прекращения действия внешней силы. Упругость кости сравнима с упругостью твёрдых пород дерева.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ КОСТЕЙ?

В образовании кости принимают участие разные виды тканей, но основное значение имеет *костная ткань* (рис. 102). Снаружи кость покрыта тонкой, но плотной соединительнотканной оболочкой — **надкостницей**. Она выполняет костеобразующую и защитную функции.

Наружный слой надкостницы грубоволокнистый. Он состоит из сложной переплетающихся волокон и клеток соединительной ткани. В наружном слое много

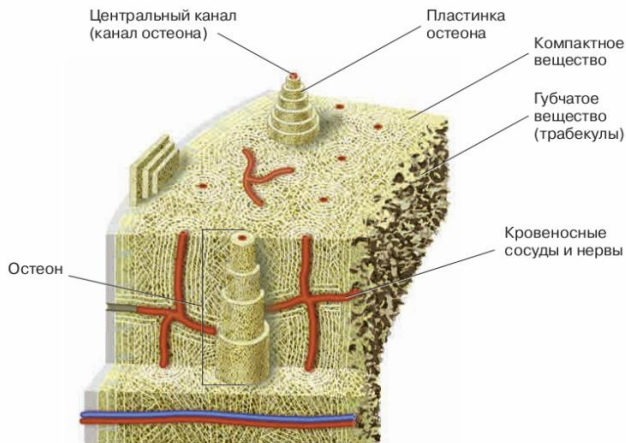


Рис. 102. Строение кости

кровеносных и лимфатических сосудов, нервных волокон, обеспечивающих рост кости.

Внутренний слой надкостницы содержит клетки, из которых образуются *остеобласты* — молодые клетки, создающие костную ткань. Из них в дальнейшем образуются зрелые костные клетки — *остеоциты*. Надкостница прочно сращена с костной тканью при помощи соединительнотканых волокон, проникающих вглубь кости.

Структурно-функциональной единицей кости является **остеон**. Это система костных пластинок, которые концентрически расположены вокруг канала, заполненного рыхлой волокнистой соединительной тканью с кровеносными сосудами и нервными волокнами. Диаметр остеона составляет не более 0,4 мм.

Из остеонов складываются *перекладки*. Они располагаются по линиям сжатия и растяжения. Плотнo лежащие пластинки образуют **компактное вещество** кости. Если пластинки лежат рыхло, то формируют **губчатое вещество**. Компактное вещество расположено поверхностно, в местах наибольших нагрузок. Губчатое вещество расположено внутри в местах, где нагрузки наименее выражены, но требуется больший объём.

Распределение компактного и губчатого веществ и их количественное соотношение зависят от места кости в скелете и её функции.

КАК РАСТУТ КОСТИ?

Кость представляет собой живое образование, в котором происходят процессы роста и обмена веществ. Рост костей в толщину осуществляется за счёт надкостницы, остеобласты которой наслаиваются на предыдущие слои и образуют костную пластинку. Благодаря костеобразующей функции надкостницы кость срастается при переломах.



Рост костей в длину осуществляется за счёт зон роста. В них хрящевая ткань непрерывно растёт и замещается костной тканью. Если прослойка хряща полностью подвергается окостенению, то рост кости прекращается.

Важнейшую роль в формировании скелета играет наследственность, а также гормональная регуляция. Рост костей регулируют биологически активные вещества, например *гормон роста*, выделяемый гипофизом. При недостаточном количестве этого гормона рост ребёнка замедляется. Если гипофиз вырабатывает слишком много гормона роста, человек может вырасти выше 2 м. На формирование и перестройку костей влияют и физические нагрузки. Их отсутствие приводит к разрушению остеонов, кости утончаются и становятся менее прочными.

Кости становятся толще и прочнее при физическом труде, регулярных занятиях спортом. Постоянная нагрузка на кость приводит к увеличению числа остеонов в компактном веществе кости.



ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

- Для нормального развития костей необходимо, чтобы в организм поступали разнообразные минеральные соли и особые вещества, регулирующие поступление этих солей в кости. К ним относится витамин D. При нехватке этого витамина развивается заболевание — **рахит**, при котором кости теряют прочность и могут даже изгибаться под тяжестью тела.

? КАК КЛАССИФИЦИРУЮТ КОСТИ?

По форме и строению различают **трубчатые, губчатые, плоские и смешанные кости** (рис. 103). Трубчатые кости образованы из губчатого и компактного вещества, образующего трубку с костномозговой полостью. Трубчатые кости образуют основу скелета конечностей, выполняют функции рычагов. В трубчатых костях выделяют среднюю длинную часть — *диафиз* (тело) и два расширенных конца — *эпифизы* (головки). К трубчатым костям относят кости плеча, предплечья, бедра и голени. Эти кости являются прочными рычагами, при участии которых возможно передвижение организма или перемещение его частей, поднятие тяжестей. Тела трубчатых костей в основном построены из компактного вещества.

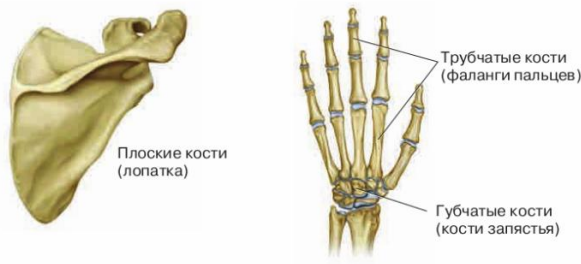


Рис. 103. Виды костей

Губчатые кости состоят преимущественно из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества. Такие кости расположены там, где необходимы одновременно большая прочность и подвижность. Различают *длинные губчатые кости* (рёбра и грудина) и *короткие* (кости запястья, предплосны).

Плоские кости образованы из двух тонких слоёв компактного костного вещества, между которыми находится слой губчатого вещества. Ширина и длина этих костей значительно превышают толщину. К плоским относят тазовую кость, лопатку, кости мозгового отдела черепа. Плоские кости образуют стенки черепа, таза.

Смешанные кости отличаются разнообразием строения. Обычно они состоят из нескольких частей, имеющих различное строение и форму. Они выполняют функции опоры и защиты. К смешанным костям относят позвонки и кости основания черепа.

? КАК СОЕДИНЯЮТСЯ КОСТИ?

Соединения костей необходимы как для обеспечения движения костей относительно друг друга, так и для обеспечения устойчивости скелета. **Соединения костей** между собой могут быть **неподвижными**, **полуподвижными** и **подвижными** (рис. 104, а). Неподвижные соединения образуются в результате *срастания костей*. Так соединяются в процессе развития скелета тазовая и копчиковая кости. У новорождённого ребёнка тазовая кость образована тремя костями, соединёнными хрящевой прослойкой. С возрастом хрящ постепенно замещается костной тканью. Кости срастаются, образуя тазовую кость.

Другой вид непрерывного соединения костей называется *костным швом*. В этом случае многочисленные выступы одной кости входят в соответствующие углубления другой. Так соединены кости черепа. Непрерывные соединения обеспечивают надёжную защиту и опору для внутренних органов и мозга.

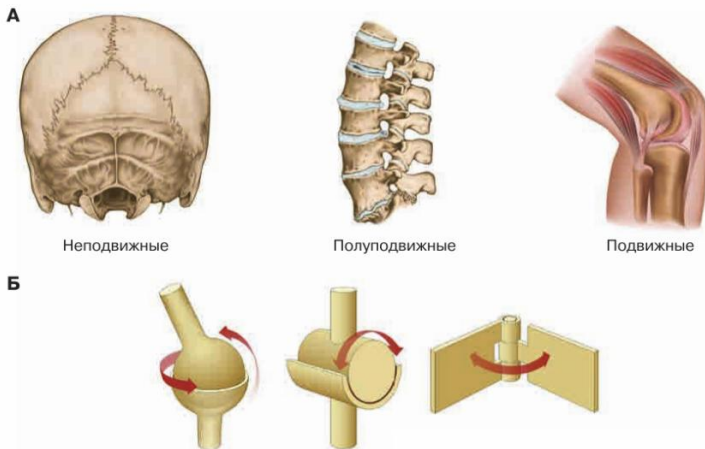


Рис. 104. Способы соединения костей (А), типы суставов (Б)



? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОСТИ?

Полуподвижные соединения образуются за счёт упругих хрящевых прослоек между костями. В позвоночном столбе между отдельными позвонками находятся хрящевые межпозвоночные диски. Они допускают ограниченные движения и обеспечивают гибкость позвоночника. Межпозвоночные диски смягчают резкие толчки и предохраняют тело от сотрясения.

В связи с тем, что в течение дня позвоночник испытывает нагрузки при ходьбе и особенно при беге, межпозвоночные диски сжимаются, а изгибы позвоночника увеличиваются. Поэтому и рост человека к вечеру уменьшается примерно на 2 см. Однако за ночь рост восстанавливается.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОСТИ?

Подвижные соединения костей называют **суставами** (см. рис. 104, б). В теле человека насчитывается более 230 суставов. Они обеспечивают большую подвижность человеческого тела. Сустав образуют *суставные поверхности костей, суставная сумка*, а также вспомогательные элементы — *связки, мениски*. Суставные поверхности сочленяющихся костей покрыты очень плотным и гладким хрящом, который значительно уменьшает трение между ними и облегчает движение. Связки представляют собой ленты или пластины соединительной ткани, различные по упругости и прочности, укрепляющие места соединения костей.

Суставная сумка, которую также называют суставной капсулой, состоит в основном из плотной волокнистой соединительной ткани. Края капсулы прирастают к костям на небольшом расстоянии от места сочленения костей в суставе и герметично закрывают полость сустава. В суставной капсуле содержится в среднем 1—3 мл *синовиальной жидкости*. Её состав не всегда одинаков. Установлено, что с увеличением скорости движения в суставе вязкость этой жидкости снижается. Благодаря этому уменьшается трение между суставными поверхностями и движение облегчается.

Наружный слой суставной капсулы переходит в надкостницу. Герметичность суставной капсулы способствует сближению костей и обеспечивает суставу достаточную прочность. При нарушении герметичности суставной полости давление внутри капсулы выравнивается с атмосферным, кости сближаются, нарушается подвижность в суставе. При сильном растягивании сустава кости отходят одна от другой и сустав теряет прочность. Это может привести к вывиху.

Суставы образуются в эмбриональный период развития человека. Между двумя формирующимися костями разрывается эмбриональная соединительная ткань, на месте которой позже образуется суставная полость. Окончательное формирование всех элементов сустава в основном заканчивается в возрасте 13—16 лет.

? КАКИЕ РАЗЛИЧАЮТ ТИПЫ СУСТАВОВ?

Суставы обеспечивают подвижность в различных плоскостях движения. По количеству осей, вокруг которых совершаются движения, различают суставы одноосные, двуосные и трёхосные.

В одноосных суставах движения возможны только в одной плоскости — сгибание и разгибание. Одноосным является голеностопный сустав.

Двуосный сустав — это сустав, в котором возможны движения вокруг двух осей. Таким является лучезапястный сустав. В нём, кроме сгибания и разгибания, возможно приведение и отведение кисти.

В *трёхосных* суставах совершается максимально возможное количество движений вокруг трёх осей. В таких суставах наряду со сгибанием и разгибанием, отве-



дением и приведением можно совершать круговые движения. Трёхосными являются плечевой, тазобедренный суставы.

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Надкостница. Компактное и губчатое вещество. Остеон. Рост костей. Трубчатые, губчатые, плоские и смешанные кости. Соединения костей: подвижные, полуподвижные, неподвижные. Сустав.

ВЫВОДЫ

- Опорно-двигательный аппарат выполняет двигательную, защитную, опорную, кровеносную функции, участвует в обмене веществ.
- Кость — основная часть скелета, в состав которой входят органические вещества, придающие упругость, и минеральные, обеспечивающие твёрдость.
- Костная ткань — основная ткань в составе костей.
- По форме и строению различают трубчатые, губчатые, плоские и смешанные кости. Соединения костей могут быть неподвижными, полуподвижными и подвижными.

ПРАКТИКУМ**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВ КОСТЕЙ**

Цель: изучение особенностей строения костей и определение их видов.

Материалы и оборудование: образцы различных видов костей, лупа.

Ход работы

1. Рассмотрите строение трубчатой кости. Сделайте рисунок, обозначив части трубчатой кости, местонахождение губчатого и компактного вещества.
2. Рассмотрите строение губчатой кости. Пользуясь текстом учебника, поясните, где находится губчатое вещество, а где — компактное. Зарисуйте губчатую кость.
3. Рассмотрите строение плоской кости. Назовите особенности строения плоских костей. Зарисуйте плоскую кость.
4. Запишите в тетради выводы о взаимосвязи строения и функций костей.

ВОПРОСЫ

1. Что составляет опорно-двигательный аппарат?
2. За счёт чего кость растёт в длину и толщину?
3. Каков химический состав имеют кости? Какие свойства костей они обеспечивают?
4. Что такое надкостница? Какова её роль?
5. Какое строение имеет сустав?
6. За счёт чего уменьшается трение сочленяющихся костей в суставе?

ЗАДАНИЯ

7. Предложите классификацию костей с конкретными примерами.
8. Приведите примеры различных соединений костей в скелете человека.
9. Назовите типы суставов и приведите примеры.
10. Двигая рукой, попробуйте определить, сколько суставов обеспечивают её движение и чем эти суставы отличаются друг от друга.



ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему компактное вещество состоит из многочисленных трубочек с прочными стенками?
12. Как ориентированы перекладины губчатого вещества в кости?
13. Почему искривления костей чаще бывают у детей, а переломы костей чаще встречаются у пожилых людей?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. С чем связана высокая подвижность плечевого сустава? Какое это имеет значение для организма человека?
15. Как предупредить рахит у младенца? В чём опасность этого заболевания?

§ 40. ОСЕВОЙ СКЕЛЕТ

ЭТО Я ЗНАЮ

Особенности строения костей.
Соединения костей в скелете.



Почему кости осевого скелета соединяются по-разному?



ИЗ ЧЕГО СОСТОИТ СКЕЛЕТ ЧЕЛОВЕКА?

Пассивную часть опорно-двигательного аппарата человека, образованную из совокупности костей, хрящей и соединяющих их связок, называют **скелетом** (от греч. *скелетон* — высушенный). При рождении скелет человека состоит в среднем из 270 костей. У взрослого человека некоторые кости срастаются, и скелет состоит примерно из 205—207 костей. Почти все кости объединяются в единое целое с помощью суставов, связок и других соединений.

Анатомически в скелете выделяют две основные части: *осевой скелет* и *добавочный скелет*. Осевой скелет делится на скелет туловища, состоящий из позвоночного столба и грудной клетки, и скелет головы — череп. Добавочный скелет состоит из скелета поясов конечностей и скелета верхней и нижней свободных конечностей (рис. 105).



КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ СКЕЛЕТА ЧЕЛОВЕКА?

Скелет является опорой мягким тканям,местилищем внутренних органов. За счёт движения костей скелета обеспечивается перемещение в пространстве частей тела и всего организма. Это обуславливает опорную функцию скелета. Кости скелета защищают внутренние органы от опасных воздействий, череп защищает головной мозг, а кости грудной клетки — сердце и лёгкие.

В красном костном мозге происходит формирование клеток крови. Это биологическая или кроветворная функция. При нехватке в организме минеральных солей происходит их выделение из костной ткани. Поэтому кости скелета участвуют в минеральном обмене и выполняют также запасную функцию.

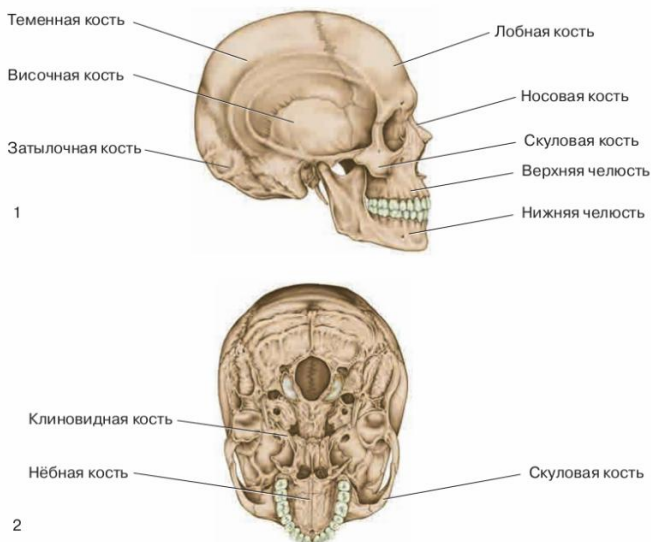


Рис. 106. Строение черепа: 1 — вид сбоку, 2 — вид снизу

видной, затылочной, теменными, височными и решётчатой костями. Практически все эти кости соединены между собой при помощи швов.

Лобная кость у взрослого человека непарная. Она образует переднюю часть мозгового черепа и верхнюю стенку глазниц. Клиновидная кость находится в центре основания черепа. Она имеет сложную форму и состоит из тела, от которого отходят три пары отростков.

Затылочная кость образует задненижний отдел мозгового черепа. В ней различают основную часть, боковые массы и затылочную чешую. Все эти части окружают большое затылочное отверстие, через которое головной мозг соединяется со спинным мозгом.

Теменная кость парная. Она образует верхнебоковой отдел свода черепа. Теменная кость представляет собой четырёхугольную пластинку, выпуклую кнаружи и вогнутую изнутри. Решётчатая кость непарная. Она участвует в образовании стенок глазниц и носовой полости. Височная кость парная. Она участвует в образовании сустава с нижней челюстью.

Для удобства изучения у мозгового черепа выделяют его верхнюю часть — *свод*, или *крышу черепа*, и нижнюю часть — *основание черепа*. Кости крыши черепа соединяются при помощи непрерывных швов, кости основания черепа образуют хрящевые соединения — синхондрозы. В зрелом возрасте в основании черепа хрящевые соединения замещаются костной тканью — соседние кости срастаются друг с другом.

? ИЗ КАКИХ КОСТЕЙ ОБРАЗОВАН ЛИЦЕВОЙ ОТДЕЛ ЧЕРЕПА?

Кости лицевого отдела черепа располагаются под мозговым отделом. Значительную часть лицевого черепа занимает скелет жевательного аппарата, представленный верхней и нижней челюстями.

Верхняя челюсть — парная кость, участвующая в образовании нижней стенки глазницы, боковой стенки полости носа, твёрдого нёба, отверстия носа. Нижняя челюсть — непарная кость. Она соединена с височными костями и образует височно-нижнечелюстные суставы. Нижняя челюсть является подвижной костью черепа.

Скуловая кость — парная, входит в состав боковых отделов лицевого черепа.

Остальные кости лица имеют небольшие размеры и входят в состав стенок глазниц, носовой и ротовой полостей. В лицевой части черепа располагаются глазницы, в образовании которых участвуют верхние челюсти, лобная, скуловые, клиновидная и другие кости.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПОВЗНОЧНОГО СТОЛБА?

Позвоночный столб, или **позвоночник**, является основным стержнем, костной осью тела и его опорой. Позвоночник защищает спинной мозг, составляет часть стенок грудной, брюшной и тазовой полостей. Он участвует в движении головы и туловища.

Позвоночник состоит из отдельных костных сегментов — **позвонков**. Каждый позвонок, кроме первого, имеет утолщённое тело и дугу, от которой отходят отростки. По средней линии от дуги назад отходит непарный остистый отросток. В стороны от дуги отходят поперечные отростки, а вверх и вниз направлены верхние и нижние суставные отростки. Тело и дуга позвонка образуют широкое позвоночное отверстие. Накладываясь один на другой, позвонки и образуют позвоночный столб, а их отверстия образуют позвоночный канал. В нём находится спинной мозг вместе с покрывающими его оболочками.

В позвоночнике различают **шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый отделы** (рис. 107). Шейный отдел позвоночника образован из 7 шейных позвонков, грудной — из 12 грудных позвонков, поясничный — из 5 поясничных позвонков, крестцовый — из 5 сросшихся крестцовых позвонков, копчиковый — из 3—5 сросшихся копчиковых позвонков. Поэтому у взрослого человека позвоночник состоит из 24 отдельных позвонков, крестца и копчика.

? ПОЧЕМУ ПОЗВОНКИ РАЗНЫХ ОТДЕЛОВ ОТЛИЧАЮТСЯ ПО СТРОЕНИЮ?

Шейные позвонки имеют сравнительно небольшое тело. Это объясняется тем, что они испытывают меньшую нагрузку, чем позвонки других отделов. Поперечные отростки шейных позвонков имеют отверстия, через которые проходят позвоночные артерии.

Первый и второй шейные позвонки имеют отличную от других шейных позвонков форму, поскольку они сочленяются с черепом и несут на себе его тяжесть, участвуют во вращении головы.

Грудные позвонки крупнее шейных. Они сочленяются с рёбрами. Поэтому имеют на теле и поперечных отростках рёберные ямки, соединяющиеся с головками и бугорками рёбер. Остистые отростки грудных позвонков сильно наклонены вниз. Это препятствует наклону грудного отдела позвоночного столба назад.

Поясничные позвонки имеют массивные тела. Это связано с большой нагрузкой на них. Остистые отростки у поясничных позвонков направлены назад.

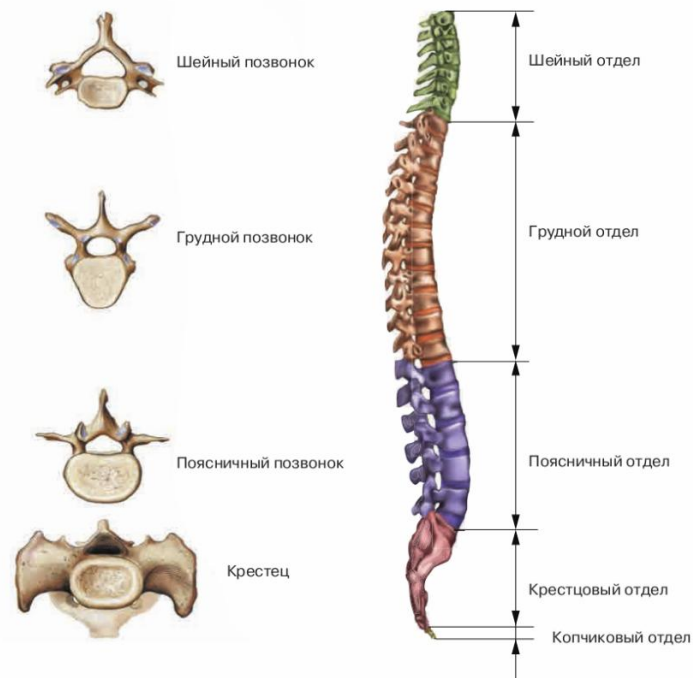


Рис. 107. Строение позвоночника и форма позвонков в разных отделах

Крестцовые позвонки в юношеском возрасте срастаются в одну кость — крестец. Это сращение служит приспособлением к большой нагрузке, которую несёт эта часть скелета в связи с вертикальным положением тела. Крестец участвует в образовании задней стенки малого таза. Копчиковые позвонки сливаются в одну кость — копчик.

В ЧЁМ ОСОБЕННОСТИ МЕЖПОЗВОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ?

Между телами позвонков, их дугами и отростками имеются различные соединения. Тела позвонков соединяются между собой с помощью *межпозвоночных дисков* из волокнистого хряща. Периферическая часть дисков представлена прочным фиброзным кольцом. Центральную часть занимает упругое студенистое ядро. Межпозвоночные диски придают позвоночному столбу подвижность, упругость и смягчают сотрясения при беге, прыжках и ходьбе.

Дуги соседних позвонков соединяются при помощи *жёлтых связок*. Они состоят из волокнистой соединительной ткани с большим количеством эластических волокон. Поэтому имеют большую упругость, крепость и эластичность. Суставные

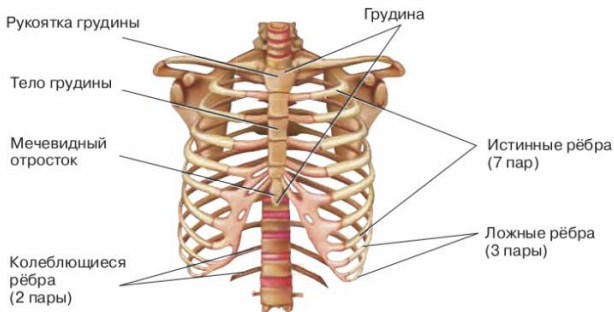


Рис. 108. Общий вид грудной клетки, типы рёбер

отростки смежных позвонков образуют *межпозвоночные суставы*. Остистые и поперечные отростки соединяются при помощи *связок*.

? В ЧЁМ ОСОБЕННОСТИ ИЗГИБОВ ПОЗВОНОЧНИКА?

Позвоночный столб имеет четыре естественных физиологических изгиба: *шейный, грудной, поясничный и крестцовый*. Изгибы позвоночного столба появляются после рождения. У новорождённого ребёнка в естественном положении позвоночник имеет только один общий изгиб, обращённый выпуклостью назад. Все изгибы позвоночного столба появляются в течение первых двух лет жизни ребёнка и окончательно формируются после 14—16 лет. S-образная изогнутость позвоночника позволяет человеку сохранять равновесие при вертикальном положении тела, служит пружинящим механизмом и устраняет толчки головы при ходьбе, прыжках и других резких движениях.

? КАКОВО СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ?

Рёбра представляют собой длинные изогнутые костные пластинки, переходящие в переднем отделе в хрящевые. Сзади каждое ребро заканчивается утолщённой головкой. Она соединяется с телами соответствующих позвонков.

Семь пар верхних рёбер (I—VII) называют истинными рёбрами. Они своими передними концами достигают плоской кости — *грудины*. На боковых сторонах грудины есть ямки для присоединения хрящевых частей рёбер.

VIII, IX, X пары рёбер называют ложными рёбрами. Они срастаются хрящами друг с другом и с хрящами рёбер, которые расположены выше, образуя рёберные дуги. XI и XII пары рёбер называют колеблющимися рёбрами. Они заканчиваются в мышцах брюшной стенки.

12 грудных позвонков, 12 пар рёбер и грудина, соединяясь между собой при помощи суставов, хрящевых соединений и связок, образуют *грудную клетку* (рис. 108). Она обладает большой прочностью, эластичностью и подвижностью. При дыхательных движениях грудная клетка изменяет свой объём и форму. При вдохе грудина и передние концы рёбер поднимаются, межрёберные промежутки расширяются и объём грудной клетки увеличивается. При выдохе грудина и передние концы рёбер опускаются и объём грудной клетки уменьшается. Грудная клетка также защищает внутренние органы от ударов и повреждений.


