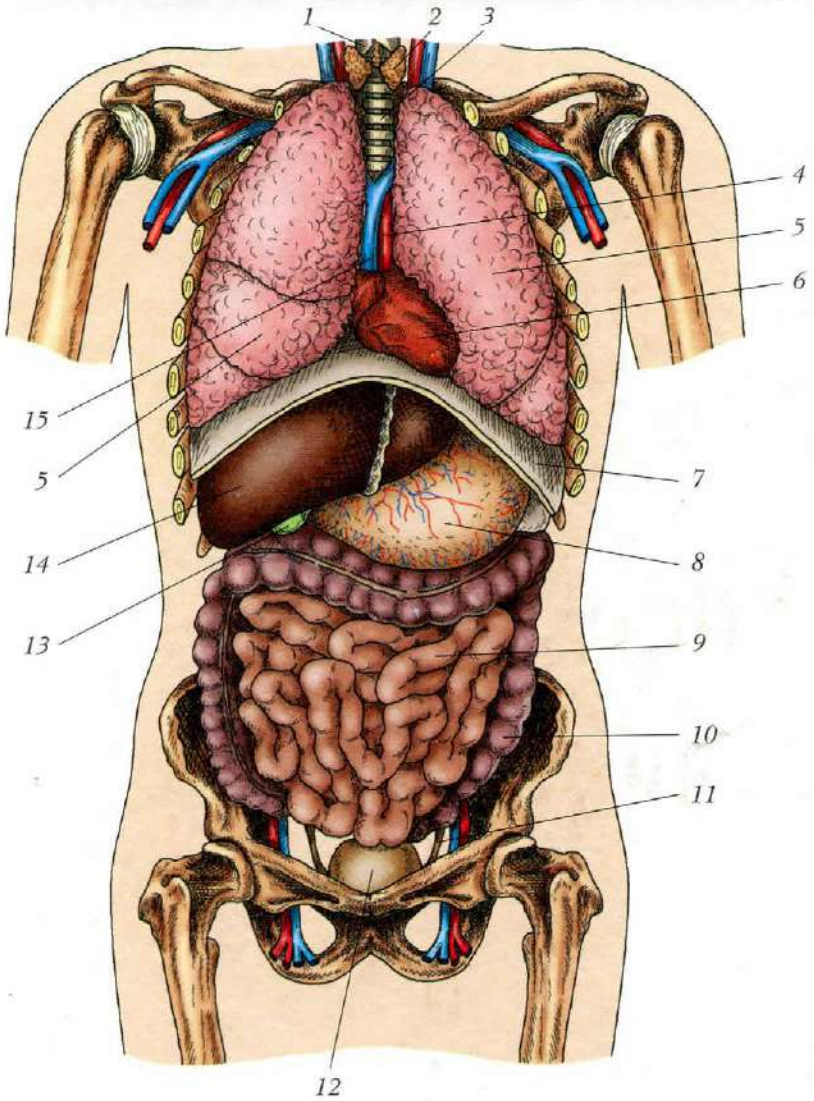
А.Г. Драгомилов
Р.Д. Маш

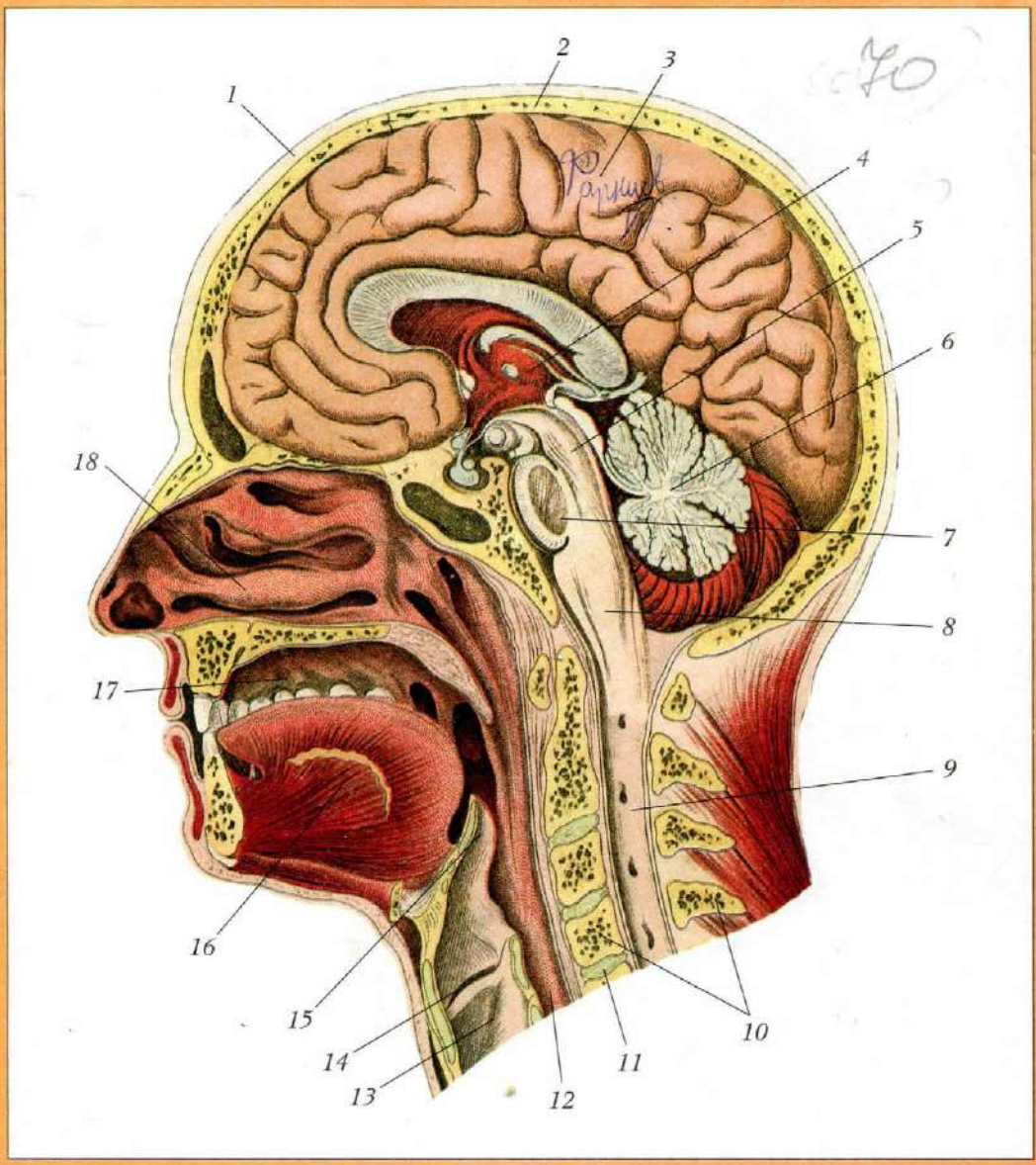
Биология

8 класс

Вентана-Граф



Внутренние органы человека:
1 – гортань; *2* – щитовидная железа; *3* – трахея; *4* – аорта; *5* – легкие; *6* – сердце; *7* – диафрагма; *8* – желудок; *9* – тонкая кишка; *10* – толстая кишка; *11* – мочеточник; *12* – мочевой пузырь; *13* – желчный пузырь; *14* – печень; *15* – легочная артерия



Голова:
1 – кожа; *2* – череп; *3* – большие полушария головного мозга; *4* – промежуточный мозг; *5* – средний мозг; *6* – мозжечок; *7* – мост; *8* – продолговатый мозг; *9* – спинной мозг; *10* – позвоночник; *11* – межпозвоночный хрящевой диск; *12* – пищевод; *13* – трахея; *14* – гортань с голосовыми связками; *15* – надгортанник; *16* – язык; *17* – ротовая полость; *18* – носовая полость

А.Г. Драгомилов
Р.Д. Маш

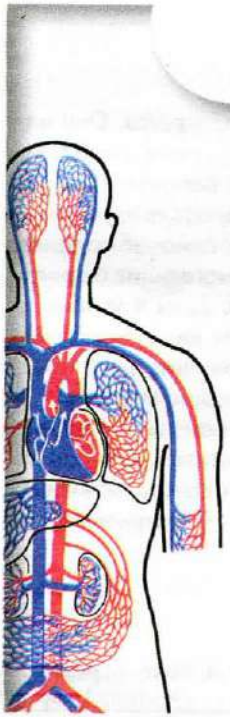
Биология

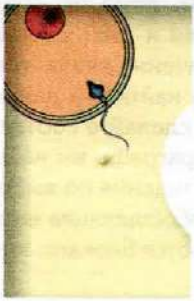
8 класс

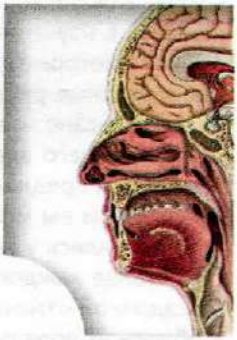
Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений

Издание третье, переработанное

Рекомендовано Министерством образования и науки Российской Федерации







Москва
Издательский центр
«Вентана-Граф»
2008

ББК 28.86я72
Д42

Учебник включен в федеральный перечень

Драгомилов А.Г., Маш Р.Д.

Д42 Биология: 8 класс: Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. — 3-е изд., перераб. — М.: Вентана-Граф, 2008. — 272 с.: ил.

ISBN 978-5-360-00645-9

Учебник рассчитан на изучение в 8 классе раздела «Человек и его здоровье» по 2 ч в неделю. Содержит систему лабораторных и практических работ по основным темам курса. По усмотрению учителя последние параграфы тем и блоки заданий «Проверьте себя» могут быть использованы для обобщающих уроков. Звездочкой (*) отмечены задания, выполняемые учащимися по выбору, и материал, изучаемый в обзорном порядке.

Соответствует федеральному компоненту государственных образовательных стандартов основного общего образования (2004 г.).

ББК 28.86я72

Как пользоваться учебником

Сначала просмотрите заголовки статей параграфа. Они напомнят вам о том, что вы обсуждали на уроке. После этого приступайте к изучению параграфа, внимательно рассматривая рисунки. Некоторые из них вынесены на форзацы после переплета. Лабораторные работы, опыты, наблюдения и самонаблюдения целесообразно повторить дома, особенно помогающие оценить степень вашего здоровья и тренированности. Если в учебнике приведены средние значения результатов или даны формулы, по которым вы можете найти эти данные, сравните их с теми, что получились у вас, и сделайте соответствующие выводы.

В конце каждого параграфа вы найдете вопросы и задания (звездочкой отмечены задания по выбору и статьи, изучаемые в обзорном порядке), обобщающие выводы и список основных понятий. Главы завершаются блоками заданий «Проверьте себя».

© А.Г. Драгомилов, Р.Д. Маш, переработка, 2004
© Издательский центр «Вентана-Граф», переработка, 2004
© А.Г. Драгомилов, Р.Д. Маш, переработка, 2007
© Издательский центр «Вентана-Граф», переработка, 2007

ISBN 978-5-360-00645-9

Введение

Биологическая и социальная природа человека

Многие миллионы лет продолжалась эволюция живой природы, прежде чем стада высших приматов превратились сначала в племена *древних людей*, а затем и в современное человечество. Параллельно с развитием общественных отношений шло становление самого вида *Человек разумный* (Homo sapiens) как *биосоциального* по своей природе. Удлинение периода детства и юности дало возможность старшим передавать свой жизненный опыт и знания молодому поколению, обучать детей приемам изготовления орудий труда, развивать их речь, помогать усваивать правила поведения, принятые в данном человеческом сообществе.

Чем же человек отличается от животных? Более развитым мозгом, способностью к мышлению, прямохождением, членораздельной речью, умением преобразовывать окружающий мир сознательным трудом. Именно труд позволил человеку создать новую жизненную среду — принципиально иную *экологию*. Если животное лишь приспосабливается к среде с помощью своих органов и поведения, то человек наряду с этим свойством научился создавать для себя *искусственную среду*, начиная с одежды, выведения новых пород животных и сортов растений и заканчивая сельскохозяйственными угодьями, садами, парками, современными городами, транспортом, средствами связи, технологиями получения различных продуктов и изделий. Эту искусственную среду называют *социальной*, потому что она создавалась не одним человеком, а обществом (социумом), многими поколениями на протяжении всей истории человечества.

Условия жизни людей принципиально отличаются от условий жизни животных, которые могут пользоваться только *природной* (*естественной*) *средой*. Человек с самого рождения оказывается в окружении рукотворных вещей — от пеленок до сложных приборов для поддержания внешней температуры тела и других средств ухода за малышом. С появлением на свет в жизнь младенца включается наряду с генетической социальная программа его становления как личности: развитие речи, воспитание опрятности, передача опыта поведения среди людей, а по достижении определенного возраста обучение в школе, подготовка к трудовой профессиональной деятельности.

Совершенствование техники и технологии дало людям возможность производить гораздо больше продуктов питания, чем имелось в дикой природе, пользоваться энергией, выделяющейся при сжигании газа, нефти,

каменного угля, при расщеплении атома. Эта энергия в миллионы раз превосходит силу человеческих мышц. Открытия в электронике обеспечили невиданную скорость информационных потоков. О происшедших где-то событиях с помощью радио, телевидения, телефона и телеграфа, а теперь и Интернета немедленно узнают во всех уголках планеты.

Благодаря достижениям научной и инженерной мысли наш быт становится комфортнее, но вместе с тем возникают проблемы, связанные с ухудшением экологии. Промышленные и бытовые отходы, вредные выбросы заводов и фабрик, выхлопные газы машин отрицательно влияют на состояние окружающей среды, подрывая здоровье людей. Использование транспорта и различных технических средств приводит к гиподинамии – недостатку движения, что пагубно действует на сердце, мышцы и другие органы. Пищевые добавки, удешевляющие производство продуктов или улучшающие их вкус, нередко вызывают заболевания, в частности аллергию. Чтобы сохранить урожай, приходится прибегать к ядохимикатам, но далеко не все из них безвредны для человека. Пристрастие к спиртным напиткам, табаку и наркотикам ведет не только к разрушению здоровья и психики, но и к ранней смерти или гибели наркоманов и алкоголиков.

Наряду с опасными инфекционными болезнями, с которыми медицина успешно борется, появились болезни поведения: СПИД, наркомания, алкоголизм. Конечно, выбор линии поведения зависит от самого человека, но последствия этого выбора выходят из-под волевого контроля: начинают действовать биологические законы, определяющие жизнедеятельность любого организма. Вирусы вызывают болезнь, наркотики и алкоголь – наркозависимость, делающую людей инвалидами и приводящую к деградации их личности.

Однако нельзя забывать о второй, социальной природе человека. Наше поведение социально, так как зависит от воспитания. Даже естественные, биологические потребности в пище, воде, комфорте регулируются традициями данного общества, зависят от материальных возможностей семьи, продуктов, поступающих в торговую сеть, и ряда других причин. Съесть или отказаться от сомнительной колбасы – решаем мы сами. Но процесс переваривания пищи происходит по наследственной (генетической) программе, отточенной многовековой эволюцией нашего вида. Если под влиянием микробов или вредных веществ произойдет нарушение пищеварения, восстановить его по нашему желанию невозможно, и только препараты, прописанные врачом, могут помочь. Они устранят сбой и вернут нам здоровье.

Вот почему каждый человек должен знать, как устроен и действует его организм. Эти знания позволят сохранить здоровье на долгие годы, создать благоприятные условия для работы всех жизненных систем, избежать вредных факторов, которые могут привести к болезни.

1. Какие основные свойства отличают человека от животных?
2. Что позволило человеку создать искусственную, социальную среду?
3. Как в человеке проявляется его биологическая и социальная природа?
4*. Как взаимодействуют природный мир и рукотворный мир?
5. Почему каждому из нас необходимы знания об устройстве и функционировании организма человека?

Обобщение

Природа человека биосоциальна. Естественный отбор на ранних стадиях формирования доисторического человека содействовал как становлению биологических особенностей вида *Человек разумный*, так и укреплению социальных связей, которые позволили человеку обрести абстрактное мышление, сознание, речь, развить трудовую деятельность и создать социальную среду, необходимую для жизни людей.

Создание этой искусственной, социальной среды принесло человечеству величайшие блага и вместе с тем привело к нарушению природного равновесия, поставив человека перед необходимостью решать многие экологические и медицинские проблемы. Человек зависим как от социальной, так и от природной среды.

Основные понятия

Природная (естественная) среда. Социальная (искусственная) среда. Биосоциальная природа человека. Экология. Древние люди. Человек разумный (Homo sapiens).

---

* Здесь и далее звездочкой отмечены задания по выбору.

§ 1 Науки об организме человека

Чтобы сохранить здоровье, каждому человеку нужно знать, как устроен и как работает его организм, а также соблюдать меры, предохраняющие от болезней и укрепляющие здоровье.

Организм человека — предмет изучения таких наук, как *анатомия*, *физиология* и *гигиена*.

Анатомия и ее методы

Анатомия — наука о строении организма и его органов. Термин «анатомия» происходит от греческого слова anatomē, что в переводе значит «рассечение». Один из методов анатомии — вскрытие мертвого тела и изучение его органов.

В древности вскрытие тела человека считалось большим грехом и было запрещено. Только в период Возрождения ученым разрешили вскрывать тела казненных преступников. Сцена вскрытия трупа изображена голландским художником XVII в. Рембрандтом ван Рейном (рис. 1). Современник худож-

Рис. 1. Урок анатомии доктора Тюлпа
Рембрандт ван Рейн

ника доктор Тюлп показывает ученикам, как работают мышцы, сгибающие пальцы рук.

В настоящее время строение организма изучается не только при вскрытии трупов, но и прижизненно: с помощью *рентгена*, *ультразвукового исследования* (УЗИ), *моделирования работы органов* (в том числе компьютерного) и других методов.

Физиология и ее методы

Физиология — наука о жизненных функциях организма и его органов. Функция органа — это его работа. Строение органов и их функции тесно связаны между собой. Чтобы в этом убедиться, достаточно посмотреть на собственную руку. Почему против каждого сустава пальцев на тыльной стороне кисти находятся складки и почему они расправляются при сжимании руки в кулак? Ответить несложно: если бы не было складок, согнуть палец было бы невозможно — кожа натянулась бы и затруднила это движение.

Однако функции не каждого органа так же легко наблюдать, как функцию мышц. Какую работу выполняют печень, почки, мозг, сердце, в наши дни известно каждому школьнику. Но так было далеко не всегда. Ученым приходилось проводить многочисленные эксперименты[1], чтобы ответить на эти вопросы. Оказалось, что сходные органы животных и человека выполняют похожие функции. Благодаря экспериментальным животным: лягушкам, морским свинкам, собакам и обезьянам — удалось выяснить, какие функции выполняет каждый орган.

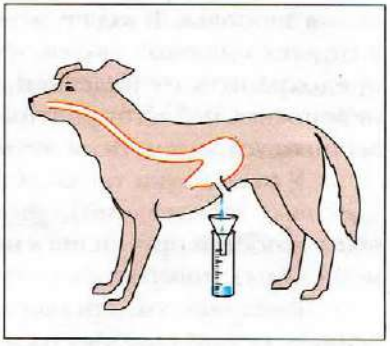


Рис. 2. Собака с фистулой желудка

Сначала исследования вели на выделенных из тела и помещенных в питательный раствор органах, позже, с развитием науки, ученые научились работать на живых животных. Такие эксперименты стали называть *хроническими*. Например, в желудке и в коже делали отверстия и соединяли эти отверстия трубкой (рис. 2). Благодаря этому в любой момент можно было получить содержимое желудка. Для этого надо было вынуть пробку, которой закрывали трубку, выводящую содержимое желудка наружу. Так удалось изучить не только работу органа, но и его регуляцию.

---

[1] *Эксперимент* — опыт, искусственное воспроизведение (моделирование) какого-нибудь явления при определенных условиях с целью исследования.

В настоящее время изобретены специальные приборы, которые позволяют без малейшего вреда для здоровья исследовать любой орган животного, не нарушая целостности организма.

Эти приборы врачи теперь используют и для исследования здоровья людей. Для того чтобы узнать, хорошо ли работает сердце, вовсе не обязательно его извлекать. Можно проанализировать его биение, сделать электрокардиограмму и по полученным данным точно определить состояние этого органа и меры, которые следует предпринять, чтобы исцелить его от недуга. Важную информацию дает лабораторный анализ крови и других биологических жидкостей.

Анатомия и физиология тесно связаны между собой. Без знания строения органа, особенностей его работы нельзя понять причины возникновения заболеваний, создать необходимые условия для его нормальной работы.

Знания о строении и работе органов позволили создать приборы, которые заменяют их во время операций: искусственные почки, сердце, легкие и др.

Гигиена и ее методы

Гигиена – раздел медицины о создании условий для сохранения и укрепления здоровья. В задачу этой науки входит изучение условий жизни, работы и отдыха здоровых людей, для того чтобы сохранить и укрепить их здоровье, предохранить от болезней, повысить их силу, выносливость, способность переносить неблагоприятные условия и быстро приспосабливаться к непривычным условиям. Всем этим занимается гигиена.

У этой науки также есть свои методы: *клинические* (выяснение причин массовых заболеваний), *физиологические* (установление приспособительных возможностей организма к неблагоприятным условиям природной и социальной среды), *лабораторные* (анализ проб воздуха, воды и т. д.).

Внедряют гигиенические рекомендации в жизнь санитарные врачи: выясняют, нет ли вредных излучений, не опасны ли для здоровья людей воздух, вода, пища, почва; следят за состоянием колодцев и водопровода, за чистотой в парикмахерских, банях и бассейнах, на заводах и фабриках, в школах и институтах; проверяют выгребные ямы и помойки, изучают влияние на людей бытовых насекомых, крыс и мышей, собак и кошек, домашнего скота и диких животных.

Гигиенисты устанавливают предельно допустимые концентрации веществ (ПДК), превышение которых в атмосфере, воде, продуктах, почве или вещах может оказаться вредным для здоровья человека, а санитарные врачи следят за соблюдением этих норм. Так, ПДК хлора в водопроводной воде 0,5 мг/л. Это значит, что вода совершенно безопасна, если содержание хлора и его соединений не превышает 0,5 мг в одном литре.

Кроме поликлиник в стране действуют *санитарно-эпидемиологические центры* (СЭЦ) и *санитарно-эпидемиологические станции* (СЭС), в задачу которых входит несение санитарной службы в пределах данного региона.

Инспектору СЭЦ даны большие права: он может остановить работу любого предприятия, если технология производства и выпускаемая продукция не соответствуют санитарным нормам, закрыть торговые точки, где не соблюдают гигиенические правила или продают опасный для здоровья товар. Административные или уголовные наказания несут люди, нарушающие санитарные нормы общежития: захламляющие дворы и подъезды, устраивающие шумные вечеринки в ночное время и т. д.

Санитарные врачи устанавливают источники заболеваний и при необходимости объявляют карантин — запрещение или ограничение выезда и въезда на территорию, где появилась опасная инфекция. Карантин может быть введен в детском саду, школе, больнице и в других учреждениях на время проведения необходимой дезинфекции. Нарушившие карантин могут стать разносчиками инфекции и вызвать эпидемию[1], опасную для многих людей. Большую помощь оказывает санитарная служба и в охране окружающей среды от загрязнений.

Гигиенические знания необходимы всем. Они позволяют успешно бороться со многими болезнями, разрабатывать меры профилактики для сохранения окружающей природы и здоровья человека.

1. Что изучает анатомия и физиология человека? Назовите их исследовательские методы.

2. Почему анатомию и физиологию человека мы изучаем в одном разделе курса биологии?

3. Чем занимается гигиена? Назовите ее исследовательские методы.

4*. В физическом кабинете разбился ртутный прибор и часть ртути вылилась на пол. К кому нужно обратиться — к медикам районной поликлиники или к сотрудникам санитарно-эпидемиологической станции? Объясните свой ответ.

Обобщение

Анатомия — наука о строении человека и его органов. Наряду со вскрытием мертвого тела использует рентген, ультразвуковое исследование (УЗИ) и другие методы прижизненного исследования.

Физиология — наука о жизненных функциях организма и его органов. Использует эксперименты (опыты) на животных, в том числе хро-

[1] *Эпидемия* — широкое (массовое) распространение какой-нибудь инфекционной (заразной) болезни.

нические, а также лабораторное и инструментальное исследование. Гигиена — отрасль медицины, изучающая условия сохранения и укрепления здоровья. Использует клинические и физиологические наблюдения, лабораторный анализ факторов внешней среды. Внедряются гигиенические рекомендации через систему СЭС и СЭЦ.

Основные понятия

Анатомия. Физиология. Гигиена. Методы исследования: опыт, хронический эксперимент, рентген, ультразвуковое исследование (УЗИ), моделирование работы органов, клинические и физиологические наблюдения, лабораторный анализ биологических жидкостей и окружающей человека среды.

§ 2 Структура тела. Место человека в живой природе

Тело человека имеет структуру, т. е. определенное строение, расположение частей. Посмотрите на себя в зеркало. Вы увидите лицо, шею, туловище, руки и ноги. Это основные *части тела.* Каждая из этих частей состоит из более мелких: на лице это лоб, нос, рот и др. Между отдельными частями тела существует определенная пропорция. Попробуйте измерить длину носа и длину уха, у многих людей они одинаковы. Люди с маленькой головой обычно обладают длинной и тонкой шеей, большая же голова часто держится на короткой и массивной шее. Части тела подразделяются на *области,* связанные с местоположением органов. Некоторые *(внешние) органы* видны при наружном осмотре (глаза, уши и др.). Другие — *внутренние* (их больше) — не видны, они — внутри организма, поэтому различают области тела, под которыми эти органы находятся: области сердца, желудка, печени. Внутренние органы расположены в *полостях тела — грудной* и *брюшной.*

Бытовые, привычные с детства названия частей тела не всегда точны. Так, плечи правильнее называть надплечьями. Анатомы называют плечом верхнюю часть руки до локтевого сустава, среднюю часть руки — предплечьем, а оставшуюся — кистью. Бедром называют верхнюю часть ноги, среднюю — голенью, а самую нижнюю — стопой. А уперев руки «в боки», вы положили их на область таза, точнее — на подвздошные кости.

Полезно знать о пропорциональных соотношениях частей тела. Кто бы мог подумать, что длина предплечья равна длине стопы? Приложите к предплечью свой ботинок и убедитесь, так ли это. Если так, то можно было бы решить проблему примерки обуви, которую вы собираетесь купить. А вот носки примерять таким способом неудобно, но можно вспомнить другое соотношение: окружность кулака тоже обычно совпадает с длиной стопы. Так что если след носка, чулка или колготок обернуть вокруг сжатого кулака так, чтобы они

закрыли выступающие косточки, то можно приблизительно определить нужный размер.

Грудная часть туловища защищена костями — ребрами, грудиной, а сзади — частью позвоночника. Живот же состоит из одних мягких тканей. Головной мозг надежно защищен черепом, спинной — позвоночником.

Тело человека покрывает кожа. Под ней располагаются *мышцы* и *кости*. Кости образуют *скелет*. Скелет и мышцы создают прочный футляр, который разделен на верхнюю и нижнюю части диафрагмой. Эту мышцу нередко называют грудобрюшной преградой, поскольку она разделяет грудную и брюшную полости тела (см. рис. на первом форзаце).

В грудной полости находятся сердце, сосуды и нервы, дыхательные пути и легкие; пищевод же проходит из грудной полости в брюшную через отверстие в диафрагме. В брюшной полости находятся желудок и кишечник, печень, поджелудочная железа, селезенка, почки, многочисленные сосуды и нервы. В полости таза размещены половые органы женщин. Семенники мужчин располагаются в мошонке вне брюшной полости, так как для вызревания мужских половых клеток — сперматозоидов требуется более низкая температура.

У человека и *млекопитающих* животных много сходного во внешнем и внутреннем строении. Например, у человека и млекопитающих есть голова, туловище, конечности. Кожа человека покрыта редкими волосками, подобно волосяному покрову животных, а пальцы заканчиваются ногтями. Скелеты человека и млекопитающих включают много сходных костей. Сходны также расположение и функции внутренних органов. Как и самки млекопитающих, женщины выкармливают своих детей молоком. Наибольшее сходство у человека с человекообразными обезьянами — *высшими приматами*. Это сходство объясняется его происхождением от общих с обезьянами предков (см. табл. 1).

Таблица 1

Характеристика вида Человек разумный в системе живых организмов: тип Хордовые, подтип Позвоночные, класс Млекопитающие

А. Особенности, позволяющие отнести человека к классу млекопитающих	
Морфологические особенности	**Функциональная роль**
Носовая и ротовая полости разделены твердым и мягким нёбом. Между зубами и щеками существует щель	Обеспечивается возможность жевать, не нарушая дыхания, и осуществлять сосательные движения: при вскармливании рот детеныша герметически захватывает материнский сосок

Зубы входят в ячейки нижней и верхней челюстей. Меняются один раз в жизни. У многих отрядов различаются по строению и функциям	Жевательный аппарат может измельчать различную пищу в зависимости от возраста и возрастных изменений челюстей
Грудная и брюшная полости разделены диафрагмой, мышечной перегородкой, образующей грудобрюшную преграду	Диафрагма участвует в акте вдоха и выдоха, изменяя объем грудной полости
Сердце включает 4 камеры: два предсердия и два желудочка. Левая и правая стороны сердца изолированы. От сердца отходит одна аорта (у пресмыкающихся две, перегородка между желудочками неполная)	Артериальная кровь не смешивается с венозной (у пресмыкающихся, даже у крокодилов, кровь частично смешивается)
Легкие альвеолярного типа: состоят из множества легочных пузырьков (альвеол), к которым воздух поступает по трубкам, образующим бронхиальное дерево	Увеличивается поверхность соприкосновения кровеносных сосудов с воздухом легочных пузырьков (у пресмыкающихся два легочных мешка, и кровь соприкасается с воздухом лишь у стенок, имеющих выросты)
Волосяной покров и подкожная жировая клетчатка, сохраняющая постоянную температуру тела	Обмен веществ не зависит от температуры окружающей среды
Наличие матки и молочных желёз у женских особей	Обеспечивается возможность вынашивания детенышей, живорождения и вскармливания детенышей молоком
Б. Особенности, позволяющие отнести человека к отряду приматов	
Морфологические особенности	**Функциональная роль**
Пятипалые конечности; пальцы на руках и ногах снабжены плоскими ногтями, а не когтями. Большой палец противопоставлен остальным	Обеспечивается возможность захватывать предметы, при ходьбе опираться на всю стопу, а не только на пальцы, что типично для большинства млекопитающих других отрядов

Подвижная ключица и шаровидный плечевой сустав	Обеспечивается широкая амплитуда движения передних конечностей: подъем вверх, отведение назад, в стороны
Усложнение переднего отдела головного мозга, в частности больших полушарий	Обеспечиваются рассудочная деятельность и становление общественных отношений
Низкая плодовитость	Позволяет заботиться о потомстве
В. Особенности, позволяющие отнести человека к семейству антропоморфных (человекообразных обезьян)	
Морфологические особенности	**Функциональная роль**
Характерные пропорции тела: короткое туловище и длинные конечности	Обеспечивается возможность быстрого передвижения: удлинение рычагов дает выигрыш в размахе и скорости движения
Редукция (недоразвитость) хвостовых позвонков, уменьшение числа грудных и поясничных позвонков, увеличение числа крестцовых позвонков, сросшихся в одну кость — крестец: 5 вместо 2—3	Обеспечивается возможность перейти к прямохождению
Г. Особенности, характерные только для человека	
Морфологические особенности	**Функциональная роль**
Мозговой отдел черепа больше лицевого. Челюстной отдел черепа не выступает вперед. Клыки примерно равны резцам. На нижней челюсти развит подбородочный выступ, к которому прикрепляются мышцы, участвующие в речи	Обусловлена развитием мозга и речи. Челюсти перестали быть средством нападения и защиты, но приобрели бóльшую подвижность. За счет редукции (недоразвития) клыков стали возможны боковые движения, необходимые для произнесения слов. Подбородочный выступ возник с развитием речи

Окончание табл. 1

Прикрепление черепа к позвоночнику почти совпадает с центром тяжести головы, позвоночник S-образно изогнут, грудная клетка уплощена в переднезаднем направлении, кости таза и нижних конечностей массивны, стопа образует своды, пальцы стопы укорочены, большой палец не противопоставлен остальным	Обусловлена прямохождением. Положение головы относительно позвоночника не требует развития мощных шейных мышц. Изгибы позвоночника выполняют функции рессор, защищающих голову и тело от толчков. Уплощенная грудная клетка содействует поддержанию равновесия. Таз и нижние конечности приспособлены нести на себе тяжесть тела. Своды стопы выполняют роль рессор: смягчают толчки при ходьбе и беге. Стопа приобрела опорную функцию
Сочлененная с грудиной ключица удерживает плечевой пояс на некотором расстоянии от грудной клетки	Обусловлена развитием трудовой деятельности. Грудная клетка не препятствует движениям руки в грудино-ключичном суставе
Лучевая кость предплечья подвижна относительно локтевой кости. Кости ладони подвижны. Большой палец кисти противопоставлен остальным	Обусловлена развитием трудовой деятельности. Подвижность лучевой кости дает возможность поворачивать кисть вверх и вниз. Ладонь может принимать форму пригоршни и удерживать жидкие и сыпучие тела. Противопоставление большого пальца кисти всем остальным способствует развитию тонких и точных движений

?

1. Назовите известные вам части тела. Укажите, какие пропорции существуют между ними.

2*. Чтобы определить длину брюк, надо растянуть их в разведенных руках. Если это удается сделать и брюки не провисают — они подходят. Какие анатомические закономерности подтверждаются этим примером? Для всех ли людей этот прием подходит?

3. Какие органы находятся в грудной и брюшной полостях?

Обобщение

В общем строении (структуре) человеческого организма различают части тела, внешние и внутренние органы, области, связанные с по-

ложением внутренних органов. Между частями тела существуют определенные пропорциональные соотношения.

В строении организмов человека и млекопитающих животных (особенно высших приматов) имеется большое сходство. Это сходство объясняется родственными связями человека с этими животными.

Основные понятия

Части тела. Области тела. Внутренние органы. Мышцы. Скелет. Полости тела: грудная, брюшная. Млекопитающие. Высшие приматы.

§ 3 Клетка: строение, химический состав и жизнедеятельность

Большинство живых организмов состоит из *клеток*. Так устроены растения и животные. Их тела могут состоять из одной или множества клеток. Со строением растительной и животной клеток вы уже знакомы.

Тело человека образовано огромным количеством клеток, которые по строению и составу сходны с клетками животного организма.

Строение клетки

Клетки имеют микроскопические размеры. Изучать их строение можно только при большом увеличении (рис. 3). Под оптическим микроскопом видны основные части клетки: *цитоплазма* и *ядро* (рис. 4). Форма клеток разнообразна (рис. 5).

Электронный микроскоп позволяет увидеть, что клетка имеет сложное строение (рис. 6). Она покрыта оболочкой – *клеточной мембраной*. Цитоплазма содержит органоиды – постоянные части клетки, которые выполняют определенную функцию. Так, клеточная мембрана пропускает в клетку одни вещества, а из клетки – другие. *Эндоплазматическая сеть*, состоящая из вну-

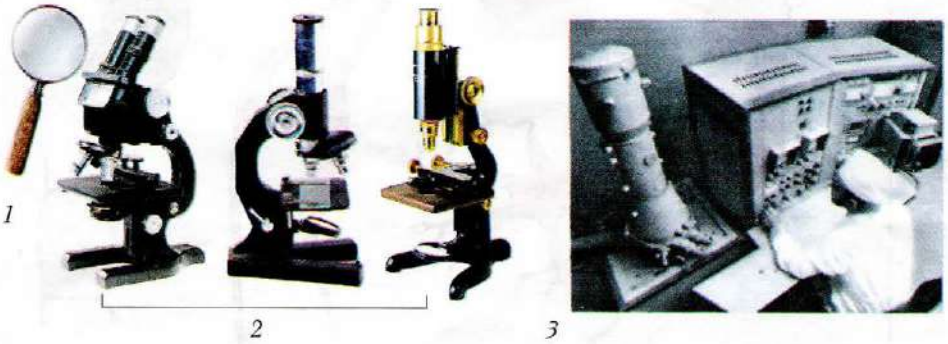


Рис. 3. Увеличительные приборы:
1 – лупа; *2* – оптические микроскопы; *3* – электронный микроскоп

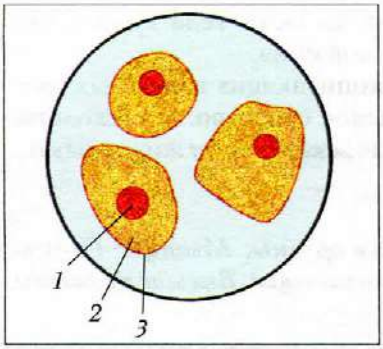


Рис. 4. Клетки под оптическим микроскопом: *1* – ядро; *2* – цитоплазма; *3* – клеточная мембрана

триклеточных мембран, направляет потоки веществ внутри клеток. На *рибосомах* синтезируются белки, а в *митохондриях* подвергаются биологическому окислению органические вещества. При этом образуются молекулы *аденозинтрифосфата* (АТФ), при распаде которых высвобождается энергия, нужная организму. Так, за счет этой энергии две молекулы мышечного белка соединяются в одну, что обеспечивает мышечное сокращение. *Лизосомы* разлагают сложные органические вещества на более простые. *Комплекс Гольджи* сортирует и распределяет образовавшиеся внутри клетки молекулы или выводит их за ее пределы.

В *ядре* находятся *хромосомы*. Они содержат *гены*, определяющие наследственность организма. Клетки человека (исключая половые) имеют 46 хромосом. В половых клетках содержится половина этого числа – 23 хромосомы. В *ядрышке* образуются вещества, необходимые для создания рибосом. *Клеточный центр* играет важную роль при делении клетки.

Химический состав клетки

Клетка состоит из неорганических и органических веществ.

Неорганические вещества – это *вода* и *минеральные соли*. В водных растворах происходит взаимодействие веществ в клетке.

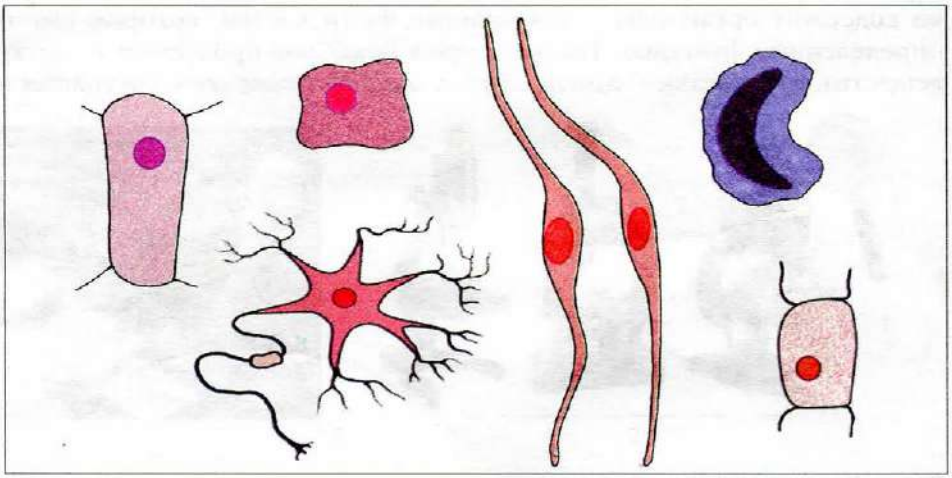


Рис. 5. Разнообразие клеток

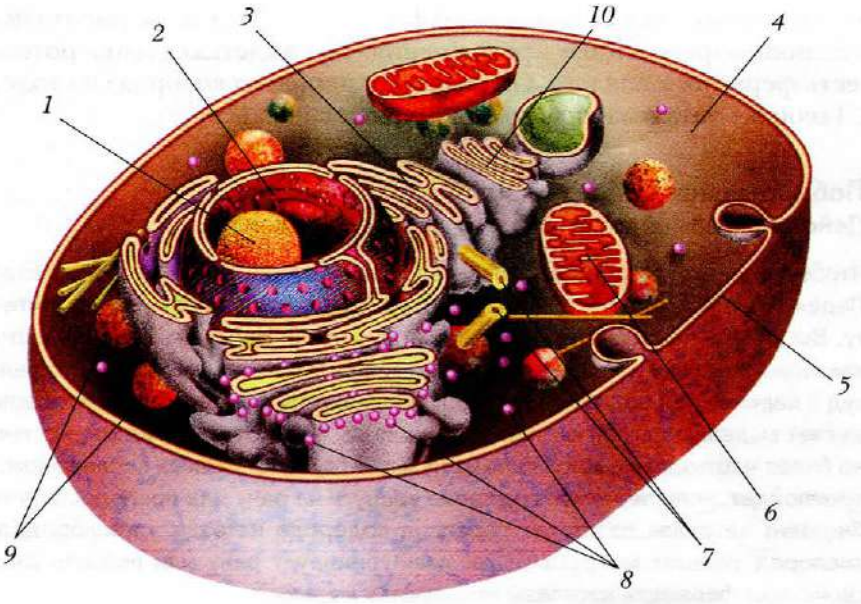


Рис. 6. Животная клетка под электронным микроскопом:
1 – ядрышко; *2* – ядро; *3* – эндоплазматическая сеть; *4* – цитоплазма; *5* – клеточная мембрана; *6* – митохондрия; *7* – клеточный центр; *8* – рибосомы; *9* – лизосомы; *10* – комплекс Гольджи

Минеральные соли содержатся в клетках в малых количествах, но и они необходимы для нормальной жизнедеятельности клетки.

Особенностью клеток живых организмов является наличие органических веществ. Наиболее важные из них – *белки*, *жиры*, *углеводы* и *нуклеиновые кислоты* (дезоксирибонуклеиновая кислота – ДНК и рибонуклеиновая кислота – РНК). Белки, жиры и углеводы – основной строительный материал цитоплазмы, ядра и органоидов. Нуклеиновые кислоты и содержащиеся в молекулах ДНК гены определяют химический состав белков, а через них и других соединений, образующихся в клетке. В каждой клетке синтезируются только свойственные ей вещества.

Жизнедеятельность и размножение клеток

Клетки растений, животных и людей имеют много общего. Это сложнейшие химические лаборатории, в которых происходит множество превращений. Большинство из них осуществляют *белки-катализаторы*, или *ферменты*. Катализатор – это вещество, способное в тысячи раз ускорять реакцию, масса которого до и после реакции практически не меняется, катализатор участвует лишь в промежуточных реакциях и в конце освобождается пол-

ностью. Этими свойствами обладают и ферменты. Каждый фермент способен ускорять лишь определенные превращения. Так, в клетках стенки ротовой полости есть фермент *каталаза*. Он разлагает пероксид водорода на воду и кислород. Такой же катализатор есть и в клубнях картофеля.

Лабораторная работа № 1
Действие фермента каталазы на пероксид водорода

Чтобы увидеть, как работает фермент, возьмите немного пероксида водорода. Перелейте его в химический стакан или в майонезную банку и приступите к опыту. Вы видите прозрачную бесцветную жидкость. Нарежьте клубень картофеля как можно мельче или натрите его на терке. Положите кусочки картофеля в сосуд с пероксидом водорода — сразу же начнется реакция. Жидкость вспенится за счет выделяющегося кислорода. Через несколько минут над жидкостью можно будет наблюдать шапку пены из пузырьков, заполненных кислородом. То же произойдет, если перекись водорода капнуть на рану или прополоскать ею рот. Фермент каталаза разлагает пероксид водорода на воду и кислород, причем кислород убивает микробы, т. е. дезинфицирует рану или полость рта. Этим свойством фермента каталазы пользуются медики.

В клетке много самых разнообразных ферментов. Мы познакомились лишь с одним из них. Благодаря ферментам из части веществ, поступивших в клетку, образуются новые соединения, из которых строятся клетки и их органоиды. Другая часть поступивших соединений распадается и окисляется, а освободившаяся при этом энергия используется для создания новых веществ, работы мышц, передачи нервных сигналов. (Подробнее о свойствах ферментов см.: Приложение, статья «О ферментах».)

Обмен веществ между клеткой и внешней средой происходит через кровь и идет постоянно. Кровь приносит к клетке различные питательные вещества, кислород. Из этих питательных веществ образуются более сложные органические вещества (белки, жиры, углеводы) — клетка растет, а затем делится (размножается).

Энергия, освободившаяся в результате биологического окисления органических веществ, идет на синтез молекул АТФ, а затем используется по мере надобности. Продукты распада и окисления органических веществ — более простые органические и неорганические соединения (вода, углекислый газ, мочевина и др.) — выводятся из клетки, а затем из организма.

Клетка обладает *возбудимостью*, т. е. способностью реагировать на различные раздражители деятельностью, определенной наследственностью. Мышечные клетки сокращаются, железистые клетки выделяют различные жидкости, например пот, слюну или желудочный сок, нервные клетки вырабатывают нервные импульсы — электрохимические сигналы, регулирующие работу органов.

Различают *рост* клетки – увеличение ее размеров и массы – и *развитие* клетки – ее созревание, в результате которого клетка специализируется, становится способной совершать свойственную ей работу (функцию): сокращаться, выделять сок и др.

Деление клетки*. В период между делениями в клетке образуются новые вещества, появляются и новые органоиды. Изменения происходят и в хромосомах. Около каждой молекулы ДНК образуется ее двойник. К началу деления число хромосом в клетке удваивается. Вместо 46 их становится 92.

Деление клетки начинается с расхождения центриолей – двух особых телец клеточного центра (см. рис. 6) к разным полюсам клетки. От каждой из них отходят нити веретена деления. Хромосомы, до этого неразличимые в оптический микроскоп, скручиваются в спираль и становятся видимыми под микроскопом. Ядерная оболочка исчезает, и хромосомы оказываются в цитоплазме, выстраиваясь у экватора. К парным хромосомам подходят нити веретена деления, соединяя каждую хромосому пары со своей центриолью. Когда хромосомы начинают расходиться, каждая из них направляется к своей центриоли. В образующихся при этом дочерних клетках оказывается по 46 хромосом, причем каждая дочерняя клетка получает одинаковые молекулы ДНК, а следовательно, и одинаковые гены.

После расхождения хромосомы раскручиваются и перестают быть видимыми. Наряду с расхождением хромосом происходит деление органоидов цитоплазмы и синтез новых структур. В результате образуется ядерная оболочка в каждой из дочерних клеток, цитоплазма перешнуровывается, и вокруг каждой из только что образованных клеток возникает клеточная мембрана. Каждая образовавшаяся клетка *растет* и *развивается*.

?

1. Назовите основные части клетки и объясните их назначение.

2. Какую функцию выполняют клеточные органоиды? Заполните таблицу в рабочей тетради.

Органоид	Функция органоида
Клеточная мембрана Эндоплазматическая сеть Митохондрия Рибосома Ядро	

3. Из каких основных веществ состоит клетка?

4. Может ли клетка функционировать без воды? Ответ объясните.

5*. Прочитайте на с. 264 статью «О ферментах». Выполните описанные там опыты и объясните, почему вареный картофельный клубень не способен разложить пероксид водорода. Ответьте на вопрос: стоит ли кипятить белье в мыльном порошке, содержащем ферменты? Поясните ответ.

6*. Какими свойствами обладает клетка? Из каких процессов складывается происходящий в ней обмен веществ? В чем проявляется возбудимость клетки?

7. Какую роль выполняют молекулы АТФ?

8. Как происходит деление клетки?

9. Чем отличается рост от развития?

Обобщение

Организм человека состоит из клеток. Каждая клетка имеет ядро, цитоплазму и органоиды. Все химические процессы в клетках происходят под воздействием ферментов – белков-катализаторов.

Клетки обладают возбудимостью: под воздействием раздражения включаются в деятельность, определенную наследственностью.

Многие клетки человеческого тела способны расти и развиваться. Рост – увеличение размеров и массы клетки. Развитие – это созревание клетки и обретение ею способности выполнять свои функции. Достигнув определенных размеров, клетки делятся. Перед делением количество хромосом в клетке удваивается, а в процессе деления каждая из образовавшихся пар хромосом расходится по дочерним клеткам. Благодаря этому в каждой новой клетке оказывается одинаковое количество хромосом и носителей наследственности – генов.

Основные понятия

Строение клетки: клеточная мембрана, ядро, цитоплазма, эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, рибосомы, митохондрии, лизосомы, клеточный центр, ядрышко, хромосомы, гены. Состав клетки: неорганические вещества (вода, минеральные соли), органические вещества (белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты – ДНК, РНК), АТФ, ферменты (каталаза). Рост. Развитие. Возбудимость. Обмен веществ. Деление клетки.

§ 4 Ткани

Возможно, вы обращали внимание, когда ели куриные ножки, что они состоят из различного материала. Кости – твердые, мышцы (мясо) – мягкие. Мышцы прикреплены к костям с помощью прочных тяжей – сухожилий, нога покрыта кожей. Все это различные виды *тканей*, которые есть и у человека.

Тканями называют группы клеток и межклеточного вещества, выполняющие общие функции и обладающие сходным строением. Из тканей состоят органы.

Каждая ткань состоит из определенных групп клеток. Иногда эти клетки одинаковы по своему строению, но бывают и разные. Во многих случаях клетки выделяют *межклеточное вещество*, которое нередко определяет свойства тканей: прочность костей, эластичность хрящей.

Тканей в организме много, но все они подразделяются на 4 вида: *эпителиальные, соединительные, мышечные* и *нервную*.

Эпителиальные ткани (рис. 7). Клетки этих тканей сомкнуты в ряды. Межклеточное вещество почти отсутствует. Эпителиальная ткань образует покровы тела и хорошо защищает расположенные под ней внутренние органы.

Внутренняя поверхность сердца и кровеносных сосудов, дыхательных путей, пищеварительных и выделительных органов и желёз также выстлана эпителиальной тканью, точнее, эндотелием. Его клетки более уплощены. Многие виды эпителиальной ткани обладают секреторной функцией.

Соединительные ткани (рис. 8). В этих тканях сильно развито межклеточное вещество, в котором разбросаны отдельные клетки. В организме соединительная ткань выполняет различные функции. Из этой ткани состоят, например, *хрящи* и *кости*. Они создают опору тела. *Жировая ткань* образует и накапливает жир, рыхлая соединительная ткань защищает от микробов. *Кровь* – это тоже соединительная ткань. Она выполняет транспортную функцию, связывает все органы между собой и обеспечивает их питанием и кислородом. Соединительная ткань часто замещает другие ткани, утраченные организмом вследствие болезни и других причин, например мышечную, железистую, покровную, но выполнять их функции она не может (подробнее см. в Приложении статью «Мясо ли “дикое мясо”?»).

Мышечные ткани (рис. 9). Скелетные мышцы тела и мышцы внутренних органов состоят из мышечной ткани. Ее основное свойство – способность сокращаться. Сокращения мышечных волокон обеспечивают движение тела человека и работу его внутренних органов. Различают *гладкую* и *поперечно-полосатую* мышечную

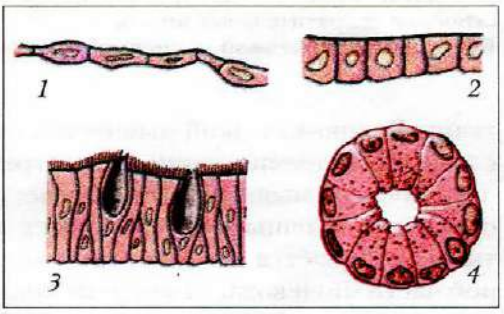


Рис. 7. Эпителиальные ткани:
1 – плоский эпителий; *2* – кубический эпителий; *3* – мерцательный эпителий носовой полости с бокаловидными клетками, выделяющими слизь; *4* – цилиндрический эпителий почечного канальца

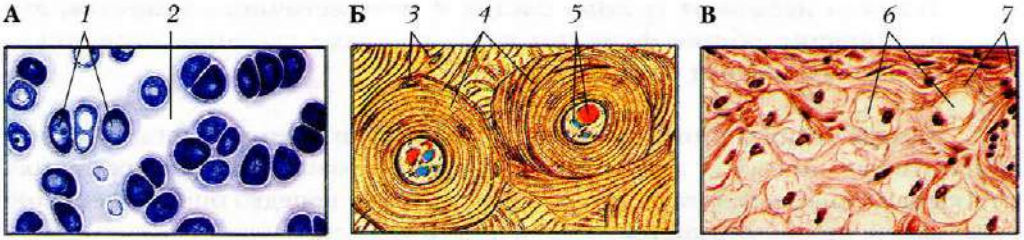


Рис. 8. Соединительные ткани:
А — хрящ: *1* — клетки; *2* — межклеточное вещество;
Б — костная ткань: *3* — костные клетки; *4* — концентрически расположенные ряды пластинок межклеточного вещества; *5* — каналы, через которые проходят кровеносные сосуды и нервы;
В — жировая ткань: *6* — клетки жировой ткани; *7* — волокна межклеточного вещества

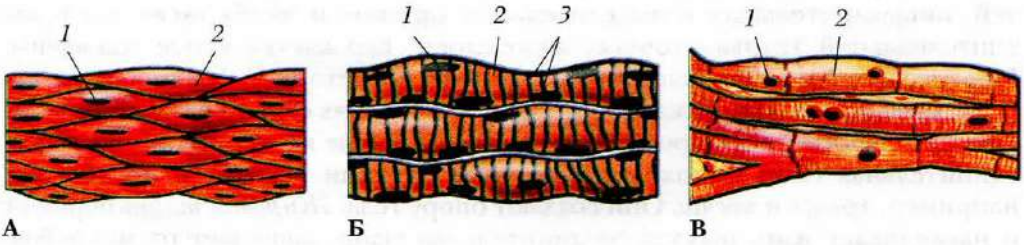


Рис. 9. Мышечные ткани:
А — гладкая мышечная ткань: *1* — ядро; *2* — цитоплазма клетки;
Б — мышечные волокна поперечно-полосатой мышечной ткани: *1* — ядра волокна; *2* — цитоплазма; *3* — поперечная исчерченность волокна, образуемая особенностями строения сократительных нитей;
В — волокна сердечной мышечной ткани: *1* — ядра; *2* — цитоплазма

ткань. Волокна гладкой мышечной ткани состоят из веретеновидных клеток с палочковидными ядрами. Она встречается во внутренних органах. Поперечно-полосатая мышечная ткань имеет многоядерные волокна. Она образует скелетные мышцы и обеспечивает произвольные движения человека. Эта ткань встречается и в некоторых внутренних органах: языке, гортани, верхней части пищевода. *Мышечная ткань сердца* состоит из поперечно-полосатых волокон, соединенных между собой.

Нервная ткань (рис. 10). Эта ткань входит в состав головного и спинного мозга, а также нервов. Ее основу составляют нервные клетки *(нейроны)*, каждая из которых состоит из *тела* с отростками. Отростки бывают короткими и длинными. Длинные отростки нервных клеток пронизывают организм и обеспечивают связь головного и спинного мозга с любым участком тела.

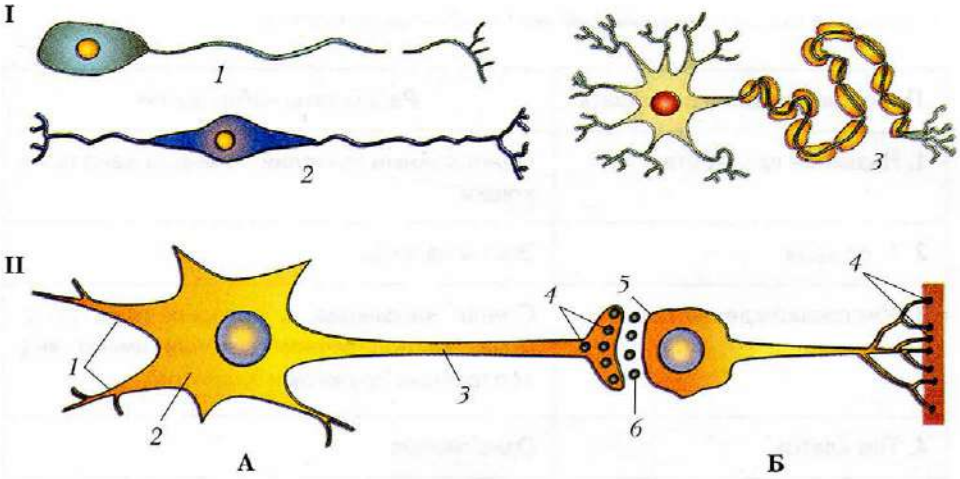


Рис. 10. Нервная ткань:
I — разнообразие нейронов нервной ткани: *1* — нейрон с одним длинным отростком; *2* — нейрон с двумя короткими отростками; *3* — нейрон с многими отростками;
II — синаптическая передача информации: А — передающий нейрон; **Б** — принимающий нейрон; *1* — дендриты; *2* — тело нейрона; *3* — аксон; *4* — синаптическое утолщение с пузырьками раздражающего вещества; *5* — мембрана принимающего нейрона; *6* — синаптическая щель с молекулами раздражающего вещества

Различают *дендриты* — отростки, воспринимающие раздражения, и *аксон* — отросток, передающий нервные сигналы другим клеткам. Дендритов у нейрона может быть много, аксон только один. Места контакта аксона с другими клетками называют *синапсами*. В них конечная веточка аксона утолщена и содержит пузырьки с раздражающим веществом. Когда по аксону нервные импульсы дойдут до синапса, пузырьки лопаются, и жидкость вытекает в синаптическую щель. В зависимости от ее состава клетка, регулируемая нейроном, может включиться в работу (возбудиться) или выйти из работы (затормозиться). В состав нервной ткани входит и *нейроглия*, клетки которой обеспечивают питание нейронов.

Лабораторная работа № 2
Клетки и ткани под микроскопом

1. Приведите в рабочее состояние микроскоп: осветите поле зрения; определите увеличение микроскопа, перемножив кратность окуляра на кратность объектива.
2. Рассмотрите препарат сначала при малом, затем при большом увеличении.
3. Найдите искомую ткань, пользуясь рис. 7, 8, 9.