**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Череп. Позвоночник. Отделы позвоночника. Позвонки. Грудная клетка. Рёбра. Грудина.

ВЫВОДЫ

- Осевой скелет делится на скелет туловища, состоящий из позвоночного столба и грудной клетки, и скелет головы — череп.
- Позвоночник является костной осью тела, образован позвонками. В нём различают шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый отделы.
- Грудная клетка образована 12 грудными позвонками, 12 парами рёбер и грудиной, соединёнными между собой при помощи суставов, хрящевых соединений и связок.

ПРАКТИКУМ
ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ СКЕЛЕТА ЧЕЛОВЕКА

Цель: изучение строения скелета человека.

Материалы и оборудование: модель скелета человека.

Ход работы

1. Рассмотрите модель скелета человека. Найдите череп, скелет туловища, скелеты поясов конечностей, скелеты верхней и нижней свободных конечностей.
2. Рассмотрите череп. Определите примерную границу между мозговым и лицевым отделами.
3. Рассмотрите позвоночный столб. Посчитайте количество позвонков. Обратите внимание на естественные изгибы позвоночника. Какова их физиологическая роль?
4. Рассмотрите грудную клетку. Посчитайте количество рёбер. Обратите внимание на способы прикрепления рёбер к грудины.
5. Рассмотрите набор позвонков. Найдите позвонки шейного, грудного, поясничного, крестцового и копчикового отделов. Объясните, по какому признаку можно определить принадлежность позвонков к определённому отделу позвоночника.
6. Запишите в тетради выводы об особенностях строения скелета человека.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Особенностью строения черепа является наличие в нём пневматических (воздухоносных) костей, которые содержат воздухоносные пазухи или ячейки. Большинство пазух сообщается с полостью носа, играя роль придаточных полостей носа. Значение придаточных полостей состоит в значительном облегчении веса костей и всего черепа. Высказано мнение, что воздухоносные пазухи и ячейки, расположенные в окружности органов обоняния, зрения и слуха, играют роль термоизоляторов, способствуя сохранению постоянной температуры вокруг рецепторов органов чувств. Кроме того, околоносные пазухи выполняют резонаторную функцию, участвуя в фонации.

**ВОПРОСЫ**

1. Какие отделы выделяют в осевом скелете?
2. Каковы функции скелета в организме человека?
3. Какие кости входят в состав лицевого отдела черепа? Как они соединяются между собой?
4. Какое строение имеет позвонок?
5. Что собой представляют межпозвоночные диски? Какова их роль?
6. Какие функции выполняют физиологические изгибы позвоночного столба?

ЗАДАНИЯ

7. Назовите органы, расположенные в полостях черепа.
8. Перечислите кости, образующие мозговой череп.
9. Перечислите отделы позвоночного столба и назовите число позвонков в каждом отделе.
10. Составьте схему строения грудной клетки.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Сравните соотношение размеров отделов черепа, характер расположения черепа по отношению к позвоночному столбу у человека, приматов, других млекопитающих и объясните существующие отличия.
12. В чём проявляется приспособленность скелета человека к прямохождению?
13. Почему шейные, грудные, поясничные позвонки соединяются полуподвижно, а крестцовые и копчиковые срослись неподвижно?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. У каких позвоночных животных впервые возникла грудная клетка? Каково анатомо-физиологическое значение появления данной части туловища?
15. Какие изменения происходят в черепе и позвоночнике по мере роста и развития организма?

§ 41.**СКЕЛЕТЫ ПОЯСОВ КОНЕЧНОСТЕЙ И СВОБОДНЫХ КОНЕЧНОСТЕЙ****ЭТО Я ЗНАЮ**

Что такое осевой и добавочный скелеты.

Какие отделы скелета образуют осевой скелет.



В чём проявляется общий план строения скелетов верхних и нижних конечностей?

**КАКОВО ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ КОНЕЧНОСТЕЙ?**

У человека основными функциями конечностей являются опора, перемещение тела в пространстве и обеспечение трудовой деятельности. Руки — свободные верхние конечности человека, имеют большую подвижность. С их помощью человек способен манипулировать предметами.



Ноги — нижние конечности человека, выдерживают большую нагрузку и полностью обеспечивают передвижение. Для них характерны массивность, крупные и устойчивые суставы. Только человеку свойственно развитие продольных и поперечных сводов стопы. Они позволяют распределять падающую на стопу тяжесть, уменьшают сотрясения и толчки, придают походке плавность и пружинистость. **Верхние и нижние конечности** прикрепляются к позвоночному столбу при помощи костей поясов конечностей.

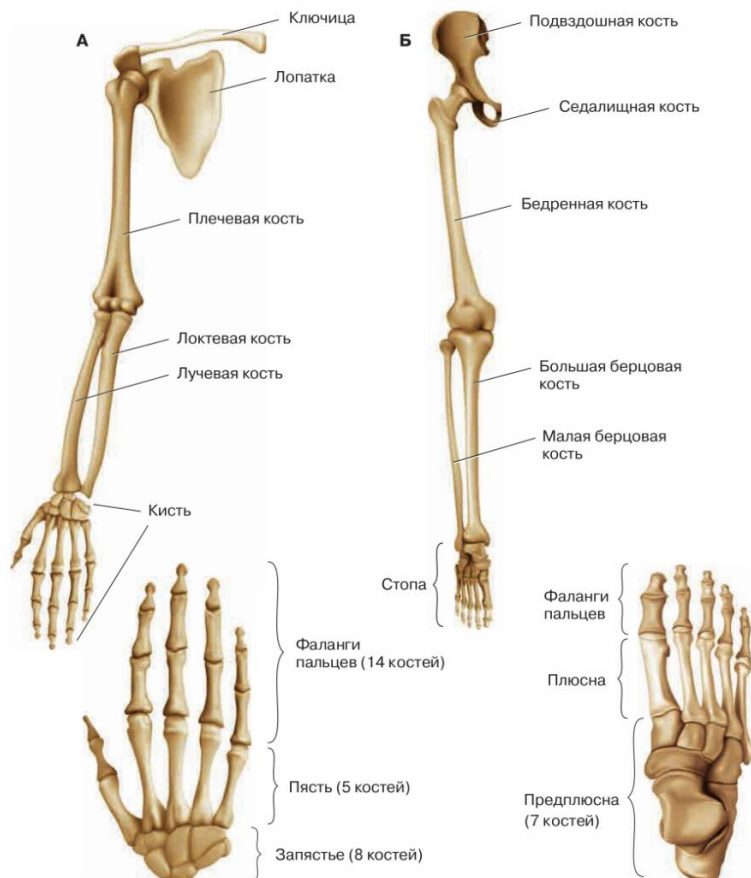


Рис. 109. Скелеты поясов конечностей и свободных конечностей

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОЯСА ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ?

В состав **пояса верхних конечностей** входят лопатки и ключицы (рис. 109). Лопатка — парная кость треугольной формы, прилегающая к задней поверхности грудной клетки. Лопатка располагается на уровне от II до VII ребер. На задней её поверхности виден поперечно расположенный выступ — ость лопатки. Боковой угол лопатки имеет утолщение, на котором находится суставная впадина для соединения с головкой плечевой кости.

Ключица — парная, S-образно изогнутая трубчатая кость, расположенная между грудной и лопаткой. Это единственная кость, соединяющая верхнюю конечность со скелетом туловища, она удерживает плечевой сустав на определённом расстоянии от грудной клетки. Благодаря этому обеспечивается большая свобода движений верхней конечности.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ СВОБОДНОЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ?

Скелет свободной верхней конечности состоит из плечевой кости, костей предплечья и костей кисти. Плечевая кость — длинная трубчатая кость, имеющая тело и два конца. Верхний конец плечевой кости утолщён и образует головку шаровидной формы, которая сочленяется с суставной впадиной лопатки. Нижний конец расширен и сочленяется с локтевой и лучевой костями в локтевом суставе.

Предплечье состоит из локтевой и лучевой костей. Верхние концы локтевой и лучевой костей участвуют в образовании локтевого сустава. Нижний конец лучевой кости участвует в образовании лучезапястного сустава с верхним рядом костей запястья.

Кости кисти представлены костями запястья, пястными костями и костями (фалангами) пальцев кисти. Запястье состоит из восьми коротких губчатых костей. Они расположены в два ряда, по четыре кости в каждом ряду. Пясть образована пятью короткими трубчатыми пястными костями.

Кости пальцев — это короткие трубчатые кости (фаланги), расположенные друг за другом. Четыре пальца имеют по три фаланги. У большого пальца кисти две фаланги. Большой палец руки противопоставлен четырём другим пальцам и с каждым из них может образовать кольцо. Благодаря этому человек может выполнять необходимые ему мелкие и точные движения. Подвижное сочленение костей кисти позволяет собирать мелкие предметы в горсть, удерживать их, вращать и перемещать небольшие предметы на некоторые расстояния, то есть выполнять не только силовые, но и точные движения.

Кости верхней конечности соединены таким образом, что способны выполнять различные виды движений с большим размахом. Особенно подвижна кисть, способная захватывать предметы.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОЯСА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ?

Пояс нижних конечностей (тазовый пояс) образован парной тазовой костью. До 12—14 лет она состоит из соединённых хрящом подвздошной, лобковой и седалищной костей. Сращённые тела эти костей образуют впадину, являющуюся суставной поверхностью для головки бедренной кости.

Из трёх костей, образующих тазовую кость, выше всех располагается подвздошная кость. Она образована телом и крылом, которое заканчивается изогнутым гребнем подвздошной кости.



При определённых заболеваниях для оценки тяжести процесса и состояния пациента требуется получение образца красного костного мозга. Часто для проведения биопсии используется гребень подвздошной кости. Гребень залегает близко к поверхности тела и достаточно легко доступен.

Тазовые кости сзади сочленяются с крестцом. Спереди тазовые кости сочленяются между собой лобковым симфизом, образуя костный таз. Он представляет собой костное кольцо, внутри которого находится полость таза, содержащая внутренние органы. Копчик, соединившись с верхушкой крестца, дополняет костное кольцо.

❓ КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ СВОБОДНОЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ?

Скелет свободной нижней конечности сходен по плану строения со скелетом верхней конечности. Он состоит из бедренной кости, костей голени и костей стопы.

Бедренная кость является самой большой и длинной трубчатой костью в организме человека. На её верхнем конце расположена головка, которая сочленяется с тазовой костью. Длинная тонкая шейка соединяет шаровидную головку с телом бедренной кости. Нижний конец бедренной кости утолщён. Он имеет два утолщения — мыщелка. С их помощью бедренная кость сочленяется с большеберцовой костью и надколенником.

Надколенник представляет собой уплощённую кость округлой формы. Спереди он прилегает к нижнему концу бедренной кости. Надколенник является составной частью коленного сустава.

Голень состоит из большеберцовой и малоберцовой костей. Это длинные трубчатые кости. Верхний конец большеберцовой кости массивный. Он служит для соединения с мыщелками бедренной кости и головкой малоберцовой кости. Нижний конец большеберцовой кости с внутренней стороны продолжается в уплощённый вырост — медиальную лодыжку.

Малоберцовая кость тонкая, длинная, с утолщёнными концами. Верхний конец малоберцовой кости образует сустав с большеберцовой костью. Нижний конец заканчивается уплощённой латеральной лодыжкой. Латеральная лодыжка вместе с медиальной лодыжкой и нижней поверхностью большеберцовой кости образует голеностопный сустав.

Кости стопы подразделяют на кости предплюсны, кости плюсны и кости пальцев стопы. Кости предплюсны включают семь костей, расположенных в два ряда. Из них самая крупная пяточная кость. Она имеет пяточный бугор, служащий опорой при стоянии. Пять коротких трубчатых плюсневых костей располагаются кпереди от костей предплюсны. Кости пальцев стопы (фаланги) — это короткие трубчатые кости. У большого пальца стопы имеются две фаланги, у остальных четырёх пальцев по три фаланги.

❓ КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СОЕДИНЕНИЙ КОСТЕЙ СВОБОДНОЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ?

Суставы и другие виды соединений костей нижних конечностей приспособлены к выполнению функций опоры и передвижения. У нижних конечностей суставы крупные. Они укреплены большим количеством связок и имеют меньший размах движений, чем аналогичные суставы верхней конечности. Поэтому суставы нижних конечностей более прочные и устойчивые. Они способны выдерживать значительные нагрузки.

Единым анатомо-морфологическим комплексом тела человека является стопа (рис. 110). Она выполняет при ходьбе опорную, рессорную и балансировочную



Рис. 110. Своды стопы — *a*; следы в норме и при плоскостопии — *б*; «отпечаток» свода стопы — *в*

функции. В обеспечении этих функций участвует 26 костей и 24 сустава вместе с мощным сухожильно-связочным аппаратом. Стопа человека имеет форму, позволяющую равномерно распределять нагрузку. Это осуществляется благодаря тому, что кости предплюсны и плюсны, соединённые между собой прочными межкостными связками, образуют выпуклые кверху дуги — продольный и поперечный своды. Они обеспечивают плавность и пружинистость походки, оберегая позвоночник, череп и внутренние органы от сотрясений и повреждений. Сводчатое положение стопы поддерживается большим количеством связок. Длинная подошвенная связка укрепляет продольный свод стопы, глубокая поперечная плюсневая связка укрепляет поперечные своды стопы. Активно поддерживает свод тонус мышц. Продольно расположенные мышцы и их сухожилия, прикрепляющиеся к фалангам пальцев, укрепляют продольные своды, а поперечно лежащие мышцы и их сухожилия — поперечный свод стопы. При расслаблении активных и пассивных «затяжек» своды стопы опускаются, стопа уплощается, развивается плоскостопие. В норме нога опирается на пяточную кость, кости плюсны и внешнюю часть стопы.

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Пояс верхних конечностей. Пояс нижних конечностей. Свободная верхняя конечность. Свободная нижняя конечность.

ВЫВОДЫ

- Скелет верхних конечностей состоит из плечевого пояса и скелета свободных конечностей.
- Скелет нижних конечностей образован тазовым поясом и скелетом свободных конечностей.
- Основными функциями конечностей являются опора, перемещение тела в пространстве и обеспечение трудовой деятельности.

ПРАКТИКУМ
ИЗУЧЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Цель: доказать, что пояс верхних конечностей не только соединяет кости руки с осевым скелетом, но и увеличивает подвижность руки.



Материалы и оборудование: работа проводится методом самонаблюдения.

Ход работы

1. Положите левую руку на правую ключицу и медленно поднимайте правую руку. Правая ключица остаётся неподвижной, пока рука поднимается до горизонтального положения, после чего приходит в движение. Какое из этих движений происходит с участием пояса верхней конечности?
2. Выясните, участвует в движении руки вверх лопатка или оно осуществляется только за счёт ключицы. Опустите поднятую руку, после чего нащупайте другой рукой нижний угол правой лопатки. Теперь поднимите правую руку вверх и убедитесь, что при подъёме руки до горизонтального уровня лопатка неподвижна, а при продолжении движения вверх до вертикального положения лопатка смещается вверх и в сторону. Это происходит потому, что мышцы спины, поворачивая лопатку плечевым суставом вверх, приводят плечо в вертикальное положение. Какова роль лопатки в движении руки?
3. Запишите в тетради выводы об участии пояса верхней конечности в движении руки.

ВОПРОСЫ

1. Каковы функции верхних и нижних конечностей человека?
2. Какие кости по форме и строению есть в скелете верхних и нижних конечностей человека?
3. Как соединяются кости верхней конечности между собой?
4. Какие функции выполняют своды стопы?
5. Какие суставы есть в руках и ногах?
6. Какие особенности имеют кости и суставы нижних конечностей в отличие от верхних конечностей?

ЗАДАНИЯ

7. Составьте общую схему, поясняющую сходство и отличия в строении скелета верхних и нижних конечностей.
8. Вспомните, у всех ли млекопитающих животных есть ключицы, объясните почему. Схематично зарисуйте особенности строения пояса верхних конечностей у двух (трёх) животных.
9. Назовите кости, образующие тазовый пояс.
10. Сравните строение кисти у человека и шимпанзе, отметьте особенности строения.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему большим пальцем руки можно дотронуться до любого соседнего пальца той же руки, но почему этого не удастся сделать пальцами ноги?
12. Почему суставы нижних конечностей способны выдерживать значительные нагрузки?
13. Почему стопа человека имеет свод?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Как доказать, что плечевой пояс увеличивает размах движений верхних конечностей?
15. Как вы понимаете выражение Ф. Энгельса: «Рука является не только орудием труда, она также продукт его»?

§ 42.**ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ НАРУШЕНИЙ
СКЕЛЕТНОЙ СИСТЕМЫ****ЭТО Я ЗНАЮ**

Отделы скелета, основные кости, их образующие.
Функции скелета в организме.



Каковы причины и последствия нарушений строения скелета человека?

**КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СКЕЛЕТНОЙ СИСТЕМЫ?**

Развитие скелета у мужчин заканчивается к 20—24 годам, а у женщин на два-три года раньше. У взрослых людей кости не удлиняются, но в течение всей жизни происходит обновление костного вещества за счёт деления клеток внутреннего слоя надкостницы. До 50 лет рост человека остаётся неизменным, а затем начинает уменьшаться на 1—2 см за десятилетие. Это объясняется уменьшением двигательной активности и массы опорно-двигательного аппарата.

У детей в костной ткани преобладают органические вещества. Их скелет гибкий, упругий. Поэтому у детей падения гораздо реже, чем у взрослых, приводят к переломам костей. Но следует помнить, что скелет ребёнка легко деформируется и искривляется при длительной и тяжёлой нагрузке и неправильной посадке.

У детей при длительной неправильной посадке, когда ребёнок опирается грудью о край стола, может произойти деформация грудной клетки. Это может нарушить развитие сердца, крупных сосудов и лёгких. Под влиянием физических упражнений грудная клетка может стать шире и большего объёма.

С возрастом содержание минеральных веществ в костях увеличивается, отчего кости становятся менее упругими и чаще ломаются.

**КАКОВЫ ПРИЧИНЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ СКЕЛЕТНОЙ СИСТЕМЫ?**

Скелетная система человека обладает особой прочностью и может выдерживать огромные нагрузки. Например, у прыгунов в длину бедренная кость в момент приземления испытывает нагрузку в 9 т. Однако в результате неловких движений, падений, ушибов, ранений могут возникать повреждения скелета человека.

У девочек при резких прыжках с большой высоты, при ношении обуви на высоких каблуках несросшиеся кости таза могут сместиться, что приведёт к неправильному сращению их. Вследствие этого может произойти сужение выхода из малого таза. В дальнейшем это может затруднить прохождение плода при родах.



ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

- Для профилактики плоскостопия рекомендуют: укрепление мышц, поддерживающих своды стопы; выработку правильной осанки; естественное укрепление организма; использование ортопедических стелек. Развитие плоскостопия предупреждают упражнения для мышц ног, особенно для мышц стопы, ходьба на цыпочках, лечебное плавание, основой которого является активный гребок ногой, подвижные игры (рис. 111).
- Чтобы не развивалось плоскостопие, рекомендуется правильно подбирать обувь с широким носком, обеспечивающим свободное расположение пальцев, жёстким задником, плотно охватывающим пятку, с эластично гнущейся подошвой и небольшим каблуком.

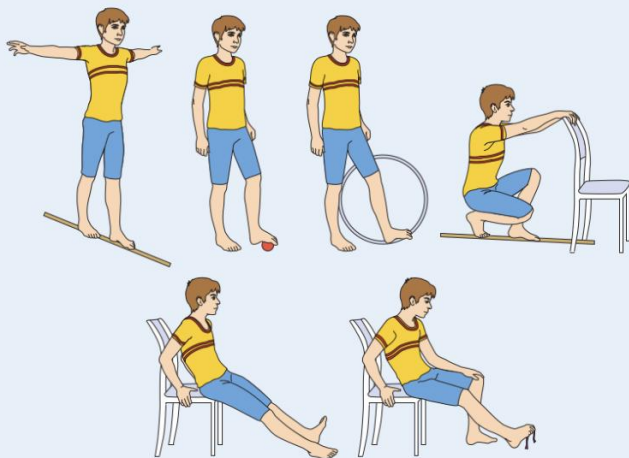


Рис. 111. Упражнения для предупреждения плоскостопия

? КАКОВЫ ПРИЧИНЫ РАЗВИТИЯ ПЛОСКОСТОПИЯ?

При длительном стоянии и сидении, переносе больших тяжестей, при ношении узкой обуви, туфель на высоких каблуках, избыточной массе тела происходит ухудшение функционального состояния мышечно-связочного аппарата стоп. Это приводит к опусканию сводов стопы, её деформации и развитию **плоскостопия**. Уплотнение по длине называется *продольным плоскостопием*, уплотнение по ширине — *поперечным плоскостопием*.

При уплощении стопы связки ослабевают, ноги искривляются. Это приводит к нарушению кровообращения в ногах. Мышцы ног быстро утомляются, возникают

боли не только в стопе и в икроножных мышцах, но и коленных суставах, поясничной области. При сильном плоскостопии, в связи с потерей рессорной функции свода стопы, толчки во время бега и прыжков вызывают головные боли, недомогание.

Уплотнение стопы отрицательно влияет на положение позвоночника и таза, что ведёт к нарушению осанки. Люди, страдающие плоскостопием, отличаются напряжённой и неуклюжей походкой, размахивают при ходьбе руками, сильно топают. Важным фактором возникновения плоскостопия, особенно у детей, является неправильно подобранная обувь.

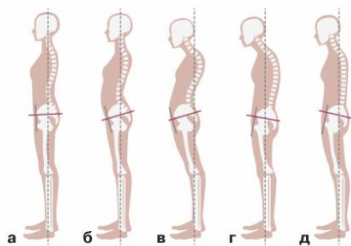


Рис. 112. Нормальная осанка и её нарушения: нормальная осанка — а; плоско-вогнутая спина — б; кругловогнутая спина — в; сутуловатая спина — г; выпрямленная спина — д

? КАКОВО ЗНАЧЕНИЕ ПРАВИЛЬНОЙ ОСАНКИ?

Привычную позу непринуждённо стоящего человека называют **осанкой**. Она зависит от формы позвоночника, равномерности физического развития, тонуса мускулатуры тела (рис. 112). Правильная осанка имеет не только эстетическое, но и большое физиологическое значение. Она повышает работоспособность, улучшает деятельность внутренних органов, особенно органов дыхания и кровообращения.

Правильная осанка характеризуется симметричным расположением частей тела относительно позвоночника. При правильной осанке спина у человека прямая, голова расположена вертикально, живот втянут, а плечи расправлены. В нормальном состоянии у человека четыре изгиба позвоночника: шейный и поясничный лордозы — выпуклость вперёд, грудной и крестцово-копчиковый кифозы — выпуклость назад. Эти изгибы уменьшают сотрясение при ходьбе, беге, прыжках.

? С ЧЕМ СВЯЗАНЫ НАРУШЕНИЯ ОСАНКИ?

Нарушения осанки связаны с отклонением от нормы физиологических изгибов позвоночника. При увеличении одного или обоих изгибов спина характеризуется как сутуловатая, округлая или кругловогнутая. К нарушениям осанки, связанным с уменьшением физиологических изгибов, относится плоская, выпрямленная спина.

Нарушением также является асимметричная осанка, при которой плечо и лопатка одной стороны тела опущены по сравнению с другой стороной. При неравномерной нагрузке туловище искривляется в сторону, противоположную той, на которую приходится нагрузка.

К основным причинам нарушения осанки, кроме тяжёлых врождённых или перенесённых заболеваний, относят неправильное положение тела при различных позах лёжа, стоя, сидя, при ходьбе. Привычка сутулиться, неправильно сидеть за столом может привести к неравномерной нагрузке на отдельные позвонки. При нарушениях осанки происходят **искривления позвоночника**.

Впоследствии они станут причиной повреждений межпозвоночных хрящевых дисков. В результате могут защемляться нервные корешки спинного мозга, расположенные внутри позвоночного канала. При этом человек начинает испытывать боли в спине, шее, голове и у него может развиваться болезнь — остеохондроз.



ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

- Для профилактики развития искривления позвоночника прежде всего надо правильно сидеть за столом, следя за своей осанкой. Стул и стол должны соответствовать гигиеническим нормам: спинка стула должна доходить не менее чем до середины лопаток, сиденье жёсткое и ровное; высота сиденья равняется длине голени со стопой и обувью. Поверхность стола должна располагаться на уровне локтя согнутой руки, то есть высота стола должна позволять сидящему свободно, без опускания или поднимания плеч, класть предплечья на столешницу. Под столом следует иметь достаточно места для ног. Во время работы за столом не следует класть ногу на ногу.
- Во время ходьбы также следует сохранять правильную осанку. Голова должна быть поднята высоко. Руки двигаются ритмично от самого плеча. Позвоночник вытянут, живот втянут. Переносимые тяжести необходимо распределять на обе руки либо переключать их из руки в руку.
- В постели также надо создавать оптимальные условия для позвоночника, ведь треть жизни мы проводим во сне. Жёсткий, плоский, но достаточно эластичный матрас, небольшая и достаточно мягкая подушка для головы и шеи позволяют удерживать позвоночник в нормальном положении, чтобы мышцы могли полностью расслабиться во время сна.



КАК ОКАЗАТЬ ПЕРВУЮ ПОМОЩЬ ПРИ ВЫВИХЕ СУСТАВА?

Частой причиной нарушений скелетной системы являются травмы. Из всех видов травматизма на повреждение опорно-двигательного аппарата приходится 20%. Резкие неосторожные движения и падения могут привести к **вывиху**.

И Вывих — стойкое смещение суставных концов костей.

При полном вывихе головка одной кости выходит полностью из суставной впадины другой. Нередко при вывихе разрывается суставная сумка, повреждается связочный аппарат. При вывихе форма сустава изменена, нередко виден рельеф головки, вышедшей из суставной ямки. Вывих сопровождается резкой болью, особенно при попытке совершить движение в суставе.

Когда человек падает на вытянутую руку, может произойти вывих большого пальца. Он приобретает неестественный вид, значительно отведён у основания и короче обычного. Движения в суставе резко ограничены, беспокоит боль. При вывихе в локтевом суставе рука полусогнута, движения резко ограничены и болезненны.



ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

- При оказании доврачебной помощи пострадавшему с вывихом следует руководствоваться следующими правилами:
 - не пытайтесь вправить вывих самостоятельно, так как это может причинить острую боль, привести к осложнениям, затруднить дальнейшее лечение;
 - придайте вывихнутой конечности положение, при котором отсутствуют болевые ощущения, и зафиксируйте её с помощью повязки или шины;
 - приложите к суставу лёд или что-то холодное.