4. Опишите рассматриваемый объект в таблице по образцу:

Порядок описания препарата	Результаты наблюдения
1. Название препарата	Однослойный эпителий почечных канальцев кошки
2. Тип ткани	Эпителиальная
3. Местонахождение ткани	Стенки канальцев, в которых образуется моча, на поперечном сечении имеют вид прозрачных кружков и эллипсов
4. Тип клеток	Однотипные
5. Расположение клеток	Выстилают стенку канальца, образуя сомкнутый ряд
6. Вид клеток и ядра	Клетки цилиндрической формы, ядро одно, крупное
7. Наличие межклеточного вещества	Еле заметная полоска позади клеточного ряда, бесструктурная
8. Рисунок ткани	Выполните рисунок

Найдите на рис. 7 объект, который вы рассматривали, и сверьте с ним свой рисунок (соединительные ткани ищите на рис. 8, мышечные — на рис. 9).

1. Что такое ткань? Какие ткани встречаются у позвоночных животных и человека?
2. Какие свойства характерны для эпителиальной ткани?
3. По каким признакам можно узнать соединительную ткань?
4*. Чем поперечно-полосатые мышечные волокна отличаются от клеток гладкой мышечной ткани? Каковы особенности мышечной ткани сердца?
5. Опишите строение нейрона.
6. Перечислите функции дендрита и аксона.
7. Как работает синапс?

Обобщение

Органы состоят из тканей. Различают эпителиальные, соединительные, мышечные и нервную ткани. Эпителиальные ткани встречаются в покровах тела, на внутренних стенках полых органов и сосудов, в железах. Соединительная ткань представлена костной, хрящевой, жировой и другими разновидностями. К соединительной ткани относится и кровь. К разновидностям мышечной ткани относятся гладкая, поперечно-полосатая и мышечная ткань сердца. Нервная ткань входит в состав спинного и головного мозга, нервов и нервных узлов. Она состоит из нейронов и нейроглии. Каждый нейрон имеет тело и отростки: дендриты и аксон. В местах контакта аксона с другими нейронами или исполнительными органами находятся синапсы, в которые аксон выделяет вещества, стимулирующие (возбуждающие) или тормозящие деятельность связанных с ним клеток.

Основные понятия

Ткани животных и человека: эпителиальные, соединительные (костная, хрящевая, жировая, кровь), мышечные (гладкая, поперечно-полосатая, мышечная ткань сердца), нервная. Мышечное волокно. Нейрон. Синапс. Нейроглия. Межклеточное вещество.

§ 5 Системы органов в организме. Уровни организации организма. Нервная и гуморальная регуляции

Системы органов*

Ткани образуют *органы*: сердце, почки, желудок, глаза и др. Каждый орган имеет определенные форму, строение, расположение в организме и выполняет свойственную ему работу (функцию).

Жизнедеятельность организма обусловлена работой и взаимодействием различных органов. Одни органы обеспечивают опору тела, его движение, защищают от повреждений, другие осуществляют поступление в организм кислорода и выделение углекислого газа. Связанные между собой органы, объединенные общей работой, образуют *систему органов.*

Система покровных органов. Тело человека покрыто кожей. Полости внутренних органов, пищеварительных и дыхательных путей выстланы слизистыми оболочками. Кожа и слизистые оболочки — покровные органы, предохраняющие организм от механических повреждений, высыхания, колебаний температуры, проникновения болезнетворных микроорганизмов.

Опорно-двигательная система. Состоит из скелета и прикрепленных к нему мышц. Позволяет человеку стоять, двигаться, выполнять сложную работу, защищает внутренние органы от повреждения.

Пищеварительная система. Переваривание пищи и всасывание питательных веществ в кровь обеспечивает пищеварительная система, состоящая из пищеварительного канала — ротовой полости, глотки, пищевода, желудка, кишечника — и пищеварительных желёз: слюнных, желудочных, кишечных, поджелудочной, печени.

Иммунная система. Защищает организм от чужеродных тел и веществ-антигенов. Включает костный мозг, тимус, лимфатические узлы, селезенку, лимфоидную ткань дыхательных путей и органов пищеварения.

Кровеносная система. Снабжает органы нашего тела питательными веществами и кислородом, выносит из них углекислый газ и другие ненужные продукты жизнедеятельности, выполняет защитную функцию. Состоит из сердца и кровеносных сосудов.

Дыхательная система. Газообмен между наружным воздухом и воздухом в легких — функция системы органов дыхания. К дыхательной системе относятся носовая полость, носоглотка, ротоглотка, гортань, трахея, бронхи и легкие. (Транспортировку кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким осуществляет кровеносная система!)

Мочевыделительная система. Главным органом мочевыделительной системы являются почки, удаляющие вредные вещества, растворенные в крови. Образовавшаяся в почках моча через мочеточники попадает в мочевой пузырь и по мочеиспускательному каналу удаляется из организма.

Нервная система и органы чувств. Нервная система регулирует работу органов, обеспечивает их согласованную деятельность и приспособление к условиям среды. Через органы чувств — глаза, уши, нос, язык, кожу — она осуществляет связь с окружающей средой. Благодаря нервной системе осуществляется умственная деятельность человека, регулируется его поведение. Нервная система состоит из головного и спинного мозга и отходящих от этих отделов нервов и нервных узлов.

Эндокринная[1] **система** включает железы внутренней секреции[2], выделяющие *гормоны* — биологические регуляторы, действующие гуморально[3] — через кровь и жидкости организма. К эндокринным железам относят гипóфиз, щитовидную железу, поджелудочную железу, половые железы, надпочечники и др. Гормоны выделяются непосредственно в кровь или в лимфу и влияют на многие органы-адресаты, чувствительные к ним. Гормоны могут как усиливать работу органов, так и тормозить ее.

---

[1] От греч. endon — *внутри* и krino — *отдельно.*

[2] От лат. secretio — *отделение.*

[3] От лат. humor — *жидкость.*

Половая, или репродуктивная, система. С ее помощью обеспечивается воспроизведение (репродукция) нового поколения. Половая система различна у мужчин и женщин. У женщин органами репродукции являются яичники, маточные трубы, матка и др., у мужчин – семенники (яички), семявыводящие протоки, предстательная железа и др. Яичники вырабатывают яйцеклетки, яички – сперматозоиды. И те и другие имеют половинный набор хромосом (23). При оплодотворении – слиянии яйцеклетки и сперматозоида – число хромосом восстанавливается.

Органы нервной и эндокринной систем выполняют *регуляторные функции*, органы других систем – *исполнительные*.

Уровни организации организма

Организм имеет многоуровневое строение: в нем различают *клеточный, тканевый, органный, системный* и *организменный* уровни. Нервная и эндокринная регуляторные системы объединяют все уровни организма, обеспечивая слаженную работу всех исполнительных органов и их систем.

Органный уровень образуют органы – самостоятельные анатомические образования, занимающие определенное место в организме, обладающие определенным строением и выполняющие определенные функции. Системный уровень представлен группами (системами) органов, выполняющих общие функции. Наконец, организм в целом, объединяя работу всех систем, составляет организменный уровень. Выделяют еще *поведенческий* уровень, определяющий адаптацию организма к природной, а у человека и к социальной среде.

Нервная регуляция

Нервная регуляция жизнедеятельности организма осуществляется нервной системой (рис. 11). В ней различают центральную и периферическую части. Центральная часть включает спинной и головной мозг; периферическая – нервы и нервные узлы. Центральная нервная система состоит из большого количества нейронов. Их тела образуют серое вещество мозга. В спинном мозге серое вещество находится в центральной части. В толще головного мозга оно рассредоточено в виде отдельных скоплений – ядер. На поверхности больших полушарий головного мозга и мозжечка серое вещество образует кору.

С отделами головного мозга вы уже знакомы (см. рис. на первом форзаце). Они у мозга человека такие же, как у мозга млекопитающих животных. Спинной мозг переходит в продолговатый. Продолговатый мозг, мост и мозжечок образуют задний мозг, далее идет средний мозг, состоящий из четверохолмия и ножек мозга. На этом уровне происходит деление мозга на правую и левую половины. Далее следуют промежуточный мозг и большие полушария. Для краткости последние часто называют большим мозгом, в отличие от мозжечка – малого мозга.

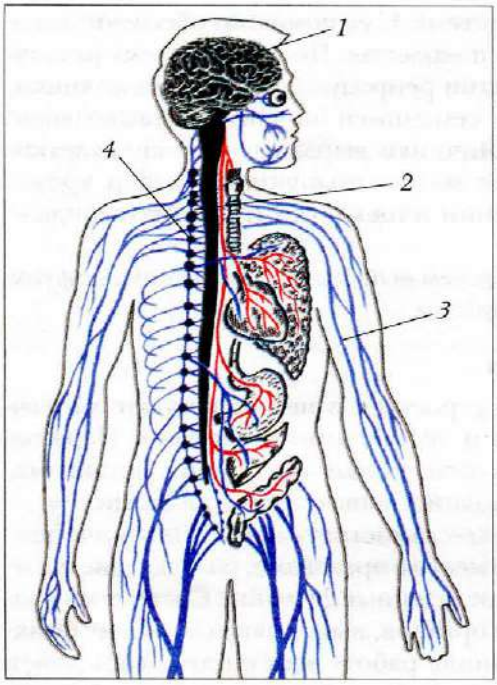


Рис. 11. Нервная система:
1 – головной мозг; *2* – спинной мозг; *3* – нервы; *4* – нервные узлы

В процессе эволюции позвоночных произошло разделение функций нервной системы. Один ее отдел – соматический[1] – стал регулировать работу скелетных мышц, другой – вегетативный, или автономный, – деятельность внутренних органов и гладких мышц. Наше произвольное поведение связано с работой соматической системы. Оно контролируется сознанием и волей. Работа же автономной (вегетативной) системы от наших желаний не зависит. Мы не можем намеренно остановить или усилить работу сердца, покраснеть или побледнеть (некоторым людям это удается, но после длительной тренировки и не прямым способом). Вмешаться в работу внутренних органов, регулируемую вегетативной нервной системой, остановить болезнь, побороть алкоголизм и наркозависимость без врачебной помощи нельзя.

Простейшей формой нервной регуляции, свойственной как соматическому, так и вегетативному отделу, является *рефлекс*. Рефлексом называют ответ организма на раздражение, который осуществляется и контролируется центральной нервной системой. В основе рефлекторной деятельности лежат цепи нейронов. Простейшая из них – *рефлекторная дуга* безусловного (врожденного) рефлекса. Она включает *чувствительные*, *вставочные* и *исполнительные* нейроны. *Чувствительный нейрон*, как правило, находится в нервном узле. Он воспринимает раздражения с помощью *рецепторов*. Рецепторами называют нервные образования, преобразующие воспринимаемые раздражения в нервные импульсы. Возникающие при раздражении нервные импульсы передаются по дендриту в тело чувствительного нейрона, а затем по аксону в мозг. Там их воспринимают вставочные нейроны. Их отростки не выходят за пределы центральной нервной системы (головного и спинного мозга). После обработки полученной информации сигналы передаются исполнительным нейронам, нервные импульсы которых и изменяют работу органа.

[1] От греч. soma – *тело*.

Практическая работа

Получение мигательного рефлекса и условий, вызывающих его торможение

• Прикоснитесь чистым пальцем к внутреннему углу глаза. Происходит непроизвольное мигание обоих глаз.

• Рассмотрите на рис. 12 рефлекторную дугу этого рефлекса.

Кружком обозначен участок продолговатого мозга, где находятся центры мигательного рефлекса. Из рисунка видно, что тела чувствительных нейронов *(2)* лежат вне мозга в нервном узле.

Итак, раздражение рецепторов *1* вызывает поток нервных импульсов, направляющихся по дендриту к телу чувствительного нейрона *2* и от него по аксону в продолговатый мозг. Там возбуждение через синапсы передается вставочным нейронам *3.* Информация обрабатывается головным мозгом, включая кору. Мы ведь чувствовали прикосновение к углу глаза! Затем возбуждается исполнительный нейрон *4,* возбуждение по аксону *5* доходит до круговых мышц глаза *6* и вызывает мигание. Продолжим наблюдение.

• Есть ли рецепторы мигательного рефлекса в области наружного угла глаза? Прикоснитесь к нему и дайте ответ.

• Попробуйте несколько раз прикоснуться к внутреннему углу глаза. Возникло ли мигание? Объясните, почему возникший вначале рефлекс затормозился. При ответе надо учесть, что наряду с прямыми связями, по которым идут «приказы» мозга к органам, существуют и обратные, несущие информацию от органов в мозг. Были ли опасны для глаза наносимые вами раздражения? Очевидно, нет. Поэтому через какое-то время рефлекс угас. Совершенно другой результат был бы, если бы в глаз попала соринка. Беспокоящая информация достигла бы головного мозга и усилила бы реакцию на раздражение. По всей вероятности, мы попытались бы извлечь соринку.

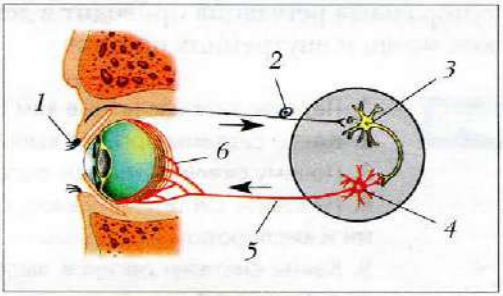


Рис. 12. Рефлекторная дуга мигательного рефлекса

• Попробуйте усилием воли затормозить мигательный рефлекс. Для этого дотроньтесь чистым пальцем до внутреннего угла глаза и попытайтесь не мигать. Многим это удается. Импульсы, исходящие от коры, затормозили нервные центры продолговатого мозга. Произошло центральное торможение, открытое русским физиологом И.М. Сеченовым. Ученый установил, что высшие центры мозга способны регулировать работу низших центров: усиливать или затормаживать рефлексы.

Гуморальная регуляция

Наряду с нервной в организме действует и *гуморальная регуляция* – через жидкость. Вещества, попадающие в кровь, способны влиять на работу внутренних органов. Так, превышение в крови концентрации солей кальция вызывает усиление сердечной деятельности, а солей калия – замедление.

В процессе эволюции человека возникла эндокринная система. Составляющие ее органы – гипофиз, надпочечники, щитовидная железа, поджелудочная железа, половые железы и др. – выделяют в кровь гормоны – вещества-регуляторы. Они регулируют рост и развитие организма, созревание отдельных систем органов, включая головной мозг, поддерживают постоянство состава крови, участвуют в переводе организма от состояния покоя к деятельности.

Поскольку органы эндокринной системы выделяют свои секреты[1] не в протоки или наружу, а в кровь или лимфу, их назвали *железами внутренней секреции* в отличие от *желёз внешней секреции* (потовые, слюнные, молочные). В организме существуют железы (например, поджелудочная и половые), которые выделяют свои секреты и наружу, и в кровь. Их называют *железами смешанной секреции.*

Нервная и гуморальная регуляции дополняют друг друга. Нервная осуществляется быстро и направленно, гуморальная – медленнее, но зато охватывает много органов и систем. Вместе с вегетативной нервной системой гуморальная регуляция приводит в действие (или затормаживает) работу гладких мышц и внутренних органов.

1. Перечислите известные вам системы органов.
2. Какие системы органов выполняют защитную функцию?
3. Почему скелет и мышцы рассматриваются вместе?
4. Назовите системы органов, снабжающие клетки питательными веществами и кислородом и удаляющие продукты распада.
5. Какие системы органов выполняют исполнительную, а какие регуляторную функцию?
6. Перечислите функции нервной системы.
7. Перечислите функции эндокринной системы.
8. Какие уровни организации организма вам известны?
9*. Охарактеризуйте действие нервной и гуморальной регуляций.

[1] *Секрет* – вещество, вырабатываемое и выделяемое клетками желёз (слизь, кожное сало, гормоны, молоко).

Обобщение

Системой органов называют группу органов, выполняющих общие функции. Различают исполнительные и регуляторные системы. К исполнительным системам относятся система органов опоры и движения, кровеносная, иммунная, дыхательная, пищеварительная, выделительная и др. К регуляторным — нервная и эндокринная, координирующие работу всех уровней организма: клеточного, тканевого, органного, системного, организменного и поведенческого. Простейшая форма нервной регуляции — рефлекс. В процессе эволюции нервной системы выделились два отдела: соматический, управляющий поведением организма во внешней среде и работой скелетных мышц, и вегетативный (автономный), регулирующий обмен веществ, функционирование внутренних органов и гладкой мускулатуры.
Эндокринная система управляет внутренними органами, ростом и развитием организма через гормоны, выделяемые непосредственно в кровь. Достигая органов-адресатов, гормоны изменяют их работу. Нервная и гуморальная регуляции (в частности, гормоны эндокринной системы) дополняют друг друга.

Основные понятия

Органы. Системы органов. Уровни организации организма. Рефлекс. Рефлекторная дуга, чувствительные, вставочные, исполнительные нейроны. Рецепторы. Гормоны. Железы внутренней, наружной и смешанной секреции. Нервная регуляция. Гуморальная регуляция.

Проверьте себя

Ответьте на вопросы, выполните задания

1. Укажите факторы природной и социальной среды.
2. Как возникла социальная среда и какие преимущества и проблемы она создала?
3. Оформите в рабочей тетради таблицу, указав названия наук об организме, их предметы изучения и методы исследования.

Науки	Предмет изучения	Методы исследования

4. Рассмотрите рис. 6. Назовите органоиды клетки и их функции.
5. Укажите основные процессы клеточного обмена.
6. Какую функцию в обмене веществ выполняют ферменты?
7. Раскройте роль молекул АТФ в клетке.
8. В чем проявляются свойства возбудимости мышечной клетки, мышечного волокна?
9. Опишите процесс деления клетки.
10. Дайте определение ткани, органа и системы органов.
11. Перечислите уровни организации организма.
12*. Заполните в рабочей тетради таблицу.

Вид ткани	Где встречается	Особенности клеток и межклеточного вещества

13. Какие органы регулируются соматическим и вегетативным (автономным) отделами нервной системы? Какие органы составляют ее центральную и периферическую части?
14*. Перечислите нейроны, составляющие рефлекторную дугу. Изобразите дугу мигательного рефлекса.
15. Какие органы принадлежат эндокринной системе?
16. Как взаимодействуют нервная и гуморальная регуляции?

Завершите высказывания

Биохимические реакции в клетке происходят при участии ...
Эндокринные железы регулируют внутренние органы, выделяя ...
Скелетные мышцы регулируются только ... отделом нервной системы.
Гладкие мышцы регулируются ... отделом и ... эндокринных желёз.

Выберите верные утверждения

1. Социальная среда образовалась до появления человека.
2. На человека оказывает влияние как природная, так и социальная среда.
3. Человек не может сознательно влиять на процессы, происходящие в кишечнике.
4. Методы гигиены: клинические и физиологические наблюдения, лабораторный анализ факторов внешней среды.
5. Функции органов человека изучает анатомия.
6. Наибольшее сходство обнаруживается между человеком и человекообразными обезьянами.
7. Клетки человека обладают оболочкой, состоящей из хитина.
8. Эндокринная система относится к исполнительной системе.

Выберите правильный ответ

1. В помещении разлили ртуть. Надо обратиться ...
   а) в поликлинику;
   б) в милицию;
   в) в районную санитарно-эпидемиологическую станцию.
2. Методы анатомии:
   а) вскрытие трупов, рентген, ультразвуковое обследование;
   б) анализ биологических жидкостей: крови, слюны, желудочного сока;
   в) изучение частоты заболеваемости людей данного региона.
3. Биологическое окисление органических веществ в клетке происходит ...
   а) в рибосомах;
   б) в клеточной мембране;
   в) в митохондриях;
   г) в хромосомах.
4. Передача информации от одной нервной клетки к другой происходит ...
   а) через рецепторы;
   б) через дендриты;
   в) через тело нейрона;
   г) через синапсы.

§ 6 Скелет. Строение, состав и соединение костей

Скелет

Для всех живых организмов характерно движение. Человек тоже совершает различные движения. Он ходит, бегает, прыгает, выполняет гимнастические упражнения, занимается спортом. Без движений невозможна трудовая деятельность. Движение способствует физическому развитию человека, укрепляет и поддерживает его здоровье. Движение тела происходит за счет сокращения *мышц*, которые прикреплены к *костям* скелета.

Посмотрите еще раз внимательно на картину Рембрандта (см. рис. 1). Доктор Тюлп потянул за мышцы, расположенные на предплечье, они натянули сухожилия, те, в свою очередь, косточки пальцев, и пальцы согнулись. Эти сухожилия легко прощупать на предплечье близ ладонной поверхности кисти. Если бы в результате травмы сухожилия оказались отделенными от костей пальцев, то, сколько бы ни сокращалась мышца, пальцы остались бы неподвижными. Вот почему мы говорим, что в движении участвуют не только мышцы, но и кости. Мышцы и кости (скелет) тела образуют *опорно-двигательную систему*. Она обеспечивает опору и движение нашего тела, защищает внутренние органы. При любом движении все наши органы опираются на кости (скелет) и мышцы.

Скелет представляет собой единое прочное образование. Помимо костей в него входят *хрящи* и *связки*, состоящие из прочной соединительной ткани. В скелете человека насчитывается более 200 костей. Различают скелет головы — череп, скелет туловища, к которому прикрепляются пояса конечностей — плечевой и тазовый, и кости свободных конечностей — рук и ног (рис. 13).

Строение костей. Кости отличаются друг от друга формой и размерами. Различают *длинные*, *короткие* и *плоские* кости.

Примером плоских костей могут служить кости черепа, лопатки; длинных (трубчатых) — кости плеча, предплечья, бедра, голени; коротких — многие кости кисти и стопы.

Кости (рис. 14) образованы соединительной костной тканью. Снаружи они покрыты плотной оболочкой — *надкостницей*, а места, где кости сочленяются друг с другом, — *суставным хрящом*. Надкостница обеспечивает рост кости в толщину и ее срастание при переломе.

Надкостница и кость пронизаны кровеносными сосудами, по которым идет снабжение ткани питательными веществами и кислородом. В надкостни-

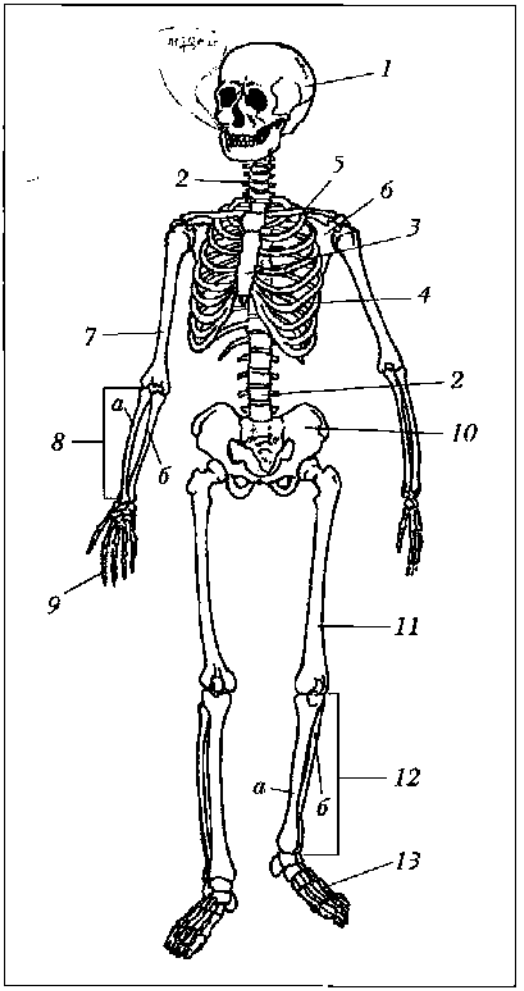


Рис. 13. Скелет человека спереди:

1 – череп (скелет головы);

скелет туловища:
2 – позвоночник
(отделы: шейный, грудной,
поясничный, крестец, копчик);
3 – грудина;
4 – ребра;

скелет верхней конечности:
плечевой пояс:
5 – ключица;
6 – лопатка;
свободная конечность:
7 – плечо;
8 – предплечье
(*а* – лучевая кость,
б – локтевая кость);
9 – кисть;

скелет нижней конечности:
10 – кости таза (тазовый пояс);
свободная конечность:
11 – бедро;
12 – голень
(*а* – большеберцовая кость,
б – малоберцовая кость);
13 – стопа

це много нервных окончаний, потому ее повреждение очень болезненно. Надкостница прилегает к *компактному веществу* кости. На объемном рисунке 15, изображающем микростроение компактного вещества кости, видно, что оно пронизано мельчайшими костными *канальцами*, по которым проходят сосуды и нервы. Вокруг них располагаются *костные клетки*, которые выделяют межклеточное вещество, имеющее форму *костных пластинок*. Костные пластинки в несколько слоев окружают полость канальца, образуя цилиндры, вложенные один в другой. Костные клетки располагаются позади каждого ряда. Они соединены между собой, образуя единую систему.

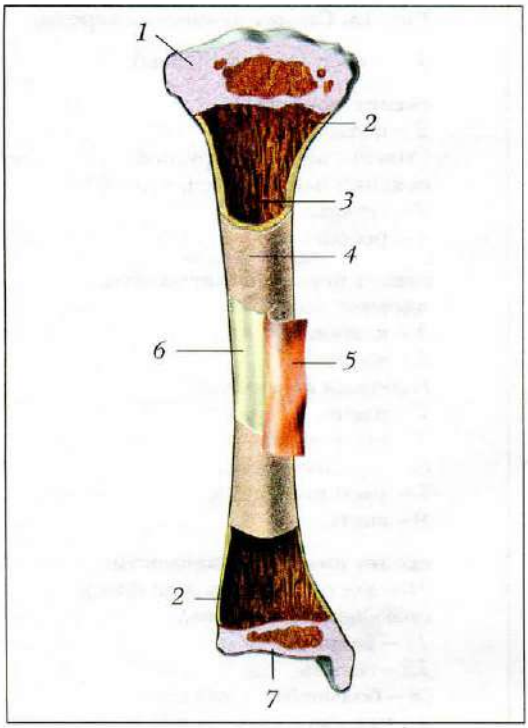


Рис. 14. Строение трубчатой кости:
1 – головка трубчатой кости с суставной хрящевой поверхностью; *2* – губчатое вещество кости, заполняющее головку; *3* – костно-мозговая полость; *4* – внешняя поверхность надкостницы; *5* – внутренняя поверхность надкостницы; *6* – компактное вещество; *7* – вторая головка с суставной ямкой

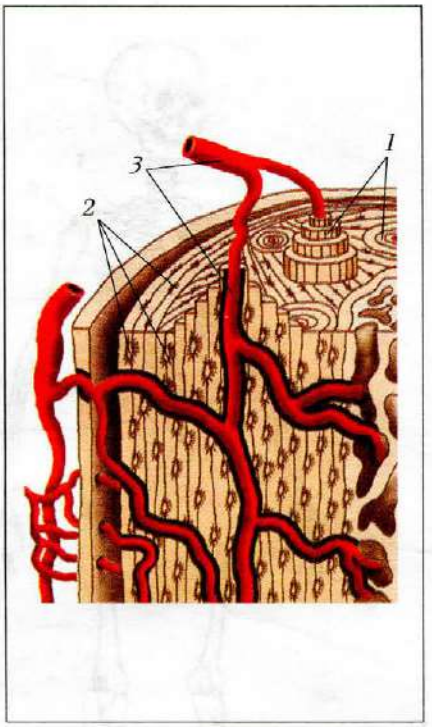


Рис. 15. Строение кости под микроскопом (объемное изображение):
1 – ряды костных пластинок;
2 – костные клетки;
3 – кровеносные сосуды

Лабораторная работа № 3
Строение костной ткани

Оборудование: микроскоп, препарат костной ткани.

Ход работы

1. Рассмотрите рис. 15 и представьте, как будет выглядеть поперечный шлиф кости. После этого приступайте к работе.

2. На поперечном шлифе кости найдите костный каналец. Он имеет вид прозрачного круга или эллипса (см. рис. 8, Б).

3. Зарисуйте один из канальцев, подсчитайте, из скольких слоев костных пластинок состоит его стенка.

4. Найдите костные клетки.

5. Опишите и зарисуйте клетки. Подумайте: почему такое строение компактного вещества придает конструкции прочность и легкость?

Компактное вещество, находящееся под надкостницей, образует наружный слой кости. За ним следует *губчатое вещество.* Оно заполняет головки длинных костей. Губчатое вещество состоит из многочисленных костных перекладин, между которыми видны полости, заполненные *красным костным мозгом.* Эта ткань вырабатывает клетки крови.

Направление костных перекладин соответствует нагрузкам, которые испытывают кости, и силам, растягивающим их.

Внутри, между головками длинных костей, имеется *костно-мозговая полость.* Она заполнена *желтым костным мозгом,* богатым жировой тканью. В желтом костном мозге клетки крови могут образовываться лишь в случае больших кровопотерь.

Около головок длинных костей у детей имеются *хрящевые прослойки,* где происходит формирование костной ткани. За счет этих участков кость растет в длину. Постепенно костная ткань полностью вытесняет хрящевую, и рост кости заканчивается.

Состав костей. Кости состоят из неорганических и органических веществ. Если кость прокалить на огне, органические вещества сгорят. Кость почернеет и обуглится, но сохранит свою форму. Если к ней прикоснуться, она легко рассыплется на мелкие твердые частички. Неорганические вещества придают костям твердость. А если кость подержать некоторое время в 5%-ной соляной кислоте, она станет мягкой и гибкой. Кислота растворит минеральные соли, и в костях останутся только органические вещества, придающие им гибкость и упругость.

Кости очень прочны, по твердости и упругости их можно сравнить с железобетоном. Эта прочность обеспечена сочетанием органических и неорганических веществ.