? ПО КАКИМ ПРИЗНАКАМ ОПРЕДЕЛЯЮТ ПЕРЕЛОМ КОСТИ?

Несмотря на высокую прочность и некоторую упругость, в результате сильного удара или падения может произойти **перелом кости** — частичные или полные нарушения целостности кости. При этом практически всегда повреждаются окружающие ткани — мышцы, связки, кровеносные сосуды, нервные стволы. При переломах в месте повреждения возникает резкая боль, усиливающаяся при прикосновении, появляются покраснение, отёк. Боль становится всё более выраженной, а движения невозможными. Достоверными признаками перелома являются ненормальная подвижность повреждённого места и костный хруст в момент перелома.

? В ЧЁМ ОТЛИЧИЯ ПОЛНЫХ И НЕПОЛНЫХ, ЗАКРЫТЫХ И ОТКРЫТЫХ ПЕРЕЛОМОВ?

Перелом считают *полным*, если имеется полное нарушение целостности кости. При *неполном* переломе нарушается часть поперечника кости, чаще всего в виде продольной щели — трещины кости.

Переломы подразделяют на *закрытые* и *открытые*. При закрытом переломе кость повреждена, но целостность кожи на месте перелома не нарушена. При открытом переломе вместе с костью повреждается кожа, мышцы и в области перелома имеется рана. Открытые переломы опаснее, так как в рану могут попасть болезнетворные микроорганизмы, вызывающие нагноение мягких тканей и гнойное воспаление костей.



ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

- При оказании первой помощи пострадавшему с открытым переломом необходимо остановить кровотечение, обработать края раны и наложить стерильную повязку. Пострадавшей части тела надо придать неподвижность, зафиксировать её (рис. 113).
- При закрытом переломе на место повреждения накладывают повязку с применением шин — приспособлений, обеспечивающих неподвижность суставов и мягких тканей. В качестве шин можно использовать специальные медицинские приспособления или кусок доски, фанеры. Чтобы шина не давила на повреждённый участок тела, под неё подкладывают мягкую повязку. Шина должна обеспечить неподвижность двух ближайших здоровых суставов, а в случае перелома плечевой кости или бедренной — трёх. При отсутствии материала для изготовления шины можно сломанную руку в согнутом на 90° состоянии прибинтовать к туловищу, а повреждённую ногу — к здоровой.
- Повреждение некоторых костей требует особых приёмов оказания первой помощи:
 - при переломах грудной клетки шину не накладывают;
 - если повреждена ключица и лопатка, можно руку с повреждённой стороны подвесить на косынку, а в подмышечную впадину вложить небольшой валик из ткани;
 - при подозрении на перелом ребра пострадавшего просят сделать глубокий вдох, а затем дышать неглубоко, и туго перебинтовывают грудную клетку.
- После оказания первой помощи пострадавшего необходимо срочно доставить в медицинское учреждение.



- Особо опасны переломы позвоночника. В таких случаях пострадавшего лучше всего не трогать, а медицинскую помощь вызвать на место происшествия. Если это сделать невозможно, пострадавшего перевозят в медицинское учреждение.
- При подозрениях на перелом позвоночника больного очень осторожно укладывают вверх лицом на твёрдую прочную поверхность — широкую доску, лист фанеры, способные выдержать тяжесть человека. Под голову и плечи пострадавшего укладывают матерчатые валики, и в таком положении его транспортируют в медицинское учреждение.
- При подозрении на перелом костей черепа пострадавшего также желательно переносить на жёстких носилках. Голову фиксируют валиком из одеяла или одежды, уложенным вокруг головы в виде подковы. Если пострадавший без сознания, необходимо следить, чтобы он не задохнулся во время рвоты.

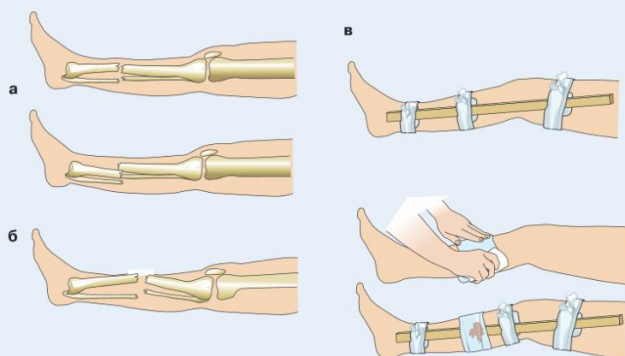


Рис. 113. Первая помощь при переломах: *а* — закрытый перелом без смещения и со смещением; *б* — открытый перелом; *в* — фиксация повреждённой конечности

В ЧЁМ ОТЛИЧИЯ НЕИНВАЗИВНЫХ И ИНВАЗИВНЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА?

Боли в суставах, позвоночнике и околосуставных мягких тканях встречаются более чем у 30 % населения нашей планеты и часто связаны с ревматическими болезнями. Для лечения этих заболеваний широко применяют неинвазивные методы, основанные на использовании нестероидных противовоспалительных препаратов в виде мазей, гелей, кремов, пластырей. Инвазивные методы лечения подразумевают введение лекарственных препаратов непосредственно в мягкие околосуставные ткани, полость сустава.

Для лечения повреждений суставов в результате травм, износа суставов используют *эндопротезирование* — высокотехнологичную операцию по имплантации искусственного сустава, имитирующего функцию здорового сустава. Чаще всего эндопротезирование выполняется на тазобедренном и коленном суставах.

КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА

Плоскостопие. Осанка. Искривление позвоночника. Вывих. Перелом.

ВЫВОДЫ

- Неравномерная физическая нагрузка на позвоночник, неправильное положение тела при различных позах могут стать причинами нарушений осанки.
- Плоскостопие — распространённое нарушение опорно-двигательного аппарата, связанное с деформацией стопы и уплощением её сводов.
- Вывихи и переломы — тяжёлые повреждения опорно-двигательного аппарата. Вывих — нарушение целостности сустава, связанное со смещением суставных концов костей. Перелом — нарушение целостности кости. Первая помощь заключается в обеспечении неподвижности повреждённых костей и их соединений.

ПРАКТИКУМ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОСКОСТОПИЯ

Цель: провести исследование и определить наличие или отсутствие плоскостопия.

Материалы и оборудование: бумага, карандаш, линейка.

Ход работы

1. Проверьте, нет ли у вас плоскостопия. Для этого поставьте мокрую стопу на лист белой бумаги. Обведите отпечатавшийся след карандашом. Пользуясь рисунком 110 учебника, сделайте на полученном вами отпечатке следующее.
2. Соедините касательной AK след от плюсны со следом от пятки. Найдите середину линии AK , обозначьте её буквой M .
3. Из точек A и M проведите два перпендикуляра линии AK и обозначьте их AB и MD . Точку пересечения линии MD со следом от ступни в средней части обозначьте буквой C . Обратите внимание на то, что у кого-то отрезок CD может равняться нулю.
4. Измерьте отрезки AB и CD . Определите соотношение $CD:AB$. Отношение $CD:AB \times 100\%$ не должно превышать 33%. Более высокие результаты могут свидетельствовать о возможном плоскостопии.
5. Запишите в тетради выводы по результатам проведённого самонаблюдения.

ПРАКТИКУМ

ВЫЯВЛЕНИЕ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ

Цель: выявить правильность осанки или её нарушения.

Материалы и оборудование: работа проводится методом самонаблюдения.

Ход работы

1. Определите правильность осанки. Осанка исследуется и описывается с головы до ног. Особенно информативными являются визуальные наблюдения позвоночного столба спереди, сзади, сбоку. Встаньте без одежды перед большим зеркалом и осмотрите себя со всех сторон.
2. При осмотре осанки спереди у человека, имеющего правильную осанку, определяется строго вертикальное положение головы. Подбородок слегка приподнят.



Линия надплечий горизонтальна. Шейно-плечевые углы симметричны. Грудная клетка не имеет западений или выпячиваний. Живот симметричен.

3. При осмотре осанки сзади — лопатки прижаты к туловищу, расположены на одинаковом расстоянии от позвоночника, а их углы на одной горизонтальной линии. Ягодичные и подколенные складки на одном уровне.
4. При осмотре сбоку — грудная клетка несколько приподнята. Живот втянут. Нижние конечности прямые. Физиологические изгибы позвоночника умеренно выражены.
5. Запишите в тетради выводы по результатам проведённого самонаблюдения.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

Сколиоз (греч. *сколиозис* — искривление) — это заболевание опорно-двигательного аппарата, характеризующееся искривлением позвоночника во фронтальной плоскости с разворотом позвонков вокруг своей оси и ведущее к нарушению функции грудной клетки. Причём термин «сколиоз» употребляется как в отношении функциональных изгибов позвоночника во фронтальной плоскости («функциональный сколиоз», «сколиотическая осанка»), так и в отношении прогрессирующего заболевания, приводящего к сложной, порой тяжёлой деформации позвоночника («сколиотическая болезнь»). Разворот позвонков способствует деформации грудной клетки и её асимметрии, внутренние органы при этом сжимаются и смещаются. Начальные явления сколиоза могут быть обнаружены уже в раннем детстве, но в школьном возрасте (10—15 лет) он проявляется наиболее выражено.

ВОПРОСЫ

1. В чём особенность костной ткани детей? Как это влияет на скелет?
2. Что такое плоскостопие? Чем оно опасно?
3. Какие меры первой помощи оказывают при вывихах суставов?
4. Какая помощь необходима при переломах костей конечностей?
5. Каковы меры первой помощи при переломах грудной клетки?
6. Каковы меры первой помощи при переломах костей черепа и позвоночника?

ЗАДАНИЯ

7. Назовите основные причины неправильной осанки.
8. Предложите меры профилактики искривления позвоночника.
9. Перечислите признаки, по которым определяется вывих.
10. Сформулируйте правила предупреждения плоскостопия.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему важна правильная осанка?
12. Почему при оказании первой помощи нельзя вправлять вывих или сломанную кость?
13. Почему помощь пострадавшему с открытым переломом начинается с остановки кровотечения и обработки раны?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Можно ли с помощью физических упражнений скорректировать неправильную осанку?
15. Как необходимо транспортировать пострадавших с подозрением на переломы костей?

§ 43. СТРОЕНИЕ И РАБОТА МЫШЦ**ЭТО Я ЗНАЮ**

Особенности строения поперечнополосатой мышечной ткани.
Значение мышц.



Почему скелетные мышцы — активная часть опорно-двигательной системы?

**КАКОВЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ?**

В теле человека насчитывают около 600 **скелетных мышц**, которые имеют различную форму, строение, функции. Мышцы прикрепляются к костям скелета, действуют на костные рычаги, приводят их в движение. Поэтому их и называют скелетными мышцами.

Мышцы — анатомические образования, состоящие в основном из мышечной ткани, осуществляющие двигательную функцию организма, его частей и отдельных органов.

Скелетные мышцы покрывают скелет так, что кости лишь в некоторых местах лежат непосредственно под кожей. Развитие скелетных мышц в значительной степени, особенно у мужчин, определяет формы и рельеф тела. Скелетные мышцы у мужчин обычно составляют 35—45% массы тела, у женщин — 30—35%, у людей пожилого возраста — около 30%. У спортсменов скелетные мышцы могут составлять до 50% массы тела.

Основными функциональными свойствами мышц являются **возбудимость, кратимость, проводимость, растяжимость** и **эластичность**. Возбуждение и сокращение мышц происходят под влиянием нервных импульсов, приходящих по нервным волокнам из центральной нервной системы. Силу раздражения, способную вызвать сокращение мышцы, называют **пороговым раздражением**.

Возникшая в мышце волна возбуждения быстро распространяется по всей мышце. В результате этого мышца сокращается, действует на костные рычаги и приводит их в движение.

**КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ?**

В большинстве мышц различают **основные части: брюшко и сухожилия**. Брюшко состоит из скелетной поперечнополосатой мышечной ткани. Каждая мышца состоит из большого количества мышечных волокон, которые собраны в пучки, окружённые тонкими прослойками рыхлой волокнистой соединительной ткани. Между мышечными волокнами расположена тонкая сеть мелких кровеносных сосудов и нервов.



Сухожилия образованы плотной волокнистой соединительной тканью. Сухожилия окрашены в светло-золотистый цвет, резко отличающийся от красно-бурого цвета брюшка. У разных мышц сухожилия неодинаковые. Мышцы, расположенные на конечностях, обычно имеют узкие и длинные сухожилия. Широкие сухожилия имеют мышцы, участвующие в образовании стенок полостей. С помощью сухожильных мышц прикрепляются к костям скелета. Некоторые мышцы могут прикрепляться и к другим органам, например к коже, главному яблоку.

Конец мышцы, расположенный ближе к срединной плоскости тела, принято называть началом мышцы. Противоположный конец называют прикреплением мышцы. Начало мышцы обычно остаётся неподвижным при изменении её длины.

Группы пучков покрываются более толстой и плотной соединительнотканной оболочкой и образуют мышцу. Выходящие за пределы мышцы соединительнотканые волокна, окружающие мышечные волокна и их пучки, формируют сухожилия. К костям, остающимся при движении неподвижными, прикрепляется сухожилие, называемое головкой. Сухожилие, которое прикрепляется к подвижным костям, называют хвостом.

Некоторые мышцы имеют несколько головок, каждая из которых начинается от отдельной кости или от разных точек одной кости. Головки сливаются, образуя общее брюшко и сухожилие. Мышцы-сгибатели и разгибатели пальцев кисти и стопы имеют по одному брюшку, от которого отходит несколько хвостов, прикрепляющихся к разным костям.