Состав костей меняется в течение жизни человека. У детей в костях процент органических веществ больше, поэтому они более гибкие и упругие, менее ломкие, но легче поддаются искривлению. С возрастом кости становятся более хрупкими, так как в них увеличивается процентное содержание минеральных солей.

Костные пластинки и трубчатое строение костей обеспечивают прочность и легкость скелета. Наличие органических веществ обеспечивает гибкость и упругость костей, а неорганические вещества придают костям твердость.

Лабораторная работа № 4
Состав костей

Оборудование и материалы: кости (натуральная, декальцинированная, пережженная), препаровальная ванночка.

Ход работы

1. Возьмите натуральную кость. Рассмотрите ее, попробуйте сжать, затем согнуть и растянуть. Какие свойства натуральной кости вы можете назвать?

2. Сожмите пережженную кость, попытайтесь ее согнуть. Что при этом происходит? Какими свойствами обладает пережженная кость?

3. Попробуйте согнуть и растянуть декальцинированную кость. Изменились ли ее свойства?

4. Сделайте вывод. Объясните, почему кости (натуральные, декальцинированные, пережженные) обладают различными свойствами.

Соединение костей. Соединение костей в скелете может быть *неподвижным*, *полуподвижным* и *подвижным* (рис. 16). Неподвижно соединены кости черепа, кроме нижней челюсти. Полуподвижное соединение осуществляется с помощью хрящей. Так соединены между собой позвонки, а также 10 пар ребер с грудиной. Подвижные соединения костей называют *суставами* (рис. 17).

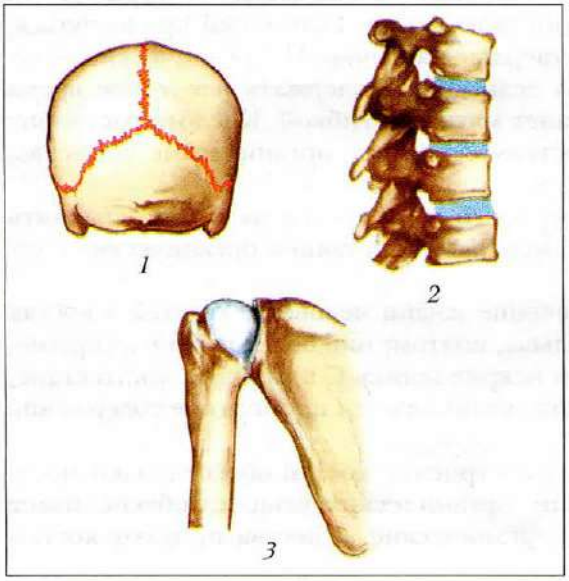


Рис. 16. Соединение костей:
1 – неподвижное; *2* – полуподвижное; *3* – подвижное (сустав)

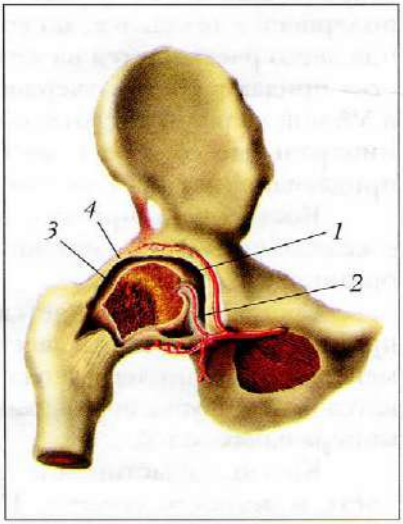


Рис. 17. Строение сустава:
1 – суставная сумка;
2 – связка;
3 и *4* – суставные поверхности сочленяющихся костей

Суставы позволяют человеку производить различные движения. Сустав образуют две или несколько костей, соединенных друг с другом прочными тяжами — *связками* из соединительной ткани. Одна из костей образует *суставную головку*, другая — *суставную впадину*. Головка и впадина покрыты гладким суставным хрящом. Это облегчает движение костей. Сустав находится в *суставной сумке*. Ее стенки выделяют *суставную жидкость*, уменьшающую трение костей при движении и осуществляющую питание суставного хряща, в котором нет кровеносных капилляров.

1. Какие функции выполняет скелет? На какие части он подразделяется?
2. Докажите, что в движении участвуют не только мышцы, но и кости.
3. Как классифицируют кости по форме?
4*. Нарисуйте схему строения трубчатой кости.
5. За счет чего кости растут в длину и в ширину?
6. Как устроено компактное вещество кости?
7. Чем кости ребенка отличаются от костей пожилого человека?
8. Приведите примеры неподвижных, полуподвижных и подвижных соединений костей.
9. Как устроен сустав?
10*. Внутри суставной сумки давление меньше, чем в окружающем воздухе. Чему это содействует: улучшению подвижности или повышению прочности сустава? Что произойдет, если герметичность суставной сумки будет нарушена?
Для проверки своего предположения проведите следующий контрольный опыт. Возьмите стакан, приложите его ко рту и втяните в себя воздух так, чтобы стакан присосался к лицу. Теперь нажмите на кожу углов рта и впустите атмосферный воздух. Почему присосавшийся стакан отпадает?

Обобщение

Мышцы и скелет образуют опорно-двигательную систему. Скелет состоит из костей, хрящей и связок. Различают длинные, короткие и плоские кости. В толщину кости растут за счет надкостницы, в длину — за счет замещения хрящевой ткани костной в зонах роста. Различают неподвижное, полуподвижное и подвижное (сустав) соединения костей.

Основные понятия

Мышцы. Скелет: кости (длинные, короткие, плоские), хрящи, связки. Компактное вещество. Губчатое вещество. Костно-мозговая полость. Надкостница. Костные клетки. Костные пластинки. Костные ка-

нальцы. Соединения костей. Строение сустава. Хрящевые прослойки. Костный мозг (красный, желтый).

§ 7 Скелет головы и туловища

Скелет головы

Под кожей и мышцами головы находится ее скелет – *череп* (рис. 18). Череп защищает головной мозг и органы чувств от различных повреждений. Кости черепа – плоские, прочные, они соединены друг с другом швами. Шов – это прочное неподвижное соединение костей. Лишь одна кость – нижняя челюсть – с остальными костями соединена подвижно. Это позволяет нам не только захватывать и пережевывать пищу, но и разговаривать.

В скелете головы человека различают два отдела: *мозговой* и *лицевой*. У человека, в отличие от млекопитающих животных, лучше развит мозговой отдел, что связано с увеличением объема головного мозга (рис. 19).

Мозговой отдел черепа состоит из лобной, затылочной, двух теменных и двух височных костей.

К лицевому отделу относятся различные крупные и мелкие кости, в том числе парные скуловые и носовые кости, непарные верхнечелюстная и нижнечелюстная кости. На челюстях расположены ячейки для зубов.

В нижней части черепа есть несколько мелких отверстий и одно крупное – большое затылочное отверстие. Через большое затылочное отверстие головной мозг соединяется со спинным, а через мелкие отверстия проходят кровеносные сосуды.

Скелет туловища

Позвоночник. Позвоночник расположен на спинной стороне туловища. В позвоночнике выделяют пять отделов: *шейный, грудной, поясничный, крестцовый* и *копчиковый*. Позвоночник образован 33 или 34 короткими костями – *позвонками*. Каждый позвонок состоит из массивной части – *тела* и *дуги* с несколькими *отростками*. Позвонки располагаются друг над другом так, что их отверстия совпадают, и образуется *позвоночный канал*, в котором находится *спинной мозг*. Позвоночник защищает нежный спинной мозг от повреждений (рис. 20).

Между позвонками имеются *межпозвоночные хрящевые диски*. Благодаря им образуется полуподвижное соединение. Хрящевая ткань эластична и может растягиваться и уплотняться. Когда мы спим, ее толщина увеличивается, а когда ходим – уменьшается. Вследствие этого человек утром выше, чем вечером.

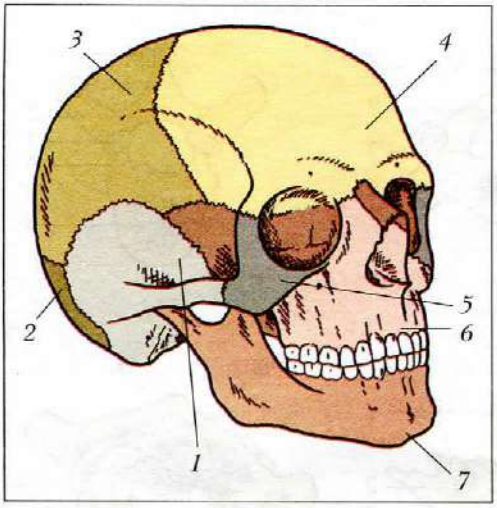


Рис. 18. Кости черепа человека:
1 – височная; *2* – затылочная; *3* – теменная; *4* – лобная; *5* – скуловая; *6* – верхнечелюстная; *7* – нижнечелюстная

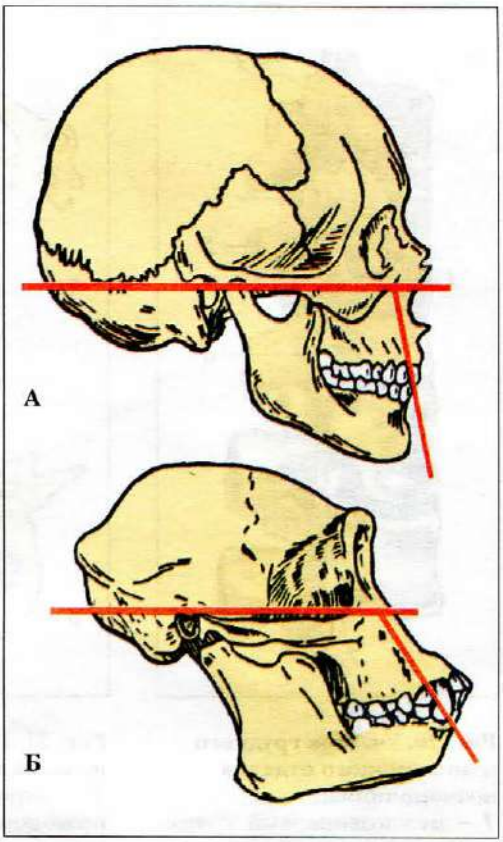


Рис. 19. Череп человека (А) и шимпанзе (Б). Красными линиями показано, насколько челюстной аппарат шимпанзе выступает вперед по сравнению с челюстным аппаратом человека

Чем большую нагрузку испытывают позвонки, тем они массивнее. Поэтому поясничные позвонки гораздо больше шейных (рис. 21), а 5 крестцовых позвонков сливаются в единую кость – *крестец*. 1–5 копчиковых позвонков (у разных людей их количество варьирует в этих пределах) тоже сращены, но причина здесь другая. Эти позвонки неподвижны, а потому хрящевые прослойки их окостеневают и срастаются в сплошную кость – *копчик* (рис. 22).

Нагните голову вниз и в месте, где шея переходит в туловище, нащупайте выступающую косточку. Это задний отросток 7-го шейного позвонка. У мыши и жирафа, человека и коровы, у всех млекопитающих – по 7 шейных позвонков. Шейные позвонки, в отличие от крестцовых, обладают большой подвижностью, а потому наша голова может не только смещаться влево и вправо, вперед и назад, но и поворачиваться. Тело 1-го шейного позвонка срослось с телом 2-го шейного позвонка, образовав зуб – ось горизонтального вращения головы (см. рис. 21, Г). Отделяет зуб от спинного мозга лишь сухожильная

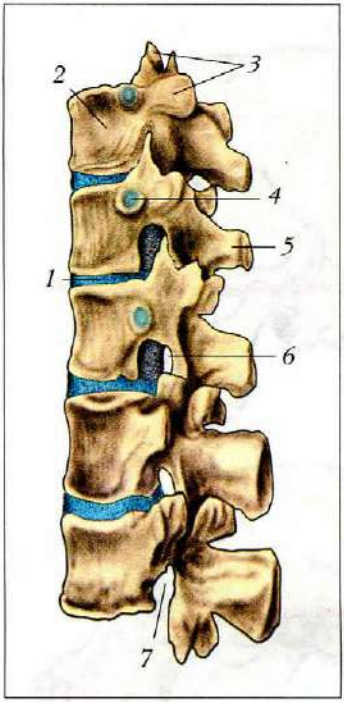


Рис. 20. Участок грудного и поясничного отделов позвоночника:
1 – межпозвонковый хрящевой диск; *2* – тело позвонка; *3* – боковые отростки позвонков; *4* – суставные поверхности для сочленения с ребрами; *5* – задний отросток позвонка; *6* – отверстия, через которые выходят нервы спинного мозга; *7* – позвоночный канал

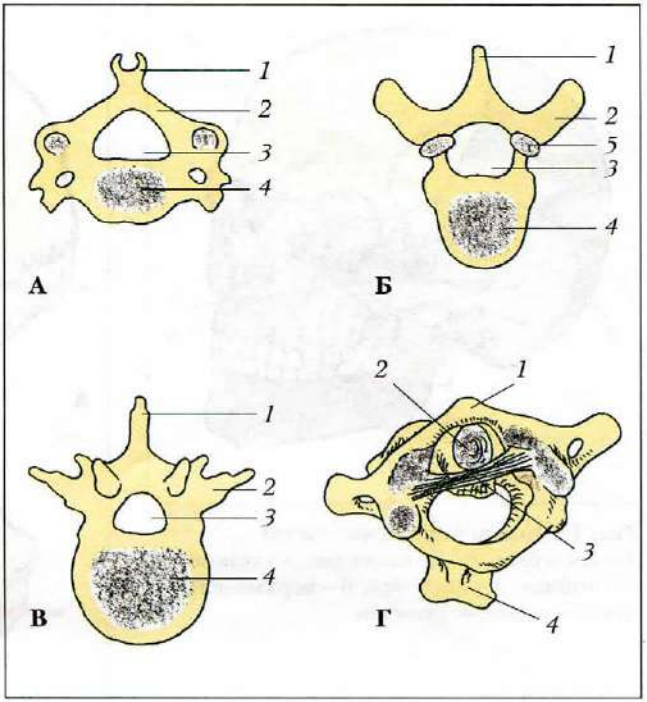


Рис. 21. Шейный (А), грудной (Б) и поясничный (В) позвонки:
1 – отростки; *2* – дуга; *3* – отверстия, образующие позвоночный канал; *4* – тело позвонка; *5* – суставные поверхности грудных позвонков для сочленения их с ребрами;
два первых шейных позвонка (Г):
1 – первый шейный позвонок; *2* – зуб; *3* – связка; *4* – второй шейный позвонок

связка. Вот почему опасно резко отклонять голову назад, а тем более поднимать человека за голову. Относительно большой подвижностью обладают и поясничные позвонки.

Позвоночник отличается подвижностью и прочностью. Отдельные позвонки соединены не только межпозвоночными хрящевыми дисками, но и связками и мышцами. Благодаря этому позвоночник – прочная и гибкая опора тела. Человек может совершать различные движения туловищем: наклоны вперед, назад и многое другое.

Позвоночник человека, в отличие от позвоночника животных, образует 4 *изгиба*: шейный, грудной, поясничный и крестцовый. Их появление связано с прямохождением. Изгибы позвоночника смягчают толчки при ходьбе, беге, прыжках, предохраняют внутренние органы, спинной и головной мозг от сотрясений (см. рис. 22, Б).

Грудная клетка. Грудная клетка находится в верхней части туловища. Ее образуют *грудина* (средняя часть передней стенки грудной клетки), 12 пар *ребер* и *грудной отдел позвоночника* (рис. 23). Грудная клетка защищает от повреждений расположенные в ней сердце и легкие.

Десять пар ребер подвижно (суставами) соединены с позвонками и полуподвижно (хрящами) с грудиной. Две нижние пары ребер с грудиной не связаны (сочленены только с позвонками). Это позволяет всем ребрам при вдохе подниматься и раздвигаться в стороны, что увеличивает объем грудной полости и обеспечивает поступление воздуха в легкие, а при выдохе — опускаться и выталкивать воздух из них.

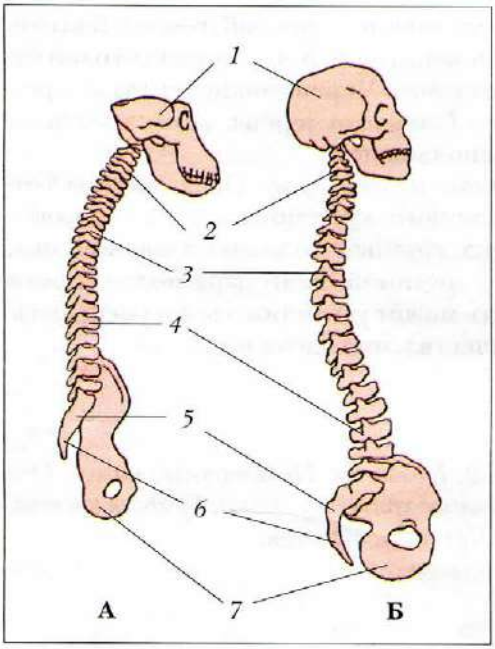


Рис. 22. Череп, позвоночник и таз шимпанзе (А) и человека (Б):
1 — череп; *2* — шейный отдел; *3* — грудной отдел; *4* — поясничный отдел; *5* — крестец; *6* — копчик; *7* — таз

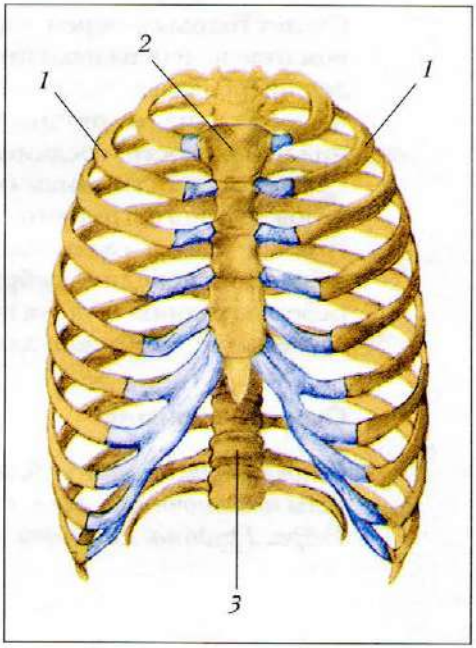


Рис. 23. Грудная клетка:
1 — ребра; *2* — грудина; *3* — грудной отдел позвоночника (хрящи показаны синим цветом)

Хорошо развитая грудная клетка улучшает работу сердца, легких. Ее развитию способствуют физический труд, занятия физкультурой, спортом (плаванием, греблей, бегом).

?

1. Назовите особенности костей черепа.
2. Назовите единственную подвижную кость черепа и укажите, как она с ним соединяется.
3*. Чем череп человека отличается от черепа шимпанзе?
4. Перечислите кости, относящиеся к мозговому и лицевому отделам черепа.
5. Почему шейные позвонки менее массивны, чем поясничные?
6. Каково строение позвонка и какую роль играют хрящевые межпозвоночные диски?
7. Какие кости относятся к грудной клетке? Почему ребра с грудиной соединены полуподвижно?

Обобщение

Скелет головы — череп — имеет мозговой и лицевой отделы. В мозговом отделе черепа находится головной мозг. У человека мозговой отдел преобладает над лицевым отделом. Череп защищает глаза, органы слуха и другие органы чувств. Все кости черепа, за исключением нижней челюсти, соединены неподвижно.

Основу скелета туловища составляет позвоночник. Он состоит из 5 отделов: шейного, грудного, поясничного, крестцового и копчикового. Грудная клетка сзади защищена грудным отделом позвоночника, с боков и спереди — ребрами и грудиной. Благодаря подвижности ребер и грудины грудная полость может увеличиваться и уменьшаться в объеме, что важно для осуществления вдоха и выдоха.

Основные понятия

Отделы черепа: мозговой, лицевой. Позвонок. Позвоночный канал. Отделы позвоночника. Межпозвоночные хрящевые диски. Грудная клетка. Ребра. Грудина. Спинной мозг. Крестец. Копчик.

Скелет верхних конечностей

Кости рук прикреплены к костям туловища при помощи *лопаток* и *ключиц*. Они-то и составляют скелет надплечий.

Парные лопатки и ключицы образуют *плечевой пояс*. Ключицы сочленяются с грудиной, а лопатки лежат свободно среди мышц спины, которые приводят ее в движение. Кости верхней конечности и плечевого пояса соединены подвижно с помощью суставов. Суставные соединения обеспечивают необходимую подвижность руки.

Верхние конечности — *руки* — могут совершать сотни различных движений, участвовать в трудовой деятельности.

Практическая работа

В том, что плечевой пояс не только прикрепляет руки к туловищу, но и участвует в движении, можно убедиться так. Положите левую руку на правую ключицу и начните медленно поднимать правую руку. Ключица правой руки неподвижна до тех пор, пока движение происходит за счет плечевого сустава и пока не дойдет до горизонтального положения. Попробуйте двигать руку дальше, поднимая ее над головой, — ключица, а вместе с ней и лопатка придут в движение, так как теперь перемещение руки идет за счет грудино-ключичного сустава. Этот сустав работает и при движении руки вперед и назад.

Чтобы проследить за движениями лопатки, надо нащупать ее нижний угол. Когда лопатка неподвижна, этот угол не двигается с места. Но стоит ей прийти в движение, как он тут же меняет положение.

Скелет руки состоит из трех отделов: *плеча*, *предплечья*, *кисти* (рис. 24). Плечо образовано одной длинной плечевой костью. Две кости — *локтевая* и *лучевая* — составляют предплечье. Они расположены рядом. С предплечьем соединяется кисть. Мелкие кости *запястья* и *пясти* образуют широкую ладонь, а *фаланги* — скелет пяти гибких подвижных пальцев. Большой палец человека противопоставлен остальным четырем. Это позволяет надежнее удерживать различные предметы, например карандаш, ручку, молоток.

Нащупайте на предплечье кость со стороны большого пальца — это лучевая кость. Со стороны мизинца располагается локтевая кость. Обе они сочленяются с плечевой костью, хотя и по-разному. Локтевая кость с задней стороны имеет отросток, который входит в ямку плечевой кости. Благодаря этому вытянутая рука превращается в длинный рычаг, который не может прогнуться назад. Лучевая кость лишь соприкасается с плечевой, ее головка напоминает колесико, которое может перекатываться по поверхности локтевой кости. Это и происходит, когда мы поворачи-

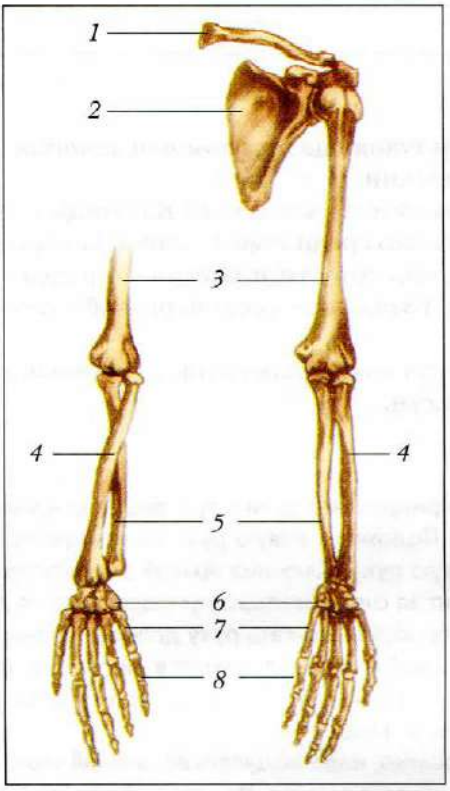


Рис. 24. Скелет руки и плечевого пояса (слева показано положение костей предплечья при повороте кисти тыльной стороной к зрителю):
1 – ключица;
2 – лопатка;
3 – плечо;
4 – лучевая кость;
5 – локтевая кость;
6–8 – кости кисти
(*6* – запястье; *7* – пясть;
8 – фаланги пальцев)

ваем ладонь вверх и вниз. Если ладонь направлена вверх – кости параллельны, если вниз – лучевая кость перекрещивает локтевую.

Практическая работа

Вращение лучевой кости доказать нетрудно. Положите предплечье на стол ладонью вниз. Теперь попробуйте повернуть ее ладонью вверх: если сначала приподнять большой палец, то мизинец становится осью вращения и поворот легко удается. Если же попробовать приподнять мизинец, вам придется оторвать предплечье от плоскости стола, поскольку это движение возможно лишь за счет плечевого сустава.

Скелет нижних конечностей

Кости скелета нижних конечностей – ног – прикреплены к туловищу с помощью двух *тазовых костей*, составляющих *тазовый пояс* нижних конечностей (рис. 25, Б). Тазовые кости соединены с крестцом позвоночника очень прочно и почти неподвижно.

Форма таза у мужчин и женщин несколько различается. У женщин таз более широк, что способствует родовой деятельности.

У человека тазовые кости поддерживают внутренние органы: желудок, кишечник, органы выделения и др. Кости нижних конечностей соединяются с тазовыми костями подвижно при помощи суставов.

Нижние конечности — *ноги* — выполняют опорную функцию.

Скелет ноги также состоит из трех отделов: *бедра*, *голени* и *стопы* (рис. 25, А, В). Кости ноги очень крепкие и прочные. Они выдерживают

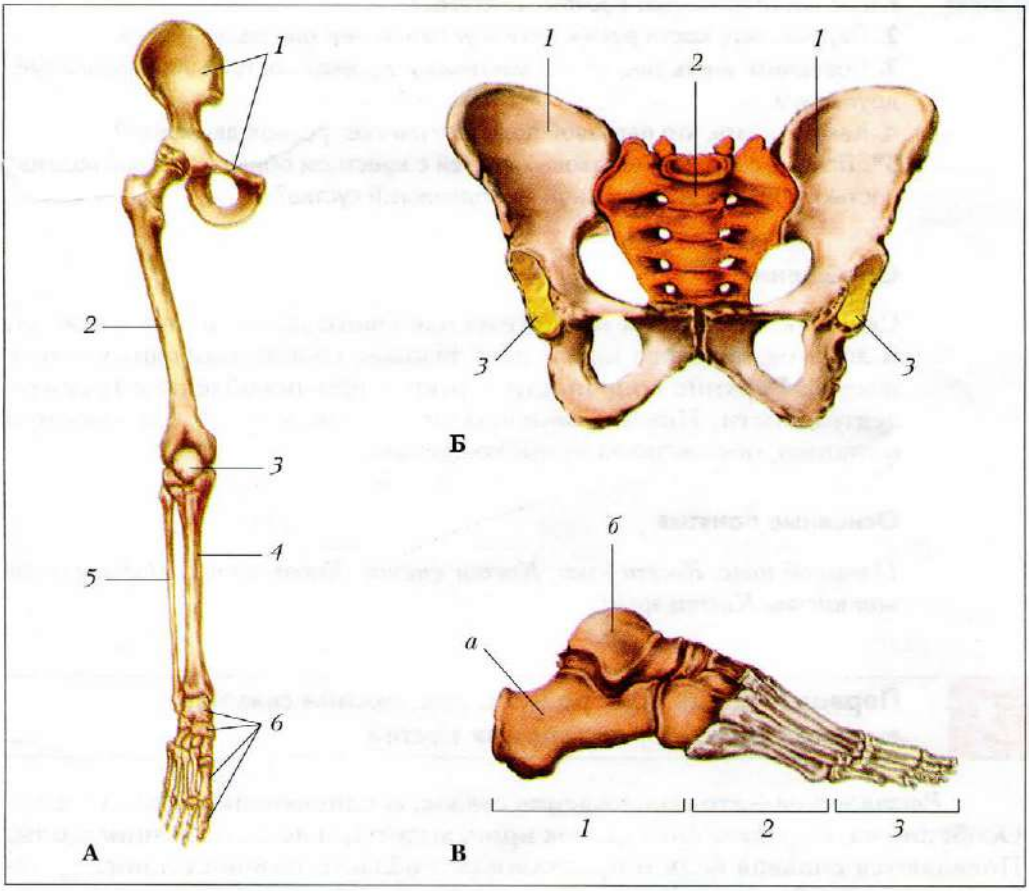


Рис. 25. Скелет тазового пояса и ноги:
А — кости таза и свободной конечности: *1* — таз; *2* — бедро; *3* — коленная чашечка; *4* — большеберцовая кость; *5* — малоберцовая кость; *6* — стопа; **Б — тазовые кости** *(1)*, сочлененные с крестцом *(2)*, суставные ямки тазобедренного сустава *(3)*; **В — скелет стопы:** *1* — предплюсна (*а* — пяточная кость, *б* — таранная кость); *2* — плюсна; *3* — фаланги пальцев

тяжесть тела человека. Бедро образовано *бедренной костью*. Это самая крупная кость нашего тела. В голени две кости — *большеберцовая* и *малоберцовая*. Бедренная кость сочленяется с костями голени с помощью коленного сустава. В толще сухожилия четырехглавой мышцы, выпрямляющей согнутую в колене ногу, находится *коленная чашечка*. Большой прочностью обладает и голеностопный сустав. Стопа состоит из трех частей: *предплюсны*, *плюсны* и *фаланг* пальцев. Самая крупная кость предплюсны — пяточная.

1. Отец посадил ребенка на плечи. На какие кости отца опирается малыш? Какие кости называют плечами анатомы?
2. Перечислите кости руки и ноги и укажите, чем они различаются.
3. Поверните кисть так, чтобы локтевая и лучевая кости были параллельны друг другу.
4. Как доказать, что плечевой пояс увеличивает размах движений?
5*. Почему соединение тазовых костей с крестцом обладает малой подвижностью, а ключица с грудиной — подвижный сустав?

Обобщение

Скелет конечностей состоит из плечевого пояса: парных ключиц и лопаток; тазового пояса: двух тазовых костей; свободных конечностей. Верхние конечности — руки — приспособлены к трудовой деятельности. Нижние конечности — ноги — приобрели опорную функцию, обеспечивая прямохождение.

Основные понятия

Плечевой пояс. Кости руки. Кости кисти. Тазовый пояс. Парная тазовая кость. Кости ноги.

§ 9 Первая помощь при травмах: растяжении связок, вывихах суставов, переломах костей

Растяжение — это повреждение связок, соединяющих кости в суставе. Особенно часто растяжение связок происходит при подвертывании стопы. Появляются сильная боль и припухлость в области голеностопного сустава, может даже развиться отек. При оказании *первой помощи* при травмах следует туго забинтовать сустав так, чтобы ступня была перпендикулярна голени, а затем наложить холод. После этого необходимо обратиться в травмпункт. Только врач может поставить окончательный диагноз и назначить лечение.

Неловкие, резкие движения могут вызвать сильное смещение костей в суставе – *вывих*. При вывихе головка одной кости выходит из суставной впадины другой. Происходит растяжение связок, а в некоторых случаях разрыв суставной сумки. При вывихе изменяется форма сустава, конечность теряет подвижность. Вывих сопровождается сильной болью. Для оказания помощи больному необходимо наложить *шину* (рис. 26, *1*). Для снятия боли на место вывиха желательно приложить полиэтиленовый пакет со льдом или холодной водой, предварительно обернув их полотенцем. Затем пострадавшего нужно срочно доставить в лечебное учреждение. Вправление костей при вывихе может проводить только врач-хирург.

При сильных ударах кости нередко ломаются. *Переломы* бывают открытые и закрытые. При открытых переломах повреждаются не только кости, но также мышцы и кожа. Это очень опасно, в рану могут проникнуть болезнетворные микробы. Переломы сопровождаются сильной болью, которая усиливается при попытках движения. В этих случаях в первую очередь необходимо обеспечить покой поврежденному участку тела.

На поврежденную конечность накладывают шину. Ее можно изготовить из подручных средств (палки, доски, картона и др.). Вначале поврежденную конечность обертывают мягкой тканью, затем накладывают шину и прибинтовывают ее к конечности. Для обеспечения неподвижности костей шина должна захватывать суставы выше и ниже перелома. Ногу прибинтовывают к здоровой ноге или валику из одеяла, а сломанную руку – к туловищу, например с помощью косынки или полы пиджака (рис. 26, *2*, *3*).

При повреждении позвоночника больного кладут лицом вниз на твердый щит (лист фанеры, доску) и доставляют в больницу только в лежачем положении. Сажать или переносить пострадавшего с подозрением на перелом позвоночника нельзя, потому что кости могут сместиться и защемить нервы или повредить спинной мозг, а это грозит полной инвалидностью. Транспортировать пострадавшего следует в горизонтальном положении, стараясь не нарушать позу, в которой он находится.

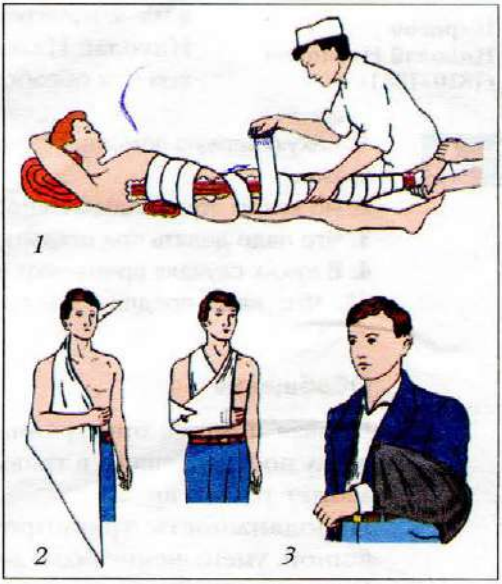
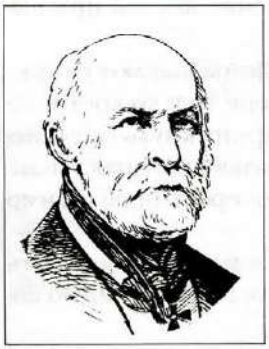


Рис. 26. Первая помощь при травмах конечностей:
1 – наложение шины;
2 – фиксация руки с помощью косынки;
3 – фиксация руки полою пиджака

В случае перелома костей черепа пострадавшего укладывают, немного приподняв голову, и создают максимальный покой. Если есть рана, ее обрабатывают и накладывают стерильную *повязку*. На голову поверх повязки кладут *пузырь со льдом*.

При повреждении ребер на грудную клетку накладывают широкую повязку; если нарушена герметичность, повязка должна быть из воздухонепроницаемого материала, чтобы воздух не мог попасть в грудную полость, иначе дышать этим легким пострадавший не сможет. Повязку накладывают после глубокого выдоха больного. При открытых переломах сначала нужно остановить кровотечение, обработать рану, наложить стерильную повязку. Затем необходимо обеспечить неподвижность поврежденного участка тела. Важно помнить, что во всех случаях при переломах конечностей или даже при подозрениях на перелом необходимо наложить на поврежденную конечность шину и доставить больного в больницу. Наложение шины — временная мера. Для надежной фиксации концов сломанных костей применяют *гипсовые повязки*. Впервые их предложил замечательный отечественный анатом и хирург Николай Иванович Пирогов. Он же ввел эфирный наркоз для обезболивания пациентов во время операций.



Пирогов Николай Иванович (1810–1881)

1. Какую первую помощь оказывают при вывихе, а какую — при растяжении связок?
2. По каким признакам можно предположить наличие перелома костей?
3. Что надо делать при открытых и закрытых переломах?
4. В каких случаях применяют шину? Как она накладывается?

5*. Что надо предпринять при травме грудной клетки? головы? позвоночника?

Обобщение

Первая помощь при травмах должна обеспечивать щадящую перевозку пострадавшего в травмпункт. Профессиональную помощь оказывает только врач.

Неподвижность травмированных конечностей обеспечивается шиной, уменьшение боли достигается воздействием холода.

При подозрении на травму позвоночника переносить пострадавшего можно только в лежачем положении на твердом щите.

При открытых травмах сначала останавливают кровотечение и обеззараживают рану, затем накладывают повязку и лишь после этого прибегают к холоду, а при поражении конечностей — к шинированию.

Основные понятия

Травмы: перелом, вывих, растяжение связок. Первая помощь: повязка, косынка, шина, пузырь со льдом.

§ 10 Мышцы

Типы мышц, их строение и значение

Мышцы обеспечивают передвижение человека, работу отдельных частей его тела и многих внутренних органов (сердца, легких, желудка и др.). Мышцы состоят из мышечной ткани. Различают *гладкие* и *скелетные* мышцы.

Гладкие мышцы образуют стенки кровеносных сосудов, дыхательных путей, желудка, кишечника. Сокращаются гладкие мышцы медленно и могут долго находиться в таком состоянии. Они принимают участие в работе внутренних органов и независимо от нашей воли управляются вегетативным отделом нервной системы и гуморально.

К скелетным мышцам относятся поперечно-полосатые мышцы головы, туловища и конечностей. Скелетные мышцы сокращаются быстро. Их работа обеспечивает произвольные движения.

Строение скелетной мышцы. Скелетная мышца состоит из поперечно-полосатых мышечных волокон, собранных в пучки. Снаружи каждый из мышечных пучков и вся мышца в целом покрыты соединительно-тканными оболочками. Мышцы прикрепляются к костям либо непосредственно, либо с помощью *сухожилий*. Один конец мышцы, головка, прикрепляется к одной кости, второй, хвост, через сустав или суставы – к другой кости так, что при ее сокращении кости приходят в движение (рис. 27).

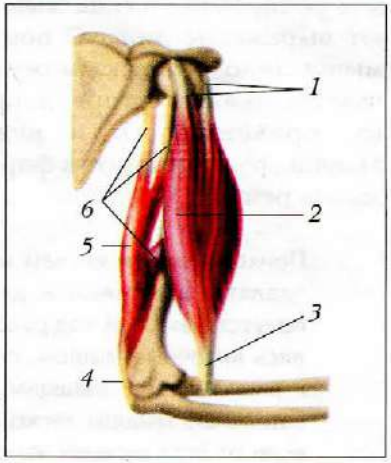


Рис. 27. Строение двуглавой и трехглавой мышц плеча:
1 – головки двуглавой мышцы;
2 – брюшко двуглавой мышцы;
3 – хвост двуглавой мышцы;
4 – хвост трехглавой мышцы;
5 – брюшко трехглавой мышцы;
6 – головки трехглавой мышцы

К каждой мышце подходят кровеносные сосуды и нервы. Мышца может сократиться только тогда, когда к ней придет сигнал от центральной нервной системы. Если нерв поврежден, мышца сокращаться не будет.

Для нормальной работы мышц необходимы питательные вещества и кислород, пос-

тупающие с кровью, так как энергия мышечного сокращения связана с биологическим окислением органических веществ мышечного волокна. Образующиеся при работе мышц продукты распада уносятся кровью. Вот почему ухудшение кровоснабжения нарушает деятельность мышц и нередко вызывает болевые ощущения.

Основное свойство мышечной ткани – *сократимость*. На этом свойстве основана работа мышц. В возбужденном состоянии мышца укорачивается и утолщается – сокращается, затем расслабляется и принимает прежние размеры. При сокращении мышцы производят работу по передвижению тела, конечностей или удерживанию груза.

Основные группы скелетных мышц

Мышцы головы (рис. 28). К мышцам головы относятся *жевательные* и *мимические мышцы*. Жевательные мышцы приводят в движение нижнюю челюсть, обеспечивают пережевывание пищи и участвуют в формировании звуков речи. Мимические мышцы изменяют выражение лица. С помощью этих мышц лицо человека может выражать чувства радости и горя, доброты и гнева, приветливости и недовольства. Мышцы рта участвуют в формировании звуков речи.

Прикоснитесь к вискам и попробуйте сделать жевательные движения. Вы почувствуете, как под рукой зашевелились височные мышцы, они относятся к жевательным мышцам. Другие жевательные мышцы легко обнаружить, если от угла нижней челюсти продвинуть руку на несколько сантиметров вперед (к подбородку).

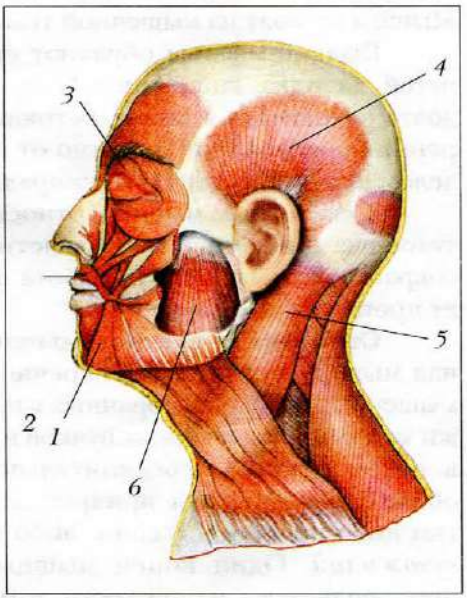


Рис. 28. Мышцы головы:
1 – мышца, опускающая угол рта;
2 – круговая рта;
3 – круговая глаза;
4 – височная;
5 – грудино-ключично-сосцевидная;
6 – жевательная

Мимические мышцы одним концом прикрепляются к костям, а другим к коже. Из мимических мышц легко найти круговую глаза и круговую рта. Последняя не только вместе с другими мышцами изменяет выражение лица, но и необходима для того, чтобы человек мог говорить и есть.

Мышцы туловища (рис. 29). Среди мышц туловища различают мышцы груди, спины и живота, а также дыхательные: наружные и внутренние – *межреберные, диафрагму.*

Мышцы спины обеспечивают движение шеи и позвоночника, способствуют сохранению вертикального положения тела. Мышцы спины вызывают движение лопатки и верхних конечностей, шеи и головы, а также ног.

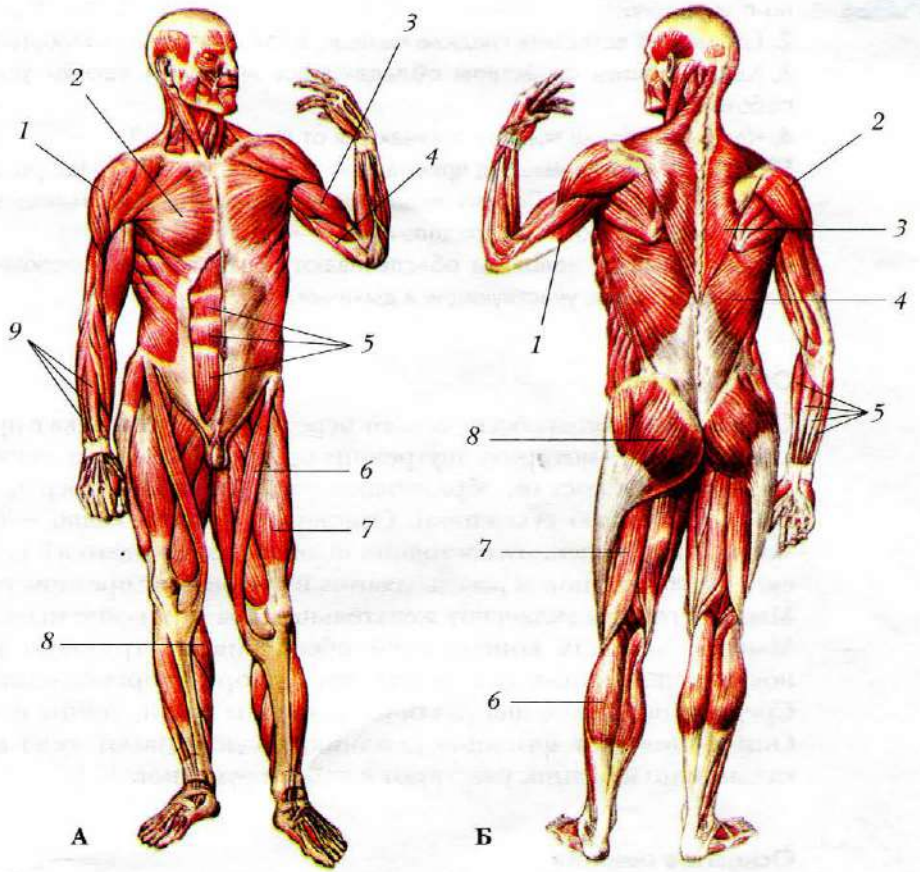


Рис. 29. Мышцы туловища и конечностей:
А — вид спереди: *1* – дельтовидная; *2* – большая грудная; *3* – двуглавая плеча; *4* – трехглавая плеча; *5* – мышцы живота; *6* – портняжная мышца; *7* – четырехглавая бедра; *8* – икроножная; *9* – разгибатели кисти и пальцев;
Б — вид сзади: *1* – трехглавая плеча; *2* – дельтовидная; *3* – трапециевидная; *4* – широчайшая спины; *5* – сгибатели кисти и пальцев; *6* – икроножная; *7* – двуглавая бедра; *8* – ягодичная

Мышцы живота принимают участие в образовании брюшного пресса, участвуют в наклонах и поворотах туловища.

Мышцы конечностей. Мышцы рук позволяют человеку выполнять очень сложные и точные движения. Мышцы ног удерживают тело, обеспечивают сохранение его вертикального положения, ходьбу, бег. В движениях тела, даже самых простых, принимают участие десятки мышц.

?

1. Выпишите в левый столбик свойства гладких мышц, в правый — поперечно-полосатых.

2. Где можно встретить гладкие мышцы, а где поперечно-полосатые?

3. Каким общим свойством обладают все мышцы и каковы условия их работы?

4. Чем мимические мышцы отличаются от жевательных?

5*. Почему многие мышцы, приводящие в движение плечо и бедро, расположены на туловище? Почему мышцы, сжимающие и разжимающие пальцы кисти, располагаются на предплечье?

6. Какие мышцы человека обеспечивают вертикальное положение тела? Назовите мышцы, участвующие в дыхании.

Обобщение

Скелетные мышцы обеспечивают передвижение человека в пространстве, гладкие — моторику внутренних органов. Скелетные мышцы прикрепляются к костям, образующим суставы, либо непосредственно, либо с помощью сухожилий. Основное свойство мышц — сократимость. В возбужденном состоянии мышцы укорачиваются и утолщаются, в состоянии покоя расслабляются и принимают прежние размеры. Мышцы головы включают жевательные и мимические мышцы.

Мышцы верхних конечностей обеспечивают трудовую деятельность, мышцы нижних конечностей — опору и перемещение тела.

Среди мышц туловища различают мышцы груди, спины и живота. Они выполняют функцию дыхания, поддерживают тело в вертикальном положении, участвуют в работе рук и ног.

Основные понятия

Гладкие и скелетные мышцы. Жевательные и мимические мышцы головы. Дыхательные мышцы туловища (межреберные, диафрагма). Сократимость. Сухожилия.

Движение тела происходит благодаря сокращению мышц. Когда мышцы сокращаются, они совершают работу. При сокращении мышц кости сближаются или отдаляются, передвигая тело или его части, поднимают или удерживают груз. Мышцы, которые обеспечивают движение, делятся на сгибатели и разгибатели, приводящие и отводящие, вращающие кость по часовой стрелке и против нее.

Одна и та же мышца не может сгибать и разгибать кости в суставе, а движение костей и вместе с ними частей туловища производят как минимум две мышцы (на самом деле их значительно больше). Не всегда мышцы располагаются там, где прикладывается их *сила*.

Амплитуда – размах движений зависит от длины мышечных волокон, а сила – от площади поперечного сечения мышечного пучка. Чтобы согнуть кисть в кулак, мышцы должны обладать достаточной длиной. Вот почему мышцы, сгибающие и разгибающие пальцы, находятся на предплечье, мышцы, опускающие и поднимающие плечо, – на туловище и т. д. Мышцы противоположного действия называются *антагонистами*, а мышцы, действующие в одном направлении, *синергистами*. Они работают согласованно.

При сокращении мышц-сгибателей мышцы-разгибатели расслабляются. При сокращении разгибателей расслабляются сгибатели. Регулирует работу скелетных мышц соматический отдел нервной системы.

Обе группы мышц могут находиться одновременно в расслабленном состоянии (руки свободно висят вдоль тела). При удержании тяжестей в вытянутых руках мышцы-сгибатели и мышцы-разгибатели работают вместе, прижимая кости друг к другу. Здесь они действуют как синергисты.

Любая работа связана с потреблением энергии. Источником энергии в организме являются биологическое окисление и распад органических веществ. При сокращении мышц увеличивается расход энергии и трата органических веществ, чаще всего глюкозы.

Утомление мышц

В процессе работы в мышцах накапливаются вредные вещества. Длительная, непрерывная, однообразная работа вызывает *утомление* мышц. После отдыха утомление проходит, мышцы вновь способны сокращаться и производить работу. Почему так происходит?

Когда мышцы отдыхают, кровь выносит вредные вещества из клеток. Отдых необходим для восстановления силы мышц.

Работоспособность и производительность труда человека зависят от его умения организовывать свое рабочее время. Большая нагрузка на мышцы, частые, суетливые движения быстро приводят к утомлению. При выполне-

нии физической работы необходимо соблюдать *средние*, т. е. *оптимальные*, *ритм* и *нагрузку*. Оптимальные ритм работы и нагрузка обусловлены возрастом человека, его физической и профессиональной подготовленностью. Каждый человек, совершенствуя профессиональное мастерство, может повысить свою производительность труда. На повышение работоспособности человека благоприятно влияют занятия физической культурой, спортом.

Динамическая и статическая работа мышц

Работа, связанная с перемещением тела или груза в пространстве, называется *динамической*, а работа, связанная с удержанием определенной позы или груза, — *статической*. Чтобы определить, какая из них быстрее вызывает утомление мышц, проведем опыт.

Возьмите портфель с книгами, засеките время по секундомеру и держите портфель в отведенной в сторону руке столько, сколько сможете (рис. 30).

Рис. 30. Опыт с удержанием груза

Вначале рука неподвижна. Затем она незаметно начинает опускаться и рывком поднимается. Это первый признак утомления. Лицо краснеет. Рука начинает подрагивать. В конце опыта может начаться заметная дрожь. Снижается координация движений. Тело может покачнуться, а портфель — выпасть из руки. Наконец, рука с портфелем опускается. Опыт закончен.

Как правило, груз удается держать недолго, утомление наступает быстро. Если отдохнуть и заняться динамической работой: поднимать и опускать портфель до уровня отметки, то окажется, что эту работу можно совершать значительно дольше без заметных признаков утомления.

При статической работе в действие вовлекаются все мышцы, которые обычно работают как антагонисты, а при динамической они работают по очереди: сначала одни, потом другие. Кроме того, при статической работе часто бывает затруднено кровоснабжение мышц, потому что некоторые сосуды оказываются сжатыми. При динамической работе этого не происходит. Более того, движение мышц ускоряет отток от них крови, насыщенной углекислым газом и другими продуктами распада.

При динамической работе утомление наступает позже, если нагрузка средняя и работа идет в среднем ритме, т. е. не слишком быстро и не слишком медленно. Для каждого человека необходимый ритм работы и оптимальная нагрузка подбираются индивидуально, в зависимости от физического состояния и здоровья.

Нужно уметь правильно работать и отдыхать: делать кратковременные перерывы, переключаясь с одного вида деятельности на другой. Чередование физической и умственной нагрузки снимает утомление и повышает работоспособность.

1. Почему противоположные движения выполняют разные мышцы, а не одна и та же?
2. Какие мышцы называют антагонистами? Как они работают при сгибании и разгибании и при удерживании груза?
3. За счет какой энергии происходит работа мышц?
4. Как можно преодолеть утомление и повысить работоспособность?

Обобщение

При сокращении мышцы совершают работу: сгибают или разгибают кости в суставе, отводят или приводят их друг к другу, вращают. Мышцы, действующие в одном направлении, называются синергистами, а в противоположных направлениях – антагонистами. Регулирует работу мышцы соматический отдел нервной системы. Энергия, за счет которой происходит сокращение, освобождается в результате биологического окисления органических веществ самой мышцы. Различают статическую и динамическую работу. Наибольший эффект динамической работы достигается при средних (оптимальных) нагрузках и среднем ритме. Статическая работа более утомительна, чем динамическая. Сила, выносливость и быстрота мышечной работы возрастают при тренировках.

Основные понятия

Сила мышцы. Амплитуда движения. Мышцы-антагонисты. Мышцы-синергисты. Статическая и динамическая работа. Средние (оптимальные) ритм и нагрузка. Утомление. Работоспособность.

§ 12 Нарушения осанки и плоскостопие

Осанка и ее коррекция

Осанка – привычное положение тела человека в покое и при движении. При правильной осанке у человека плечи находятся на одном уровне и слегка развернуты, живот подтянут, ноги прямые, походка легкая. Правильная осанка обеспечивает нормальную работу внутренних органов (легких, сердца, желудка и др.).

К нарушениям осанки приводят неполноценное питание, недостаток в пище белков, минеральных солей, витаминов, а главное – неравномерное распределение нагрузки на тело и нетренированность мышц.

Неправильная посадка за партой, столом – частая причина нарушения осанки. Неправильная посадка может привести к *сколиозу* – боковым искривлениям позвоночника, развитию *сутулости* и впалой груди (рис. 31). При нарушении осанки часто происходит смещение позвонков и межпозвоночных дисков. Это ведет к ряду тяжелейших болезней (см. в Приложении статью «Почему при подъеме тяжестей лучше приседать, чем нагибаться?»). На формирование осанки влияют также манера человека стоять, его походка (рис. 32). Неправильная осанка не только делает фигуру некрасивой, вредно влияет на работу внутренних органов, но и противопоказана для некоторых профессий.

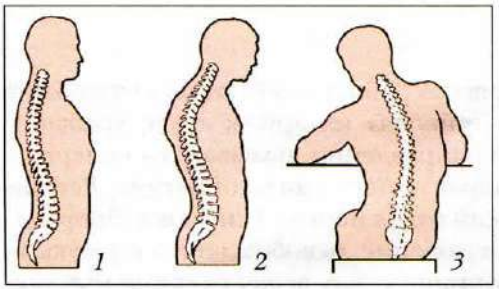


Рис. 31. Позвоночник человека:
1 – с правильной осанкой;
2 – с круглой спиной, сутулого;
3 – с боковыми искривлениями

При нарушениях осанки нередко приходится обращаться к врачу. Для ее коррекции обычно назначают индивидуальный комплекс физических упражнений. С помощью систематических занятий корригирующей гимнастикой можно исправить многие дефекты опорно-двигательной системы.

Рис. 32. Осанка при ходьбе:
1 – правильное положение корпуса;
2 – боковые искривления, вызванные неравномерной нагрузкой на правую и левую стороны;
3 – сутулость, вызванная привычкой смотреть под ноги;
4 – запрокидывание корпуса при ходьбе; изгибы позвоночника развиты слабо

Предупреждение искривлений позвоночника

Особенно важно следить за осанкой в детстве, когда опорно-двигательная система развивается. Кости у детей гибкие и легко искривляются.

При переносе тяжестей нагрузка должна быть посильной и распределяться равномерно. Младшим школьникам носить учебники лучше в ранце, за спиной. Если ученик пользуется портфелем, нужно помнить, что нельзя носить его все время в одной руке.

Сидеть во время работы за столом, партой также нужно правильно. Это сохранит здоровье, красоту тела, повысит работоспособность. Сидеть надо прямо, слегка наклонив туловище и голову. Расстояние от глаз до рабочего места — 30–35 см, между грудью и партой — ширина ладони. Ноги должны упираться в пол или подставку полной ступней. При сидении человек должен занимать весь стул или скамью, локти держать на столе. При движении и стоянии тело следует держать прямо, равномерно опираться на обе ноги.

Систематические занятия физической культурой, спортом способствуют правильному формированию опорно-двигательной системы и осанки.

Практическая работа
Проверяем правильность осанки

Проверять правильность осанки лучше вдвоем. Один будет врачом, а второй — пациентом. Как же следует осматривать пациента?

Попросите пациента раздеться до пояса и встать к вам спиной. Руки его опущены вниз. Посмотрите, на одном ли уровне находятся углы лопаток. Если один угол лопатки или одно плечо выше, а другой ниже, можно предположить боковое искривление — сколиоз. Между опущенными руками и туловищем образуются треугольники. Посмотрите, равны ли они. При боковых искривлениях равенства нет (рис. 33).

Частый недостаток осанки — *сутулость*. Ее определить можно так. Возьмите мерную ленту, которой пользуются портные. Найдите на плечах самые крайние точки и измерьте расстояние между ними сначала со стороны груди, а затем со стороны спины. Если результаты примерно одинаковы — все в порядке, если второе число намного больше первого — сутулость есть.

Мы уже говорили, что позвоночник имеет S-образную форму, благодаря чему смягчаются удары при ходьбе, беге, прыжках. Иногда эти изгибы бывают плохо выражены — *прямая спина*. Однако чаще встречается другой недостаток: спина слишком выпукла — *круглая спина*.

Иногда наблюдается значительное искривление позвоночника в области поясницы, вследствие чего живот выступает вперед. Внутренние органы

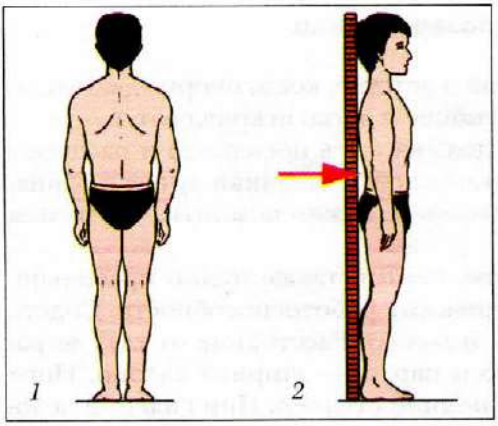


Рис. 33. Определение правильности осанки:
1 – плечи и углы лопаток на одном уровне, треугольники между опущенными руками и туловищем одинаковы слева и справа;
2 – лопатки, ягодицы и пятки прижаты к стене, под поясницу можно просунуть ладонь, а не кулак

при этом опираются не на таз, а на нижнюю сторону живота. Они растягивают его мышцы, которые становятся дряблыми, и живот еще больше выступает вперед. Спина у таких людей может принять седловидную форму. Выявить последний недостаток нетрудно, если испытуемого поставить спиной к стене так, чтобы к ней прикасались его лопатки, ягодицы и пятки. В этом положении между стенкой и поясницей должна проходить ладонь. Если проходит кулак – осанка нарушена.

Различают три степени нарушений осанки. При нарушениях первой степени отклонения от нормы слабо выражены и исчезают в прямой стойке. При нарушениях осанки второй степени отклонения от нормы устойчивы. Они не исчезают в прямой стойке, но связаны, как правило, только с неразвитостью мышечного аппарата, а потому поддаются исправлению. Искривления позвоночника третьей степени затрагивают скелет и лечению поддаются с трудом.

Обычно с нарушениями первой степени человек справляется сам. Нарушения второй степени требуют консультации специалиста. При тяжелых нарушениях третьей степени необходимо систематическое лечение и даже оперативное вмешательство, например для устранения горба.