Снаружи каждая мышца покрыта тонкой оболочкой из соединительной ткани — **фасцией** (рис. 114). Фасции образуют межмышечные перегородки и разделяют мышечные слои, устраняют трение мышц друг о друга, служат опорой для мышц при её сокращении.

? НА ЧЁМ ОСНОВАНА РАБОТА МЫШЦ?

В основе работы мышц лежит их способность к сокращению. При сокращении мышца укорачивается. При этом происходит сближение точек начала и прикрепления мышцы. Сокращение мышц вызывает движения в суставах, изменение положения частей тела или, наоборот, их закрепление. Мышца с определённой силой действует на кости скелета и изменяет или закрепляет их положение.

Совершаемая мышцей механическая **работа** может быть **динамической** или **статической**. При динамической работе костные рычаги, а вместе с ними и другие

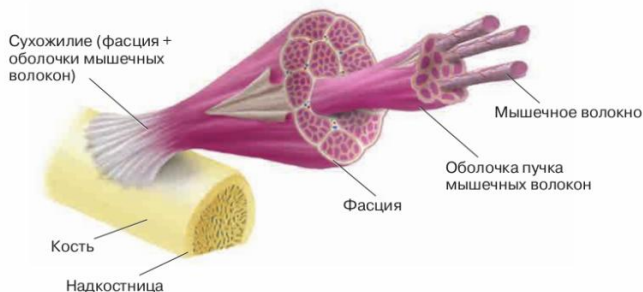


Рис. 114. Строение скелетной мышцы. Сухожилие. Фасция

части тела перемещаются в пространстве, изменяется их взаиморасположение. При статической работе тело и его части не перемещаются. При статической работе мышцы хотя и напряжены, но их длина не изменяется, они не укорачиваются. К статическим усилиям относятся стояние, удержание головы в вертикальном положении или груза на вытянутой руке.

КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ МЫШЦ ПО ПРИНЦИПУ РЫЧАГА?

Известно, что рычагом называют твёрдое тело, закреплённое в одной точке, вокруг которой происходит движение. Обязательными элементами рычага являются точка опоры, точка приложения силы, плечо рычага — расстояние от точки опоры до точки приложения силы, плечо силы — кратчайшее расстояние от точки опоры до линии действия силы.

В опорно-двигательном аппарате человека твёрдым телом является кость. Сустав служит точкой опоры, вокруг которой происходят движения. Само движение происходит за счёт силы тяги мышцы. Подвижно соединённые в суставах под действием приложенных сил части тела являются костными рычагами (рис. 115). Различают два вида костных рычагов.

В рычаге первого рода сила тяжести и сила тяги мышц приложены по разные стороны от точки опоры рычага и действуют в одном направлении. Этот рычаг двухплечий, потому что плечо силы тяжести и силы тяги мышц расположены по обе стороны от точки опоры, образуя два равных плеча. Такой рычаг является рычагом равновесия. Примером такого рычага является атлантозатылочный сустав, соединяющий позвоночник с черепом. В нём сила тяжести черепа уравновешивается силой тяги мышц затылка.

Рычаг второго рода одноплечий. В нём плечо силы тяжести и плечо силы тяги мышц расположены по одну сторону от точки опоры и направлены в противоположные стороны. Различают два вида этого рычага. Один называют рычагом силы. В нём плечо силы мышечной тяги больше плеча силы тяжести. Примером рычага силы может служить стопа во время подъёма на полупальцы.

Другой вид рычага второго рода называют рычагом скорости. В нём сила мышечной тяги приложена вблизи оси вращения и имеет значительно меньшее плечо, чем противодействующая ей сила тяжести. Примером рычага скорости является локтевой сустав и двуглавая мышца плеча, производящая сгибание предплечья.

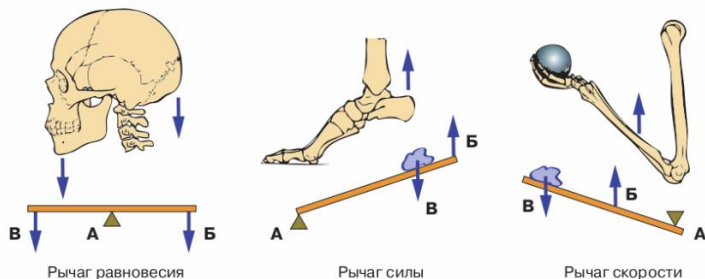


Рис. 115. Рычаги в скелете человека: А — точка опоры, Б — точка приложения силы, В — точка сопротивления



? КАК ОПРЕДЕЛЯЮТ СИЛУ МЫШЦ?

Силу мышц определяют по величине того груза, который мышца при своём максимальном сокращении может поднять на определённую высоту. Такую силу принято называть *подъёмной силой мышцы*. Сила разных мышц неодинакова. Она зависит от числа мышечных волокон и от площади поперечного сечения этих волокон. Показателем силы мышцы служит её физиологический поперечник — площадь поперечного сечения всех её мышечных волокон. Величину (размеры) мышцы характеризует её анатомический поперечник — поперечное сечение мышцы в наиболее широкой части.

Работа мышцы зависит от её длины и диаметра. Чем больше диаметр мышцы, тем она сильнее и тем большую работу может осуществлять. Степень сокращения мышцы определяется длиной образующих её мышечных волокон. Чем они длиннее, тем больше способны укорачиваться.

Вращающая сила мышцы зависит не только от её физиологического поперечника и подъёмной силы, но и от угла прикрепления мышцы к костям. Чем больше угол, под которым мышца прикрепляется к кости, тем большее действие она может оказать на эту кость. Для увеличения угла прикрепления мышц к костям служат специальные выступы.

? ЧЕМ НЕПРОИЗВОЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ОТЛИЧАЮТСЯ ОТ ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ?

Движения, выполняемые рефлекторно, помимо воли человека, называются непроизвольными. Например, неосторожно коснувшись горячего утюга, человек отдёргивает руку, ещё не успев осознанно почувствовать боль. Непроизвольные движения управляются из соответствующих центров ствола головного и спинного мозга.

Произвольные движения подчинены воле человека. При произвольных движениях нервные импульсы к скелетным мышцам поступают из двигательных центров коры полушарий большого мозга. Источником активации нейронов является зрительная, слуховая, кожная, мышечная информация, поступающая в кору от органов чувств. На основе этой информации формируется двигательный акт. Двигательный нейрон вместе с мышечными волокнами, которые он контролирует, называют *двигательной единицей*. Она функционирует как единое целое.

В покое каждая мышца человека за счёт поступающих в мышцу нервных импульсов находится в состоянии постоянного непроизвольного сокращения — мышечного тонуса (от греч. *тонос* — напряжение). Благодаря этому небольшому напряжению мышца всегда готова начать сокращение. Мышечный тонус регулируется центральной нервной системой и имеет рефлекторный характер.

? ПОЧЕМУ ПРОИСХОДИТ УТОМЛЕНИЕ МЫШЦ?

В результате длительной работы происходит временное понижение работоспособности мышц, которое называют **физическим утомлением**. Скорость его развития зависит от *физической нагрузки* и от *ритма работы*. При увеличении нагрузки или учащении ритма мышечных сокращений утомление наступает быстрее. Максимального уровня мышечная работа достигает при средних нагрузках и средних скоростях сокращения мышц.

После отдыха работоспособность двигательного аппарата не только восстанавливается, но и может превышать исходный уровень. Для отдыха большое значение имеет смена видов деятельности. Время восстановления утомлённых мышц сокра-



щается, если в период отдыха работают другие группы мышц. Поэтому активный отдых полезнее и эффективнее пассивного.

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА**

Мышцы. Основные функциональные свойства мышц. Скелетная мышца: брюшко, сухожилия, фасция. Работа мышц: динамическая, статическая. Сила мышц. Утомление.

ВЫВОДЫ

- Мышцы обеспечивают перемещение тела в пространстве, движение его частей, работу внутренних органов. Функциональными свойствами мышц являются возбудимость, сократимость, проводимость, растяжимость и эластичность.
- В строении скелетных мышц различают брюшко, образованное поперечно-полосатой мышечной тканью, и сухожилия. Снаружи мышца покрыта тонкой оболочкой из соединительной ткани — фасцией.
- Совершаемая мышцами работа может быть динамической или статической. Длительная работа мышц приводит к временному понижению их работоспособности — физическому утомлению.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 1 Для определения силы мышц используют динамометрию. Динамометр — это устройство, предназначенное для определения силы мышечных сокращений. В основе его работы лежит закон Гука, согласно которому деформация в упругом теле прямо пропорциональна усилию, приложенному к нему. Чаще всего используют динамометры для определения силы мышц кисти, становой силы, состояния мышц ног. Использование динамометра в медицине позволяет оценить уровень физической подготовки человека, прогресс реабилитации после травм и оперативных вмешательств, мышечную функциональность и степень развития мускулатуры.
- 2 По отношению к суставам мышцы расположены неодинаково, что определяет их строение, топографией и функцией. Одни мышцы прикрепляются к смежным костям и действуют только на один сустав. Это односуставные мышцы. Другие мышцы перекидываются через два сустава и больше — это двусуставные и многосуставные мышцы. Многосуставные мышцы обычно длиннее односуставных и располагаются более поверхностно.

ВОПРОСЫ

1. Что такое мышцы?
2. Какие функции выполняют скелетные мышцы?
3. Какими функциональными свойствами обладают скелетные мышцы?
4. Что называют силой мышц, от чего зависит эта сила?
5. Какое состояние мышцы называют мышечным тонусом?
6. Каким образом сокращение мышц приводит в движение кости скелета?

ЗАДАНИЯ

7. Составьте рефлекторную дугу произвольного движения, например, случайно дотронувшись до колючего кустарника, человек отдергивает руку.



8. Приведите примеры динамической и статической работы мышц.
9. Назовите причины утомления скелетных мышц.
10. Французский врач Гесс говорил: «Движение заменит любые лекарства, но все лекарства мира не заменят эффекта движения». Прокомментируйте это высказывание.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Как предупредить быстрое развитие утомления скелетной мышцы?
12. Почему при статической работе утомление мышц наступает быстрее, чем при динамической?
13. Почему мышечная деятельность зависит от работы пищеварительных органов, дыхания и кровообращения?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Каким образом нервная система иннервирует работу скелетной мускулатуры?
15. Как физические упражнения влияют на мышцы?

§ 44. СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

ЭТО Я ЗНАЮ

Работа мышц: динамическая и статическая.

Что такое сила мышц.



Какие функции выполняют скелетные мышцы в зависимости от их расположения в теле?

? КАК ВЗАИМОДЕЙСТВУЮТ МЫШЦЫ — СИНЕРГИСТЫ И АНТАГОНИСТЫ?

По виду движений мышцы разделяются на *сгибатели* и *разгибатели*, *отводящие* и *приводящие*, *поворачивающие внутрь* и *наружу*. Выполнение любого движения достигается согласованным действием групп мышц-сгибателей и разгибателей. В зависимости от развиваемых мышцами усилий их принято делить на **синергистов** и **антагонистов**. Мышцы-синергисты действуют на сустав в одном направлении, например сгибают кисть. Мышцы-антагонисты оказывают противоположное действие.

При каждом движении напрягаются не только мышцы, совершающие его, но и их антагонисты, противодействующие тяге и придающие движению точность и плавность. Если одна мышца отводит кости в суставе, то вторая мышца должна приводить кости друг к другу. В каждой группе мышц можно выделить главные мышцы, выполняющие движение, и вспомогательные мышцы, которые уточняют это движение, придают ему индивидуальные особенности.

Согласованное движение мышц-синергистов и мышц-антагонистов требует тонкой регуляции. Её обеспечивают различные структуры головного мозга, в первую очередь кора больших полушарий. Даже когда человек просто спокойно стоит, для поддержания его равновесия должны сократиться около 300 мышц. Их работу согласует множество нейронов.



их окружают. Это *мышцы-замыкатели, сфинктеры*. Другие мимические мышцы ориентированы радиально по отношению к этим отверстиям — это *мышцы-расширители, дилататоры*.

В отличие от мышц других областей тела, мимические мышцы не покрыты фасциями. Они располагаются непосредственно под кожей, одним концом прикрепляются к костям черепа, а другим вплетаются в кожу лица и волосистой части головы.

Мимические мышцы придают лицу определённое выражение и формируют мимику. Она участвует в проявлении эмоций: радости, печали, удивления, гнева.



КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЫШЦ ШЕИ?

Мышцы шеи обеспечивают движения головы, шеи и её кожи, принимают участие в актах жевания, глотания, артикуляции речи, дыхания. По глубине расположения их делят на три группы: *поверхностные мышцы, средние мышцы, глубокие мышцы*.

Одной из поверхностных мышц является подкожная мышца шеи. Она натягивает кожу шеи, опускает угол рта, способствует оттоку крови из поверхностных вен шеи. Под ней расположена грудино-ключично-сосцевидная мышца. При одностороннем сокращении она наклоняет голову к плечу. При двустороннем сокращении грудино-ключично-сосцевидная мышца удерживает голову в вертикальном положении. При сильном сокращении запрокидывает голову.



КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЫШЦ СПИНЫ?

Мышцы туловища по местонахождению подразделяют на *мышцы спины, груди, живота*. **Мышцы спины** располагаются на задней поверхности туловища от основания черепа вверху и до крестца внизу (рис. 117). Различают *поверхностные* и *глубокие мышцы спины*.

Поверхностные мышцы спины расположены непосредственно под кожей. Они обеспечивают движение плечевого пояса и рук. К ним относятся: трапецевидная мышца, широчайшая мышца спины, большая и малая ромбовидная мышцы, мышца, поднимающая лопатку.

В связи с прямохождением у человека сильно развиты глубокие мышцы спины. Они располагаются под поверхностными мышцами возле позвоночного столба. Они фиксируют позвоночник, осуществляют его сгибание и разгибание, вращение и наклоны в стороны. Самой крупной и сильной является мышца, выпрямляющая позвоночный столб.



КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЫШЦ ГРУДИ?

Мышцы груди также подразделяются на *поверхностные* и *глубокие*. Поверхностные мышцы груди связаны с верхней конечностью. Они осуществляют движения плечевого пояса и верхней конечности. Глубокие мышцы груди поднимают и опускают ребра, участвуя в акте дыхания.

С *межрёберными мышцами* функционально связана **диафрагма**. Она представляет собой мышечно-фиброзную пластинку, отделяющую грудную полость от брюшной. Её верхняя выпуклая поверхность обращена в грудную полость, вогнутая нижняя поверхность обращена в брюшную полость. Диафрагма начинается от позвоночного столба, нижних рёбер и грудины. В середине диафрагмы есть сухо-



? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЫШЦ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ?

В зависимости от расположения начала, прикрепления и действия на суставы **мышцы верхней конечности** разделяют на *мышцы плечевого пояса* и *свободной верхней конечности*. Мышцы плечевого пояса отводят руку в сторону, сгибают и разгибают её в плечевом суставе.

Мышцы верхней конечности разделяются на мышцы, производящие движения пояса верхней конечности, движения в плечевом, локтевом, лучезапястном суставах и суставах кисти. Двуглавая мышца плеча (бицепс) участвует в сгибании плечевого и локтевого суставов. Трёхглавая мышца плеча (трицепс) является разгибателем этих суставов. На конечностях с их длинными костными рычагами мышцы обычно имеют веретенообразную форму, с продольным или косым расположением волокон, узкими и длинными сухожилиями.

? КАКОВЫ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ МЫШЦ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ?

Мышцы нижней конечности действуют на соединения костей тазового пояса, производят движения в тазобедренном, коленном, голеностопном суставах и суставах стопы. Выделяют мышцы *пояса нижних конечностей* (тазового пояса) и *свободной нижней конечности*. Общая масса этих мышц более чем в два раза превышает массу мышц верхней конечности.

Мышцы нижней конечности выполняют функции опоры и движения. На передней поверхности бедра расположена очень мощная четырёхглавая мышца бедра. Она сгибает ногу в тазобедренном суставе и разгибает в коленном. Чтобы представить её функцию, надо вообразить удар футболиста по мячу. Четырёхглавая мышца бедра участвует в поддержании тела в вертикальном положении. Её антагонистом являются ягодичные мышцы, удерживающие тело в вертикальном положении. Они отводят ногу назад.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Мышцы-синергисты. Мышцы-антагонисты. Жевательные мышцы. Мимические мышцы. Диафрагма. Межрёберные мышцы. Брюшной пресс. Мышцы спины. Мышцы конечностей.

ВЫВОДЫ

- Совместная работа мышц достигается согласованным действием мышц-синергистов, действующих на сустав в одном направлении, и мышц-антагонистов, оказывающих противоположное действие.
- В зависимости от положения в теле человека выделяют мышцы головы, шеи, туловища, мышцы верхних и нижних конечностей.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 1 Чем более тренирован человек, тем точнее нервная система управляет мышечными движениями. У нетренированного человека часто наряду с мышцами, выполняющими нужные действия, работает много других мышц, которые к этому действию отношения не имеют. Например, ребёнок, который только учится писать, совершает много движений, которых не бывает у людей, хорошо владеющих навыком письма. Например, осваивающий письмо ребёнок может поджимать ноги, наклонять голову в такт движению ручки.



- 2** При сложных ощущениях (эмоциях), таких как радость, стыд, боль, горе, от коры головного мозга по лицевому нерву к мимическим мышцам направляются нервные импульсы. Многочисленные комбинации сокращений этих мышц определяют богатейшее разнообразие мимики. Например, в выражении радости принимают участие скуловые мышцы, направляющиеся от скуловой кости к углу рта и оттягивающие его вверх и в сторону, и мышца смеха, отходящая тонким пучком от угла рта к коже щеки. Эти мышцы растягивают рот при смехе и улыбке. Мышце смеха обязаны своим происхождением и ямки на щеках.

ВОПРОСЫ

1. Как работают мышцы-синергисты и антагонисты?
2. Какие группы мышц выделяют в голове?
3. В чём особенность мимических мышц?
4. Какова роль жевательных мышц?
5. Какие функции играют мышцы шеи?
6. Каково функциональное значение мышц брюшного пресса?

ЗАДАНИЯ

7. Подтвердите примерами разнообразие скелетных мышц по форме, расположению в теле и функциям.
8. Посмотрите в зеркало, наморщите лоб, улыбнитесь, нахмурьтесь. Поясните, какова роль мимических мышц для человека.
9. Скелетные мышцы в теле распределены неравномерно: 50% мышечной массы — в нижних конечностях, 30% — в верхних, 20% — в туловище и голове. Дайте обоснование этому анатомическому факту.
10. Перечислите основные мышцы спины.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Почему плечевая и двуглавая мышцы являются мышцами-синергистами?
12. Почему двуглавая и трёхглавая мышцы являются антагонистами?
13. Почему важно укреплять мускулатуру спины?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Какие группы мышц работают при скандинавской ходьбе со специально разработанными палками?
15. Чем скелетные мышцы отличаются от гладких?



§ 45. ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ НАРУШЕНИЙ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

ЭТО Я ЗНАЮ

Строение и свойства скелетных мышц.
Основные группы мышц, их значение.



Каковы могут быть последствия нарушений опорно-двигательного аппарата?



ЧТО ТАКОЕ ТРАВМА?

Человека всю жизнь сопровождает риск **травмы** (от греч. *травма* — рана), под которой понимают нарушение целостности тканей и органов в результате воздействия факторов внешней среды. Согласно медицинской статистике, в нашей стране ежегодно на 100 человек приходится около девяти травм. *Травматизм* является одной из основных причин нетрудоспособности.

По виду повреждающего фактора внешней среды травмы делят на *механические, термические, химические, электротравмы, комбинированные*. Самыми распространёнными являются механические травмы. К ним относят ушибы, растяжения связок и мышц, разрывы связок, мышц и сухожилий, вывихи, переломы костей. В месте травмы нередко наблюдаются ссадины, царапины, порезы, через которые в организм могут проникнуть возбудители инфекций.



ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

- Ссадину, царапину, порез надо как можно быстрее обработать. Кожу вокруг повреждения следует смазать настойкой йода или бриллиантовой зеленью и наложить стерильную повязку. Если порез или ссадина небольшие, вместо повязки можно использовать бактерицидный пластырь.



КАКОВЫ ПРИЗНАКИ И ПОСЛЕДСТВИЯ УШИБОВ?

Распространённой бытовой травмой является **ушиб**. Обычно он возникает при падении или ударе о твёрдые предметы. Для ушиба характерна внезапность, быстрая и кратковременность действия травмирующего фактора. Обычно ушиб сопровождается болью в зоне повреждения.

Ушиб — закрытое механическое повреждение тканей и органов тела без видимого нарушения кожных покровов, возникающее при ударе тупым предметом.

При ушибе поверхностных мягких тканей происходит разрыв кровеносных сосудов и образуется кровоподтёк, который в просторечии называют синяком. Кровоподтёк на месте ушиба может развиваться как через несколько минут, так и через несколько часов и даже суток. Чем более сильный поверхностный ушиб, тем быстрее появляется кровоподтёк. Кровоизлияние на месте ушиба проявляется синеватым пятном.

Ушиб сопровождается отёком места повреждения в результате пропитывания кожи лимфой, кровью и развивающимся местным воспалением. Отёк, сопровождающий ушиб, снижает подвижность травмированных тканей, создавая дискомфорт во время движения.

Ушибы различаются по *степени тяжести*. Первая степень ушиба — это лёгкое повреждение без нарушения целостности кожного покрова либо с незначительными царапинами и ссадинами, практически безболезненное, самостоятельно заживающее в течение нескольких дней.



ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

- Первая помощь сразу после ушиба должна быть направлена на уменьшение боли и кровоизлияния в ткани (рис. 118). В случае серьезных ушибов надо обратиться за помощью в травмпункт или поликлинику к травматологу-ортопеду.

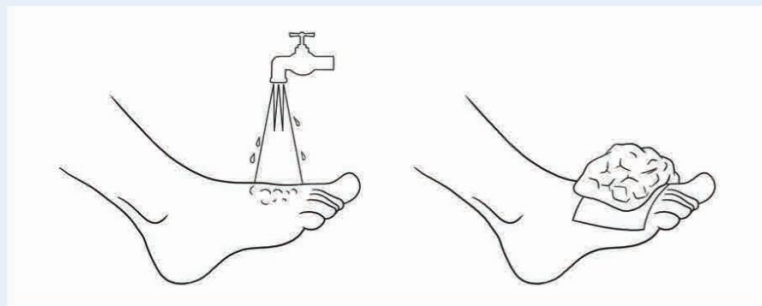


Рис. 118. Первая помощь при ушибах

Ко второй степени относят ушиб мышц, сопровождающийся сильной болью, образованием отёков и гематом. В результате ушиба третьей степени могут быть повреждены связки и сухожилия. К четвёртой степени относят ушибы внутренних органов с сильным отёком и болезненными ощущениями, с возможностью нарушения работы повреждённых органов.

Степень ушиба головного и спинного мозга должна оцениваться врачом-неврологом или нейрохирургом. В результате ушиба головы может развиваться сотрясение мозга. Может возникнуть гематома, которая клинически характеризуется очаговыми симптомами, зависящими от места расположения гематомы и её объёма.

? КАКОВЫ ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ РАСТЯЖЕНИЯ И РАЗРЫВОВ СВЯЗОК, МЫШЦ И СУХОЖИЛИЙ?

Растяжение и разрыв связок относятся к закрытым повреждениям сумочно-связочного аппарата сустава. Выделяют *растяжения связок сустава, мышц и сухожилий*. Растяжение обычно возникает в результате движений, не свойственных данному суставу или превышающих их по силе и направлению. Чаще всего травмируются связки коленных и голеностопного суставов.



ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

- Чаще всего растяжения связок возникают в голеностопном суставе и кисти руки при неудачном их повороте или падении. Первая помощь при растяжении связок такая же, как и при ушибах (рис. 119). Давящую повязку на повреждённый сустав слишком туго накладывать не следует. Это может нарушить кровообращение и усилить боль. Старайтесь держать повреждённый сустав в наиболее возвышенном положении — это особенно актуально при повреждении связок ног. При разрыве связок необходимо обеспечить конечности глубокий покой и создать условия для сращения связок, обратиться к врачу.

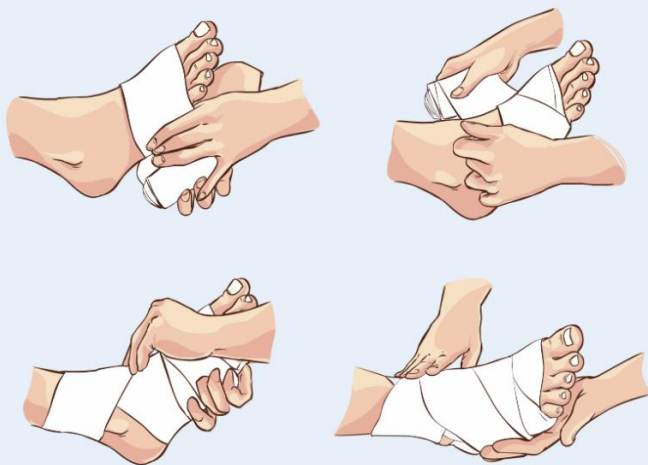


Рис. 119. Первая помощь при растяжении

В холодную сырую погоду заметно возрастает вероятность повреждения мышц. Это происходит потому, что в результате охлаждения мышцы и связки теряют работоспособность, эластичность и механическую устойчивость. При растяжении мышцы происходит частичное разобщение мышечных волокон. На травмированном участке наблюдается припухлость и болезненность при ощупывании пальцами. При сокращении мышц пострадавший испытывает боль. При неполном разрыве повреждена лишь часть мышечных волокон. При полном разрыве мышц повреждены все волокна поперечного сечения мышцы.



КАКОВЫ ПРИЧИНЫ АТРОФИИ МЫШЦ?

Уменьшение мышц в объёме, истончение их волокон вплоть до полного исчезновения называют **атрофией мышц**. В результате этого происходит замещение



щаются. Постоянные сокращения мышц полезны для костной ткани. Она укрепляется, становится плотнее, разрастаются гребни, к которым прикрепляются мышцы. Поскольку ткани скелета становятся прочнее, а мышцы активнее контролируют положение костей относительно друг друга, вероятность переломов и других повреждений у тренированного человека значительно снижается.

При этом следует учитывать, что чрезмерная физическая нагрузка может нанести вред нетренированному человеку и даже привести к травмам. Физически слабое тело не может стать сильным в течение нескольких дней. На адаптацию организма к возрастающим нагрузкам направлены длительные тренировки. Важно учитывать индивидуальные особенности, постепенно и последовательно увеличивать физические нагрузки, учиться контролировать своё самочувствие во время занятий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Травма. Ушиб. Атрофия мышц. Растяжение связок.