Предупреждение плоскостопия

Средняя часть стопы немного приподнята, имеет сводчатую форму. Это позволяет смягчать толчки при ходьбе и прыжках. Если люди большую часть дня проводят на ногах, переносят большие тяжести, у них может развиться *плоскостопие*, т. е. форма свода стопы меняется, становится плоской. К плоскостопию может привести очень узкая и тесная обувь или увлечение обувью на высоких каблуках. Люди с плоской стопой при ходьбе и стоянии быстро устают. Для предупреждения плоскостопия существуют специальные упражнения (рис. 34). Полезно также ходить босиком, на цыпочках, заниматься плаванием, подвижными играми. Обувь должна быть на небольшом каблуке (3–5 см).

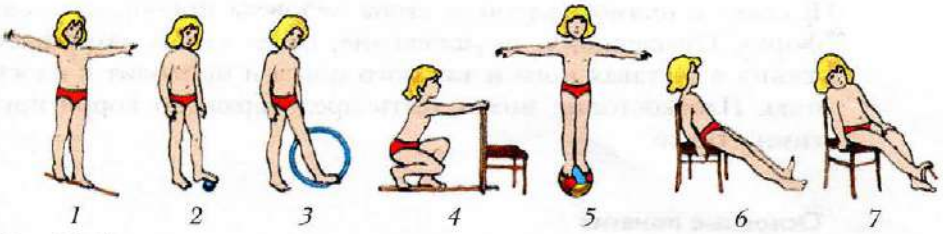


Рис. 34. Упражнения, предупреждающие плоскостопие:
1 – ходьба по палке; *2* – катание мяча ногой; *3* – катание обруча пальцами ног; *4* – приседание на палке; *5* – приседание на мяче; *6* – сгибание и разгибание стопы; *7* – захват и перекладывание предметов пальцами ноги

Практическая работа
Есть ли у вас плоскостопие?

Как узнать, плоская ли у вас стопа? Возьмите лист белой бумаги и положите его на пол. Затем встаньте на него мокрой ногой. Получится след (рис. 35). Соедините самые крайние точки со стороны большого пальца и пятки — линия АК. Найдите среднюю точку М. Затем восстановите перпендикуляры АВ и MD от точек А и М. Найдите точку пересечения MD со следом и обозначьте ее буквой С. Затем CD разделите на АВ. Если получится число больше 0,33, то имеет место плоскостопие, если меньше, то все в порядке. У многих людей отрезок CD равен нулю, это в пределах нормы.

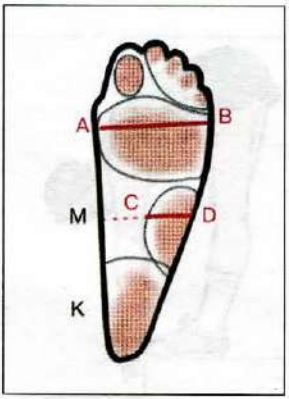


Рис. 35. Определение наличия плоскостопия

Существует и более быстрый прием определения плоскостопия. На следе центр пятки соединяют с центром третьего пальца, если полученный отрезок не пересекает след в самой узкой его части, то плоскостопия нет.

1. Что такое осанка? В чем преимущества правильной осанки?
2. Каковы причины нарушения осанки? Как их избежать?
3. Как определить, есть ли у вас искривление позвоночника и плоскостопие?

Обобщение

Осанкой называют привычное положение тела в покое и при движении. Правильная осанка обеспечивает нормальную работу мышц и внутренних органов. Нарушения осанки возникают под влиянием неправильного питания и неравномерной нагрузки при ходьбе, сидении, переносе тяжестей.

В связи с прямохождением стопа человека приобрела сводчатую форму. Опущение, т. е. уплощение, свода стопы затрудняет движения в суставах ноги и тазового пояса и приводит к плоскостопию. Плоскостопие может быть предотвращено корригирующей гимнастикой.

Основные понятия

Осанка. Нарушения осанки: прямая спина, сколиоз, сутулость (круглая спина), изгибы позвоночника. Свод стопы. Плоскостопие. Корригирующая гимнастика.

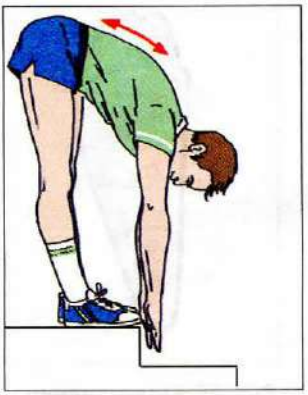


Рис. 36. Определение гибкости позвоночника

Практическая работа
Гибок ли ваш позвоночник?

Встаньте на ступеньку лестницы и, не сгибая коленей, максимально наклонитесь вперед, попытайтесь дотянуться пальцами рук до нижнего края опоры, а если удастся, то опустите руки ниже ее (рис. 36). Теперь с помощью линейки измерьте расстояние от кончика среднего пальца до опоры. Если пальцы оказались ниже ее, поставьте знак «+», если не дотянулись, то знак «−».

Результаты считаются отличными, если у мальчиков они равны +6 ÷ +9, а у девочек +7 ÷ +10. Все остальные положительные результаты следует оценить как хорошие, а вот отрицательные — как посредственные. Они говорят о недостаточной гибкости позвоночника.

§ 13 Развитие опорно-двигательной системы

Скелет и мышцы человека изменяются в течение жизни. В детстве, юношеском возрасте они быстро растут и развиваются. Рост и окостенение скелета завершаются к 25 годам. Кости растут в длину до 23–25 лет, а в толщину до 30–35 лет. Нормальное развитие опорно-двигательной системы зависит от полноценного питания, наличия в пище витаминов и минеральных солей. На развитие скелета влияет также двигательная активность человека. У людей, которые занимаются физическим трудом, спортом, на костях в местах прикрепления мышц образуются выступы, бугорки. Это увеличивает поверхность соприкосновения сухожилия мышцы с костью, что содействует

прочности прикрепления. Кроме того, надкостница обильнее снабжается кровью, кости быстрее растут. Они крепче и прочнее.

Значение двигательной активности. Без движения нельзя представить жизнь и труд человека. Движения необходимы для его нормального физического и умственного развития.

В наше время значительную часть тяжелого физического труда взяли на себя различные машины и приспособления. Это привело к тому, что человек стал меньше двигаться, снизилась его мышечная нагрузка.

Недостаток движения, т. е. *гиподинамия* (букв.: снижение силы), вредно влияет на здоровье человека. Нарушается работа сердца, легких, снижается устойчивость к болезням, развивается ожирение. Для поддержания двигательной активности человек должен постоянно заниматься физическим трудом, физкультурой, спортом.

Значение тренировки мышц. При работе мышцы лучше снабжаются кровью. Она приносит клеткам мышц больше питательных веществ и кислорода.

В организме непрерывно идут процессы обмена веществ. Часть всосавшихся в кишечнике веществ идет на построение элементов клеток и тканей, на синтез ферментов. Другая часть распадается и окисляется с освобождением энергии. Эти процессы тесно связаны между собой. Чем сильнее идут процессы распада и окисления, тем интенсивнее создаются новые вещества.

При несоответствии между поступлением питательных веществ и энерготратами избыток всосавшихся веществ идет на образование жира. Он откладывается не только под кожей, но и в соединительной ткани, которая нередко замещает специализированные ткани (мышечную, печеночную и др.).

Рассмотрим, что происходит при интенсивной мышечной работе. Интенсивное биологическое окисление органических веществ приводит к образованию большого количества молекул АТФ, которые участвуют в работе мышц. Мышечная работа происходит за счет распада молекул АТФ с освобождением энергии. После ее окончания обычно значительный запас неизрасходованных молекул АТФ остается в мышечных волокнах. За счет этих молекул идет восстановление утраченных структур, причем их оказывается больше, чем было в начале работы. Это явление называется *тренировочным эффектом.* Он наступает после интенсивной мышечной работы при условии достаточного отдыха и полноценного питания. Но всему есть свой предел. Если работа слишком интенсивная, а отдых после нее недостаточен, то восстановления разрушенного и синтеза нового не будет.

Следовательно, тренировочный эффект будет проявляться не всегда. Слишком малая нагрузка не вызовет такого распада веществ, который смог бы накопить много молекул АТФ и стимулировать синтез новых структур, а слишком напряженная работа может привести к преобладанию распада над синтезом и к дальнейшему истощению организма. Тренировочный эффект

дает лишь та нагрузка, при которой синтез белков обгоняет их распад. Вот почему для успешной тренировки затрачиваемые усилия должны быть достаточными, но не чрезмерными. Другое важное правило состоит в том, что после работы необходим обязательный отдых, позволяющий восстановить утраченное и приобрести новое.

Сейчас медицине известны вещества, которые могут резко поднимать на короткое время нервную и мышечную силу, а также препараты, стимулирующие синтез мышечных белков после действия нагрузок. Первая группа препаратов получила название *допингов*. (Впервые допинг стали давать лошадям, участвующим в скачках. Они действительно показывали большую резвость, но после скачек никогда не восстанавливали свою прежнюю форму, чаще всего их пристреливали.) В спорте применение этих веществ категорически запрещено. Спортсмен, принявший допинг, имеет преимущество перед теми, кто его не принимал, и его результаты могут оказаться лучшими не за счет совершенства техники, мастерства, труда, а за счет приема препарата, к тому же допинг очень вредно действует на организм. За временным повышением работоспособности может последовать полная инвалидность.

Вещества второго типа используют в медицине, например при восстановлении мышечной деятельности после того, как снят гипс, наложенный после перелома кости. В спорте эти вещества находят ограниченное применение.

Систематические занятия физическими упражнениями способствуют росту и развитию мышц. Человек становится физически сильнее, выносливее.

Как правильно распределить физические нагрузки? Надо ли выполнять силовые упражнения, едва проснувшись? Оказывается, нет. Цель утренней зарядки лишь в том, чтобы перейти от сна к состоянию бодрствования, усилить кровообращение и дыхание, поднять работоспособность. Обычно зарядка включает от пяти до десяти упражнений для различных групп мышц. Зарядка начинается с потягивания, что способствует разминке мышц, суставов и связок. Затем выполняются упражнения для плечевого пояса, рук, туловища, тазового пояса и ног. Заканчивается зарядка бегом на месте, ходьбой и дыхательными движениями, нормализующими кровообращение.

В комплекс физических упражнений обычно включают *статические* и *динамические упражнения*. К статическим относятся такие упражнения, как «ласточка», «позы йогов»; к динамическим — все упражнения, включающие те или иные движения. Статические упражнения развивают силу, выносливость, способность работать при недостатке кислорода, но они не могут развить быстроту, точность и целенаправленность движений. Это достигается с помощью динамических упражнений. Таким образом, статические и динамические упражнения дополняют друг друга и используются в нужном соотношении.

Один и тот же комплекс упражнений перестает оказывать влияние на организм человека, если он становится привычным. Поэтому раз в неделю комплекс упражнений обычно обновляют.

Основная задача уроков физической культуры в школе — научить правильным экономным движениям при выполнении ходьбы, бега, прыжков, при катании на лыжах и коньках, работе на спортивных снарядах. Но получить такую нагрузку, которая давала бы тренировочный эффект, на уроках физкультуры удается нечасто. Поэтому необходимы занятия спортом. Большое значение для каждого человека имеет правильный выбор вида спорта. При этом надо исходить из своих анатомо-физиологических предпосылок, способностей, возраста, состояния здоровья.

Развивая мышцы, мы тренируем и нервную систему. Наши движения становятся более точными, быстрыми и экономными. Вспомните, какими неловкими были ваши первые движения на коньках, велосипеде и какими они стали, когда вы научились хорошо кататься. Физические упражнения развивают грудную клетку, дыхательные мышцы, укрепляют сердце, улучшают работу пищеварительной системы.

Летом полезно плавать. При плавании работают все группы мышц. Плавание — прекрасное средство массажа тела и закаливания организма. Оно делает человека устойчивым к простудным заболеваниям. Зимой непременно ходите на лыжах. При лыжном пробеге работают мышцы ног, рук, спины, укрепляются кровеносная, дыхательная и нервная системы.

Полезен для тренировки мышц и разнообразный физический труд: работа в саду и огороде, уборка класса и квартиры.

?

1. Как и когда завершается окостенение скелета? Каково значение правильного питания для роста и развития человека?
2. Почему недостаток мышечной активности вреден для здоровья?
3. Как и при каких условиях возникает тренировочный эффект?
4*. Почему после состязаний спортсмены проходят допинг-контроль?

Обобщение

Скелет и мышцы изменяются в процессе всей жизни человека. Они совершенствуются при тренировках и деградируют при гиподинамии. Увеличение мышечной силы происходит при нагрузках, близких к предельным, достаточном питании и полноценном отдыхе.

Основные понятия

Гиподинамия. Тренировочный эффект. Статические и динамические упражнения. Допинг.

Проверьте себя

Ответьте на вопросы и выполните задания

1. Охарактеризуйте роль мышц и костей скелета в организме.
2. Рассмотрите рис. 14 и 15, сопоставьте строение трубчатой кости с микростроением компактного вещества. Объясните назначение микроскопических канальцев, выложенных прочными стенками.
3. Просмотрите табл. 1 на с. 12, 13 и выпишите морфологические признаки и функциональные особенности скелета, доказывающие родство человека с приматами, особенно с человекообразными обезьянами.
4. Назовите особенности скелета человека, связанные с прямохождением, с развитием мозга и речи, с трудовой деятельностью людей.
5. Какие особенности скелета говорят о том, что человек принадлежит к типу хордовых, подтипу позвоночных, к отряду млекопитающих, к роду приматов и к семейству человекообразных обезьян?
6. Какими свойствами обладают гладкие и поперечно-полосатые мышцы и каким отделом нервной системы регулируется каждая из них?
7. Что происходит при гиподинамии и систематических физических нагрузках?
8. В чем заключается тренировочный эффект? При каких условиях он достигается?
9. Какими способами можно выявить искривление позвоночника и плоскостопие?
10. Как наиболее рационально распределять физическую нагрузку?

Дополните утверждения

1. Лобная кость относится к ..., пяточная — к ..., а плечевая — к ...
2. Суставная головка и суставная впадина покрыты ... хрящом, сам сустав находится в суставной ... и укреплен ...
3. Рост кости в толщину происходит благодаря ..., а рост в длину — за счет замещения ... в зонах роста.
4. Грудные мышцы и широчайшая мышца спины приводят плечо к туловищу. Они являются ..., а дельтовидная мышца отводит плечо в сторону, по отношению к первым эта мышца является их ...
5. При перемещении груза мышца совершает ... работу, при удержании груза ...

Отметьте верные высказывания

1. Процент органических веществ больше в костях детей.
2. Костно-мозговая полость заполнена красным мозгом.
3. Лопатка сочленяется с ребрами, образуя суставы.

4. Позвоночник человека имеет S-образный изгиб.
5. Скелетная мышца сокращается за счет поперечно-полосатой мышечной ткани.
6. Сокращение мышцы осуществляется за счет биологического окисления органических веществ мышечного волокна.

Выберите правильный ответ

1. При травмах конечностей применяют шину для того, чтобы ...
   а) кости правильно срослись;
   б) избежать новых повреждений при транспортировке.
2. Боковые искривления позвоночника называются ...
   а) сутулостью;
   б) сколиозом;
   в) круглой спиной.
3. Цель утренней зарядки в том, чтобы ...
   а) перейти от сна к бодрствованию;
   б) развить силу и ловкость;
   в) приучить организм к работе при недостатке кислорода.
4. Перетренировка вредна, потому что ...
   а) приводит к сильной усталости;
   б) позволяет восстановить силы.

§ 14 Внутренняя среда. Значение крови и ее состав

Внутренняя среда

Подавляющее большинство клеток нашего организма функционирует в жидкой среде. Из нее клетки получают необходимые питательные вещества и кислород, в нее выделяют продукты своей жизнедеятельности. Лишь верхний слой ороговевших, по существу мертвых, клеток кожи граничит с воздухом и защищает жидкую внутреннюю среду от высыхания и других изменений. Внутреннюю среду организма составляют *кровь*, *тканевая жидкость* и *лимфа* (рис. 37).

Кровь движется по системе замкнутых сосудов и непосредственно не контактирует с клетками ткани.

Тканевая жидкость образуется из жидкой части крови. Она получила такое название потому, что находится среди тканей тела. Питательные вещества из крови попадают в тканевую жидкость и в клетки. Продукты распада перемещаются в обратном направлении.

Лимфа. Избыток тканевой жидкости попадает в вены и лимфатические сосуды. В лимфатических капиллярах она изменяет свой состав и становится *лимфой*. Лимфа медленно движется по лимфатическим сосудам и в конце концов попадает снова в кровь. Предварительно лимфа проходит через особые образования — лимфатические узлы, где она фильтруется и обеззараживается, обогащается лимфатическими клетками.

Жидкости, составляющие внутреннюю среду, обладают постоянным составом — *гомеостазом*. Он является результатом подвижного равновесия веществ, одни из которых приходят во внутреннюю среду, а другие покидают ее. Из-за небольшой разницы между поступлением и расходом веществ их концентрация во внутренней среде непрерывно колеблется от ... и до ... . Так, количество сахара в крови у взрослого человека может колебаться от 0,8 до 1,2 г/л. Большее или меньшее, чем в норме, количество определенных компонентов крови обычно свидетельствует о наличии какого-либо заболевания.

Кровь и ее состав

Значение крови. В организме человека кровь связывает каждый орган, каждую клетку тела между собой. Кровь разносит питательные вещества, полученные из пищи в органах пищеварения. Она доставляет к клеткам кислород из легких, а углекислый газ, вредные, отработанные вещества несет к тем органам, которые их обезвреживают или выводят из организма.

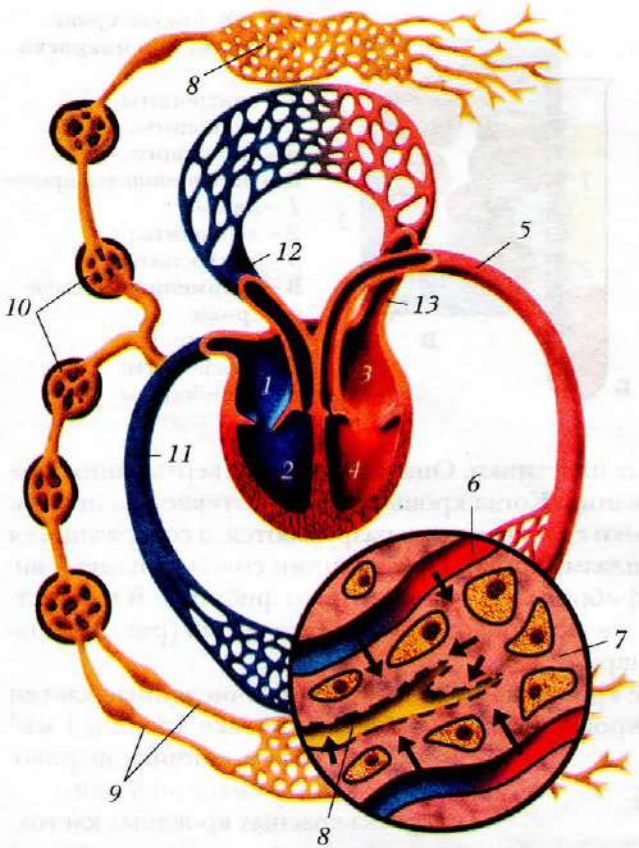


Рис. 37. Движение крови, тканевой жидкости и лимфы в организме человека.

Сердце:
1 – правое предсердие;
2 – правый желудочек;
3 – левое предсердие;
4 – левый желудочек.

Компоненты внутренней среды:

поступление жидкости к тканям: *5* – аорта и артерии;

образование тканевой жидкости и лимфы в тканях (показано стрелками):
6 – кровеносный капилляр;
7 – тканевая жидкость;
8 – лимфатический капилляр;

отток лимфы в кровь:
9 – лимфатические сосуды;
10 – лимфатические узлы;
11 – вены большого круга кровообращения, куда впадает лимфа;

движение крови по малому кругу:
12 – легочная артерия;
13 – легочная вена

Количество крови у человека зависит от возраста и массы тела, у взрослого человека оно составляет примерно 5–6 л. Кровь – это красная непрозрачная жидкость, состоящая из *плазмы* и *форменных элементов*. Различают красные кровяные клетки *(эритроциты)*, белые кровяные клетки *(лейкоциты)* и кровяные пластинки *(тромбоциты)* (рис. 38).

Плазма крови. Это желтоватая полупрозрачная жидкость, состоящая из воды, минеральных веществ, белков, жиров, углеводов и некоторых других веществ. Основная часть плазмы – вода. Из органов пищеварения в плазму крови поступают питательные вещества, которые она разносит ко всем органам тела. Вредные вещества и избыток воды из разных частей тела плазма доставляет к органам выделения.

В плазме крови имеется белок *фибриноген*, который при свертывании крови превращается в нерастворимые нити *фибрина* и образует сгусток, препятствующий кровотечению из ран.

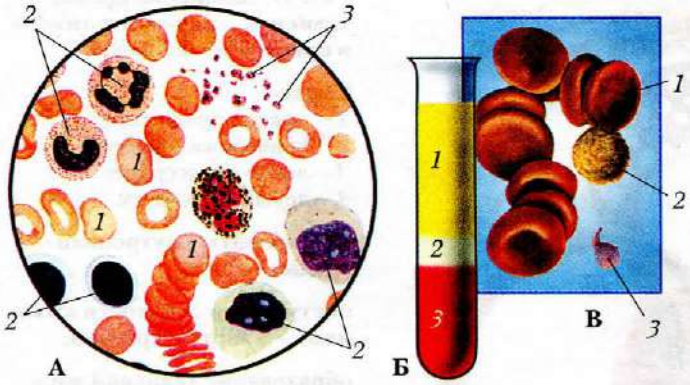


Рис. 38. Состав крови:
А — кровь под микроскопом:
1 — эритроциты;
2 — лейкоциты;
3 — тромбоциты;
Б — расслоившаяся кровь:
1 — плазма;
2 — лейкоциты;
3 — эритроциты;
В — форменные элементы крови:
1 — эритроциты;
2 — лимфоциты;
3 — тромбоциты

Тромбоциты — кровяные пластинки. Они участвуют в свертывании крови. Это очень мелкие образования. Когда кровь из раны вытекает на поверхность кожи, кровяные пластинки склеиваются и разрушаются, а содержащиеся в них *ферменты* попадают в плазму крови. При наличии солей кальция и витамина К плазменный белок фибриноген образует нити фибрина. В них застревают эритроциты и другие клетки крови, и образуется тромб (рис. 39). Он-то и не дает крови вытекать наружу.

Эритроциты — красные кровяные клетки. Это многочисленные клетки крови, видимые только в микроскоп. В мельчайшей капельке крови в 1 мм^3 (это примерно объем кончика шариковой ручки) их содержится до 5 млн.

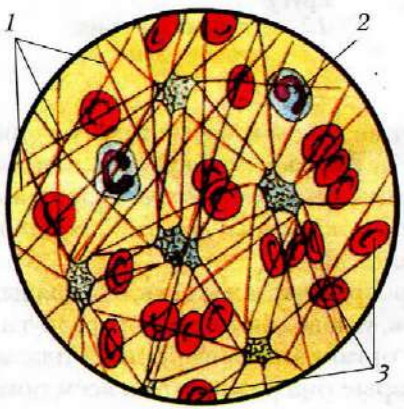


Рис. 39. Строение тромба:
1 — нити фибрина; *2* — лейкоциты; *3* — эритроциты
(комки распавшихся тромбоцитов показаны серым цветом)

Окраска красных кровяных клеток, эритроцитов, зависит от содержащегося в них *гемоглобина*. Гемоглобин способен легко соединяться с кислородом и легко отдавать его. Красные кровяные клетки переносят кислород от легких ко всем органам.

В отличие от других классов позвоночных животных у млекопитающих (и человека в том числе) эритроциты не имеют ядра. Оно выталкивается по мере созревания клетки, и эритроцит приобретает двояковогнутую форму, что увеличивает поверхность соприкосновения эритроцита с воздухом легочных пузырьков и увеличивает его полезный объем (ядро эритроцита гемоглобин

не содержит!). Углекислый газ от тканей к легким частично переносит плазма крови, частично — гемоглобин эритроцитов.

Лейкоциты — белые кровяные клетки. В отличие от красных кровяных клеток они бесцветны. Лейкоциты больше по размерам и имеют ядро. Количество их в 1 мм^3 крови значительно меньше и составляет 6–8 тыс. Некоторые белые кровяные клетки способны изменять свою форму и самостоятельно двигаться даже против тока крови. Лейкоциты легко проникают через стенки сосудов в ткани, поэтому их можно обнаружить не только в крови, но и в любой части тела. Особенно много их скапливается в пораженных местах. Приблизившись к микробам, белые клетки крови поглощают, а затем уничтожают их, при этом часто погибая. Гной, который появляется при воспалительных процессах, содержит множество погибших микробов и белых клеток крови.

Лейкоциты чрезвычайно разнообразны и борются с микробами разными способами. Способность определенных клеток лейкоцитов захватывать микробы и уничтожать их была открыта И.И. Мечниковым — великим русским ученым, лауреатом Нобелевской премии. Клетки лейкоцитов этого типа И.И. Мечников назвал *фагоцитами*, т. е. пожирателями, а сам процесс уничтожения микробов фагоцитами — *фагоцитозом* (рис. 40). Наряду с фагоцитами в крови есть лейкоциты, уничтожающие микробов иными способами. Речь идет о *лимфоцитах*.

Лимфоцит имеет вид шарика, на его поверхности находятся многочисленные ворсинки, похожие на щупальца. С их помощью лимфоцит обследует поверхность других клеток, отыскивая чужеродные соединения — *антигены*.

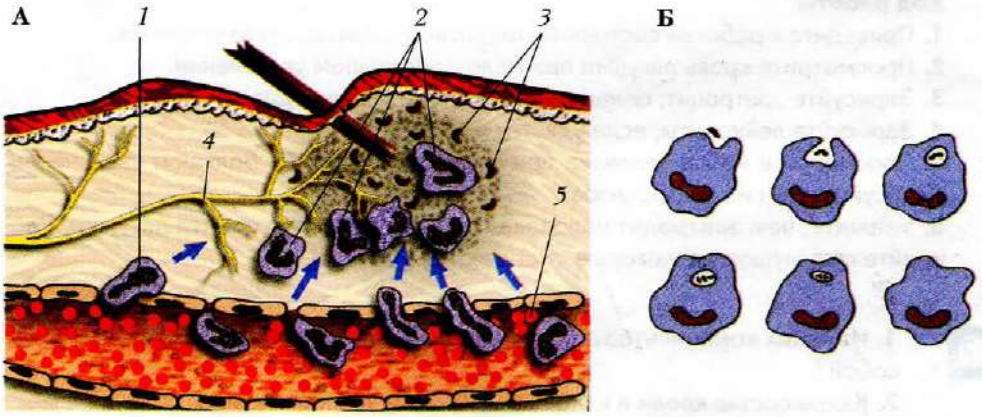
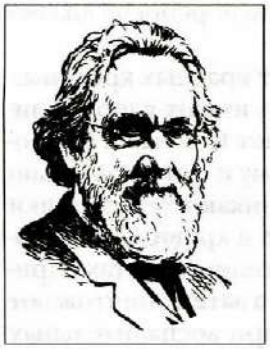


Рис. 40. Фагоцитоз:
А — воспаление, вызванное занозой:
1 — фагоциты, выходящие из сосуда; *2* — защитный вал; *3* — микробы, занесенные занозой (сероватым цветом показан гной); *4* — нервы; *5* — эритроциты;
Б — уничтожение микроба фагоцитом



Мечников Илья Ильич (1845–1916)

Чаще всего они встречаются на поверхности фагоцитов, уничтоживших чужеродные тела. Если на поверхности клеток встречаются только «свои» молекулы, лимфоцит движется дальше, а если чужие – щупальца, как клешни рака, смыкаются. Затем лимфоцит посылает через кровь химические сигналы другим лимфоцитам, и те начинают вырабатывать по найденному образцу химические противоядия – *антитела*, состоящие из белка гамма-глобулина. Этот белок выбрасывается в кровь и оседает на различных клетках, например на эритроцитах. Антитела нередко выходят за пределы кровеносных сосудов и размещаются на поверхности клеток кожи, дыхательных путей, кишечника. Они являются своеобразными ловушками для чужеродных тел, например для микробов и вирусов. Антитела либо склеивают их, либо разрушают, либо растворяют, короче говоря, выводят из строя. При этом постоянство внутренней среды восстанавливается.

Лабораторная работа № 5
Сравнение крови человека с кровью лягушки

Оборудование: микроскопы, постоянные микропрепараты крови лягушки и человека, штатив для микропрепаратов.

Ход работы

1. Приведите в рабочее состояние микроскоп, определите увеличения.
2. Просмотрите кровь лягушки при малом и большом увеличении.
3. Зарисуйте эритроцит; опишите его форму и форму ядра.
4. Зарисуйте лейкоциты, если удастся их найти.
5. Просмотрите кровь человека при малом, а затем при большом увеличении. Зарисуйте один из эритроцитов.
6. Укажите, чем эритроцит человека отличается от эритроцита лягушки. Раскройте преимущества, которые достигаются при этом.

?