ВЫВОДЫ

- Распространёнными повреждениями опорно-двигательного аппарата являются ушибы, растяжения связок и мышц, разрывы связок, мышц и сухожилий, вывихи, переломы костей.
- Ушибы — бытовые травмы, различающиеся по степени тяжести. При сильных ушибах могут повреждаться мышцы, кости, суставы, внутренние органы, возникает кровотечение. Растяжения и разрывы связок относятся к закрытым повреждениям сустава.
- Двигательная активность, умеренная физическая нагрузка способствуют увеличению мышечной силы, работоспособности мышц, улучшению координации движений, оздоровлению всего организма.

ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 1 Растяжения связок и сухожилий чаще всего связаны с недостаточным их «разогревом» перед спортивной тренировкой, чрезмерными нагрузками, резкими движениями или их непривычно большой амплитудой. Планирование нагрузок и соблюдение режима тренировок существенно снижают риск травмы. Каждую тренировку рекомендуется начинать с разминки, в ходе которой «разогреваются» мышцы, связки и сухожилия, увеличивается количество суставной жидкости в суставах. В конце тренировки нужно выполнить несколько упражнений для «заминки», чаще всего на растяжку. Эти упражнения позволяют вернуть подвижность и увеличить амплитуду движений в мышцах.
- 2 Одним из критериев при нормировании физических нагрузок служит кратность повышения энергетического обмена по сравнению с уровнем основного обмена. Классификация физических нагрузок по тяжести у детей и взрослых не совпадает. Так, у взрослых работа считается тяжёлой, если энерготраты в три раза выше, чем в покое. У детей она считается лёгкой даже при 4—6-кратном превышении обмена, при 7—9-кратном — средней тяжести, а при 10-кратном и более — тяжёлой. Средство, позволяющее оценить допустимость объёма, характера и интенсивности физических нагрузок, — оценка внешних признаков утомления.



- 3** К признакам переутомления относится резкое изменение цвета лица: покраснение, бледность, синюшность; чрезмерно учащённое дыхание (более 50—60 вдохов за минуту); резкие покачивания при ходьбе; ухудшение координации. Объективным параметром служит ускорение пульса выше 180 ударов в минуту.



ВОПРОСЫ

1. Что такое травма? Каковы причины травм?
2. С чем связано возникновение растяжения связок? По каким признакам определяется растяжение?
3. Что такое атрофия мышц? В чём её опасность?
4. Каковы причины возникновения атрофии мышц?
5. Какие изменения возникают в мышечной ткани и во всём организме под влиянием мышечной тренировки?
6. Почему важны постепенность, систематичность и индивидуальный подход в выполнении физических упражнений?

ЗАДАНИЯ

7. Приведите примеры зависимости здоровья человека от его двигательной активности.
8. Выделите основные приёмы оказания первой помощи при ушибах и растяжениях.
9. Как вы думаете, каждый ли человек, усердно тренируясь, может стать выдающимся борцом, гимнастом, теннисистом? Ответ обоснуйте.
10. Отличный способ развития и укрепления мускулатуры — физические упражнения. Но врачи утверждают, что нагрузки могут принести как пользу, так и вред. Прокомментируйте это утверждение. Приведите необходимые примеры.

ОБЪЯСНИТЕ

11. Обоснуйте тот факт, что физические упражнения укрепляют не только опорно-двигательную систему, но и сердечно-сосудистую, и дыхательную.
12. Что такое оптимальный двигательный режим?
13. Почему вероятность переломов у тренированного человека значительно снижается?

ТЕМЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ

14. Зарядка и увлечение спортом — самое эффективное и доступное для человека средство профилактики болезней. Как вы думаете, почему занятием спортом так часто пренебрегают?
15. Какие меры способствуют профилактике травм опорно-двигательного аппарата?

**1 ЗАДАНИЕ**

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Чтобы понять функцию мышц предплечья, положите предплечье на стол ладонной стороной вниз. Прижмите ладонь к столу. После этого сжимайте кисть в кулак и разжимайте её.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что вы чувствуете? Сокращаются ли мышцы предплечья?
2. Определите, с какой стороны предплечья располагаются мышцы, сгибающие кисть и пальцы и разгибающие их.
3. Можно ли сказать, что эти мышцы совершают противоположно направленные движения и их действия согласованны?

2 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Прямохождение далось человеку тяжело. Даже когда мы стоим, центр тяжести туловища оказывается намного впереди голеностопных сочленений, и наше тело стремится «завалиться» вперёд. Вообще тело стоит тем прочнее, чем больше площадь опоры и чем ниже расположен центр тяжести. Пока проекция центра тяжести располагается внутри площади опоры, сохраняется равновесие. Обычные движения человека, связанные с нагрузкой стопы, — ходьба. Известно, что передвижение на каблуках является экстремальным видом ходьбы для человека. Возникают боли в икроножных мышцах при снятии каблуков, нарушается механика ходьбы, возникают боли в пояснице и мышцах спины. Постоянная ходьба на высоком каблуке приводит к нарушениям осанки, сколиозу.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. В чём особенности строения стопы человека?
2. Какие основные функции выполняет стопа человека при движении?
3. Дайте объяснение (с точки зрения физики), почему происходят указанные нарушения при ношении обуви на высоких каблуках.

3 ЗАДАНИЕ

СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Установлено, что человек в течение дня при средней подвижности делает около 15 000 шагов. Средняя длина шага взрослого человека составляет 70—80 см.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите, сколько километров в среднем пройдёт человек в течение дня, за неделю, месяц, год.
2. С чем связан малоподвижный образ жизни современного человека? Каковы последствия гиподинамии для организма человека?
3. При скандинавской ходьбе с палками у человека задействованы до 90 % скелетных мышц, а при обычной ходьбе — около 60 %. Объясните такие различия в работе мышц.



ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Автоматия сердца 90
Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) 40
Адиipoциты 76
Аккомодация 161
Аксон 96
Актин 86
Аминокислоты (Незаменимые аминокислоты) 13
Анаболизм 36
Анатомия 4
Андрогены 201
Антропология 7
Апоптоз 47
Атрофия мышц 280

Б

Базальная мембрана 72
Базедова болезнь 206
Барабанная перепонка 176
Белки 11
Биокулярное зрение 165
Биологические полимеры 13
Близорукость 170

В

Вестибулярный аппарат 174
Включения 53
Вкус 178
Внимание 212
Возбудимость 92
Врач 7
Вывих 260
Высшая нервная деятельность 211

Г

Галлюцинации 232
Гаметы 58
Генетика человека 7
Генетический код 34
Гигантизм 206
Гигиена 5
Гипоталамо-гипофизарная система 196
Гипоталамус 130
Гипофиз 196
Гистология 5
Гладкая мышечная ткань 90
Глазное яблоко 165
Глаукома 170

Глиальные клетки 96

Гликоген 28
Гликолиз 38
Глюкагон 201
Глюкоза 38
Головной мозг 124
Гормоны 186
Грудина 250
Грудная клетка 250

Д

Дальнозоркость 170
Дезоксирибонуклеиновая кислота 34
Деление клеток 48
Денатурация 19
Дендрит 96
Депрессия 229
Диафрагма 274
Динамический стереотип 213
Дифференцировка 48
Доли полушарий 137
Доминанта 211

Е

Евстахиева труба 176

Ж

Железистый эпителий 72
Железы внешней секреции 196
Железы внутренней секреции 196
Железы смешанной секреции 196
Жировая ткань 76
Жировой обмен 24

З

Зоны коры головного мозга 136
Зрачок 165

И

Импринтинг 214
Инстинкты 143
Инсулин 201
Инсульт 146
Интерфаза 58
Искусственный интеллект 144

К

Кардиомиоциты 90
Кариотип 58
Карликовость 206
Катаболизм 36



Катаракта 170
 Клетка 48
 Клеточная теория 48
 Клеточный центр 53
 Клеточный цикл 57
 Комплекс Гольджи 53
 Компьютерная томография 149
 Конъюнктивит 159
 Кора головного мозга 137
 Кортиев орган 176
 Костные ткани 80
 Крахмал 11
 Кретинизм 206
 Кровь 76

Л

Лактоза 28
 Лизосомы 53
 Лимбическая система 226
 Лимфа 76
 Липиды 22

М

Медиатор 96
 Медицина 4
 Межклеточные контакты 63
 Мейоз 57
 Метаболизм 36
 Микседема 204
 Миозин 86
 Миофибриллы 86
 Митоз 58
 Митохондрии 53
 Мозжечок 124
 Мономеры 13
 Моносахариды 28
 Мост 124
 Мышление 218
 Мышцы 82

Н

Надкостница 243
 Надпочечники 196
 Невроз 149
 Нейрон 96
 Некроз 48
 Нервная система 111
 Нервное волокно 97
 Нервные окончания 103
 Нервный импульс 103
 Нервы 111
 Нуклеиновые кислоты 30
 Нуклеотид 28

О

Обмен веществ 36
 Обоняние 180
 Олигосахариды 28
 Органические соединения 13
 Органоиды 53
 Органы чувств 157
 Осанка 263
 Осевой цилиндр 103
 Osteобласты 80
 Osteокласты 80
 Osteон 80
 Osteоциты 80
 Осязание 153

П

Память 217
 Парацитовидные железы 196
 Пептидная связь 13
 Перелом 263
 Плазма 76
 Плазматическая мембрана 53
 Плоскостопие 263
 Поведение 214
 Поджелудочная железа 201
 Позвонки 250
 Позвоночник 250
 Покровный эпителий 72
 Полисахариды 27
 Половые железы 201
 Полушария большого мозга 137
 Потенциал действия 103
 Потенциал покоя 103
 Пояс верхних конечностей 255
 Пояс нижних конечностей 255
 Правило Чаргаффа 31
 Принцип комплементарности 34
 Проводимость 92
 Продолговатый мозг 122
 Промежуточный мозг 130
 Пространственные структуры белков 19
 Психозы 232

Р

Радужная оболочка 165
 Раздражимость 46
 Растяжение связок 280
 Рёбра 250
 Ренатурация 19
 Репликация ДНК 56
 Ретикулярная ткань 76



- Рефлекс 140
Рефлекторная дуга 144
Рецептор 154
Речь 219
Рибоза 28
Рибонуклеиновая кислота 34
Рибосомы 53
Роговица 165
- С**
Саркомер 86
Сахарный диабет 201
Сахароза 28
Сегмент 114
Секреция 187
Семенники 201
Сенсорная система 154
Сенсорный эпителий 72
Серое вещество спинного мозга 115
Сетчатка 165
Сигнальная система 219
Синапс 62
Скелетная мышечная ткань 269
Слуховые косточки 176
Смешанные железы 196
Соединительные ткани 74
Сознание 219
Соматосенсорная система 158
Соматотропный гормон 206
Сон 226
Спинальный мозг 115
Средний мозг 126
Старение клеток 63
Стволовые клетки 63
Стекловидное тело 165
Стероиды 24
Стресс 232
Сустав 243
Сухожилие 269
- Т**
Таламус 128
Тироксин 206
Тканевая жидкость 76
Ткань 68
Томография 149
Травма 280
Трийодтиронин 206
- У**
Углеводы 25
Утомление 269
Ухо 171
Ушиб 280
- Ф**
Фазы сна 226
Фасция 269
Ферменты 18
Фибробласты 76
Физиология 5
Фосфолипиды 24
Фоторецепторы 165
Фруктоза 28
- Х**
Хеморецепторы 181
Холестерин 28
Хондробласты 80
Хондроциты 80
Хроматида 58
Хроматин 58
Хромосома 58
Хрусталик 165
Хрящевые ткани 80
- Ц**
Целлюлоза 12
Центральная нервная система 111
Цитология 5
Цитоплазма 53
Цитоскелет 53
- Ч**
Череп 250
Чувствительность 48
- Ш**
Шванновские клетки 98
Шизофрения 232
- Щ**
Щитовидная железа 196
- Э**
Электроэнцефалограф 149
Эмбриология 5
Эмоции 226
Эндокринная система 186
Эндоплазматическая сеть 53
Эпидермис 72
Эпителий 68
Эпителиоцит 72
Эпифиз 196
Эстрогены 201
- Я**
Ядро 53
Яичники 201



ГЛАВА 6. ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА	185
§ 31. Регуляция функций организма эндокринной системой	186
§ 32. Железы внутренней секреции	190
§ 33. Железы смешанной секреции	198
§ 34. Нарушения секреции гормонов и лечение эндокринных заболеваний	203
Кейс к главе 6	207
ГЛАВА 7. ПОВЕДЕНИЕ	209
§ 35. Биологические основы поведения человека	210
§ 36. Мышление и понятийная речь	215
§ 37. Познавательная деятельность, эмоции, сон и бодрствование	221
§ 38. Причины, профилактика и лечение нарушений поведения	228
Кейс к главе 7	235
ГЛАВА 8. ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ	237
§ 39. Строение и функции костей	238
§ 40. Осевой скелет	244
§ 41. Скелеты поясов конечностей и свободных конечностей	251
§ 42. Профилактика и лечение нарушений скелетной системы	257
§ 43. Строение и работа мышц	265
§ 44. Скелетные мышцы тела человека	270
§ 45. Профилактика и лечение нарушений опорно-двигательного аппарата	276
Кейс к главе 8	282
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	283