1. Из каких компонентов состоит внутренняя среда? Как они связаны между собой?
2. Каков состав крови и каково ее значение для организма?
3. Назовите форменные элементы крови и их функции.
4. Кто открыл явление фагоцитоза? Как он осуществляется?
5. Каковы функции лимфоцитов?
6. Как происходит свертывание крови?
7*. Чем эритроциты человека отличаются от эритроцитов лягушки?

Обобщение

Внутреннюю среду организма человека составляют кровь, тканевая жидкость и лимфа. Они непрерывно циркулируют: в тканях часть плазмы крови покидает кровеносные сосуды и превращается в тканевую жидкость, избыток тканевой жидкости всасывается лимфатическими капиллярами и в виде лимфы оттекает по лимфатическим сосудам снова в кровь. Предварительно лимфа очищается в лимфатических узлах.

Основную транспортную функцию выполняет кровь. Она течет по замкнутым кругам кровообращения и приносит тканям кислород и питательные вещества, а также уносит продукты распада. Кровь доставляет к органам гормоны и другие гуморальные регуляторы.

Кровь состоит из жидкой плазмы и форменных элементов: тромбоцитов, эритроцитов и лейкоцитов. Тромбоциты участвуют в свертывании крови. Эритроциты содержат гемоглобин, который присоединяет кислород в легких и отдает его тканям. Углекислый газ частично переносится от тканей к легким гемоглобином, частично – плазмой крови. Лейкоциты выполняют защитную функцию. Одни из них – фагоциты – поглощают (пожирают) микроорганизмы и таким образом уничтожают их. Эту способность фагоцитов, названную фагоцитозом, открыл И.И. Мечников. Другие лейкоциты – лимфоциты – уничтожают микробов иначе: обнаруживая чужеродные вещества (антигены), лимфоциты поражают их химическими веществами – антителами.

Постоянство внутренней среды называют гомеостазом. Он является результатом подвижного равновесия веществ, одни из которых приходят во внутреннюю среду, а другие покидают ее.

Основные понятия

Кровь. Тканевая жидкость. Лимфа. Гомеостаз. Плазма крови. Форменные элементы крови. Фагоцитоз. Антиген. Антитело.

§ 15 Иммунитет

Иммунитетом называют способность организма находить чужеродные тела и вещества (антигены) и избавляться от них. Слово «иммунитет» происходит от латинского immunitas, что значит «избавление от чего-либо». Микробы, а также яды, которые они выделяют, являются антигенами и вызывают *иммунную реакцию*. В процессе длительного исторического развития в организме животных и человека выработалась *иммунная система*. К ее органам

относятся *костный мозг*, где формируются клетки крови, вилочковая железа (тимус), *лимфатические узлы*, *селезенка*, скопление *лимфоидной ткани* по ходу дыхательных путей и органов пищеварения. В последних созревают лимфоциты, образовавшиеся в костном мозге. Функции лимфоцитов тимуса и лимфатических узлов несколько отличаются и дополняют друг друга.

Различают *клеточный иммунитет*, при котором уничтожение чужеродных тел осуществляют клетки, например фагоциты, и *гуморальный иммунитет*, при котором посторонние тела удаляются с помощью *антител* – химических веществ, доставляемых кровью. Клеточный иммунитет был открыт И.И. Мечниковым, а гуморальный – П. Эрлихом. Нобелевская премия была присуждена им обоим.

Иммунитет может быть *видовым* (человек не болеет чумкой собак). К некоторым чужеродным телам иммунитет бывает *наследственным (врожденным)*, к другим он появляется после того, как антиген будет выявлен и опознан, а затем обезврежен *(приобретенный иммунитет)*.

Предупредительные прививки. Общеизвестно, что причиной многих заболеваний являются болезнетворные микробы. Эти болезни, как правило, заразные и могут захватывать целые области, а то и страны. Вспышки инфекционных болезней называют эпидемиями.

Причастность микробов к заразным заболеваниям была доказана замечательным французским ученым Луи Пастером, в лаборатории которого долгое время работал И.И. Мечников.

Луи Пастер высказал идею, что если заразить человека ослабленными микробами, которые вызовут легкое заболевание, то в дальнейшем этой болезнью человек не заболеет. У него выработается иммунитет, и его лейкоциты и антитела легко справятся с возбудителями. На эту мысль его натолкнули работы английского врача Э. Дженнера. Этот скромный сельский врач избавил человечество от оспы, страшной болезни, которая не только обезображивала лица людей, но и уносила много жизней.

Луи Пастер
(1822–1895)

Дженнер заметил, что оспой болеют не только люди, но и коровы. На вымени их образуются пузырьки, похожие на оспенные. Во время дойки жидкость, содержащаяся в этих пузырьках, часто втиралась в кожу людей, но доярки редко болели оспой. Как выяснилось впоследствии, мельчайшие микроскопические существа – *вирусы*, вызывающие оспу коров, несколько отличаются от тех вирусов, которые поражают человека. Однако иммунная система человека реагирует и на них.

Дженнер привил жидкость, взятую из оспинок коров, здоровому мальчику, а через некоторое время привил ему человеческую оспу. Но мальчик не заболел. В его организме после прививки выработались антите-

ла, которые защитили его от болезни. Жидкость, содержащую ослабленные микробы или их яды, стали называть *вакциной*[1].

С именем Пастера связано появление многих вакцин от различных болезней, например вакцины против бешенства. Бешенство вызывает вирус, поражающий собак, волков, лис и многих других животных. Опасен он и для человека. Вирус бешенства поражает клетки нервной системы. У заболевшего животного или человека от воды возникают судороги глотки и гортани. Невозможно пить, хотя мучает жажда. От паралича дыхательных мышц или от прекращения сердечной деятельности может наступить смерть.

При укусе собаки или другого животного необходимо срочно обратиться к врачу. Он проведет курс прививок против бешенства, которые предложил Луи Пастер. Любое животное, укусившее человека, должно быть обязательно обследовано ветеринаром.

Запомните! **Иммунитет против бешенства длится всего-навсего год, и потому при повторных укусах приходится делать прививки снова, если этот срок прошел.**

Иммунитет, имеющийся или самовозникающий у человека, называют *естественным*. Иммунитет, полученный путем использования медицинских средств, называют *искусственным*. Создание искусственного иммунитета нашло широкое распространение во всем мире. В нашей стране детям делают прививки, чтобы они не болели опасными болезнями. Это предотвращает эпидемии.

Активный иммунитет. Если человек здоров, ему вводят вакцину. Она содержит ослабленные микробы или их яды. Попадая в организм, эти чужеродные вещества и тела вызывают *иммунную реакцию*. У человека вырабатывается иммунитет против болезни, которую ему привили.

Иммунитет, который был выработан в организме человека в результате болезни или введения ему вакцины, называется активным.

Пассивный иммунитет. Иногда человеку вводят готовые антитела, выработанные другим организмом. Такой иммунитет называют пассивным. Он действует недолго, так как введенные антитела быстро выводятся из организма.

Человеку, заболевшему дифтерией, вводят антитела, выработанные в организме лошади. Чтобы их получить, сначала лошади вводят ослабленный дифтерийный яд. В ответ у нее происходит иммунная реакция. В крови накапливаются антитела. После этого у лошади берут кровь и приготавливают из ее плазмы лечебную сыворотку, содержащую антитела против дифтерии. Эту сыворотку, тщательно очищенную от примесей и микробных ядов, вводят больному. Она связывает дифтерийный яд, и состояние больного улучшается.

Особую бдительность надо проявлять при травмах, полученных в сельской местности, так как можно заразиться столбняком. Возбудители столбня-

[1] От лат. vaccina – *коровья*.

ка развиваются в кишечнике домашних животных и попадают в почву с навозом. Если рана загрязнена почвой, необходимо ввести антистолбнячную *лечебную сыворотку*. Столбняк — опасное неизлечимое заболевание. Оно начинается как ангина — болью в горле. Затем наступают судороги, которые приводят к мучительной смерти. Введение лечебной сыворотки, в которой содержатся готовые антитела, уничтожает столбнячный яд.

1. Что такое иммунитет? Перечислите органы иммунной системы. Сравните клеточный и гуморальный иммунитет.
2. Как вакцины были созданы для предупредительных прививок?
3. Чем лечебная сыворотка отличается от вакцины?
4. Какая разница между активным и пассивным иммунитетом? Какой из них действует более длительное время?

Обобщение

Иммунитетом называют способность организма устранять антигены — чужеродные тела и вещества — в ходе иммунной реакции. Костный мозг, тимус, лимфатические узлы, селезенка, скопление лимфоидной ткани по ходу дыхательных путей и органов пищеварения являются органами иммунной системы.

Различают клеточный иммунитет (фагоцитоз) и гуморальный (образование антител — химических веществ, доставляемых кровью). Фагоциты могут уничтожать любые антигены, антитела — только те, против которых были выработаны.

Иммунитет бывает видовым, наследственным (врожденным) и приобретенным. Иммунитет самовозникающий и врожденный называют естественным, а полученный в результате применения медицинских препаратов (вакцин и лечебных сывороток) — искусственным (табл. 2).

Таблица 2

Классификация иммунитета

Естественный		Искусственный	
Активный	**Пассивный**	**Активный**	**Пассивный**
Видовой Наследственный Приобретенный в ходе болезни	Антитела передаются ребенку с молоком матери	Вакцинация — введение ослабленных антигенов, вызывающих образование собственных антител	Введение лечебной сыворотки, содержащей антитела, выработанные в организме донора

Основные понятия

Иммунитет: клеточный, гуморальный, активный и пассивный, естественный и искусственный, видовой, наследственный, приобретенный. Иммунная реакция. Предупредительная прививка. Вирусы. Вакцина. Лечебная сыворотка. Иммунная система. Костный мозг. Лимфатические узлы. Селезенка. Лимфоидная ткань.

§ 16 Тканевая совместимость и переливание крови

У каждого человека ткани имеют свои особенности, поэтому пересадка органов – кожи, почек, сердца – возможна лишь в том случае, если ткани людей *совместимы*. Несовместимая ткань организмом больного будет отторгнута, так как содержащиеся в ней чужеродные вещества вызовут иммунную реакцию, и антитела больного эту ткань уничтожат.

В эритроцитах переливаемой крови тоже могут оказаться антигены, которые могут быть уничтожены антителами плазмы крови больного. Поэтому переливать можно только ту кровь, которая совместима с кровью больного.

По врожденным иммунологическим особенностям кровь людей различается по присутствию особых белков *(изоантигенов*[1]*)* в эритроцитах – *A* и *B* и *антител* α и β, содержащихся в плазме крови. Кровь окажется иммунологически несовместимой, если при переливании белок *A* встретится с антителом α, а *B* с антителом β. В этом случае антитела плазмы крови больного склеят эритроциты переливаемой крови, они разрушатся и вызовут гибель больного. Выделяют 4 основные *группы крови*, хотя на самом деле их значительно больше. Особенности I, II, III и IV групп крови людей показаны в таблице 3.

Таблица 3

Группы крови человека

Группа крови	Изоантигены в эритроцитах	Групповые антитела плазмы	Частота встречаемости, %
I	Отсутствуют	α, β	33,5
II	*A*	β	37,8
III	*B*	α	20,5
IV	*A*, *B*	Отсутствуют	8,1

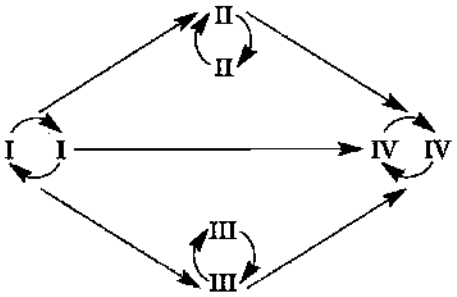
[1] *Изоантигены* – антигены, характерные для группы людей.

Люди, которые дают свою кровь для переливания, называются донорами[1]. Как видно из таблицы, в эритроцитах людей I группы отсутствуют белки *A* и *B*, а потому их кровь можно переливать людям любой другой группы. Им же можно переливать кровь только своей группы, поскольку эритроциты II, III и IV групп встретят опасные для них антитела либо α, либо β, либо то и другое. Людей, имеющих I группу крови, называют универсальными донорами. Их кровь можно переливать людям любых групп.

Люди, имеющие IV группу крови, универсальные реципиенты[2]. В их плазме отсутствуют групповые антитела, и поэтому им можно переливать кровь любых групп.

Доноры II и III групп могут давать кровь либо людям своей группы, либо IV группы, а переливать им можно кровь своей и I группы.

Схему переливания крови можно изобразить в следующем виде:



Группы крови обусловлены наследственным иммунитетом, который не меняется в течение жизни. Но в основе *групповой совместимости крови* может быть и приобретенный иммунитет. У большинства людей эритроциты содержат особый белок (изоантиген) — *резус-фактор*. Таких людей относят к резус-положительным. У резус-отрицательных людей этого изоантигена нет, причем в их плазме крови отсутствуют и уничтожающие его антитела.

Если резус-отрицательному человеку перелить кровь резус-положительного, у реципиента начнется иммунная реакция, и в его плазме крови будут накапливаться антитела, уничтожающие резус-белок. Если антител выработается немного, то первое переливание может пройти удовлетворительно. При повторных переливаниях эритроциты донора будут уничтожены, и реципиенту грозит гибель.

Тот же процесс может быть у резус-отрицательной женщины, если она вынашивает резус-положительного ребенка. Попадание в кровь матери эрит-

---

[1] От лат. dono — *дарю*.

[2] От лат. recipiens — *получающий, принимающий*.

роцитов плода, что случается при микротравмах, приводит к иммунной реакции организма женщины – выработке антител. Антитела, проникая в плод, разрушают его эритроциты. Если антител в плод попало немного, первая беременность может закончиться благополучно, но последующие будут проходить с осложнениями. Современная медицина способна предупредить их, но для этого необходимо вовремя обратиться к врачу.

Каждому человеку надо знать свою группу крови и наличие в эритроцитах резус-фактора.

1. Несовместимость тканей вызывает иммунную реакцию, в результате которой пересаженная ткань отторгается. Почему?
2. Как предупредить тканевую несовместимость при переливании крови?
3*. Что происходит при переливании резус-положительной крови резус-отрицательному больному?

Обобщение

При пересадке органов следует учитывать иммунологическую совместимость тканей донора и тканей больного. Несовместимая ткань вызовет иммунную реакцию, и «чужая» ткань будет отторгнута.
При переливании крови важно учитывать групповую совместимость. Совместимость крови I, II, III, IV групп обусловлена наследственным иммунитетом носителей этих групп крови. Реакция резус-отрицательного человека на кровь, эритроциты которой содержат резус-фактор, связана с приобретенным иммунитетом.

Основные понятия

Группы крови. Изоантигены. Резус-фактор. Антитела α, β. *Биологическая совместимость тканей. Групповая совместимость крови.*

§ 17 Строение и работа сердца. Круги кровообращения

Кровь в организме человека течет по замкнутой системе сосудов. Она находится в постоянном движении. Благодаря этому все органы и ткани тела получают питательные вещества и кислород, а также освобождаются от вредных веществ. Движение крови в организме человека называется *кровообращением.* Непрерывность тока крови обеспечивают органы кровообращения: *сердце* и *кровеносные сосуды.*

Сердце

Сердце располагается в грудной полости. Оно несколько сдвинуто влево. Сердце находится в околосердечной сумке. Ее внутренняя стенка выделяет жидкость, ослабляющую трение сердца. Размеры сердца примерно равны сжатой в кулак кисти. Сердце взрослого человека имеет массу, равную примерно 300 г. Его стенка состоит из трех слоёв: наружного — соединительнотканного, среднего — мышечного и внутреннего — эпителиального. Благодаря особым свойствам ткани сердца оно способно ритмично сокращаться. Строение сердца показано на рис. 41. Сердце состоит из четырех камер (отделов) — двух *предсердий* и двух *желудочков* (левого и правого). Правая и левая части сердца разделены сплошной перегородкой.

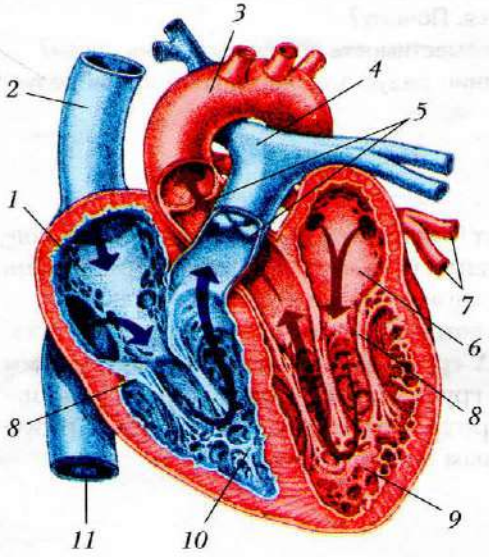


Рис. 41. Строение сердца:
1 — правое предсердие; *2* — верхняя полая вена; *3* — аорта; *4* — легочная артерия; *5* — полулунные клапаны; *6* — левое предсердие; *7* — легочные вены; *8* — створчатые клапаны; *9* — левый желудочек; *10* — правый желудочек; *11* — нижняя полая вена

Предсердия и желудочки каждой половины сердца сообщаются между собой. На границе между ними имеются *створчатые клапаны*. Они устроены так, что пропускают кровь только в сторону желудочков, препятствуя обратному кровотоку. Благодаря этому кровь может двигаться в одном направлении — из предсердий в желудочки.

Между желудочками и артериями находятся *полулунные клапаны*. Они также обеспечивают ток крови в одном направлении — из желудочков в артерии.

Сердце работает непрерывно в течение всей жизни человека, перекачивая кровь; ни один даже самый совершенный двигатель не может сравниться с ним по работоспособности.

Различают три фазы сердечной деятельности (рис. 42): сокращение предсердий, сокращение желудочков и паузу, когда предсердия и желудочки одновременно расслаблены. В это время сердце отдыхает. За одну минуту в покое оно сокращается примерно 60–70 раз. Высокая работоспособность сердца объясняется ритмичным чередованием работы и отдыха каждого из его отделов. В момент расслабления сердечная мышца восстанавливает свою рабо-

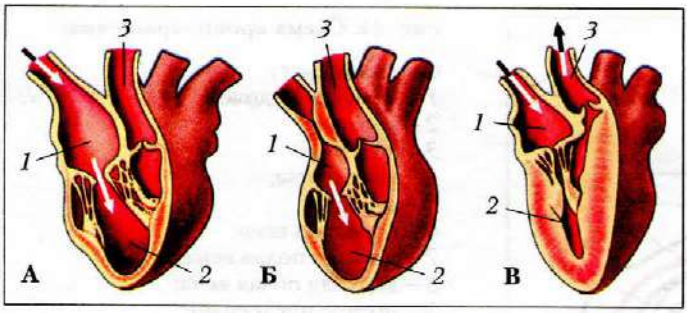


Рис. 42. Фазы сердечной деятельности:
А — пауза;
Б — сокращение предсердий;
В — сокращение желудочков
(*1* — предсердие;
2 — желудочек;
3 — аорта)

тоспособность. Частота сердечных сокращений зависит от условий, в которых находится человек. Во время сна сердце сокращается медленнее, а при физической работе сокращения учащаются.

Кровеносные сосуды

Сердце сокращается и выбрасывает кровь в сосуды, которые пронизывают все наше тело. Среди них различают артерии, капилляры и вены (рис. 43).

Артерии — это сосуды, которые несут кровь от сердца. Самая крупная из них называется *аортой*. В артериях кровь движется под большим давлением, поэтому они имеют толстые и упругие стенки. Располагаются артерии глубоко под мышцами. Крупные артерии распадаются на более мелкие, а мелкие ветвятся и образуют сеть капилляров.

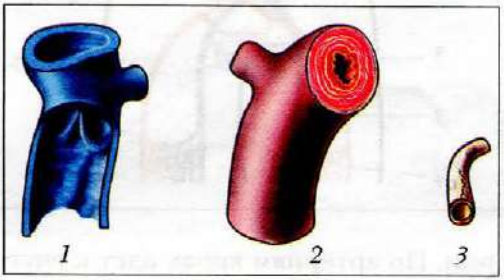


Рис. 43. Кровеносные сосуды:
1 — вена с кармановидными клапанами; *2* — артерия; *3* — капилляр

Капилляры — мельчайшие кровеносные сосуды, в 50 раз тоньше человеческого волоса. Они пронизывают все органы человека. Общая протяженность капилляров у человека составляет около 100 тыс. км. Капилляры собираются в вены.

Вены — это сосуды, которые несут кровь к сердцу. Многие из них располагаются неглубоко под кожей и поэтому хорошо видны на теле в виде синих жилок. Кровь по венам течет медленнее, чем в артериях, стенки их мягкие и тонкие. Многие вены имеют венозные клапаны.

Круги кровообращения

Кровеносные сосуды образуют в теле два круга кровообращения — *большой* и *малый* (рис. 44).

Большой круг кровообращения начинается от левого желудочка. Насыщенная кислородом (артериальная) кровь поступает в аорту, а из нее в арте-

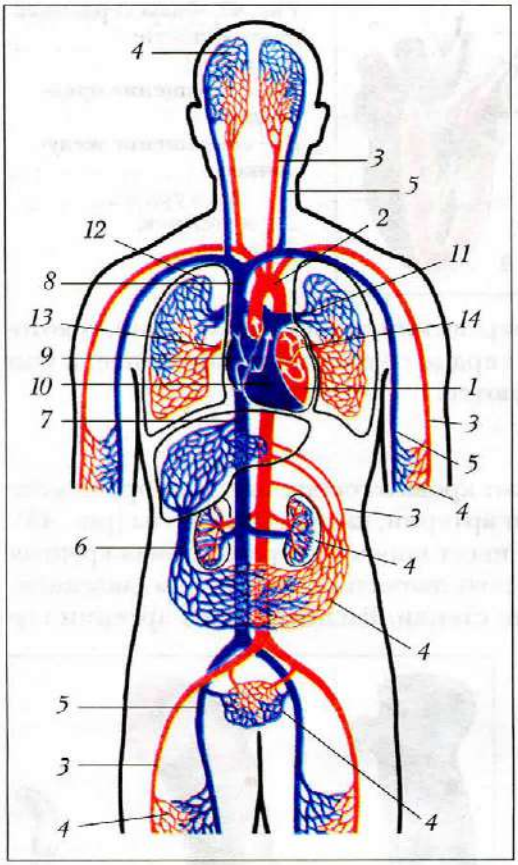


Рис. 44. Схема кровообращения:

большой круг:
1 – левый желудочек;
2 – аорта;
3 – артерии;
4 – капилляры;
5 – вены;
6 – воротная вена;
7 – нижняя полая вена;
8 – верхняя полая вена;
9 – правое предсердие;

малый круг:
10 – правый желудочек;
11 – легочная артерия;
12 – легочные капилляры;
13 – легочные вены;
14 – левое предсердие

рии. По артериям кровь идет к внутренним органам и тканям. Там артерии распадаются на капилляры. Через тонкие стенки капилляра артериальная кровь отдает клеткам тела питательные вещества и кислород, а забирает от них углекислый газ и продукты жизнедеятельности клеток, становясь венозной. Венозная кровь по венам поступает в правое предсердие, где заканчивается большой круг кровообращения.

Обратите внимание: термины «артериальная кровь» и «венозная кровь» указывают на степень насыщенности крови кислородом. Названия сосудов указывают лишь направления, куда движется кровь: артерия — от сердца, вена — к сердцу.

Малый круг кровообращения начинается от правого желудочка сердца. Венозная кровь по легочным артериям поступает в легкие. В легких артерии образуют густую капиллярную сеть, здесь происходит газообмен. Кровь насы-

щается кислородом и освобождается от углекислого газа. Из венозной кровь превращается в артериальную. По легочным венам артериальная кровь поступает в левое предсердие, где заканчивается малый круг кровообращения. Из левого предсердия кровь поступает в левый желудочек, а от него вновь направляется по сосудам большого круга кровообращения.

В малом круге кровообращения по артериям течет венозная кровь, а по венам — артериальная. Артериальная кровь насыщена кислородом, венозная им бедна.

1. Что входит в систему органов кровообращения?
2. Где расположено сердце? Каким способом можно определить его величину? Какое строение имеет сердце?
3. Какую функцию выполняют клапаны сердца? Как они действуют?
4. Каковы фазы сердечной деятельности? Что происходит в каждой из них?
5. Почему артерии имеют более толстые стенки, чем капилляры?
6. Проследите движение крови по большому кругу кровообращения. Что происходит в капиллярах большого круга кровообращения?
7*. Как образуются тканевая жидкость и лимфа? (Если забыли, посмотрите в § 14, рис. 37.)
8. Как движется кровь по малому кругу кровообращения? Что происходит в капиллярах легких?

Обобщение

Циркуляция крови в организме человека (кровообращение) происходит благодаря непрерывной работе сердца, которое последовательно перегоняет кровь по большому и малому кругам кровообращения. Сердце человека четырехкамерное. Левая и правая его части изолированы сплошной перегородкой, благодаря которой артериальная кровь не смешивается с венозной. Различают три фазы в работе сердца: сокращение предсердий, сокращение желудочков, пауза. Частота и сила сердечных сокращений зависят от физической нагрузки человека и его психического состояния.

Различают три типа сосудов: 1) артерии, по которым кровь движется от сердца; 2) капилляры — мельчайшие кровеносные сосуды, в которых происходит газообмен в легких и обмен веществ в тканях; 3) вены, по которым кровь возвращается в сердце.

Основные понятия

Сердце: предсердия, желудочки, створчатые и полулунные клапаны. Кровеносные сосуды: аорта, артерии, капилляры, вены. Кровообращение. Большой и малый круги кровообращения.

В состав внутренней среды входят не только кровь, но и тканевая жидкость и лимфа. Кровь к тканям притекает только по артериям. В капиллярах часть крови выходит в межклеточное пространство, образуя тканевую жидкость. Она всасывается через стенки *лимфатических капилляров*. Чтобы попасть в лимфатические капилляры, тканевая жидкость должна пройти через барьер, состоящий из эпителиальных клеток. После этого ее состав несколько меняется, и она превращается в лимфу (см. рис. 37).

Лимфатические сосуды по строению напоминают вены. Лимфа медленно передвигается по ним и в конце концов попадает в большой сосуд – *грудной проток*, а из него в крупные вены шеи.

Прежде чем попасть в кровь, лимфа проходит через многочисленные *лимфатические узлы*. Некоторые из них в виде округлых уплотнений можно найти под нижней челюстью. Их много также в подмышечной и в подколенной впадинах, в паху, среди внутренних органов. В лимфатических узлах лимфатические сосуды распадаются на многочисленные узкие протоки, в которых происходит очистка лимфы, отфильтровываются погибшие клетки (в том числе раковые), бактерии. В лимфатических узлах вызревают лимфоциты и находятся фагоциты, уничтожающие микробов и прочие антигены. В лимфатические сосуды, отходящие от органов пищеварения, поступают некоторые питательные вещества, которые затем попадают в кровь с потоком лимфы.

Практическая работа
Кислородное голодание

Намотайте на палец резиновое кольцо, которым скрепляют лекарства в аптеке, перекручивая его восьмеркой (рис. 45). В результате перетяжки палец становится красным. Продолжайте наблюдения. Через некоторое время он побелеет. Вы начнете испытывать покалывание, ползание мурашек. Почему это происходит?

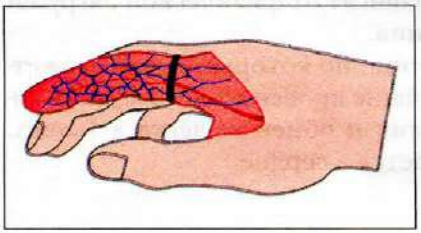


Рис. 45. Последствия перетяжки указательного пальца
(артерии обозначены красным цветом, вены – синим)

Перетяжка вызывает застой венозной крови. Вены набухают, капилляры расширяются, и потому палец становится сначала красным, а потом багровым. Ведь насыщенная кислородом артериальная кровь почти не поступает, и кровь в капиллярах делается темной, венозной. Из капилляров усиливается выход тканевой жидкости. Уйти по лимфатическим сосудам она не может: мешает перетяжка. Тканевая жидкость скапливается в межклеточном про-

странстве, и палец опять меняет цвет: становится белым. На ощупь палец делается плотным. Избыток тканевой жидкости сдавливает сосуды и нервы. Это нарушает их работу.

Чтобы убедиться в этом, попробуйте прикоснуться пальцем к какой-либо поверхности. Прикосновение ощущается слабо: палец стал «ватным». Начинается кислородное голодание, и палец хуже воспринимает раздражения. Покалывание – это признак кислородной недостаточности. Нервная система нуждается в кислороде, кожные рецепторы без него работать не могут.

Снимите кольцо и промассируйте палец от кончика к основанию. Венозная кровь уйдет к сердцу, а ее место займет светлая артериальная кровь, богатая кислородом. Чувствительность пальца быстро восстановится, и он примет обычный вид.

Если проследить совершенствование одежды людей, то можно заметить, как постепенно модельеры отказывались от перетяжек. Давно канули в Лету тугие корсеты, без которых не обходилась ни одна светская дама XIX века, чулки с резинками сменились колготками, даже брючные ремни заменяются подтяжками. Благодаря этому не нарушается кровообращение и отток лимфы от клеток.

1. Где образуется лимфа и куда она попадает в конце пути?
2. Какую функцию выполняют лимфатические узлы?
3*. Что происходит при перетяжке и сдавливании сосудов? Как помочь сосудам и нервам работать нормально?

Обобщение

Кроме замкнутой кровеносной системы в организме человека имеется незамкнутая лимфатическая система. Она начинается лимфатическими капиллярами, которые всасывают не только излишки тканевой жидкости, но и довольно крупные частицы, среди которых оказываются и антигены. Антигены обеззараживаются в лимфатических узлах. В лимфу попадают и некоторые питательные вещества из кишечника, которые тоже обезвреживаются в лимфатических узлах. По лимфатическим сосудам лимфа, обеззараженная и очищенная, попадает снова в кровь. Мышечная работа ускоряет движение не только крови, но и лимфы.

Основные понятия

Лимфа. Лимфатические капилляры. Лимфатические сосуды. Грудной проток. Лимфатические узлы.

Причины движения крови по сосудам

Сердце сокращается и выбрасывает кровь в артерии. В них создается повышенное кровяное давление. При движении крови по сосудам ее давление постепенно уменьшается. В венах, которые впадают в сердце, оно становится наименьшим. Разность давления в артериях и венах и является основной причиной непрерывного движения крови по сосудам. Кровь перемещается к месту наименьшего давления. Величина *артериального кровяного давления* – показатель здоровья человека. По нему можно судить о работе сердца. У здорового человека при выталкивании крови из желудочков сердца оно составляет в плечевой артерии 120 мм рт. ст., а при их расслаблении 70 мм рт. ст. При заболеваниях сердца и сосудов величина артериального давления может сильно измениться. Обычно артериальное давление измеряют в плечевой артерии с помощью специального прибора (рис. 46).

Как и почему изменяется артериальное давление крови?

После сокращения желудочков, когда кровь поступила в аорту и артерии и полулунные клапаны закрылись, давление достигает наибольшей величины. Такое давление называют *верхним*, или *систолическим*, давлением. Затем оно начинает уменьшаться и в момент паузы сердца достигает минимальной величины. Это давление называют *нижним*, или *диастолическим*. Колебания давления должны изменяться в определенных границах. Если они выходят за эти пределы, превышая норму, сосуды могут не выдержать, разорваться, что нередко приводит к гибели больного. Если поражены сосуды мозга, наступает *инсульт*; если поражены сосуды сердца – происходит *инфаркт*, повреждение определенного участка сердечной мышцы. Когда человек выздоравливает после инфаркта, этот участок все равно больше не функционирует, так как мышечная ткань замещена рубцовой соединительной тканью, которая не способна сокращаться. Если давление опускается ниже нормы, кровоснабжение органов затруднено, страдают головной мозг, сердце, почки и другие органы. Повышенное давление ведет к *гипертонии*, пониженное – к *гипотонии*. Оба заболевания достаточно опасны и требуют лечения, иногда длительного.

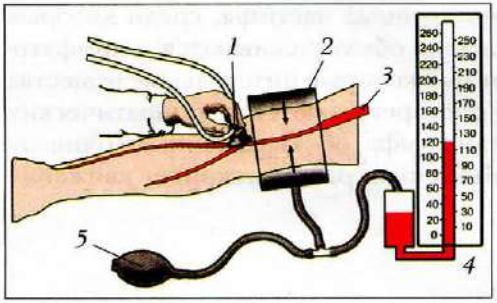


Рис. 46. Измерение артериального давления:
1 – фонендоскоп; *2* – манжетка; *3* – плечевая артерия; *4* – манометр; *5* – груша

Давление мало зависит от пола, но зато изменяется с возрастом. Ученые опытным путем установили формулу, по которой каждый человек до 20 лет может рассчитать свое нормальное давление в состоянии покоя. (Людям старше этого возраста приходится применять другую формулу.)

АД верхнее = 1,7 × возраст + 83.

АД нижнее = 1,6 × возраст + 42.

(*АД* — артериальное давление, возраст берется в целых годах.)

Если вам, например, 15 лет, то верхнее давление равно 110, а нижнее 65 мм рт. ст. Обычно артериальное давление изображают в виде дроби, числитель которой указывает верхнее давление, знаменатель нижнее, т. е. в данном случае $АД = {}^{110}/_{65}$.

Реальное давление здорового человека не всегда соответствует расчетному. Как и большинство физиологических показателей, оно может колебаться. Особенно подвержено колебаниям верхнее давление, нижнее отличается большей стабильностью. У здоровых людей при нагрузках поднимается верхнее давление, нижнее же меняется незначительно. То же может произойти при волнении, а вот в состоянии глубокого сна давление падает и даже опускается несколько ниже нормы. Измеряют артериальное давление утром, натощак, так как после еды давление поднимается.

В подростковом возрасте давление может быть немного повышенным или пониженным (юношеская гипертония или гипотония). Обычно эти нарушения проходят без лечения, но при слабости, сонливости днем целесообразно показаться врачу.

Пульс

При сокращении левого желудочка кровь с большой силой выбрасывается в аорту и растягивает ее стенки. При этом возникает волна колебаний, которая быстро распространяется по стенкам артерий. Ритмичные колебания стенок артерий называют *пульсом*.

В местах, где крупные артерии расположены близко к поверхности тела, пульс легко прощупывается, например на висках, по бокам шеи, у основания кисти руки. По пульсу легко определить количество сокращений сердца в минуту. *Частота пульса (сердечных сокращений)* позволяет судить о здоровье человека, о работе его сердца. Обычно пульс взрослого человека в спокойном состоянии равен 70 ударам в минуту. Пульс прощупывают на лучевой артерии, а если человек потерял сознание, то на артерии шеи, снабжающей кровью головной мозг.

Практическая работа
Пульс и движение крови

Для того чтобы показать, что пульс не связан с движением крови, пережмем артерию в точке В так, чтобы движение крови прекратилось (рис. 47). Убедимся, что при этом в точке А пульс не пропадает, хотя кровь остановлена. Теперь проведем контрольный опыт. Зажмем артерию в точке А. Сомкнем ее стенки и остановим пульсовую волну. В точке В пульс при этом прощупываться не будет: кровь в точке А будет также остановлена, так как стенки артерии сжаты. Этот опыт подтверждает правило: чтобы узнать, остановлена ли кровь, надо прощупывать пульс ниже перетяжки.

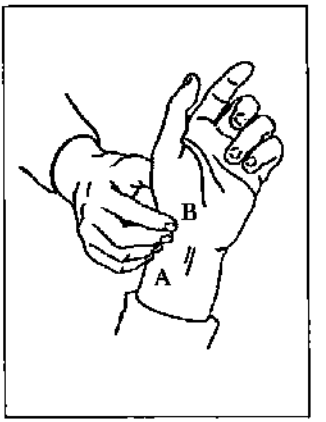


Рис. 47. Измерение пульса на лучевой артерии

Скорость кровотока

Полный кругооборот по двум кругам кровообращения кровь совершает за 20–25 с, если человек находится в покое. При физической работе это время еще короче. Однако скорость крови в сосудах неодинакова. В аорте она достигает 0,5 м/с, в полых венах – примерно 0,25 м/с, а в капиллярах – всего 0,5 мм/с. В единицу времени к сердцу притекает столько крови, сколько выходит из его желудочков. Это возможно лишь при соблюдении физического закона: скорость крови в сосудах обратно пропорциональна общей площади их поперечного сечения. От левого желудочка сердца отходит один сосуд – аорта, а к правому предсердию подходят два сосуда – вены. У каждой вены площадь поперечного сечения такая же, как у аорты. Но поскольку сосудов два, их суммарная площадь в два раза больше, а потому скорость крови в каждой вене в два раза меньше, чем в аорте. Что же говорить о капиллярах, у которых суммарная площадь в 1000 раз превышает площадь аорты! Кровь в них будет двигаться в 1000 раз медленнее. Это оправдано биологически: в капиллярах между кровью и клетками идет обмен веществ.

Практическая работа
Определение скорости кровотока в сосудах ногтевого ложа большого пальца руки

• Измерьте длину ногтя от корня до прозрачной части, которую обычно срезают. Этим вы определили длину пути, которую должна пройти кровь от корня ногтя до конца ногтевого ложа.

• Определите время, за которое этот путь пройдет кровь. Выдавите кровь из сосудов ногтевого ложа, нажимая указательным пальцем на ноготь большого. Ноготь должен побелеть.

• Прекратите давить на ноготь большого пальца и подсчитайте, через сколько секунд он снова покраснеет. За это время кровь успевает заполнить сосуды ногтевого ложа.

• Узнайте скорость крови по формуле $V = \frac{l}{t}$, где V — скорость крови, l — длина пути, t — время.

Перераспределение крови в организме

В организме человека постоянно происходит перераспределение крови: к одним органам ее поступает больше, к другим меньше. Если орган работает, то кровь к нему притекает усиленно, принося дополнительный кислород и питательные вещества. В то же время приток крови к неработающим органам уменьшается. Снабжение органов кровью зависит от их деятельности.

Французский исследователь Моссо поместил человека на весы так, чтобы одна половина тела уравновешивала другую (рис. 48). После этого испытуемому предложили перемножить несколько двухзначных чисел, испытуемый задумался, и... его голова стала опускаться вниз. Когда задача была решена и весы уравновесились, Моссо предложил лежащему на весах человеку пошевелить пальцами ног. Весы опустились в противоположную сторону, туда, где были ноги.

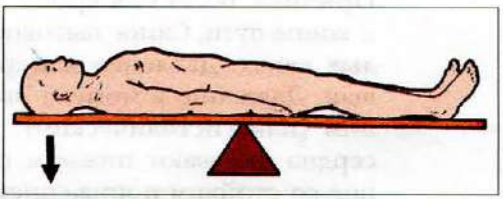


Рис. 48. Опыт Моссо

Практическая работа
Рефлекторный приток крови к мышцам, включившимся в работу

Вегетативные нервы не управляются нашей волей, но они активно увеличивают кровоснабжение тех органов, которые включаются в работу.

• Прощупайте мышцы предплечья перед началом упражнения, не напрягая их.

• Упритесь руками в сиденье и, не помогая себе ногами, отожмите корпус от скамейки столько раз, сколько сможете.

• После окончания упражнения прощупайте свои мышцы плеча в состоянии покоя. У многих они стали гораздо плотнее. Это произошло потому, что к работающим мышцам стало притекать больше крови. Усилился и выход тканевой жидкости в межклеточные промежутки. Все это и сделало ваши мышцы более плотными. Благодаря этим изменениям усилился приток кислорода и питатель-

ных веществ к мышечным волокнам. Это способствует не только их деятельности, но и восстановлению после работы. Через некоторое время (не сразу!) после отдыха мышцы снова станут такими, какими были вначале. Изменения в самих мышцах заметны только после длительной тренировки.

• Прощупайте плотность мышц плеча после получасового отдыха, не напрягая их. Что изменилось?

?

1. Что является основной причиной движения крови по сосудам? Что произошло бы с кровотоком, если давление в местах, где начинается и кончается его движение, было бы одинаковым?

2. Как и зачем измеряют артериальное давление крови?

3. Каким опытом можно доказать, что пульс связан с колебаниями стенок артерий, а не с движением крови в них?

4*. Чем опасна гипертония и почему участок сердечной стенки, восстановившийся после перенесенного инфаркта, не может сокращаться?

5. Как можно объяснить результаты опыта Моссо?

Обобщение

Причина движения крови — разность давлений в сосудах в начале и конце пути. Самое высокое давление в аорте, самое низкое — в полых венах. Давление измеряют в плечевой артерии, утром, натощак. Давление в момент выброса крови в аорту называется верхним (или систолическим), наименьшее давление в момент паузы сердца называют нижним (диастолическим). Заболевание, связанное со стойким понижением давления, называют гипотонией, а со стойким повышением давления — гипертонией.

Пульсом называют ритмические колебания стенок артерий. По пульсу можно определить частоту и силу сердечных сокращений.

Кровь в организме непрерывно перераспределяется. Наилучшее кровоснабжение получают работающие органы. Скорость крови наибольшая в артериях, наименьшая в капиллярах, в венах снова возрастает.

Основные понятия

Артериальное кровяное давление: верхнее (систолическое), нижнее (диастолическое). Гипертония. Гипотония. Инсульт. Инфаркт. Пульс. Частота пульса (сердечных сокращений).

Если извлечь из трупа недавно погибшего человека сердце и пропустить через его сосуды питательную жидкость, обогащенную кислородом, оно может некоторое время сокращаться вне организма. При этом сокращения предсердий, желудочков и пауза будут проходить в нормальной последовательности. Это происходит потому, что в мышце сердца находятся нервно-мышечные структуры, способные обеспечивать его работу.

Способность органа ритмически возбуждаться без внешних раздражений под влиянием импульсов, возникающих в нем самом, называют *автоматизмом*. Автоматизмом обладает и сердце.

Центральная нервная система не изменяет последовательность сокращений предсердий и желудочков, но она может изменять их ритм. Когда человек отдыхает, сердце работает медленнее. Когда он занят напряженной физической работой, сердце работает сильнее и чаще. Это происходит потому, что к сердцу подходят два нерва: *симпатический* — ускоряющий и *блуждающий*, замедляющий сердечную деятельность.

Симпатический и блуждающий нервы относятся к вегетативной нервной системе. Они регулируют работу не только сердца, но и кровеносных сосудов. Так, симпатический нерв не только усиливает деятельность сердца, но и сужает артериальные сосуды, отходящие от сердца. Вследствие этого давление на стенки артериальных сосудов повышается. Но если оно достигает критического уровня, усиливается действие блуждающего нерва, который не только ослабляет деятельность сердца, но и расширяет просвет артериальных сосудов. Это приводит к понижению давления. В результате у здорового человека уровень артериального давления поддерживается в пределах определенных границ. Если оно станет ниже нормы, усилится действие симпатических нервов, которые исправят положение.

Регуляция работы сердца происходит и *гуморально*, веществами, которые приносит к органам кровь. Одни из них, например *адреналин*, соли кальция, усиливают сердечную деятельность, другие ее ослабляют. К последним относятся *ацетилхолин*, соли калия и др.

Практическая работа (выполняется дома)*
Доказательство вреда курения

Если дома есть курящие люди, исследуйте влияние курения на скорость кровотока в сосудах ногтевого ложа перед курением, когда человеку очень хочется курить, и после выкуривания сигареты. Не удивляйтесь, что в первом случае скорость кровотока может быть ниже, а после выкуривания сигареты может подняться. Действие табака на сосуды двухфазное: вначале он повышает скорость

кровотока почти до нормальной величины, но потом резко снижает. При этом замедляется кровоток не только в сосудах ногтевого ложа, но и мозга. Снижается память, внимание, острота мышления. Эти неприятные симптомы могут быть сняты курением. Возникает порочный круг: от табака страдают сердце, легкие, сосуды, но отказ от курения, как и отказ от любого наркотического средства, приводит к очень мучительному состоянию — *абстиненции*. Поэтому к табаку, алкоголю, наркотикам лучше не привыкать. Потом трудно будет бросить даже тогда, когда разрушительное их действие станет очевидным.

?

1. Чтобы восстановить работу остановившегося сердца, кровь, обогащенную кислородом, направляют в аорту, против естественного тока крови. Куда пойдет кровь: в левый желудочек или в сосуды, питающие сердце, которые начинаются под полулунными клапанами со стороны аорты?
2. Что такое автоматизм сердца?
3. Как влияет на работу сердца центральная нервная система?
4*. Какие вещества влияют на работу сердца гуморальным путем? Могут ли они изменить последовательность сокращений отделов сердца?
5. Как поддерживается постоянство артериального давления крови?
6. Как можно использовать знания о вегетативных сосудистых рефлексах для тренировки сердца и сосудов?

Обобщение

Сердце способно возбуждаться без внешних раздражений, под влиянием импульсов, возникающих в нем самом. Последовательность сокращений предсердий, желудочков и паузы определяется внутренним автоматизмом сердца.
Регулирует работу сердца в целом вегетативный отдел нервной системы. Симпатический нерв ускоряет и усиливает деятельность сердца, блуждающий нерв – тормозит. Эти нервы влияют и на просвет сосудов, отходящих от сердца. Благодаря их согласованной работе поддерживается стабильное артериальное давление. На сердце и сосуды влияют также гуморальные факторы, в частности гормон адреналин, ацетилхолин, соли кальция и калия, а также некоторые другие вещества.

Основные понятия

Автоматизм. Симпатический и блуждающий нервы. Гуморальная регуляция: адреналин, ацетилхолин. Абстиненция.

Влияние движения на сердце и сосуды. Здоровье человека во многом зависит от хорошего кровоснабжения всех органов нашего тела. Недаром говорят: «Движение — это жизнь». Ведь без него невозможны труд человека, занятия спортом и даже познавательная деятельность. В основе движения лежит сокращение мышц. При физической работе в мышцах усиливается кровоснабжение. Это улучшает их питание и снабжение кислородом. Сокращение мышц, близкое к предельному, и последующий отдых обеспечивают *тренировочный эффект.* Скелетные и сердечные мышцы при этом эффективнее работают и быстрее развиваются.

Малоподвижный образ жизни, недостаточное пребывание на воздухе, нерациональное питание отрицательно влияют на сосуды, ослабляют сердце. Ослабленное сердце бьется учащенно, быстро утомляется. Организм плохо снабжается кровью.

Движения улучшают кровообращение в организме, способствуют развитию мышц.

Значение тренировки сердца. При активной мышечной деятельности сердцу требуются дополнительные усилия. Сердце *тренированное* и *нетренированное* справляется с дополнительной нагрузкой по-разному. У нетренированного человека сокращения сердца учащаются. Слабая сердечная мышца не может долго работать с повышенной нагрузкой и быстро утомляется. Поэтому вскоре сокращения сердца становятся всё более слабыми, количество крови, выбрасываемой в артерии, уменьшается. Кровоснабжение органов нарушается, человек быстро устает, начинает плохо себя чувствовать. Сердце тренированного человека прежде всего увеличивает кровоток за счет увеличения объема крови, выбрасываемого в сосуды при каждом сокращении, а уже потом — за счет увеличения частоты сокращений. Это позволяет увеличивать кровоток в 6 раз.

Как измерить степень своей работоспособности и тренированности?

Наиболее простой и доступный способ — это проведение *функциональных проб.*

Функциональной пробой называется реакция человека на *дозированную нагрузку.* Характер и величину этой реакции устанавливают на основе статистического исследования большого количества людей данного возраста, пола, типа телосложения. Каждый человек может выполнить предложенную нагрузку, измерить свою реакцию на нее, а потом, сравнив полученные данные со средним значением функциональных проб, выяснить, насколько она лучше или хуже ее.

Практическая работа
Функциональная сердечно-сосудистая проба

Попробуйте определить частоту сердечных сокращений в состоянии покоя и после 20 приседаний.

Поскольку каждому удару сердца соответствует пу́льсовый толчок, измерять величину реакции можно по их количеству.

Для проведения функциональной пробы надо сделать следующее.

• Определите частоту сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя. Для этого три раза подсчитайте число пульсовых сокращений за 10 с, возьмите среднее и умножьте на 6. В норме оно должно быть в пределах 65—79 сокращений в минуту.

• Сделайте 20 приседаний (если функциональная проба проводится в классе, то лучше ее выполнять по команде учителя, чтобы ритм приседаний был для всех одинаков).

После окончания выполнения упражнения быстро сядьте на свое место и в течение 10 с просчитайте пульс. Такой же подсчет надо выполнить спустя 1, 2, 3, 4, 5 мин.

• Определите ЧСС после нагрузки и динамику возвращения ее к состоянию покоя. Полученные значения, умножив на 6, занесите в протокол. Так мы получим ЧСС после работы, спустя 1, 2, 3, 4, 5 мин, и сможем построить график. На оси абсцисс откладывают время, на оси ординат — величину ЧСС. График поможет определить время возвращения ЧСС к состоянию покоя. Сравнив эти данные с нормативными, вы сможете судить о состоянии своей сосудистой системы.

Если ЧСС увеличилась меньше, чем на $^1/_3$, — результаты хорошие, если больше — то плохие. После нагрузки пульс должен вернуться к исходному состоянию не более чем за 2 мин. Временное понижение ЧСС относительно исходного уровня является нормальной реакцией здорового организма.

Если есть возможность, целесообразно проследить, как меняется артериальное давление при физических нагрузках. У здоровых людей, как мы знаем, повышается верхнее давление, а нижнее остается стабильным. У нетренированных людей поднимается и нижнее давление, при этом разница между верхним и нижним давлениями становится небольшой.

Влияние табака и алкогольных напитков на сердце и сосуды. Мы уже говорили о том, что у людей, привыкших к курению, происходит непроизвольное сужение сосудов. Особенно сильно при этом страдают сосуды ног. Их сужение бывает настолько значительным, что наступают спазмы: сосуды сжимаются, кровь по ним пройти не может. Появляется болезнь – перемежающаяся хромота. Больной останавливается и дальше идти не может из-за резкой боли в ногах. Кровь перестала поступать к мышцам. Через некоторое время это проходит, и он снова может нормально ходить до следующего приступа. Прогноз этой болезни неблагоприятный: дело может кончиться ампутацией

одной или обеих ног. От табака страдает и сердце, так как нарушается нормальная работа его сосудов.

Алкогольные напитки, включая пиво, также нарушают кровообращение внутри сердечной мышцы, что нередко приводит к постепенному замещению мышечной ткани на соединительную. В ней откладывается большое количество жира, в результате масса сердца становится очень большой. Но, несмотря на внушительные размеры, работоспособность такого сердца низка. Ведь соединительная ткань не может участвовать в сокращении.

?

1. Как влияет на сердце и кровеносные сосуды подвижный образ жизни и к чему может привести гиподинамия (недостаточная подвижность)?
2. Какое значение имеет тренировка сердца?
3. Как можно измерить степень физической работоспособности и тренированность сердца? Что такое функциональная проба и как ее проводят?
4. Как влияют табак и алкоголь на сердце и сосуды?
5*. Для выполнявших домашний опыт о влиянии курения на скорость кровотока ногтевого ложа. Сообщите о своих результатах и прокомментируйте их.

Обобщение

На состоянии сердца и сосудов плохо сказывается недостаток мышечной активности – гиподинамия. Мышечная активность улучшает работу сердца и его мощность. Для проверки физической возможности кровеносной и дыхательной систем прибегают к функциональным пробам. Функциональная проба – это реакция человека на дозированную нагрузку с последующим сравнением показанных результатов со средними.

На деятельность сердца и сосудов отрицательно влияют алкоголь и табак. Алкоголь приводит к ожирению сердца, табак – к болезням сосудов сердца и ног.

Основные понятия

Тренированное и нетренированное сердце. Функциональная проба. Дозированная нагрузка. Среднее значение результатов функциональных проб. Тренировочный эффект.

§ 22 Первая помощь при кровотечениях

В результате несчастных случаев может начаться *кровотечение*, иногда очень сильное. Потеря 50% крови (2–2,5 л) приводит к смерти человека. Поэтому очень важно уметь останавливать кровь.

Вы уже знаете, что кровь способна свертываться. При ранениях она постепенно густеет, образует сгусток, который закупоривает отверстие поврежденного сосуда.

Капиллярное кровотечение. Даже через небольшие ранки в организм могут попасть микробы и вызвать тяжелые заболевания. При повреждении капилляров кровь едва сочится, ее легко остановить. Рану промывают 3%-ным раствором перекиси водорода, смазывают йодной настойкой или зеленкой. Затем накладывают чистую марлевую повязку. Глубокую рану обрабатывать йодом нельзя. Смазывают только ее края. На рану накладывают салфетку с мазью, содержащей антибиотики или другие вещества, уничтожающие микробов.

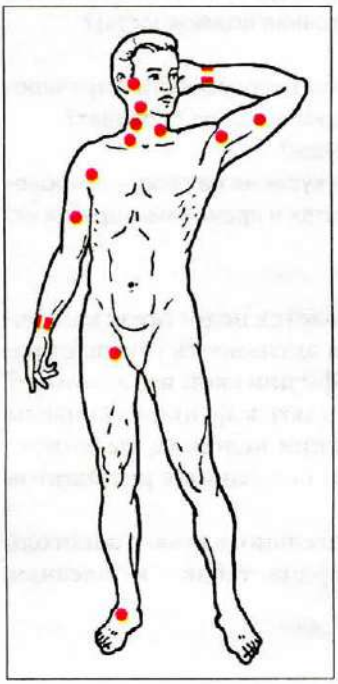


Рис. 49. Точки прижатия артерий для остановки артериального кровотечения

При носовом (капиллярном) кровотечении человека необходимо посадить или уложить, приподняв ему голову; на переносицу положить холодный компресс; в носовую полость ввести кусочек ваты, смоченной перекисью водорода. Запрокидывать голову не следует: пострадавший может захлебнуться кровью.

Артериальное кровотечение. При глубоких ранениях может начаться артериальное кровотечение. Ярко-красная кровь бьет сильной пульсирующей струей. Артериальное кровотечение очень опасно. За короткое время человек может потерять много крови. В таких случаях необходимо зажать сосуд выше места ранения в тех местах, где прощупывается пульс (рис. 49). При травме конечности можно прибегнуть к приемам, показанным на рис. 50. Конечность сгибают в определенном положении. Под место сгиба подкладывают валик из бинта и ваты с таким расчетом, чтобы он пережал поврежденную артерию. В этом положении конечность прочно фиксируют. Но наиболее надежным средством при транспортировке раненого в клинику является *жгут*. Его накладывают выше места ранения. Предварительно место, на которое будет наложен жгут, бинтуют или обертывают мягкой материей для того, чтобы не повредить кожу. Если нет фабричного резинового жгута, можно воспользоваться *закруткой* (рис. 51). Для изготовления закрутки подходит бинт или любой другой кусок прочной материи. Закрутку свободно завязывают вокруг конечности. Под узел повязки подводят прочную палочку и несколько раз поворачивают до остановки кровотечения. Рану обрабатывают и накладывают *давящую повязку*. Постра-

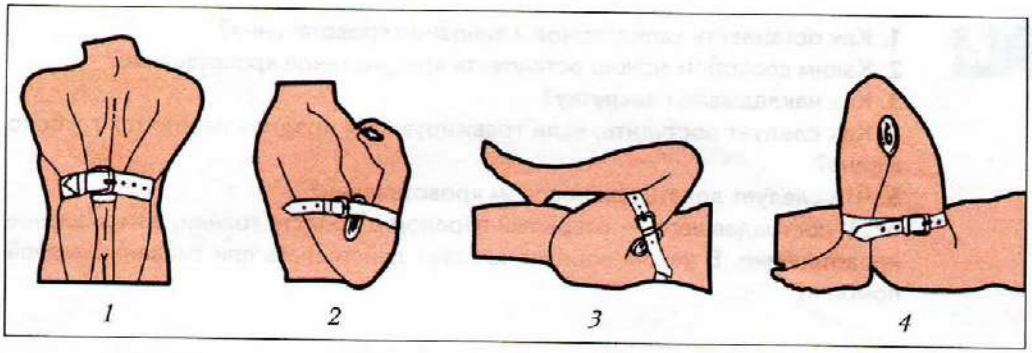


Рис. 50. Приемы остановки кровотечения в артериях:
1 – подключичной; *2* – плечевой и локтевой; *3* – бедренной; *4* – подколенной

давшего срочно отправляют в больницу. Жгут можно держать не более 1–2 ч, иначе наступит омертвение тканей. Поэтому под жгут надо положить записку, указывающую время наложения жгута.

Венозное кровотечение. При повреждении вен из раны вытекает темно-вишневая кровь. Такое кровотечение можно остановить наложением на место ранения давящей повязки.

Если в глубокой ране находится травмирующий предмет, то до обращения к врачу его нельзя вынимать, поскольку это может вызвать сильное кровотечение.

Пока предмет находится в ране, кровеносные сосуды сжаты, рана меньше кровоточит. При наложении повязки надо следить, чтобы положение травмирующего предмета было по возможности фиксировано. При венозном кровотечении пострадавшего необходимо срочно отправить в больницу или травмпункт. Удаление попавшего в рану предмета может выполнить только опытный врач-хирург, располагающий необходимыми знаниями и инструментами.

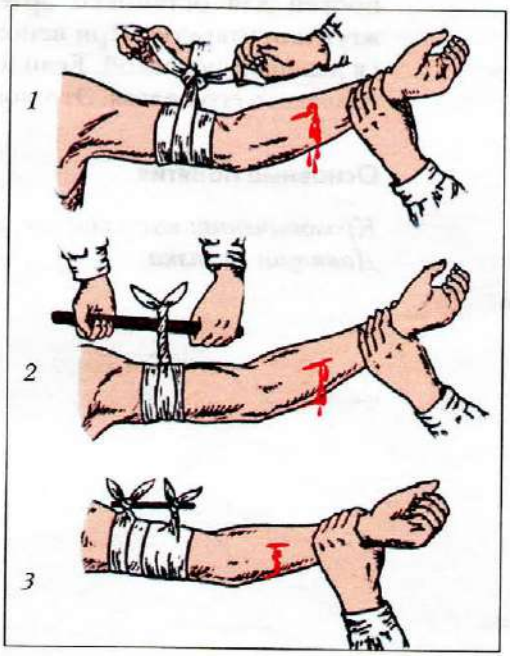


Рис. 51. Наложение закрутки:
1, 2, 3 – последовательность действий при оказании первой помощи

?

1. Как остановить капиллярное и венозное кровотечения?
2. Каким способом можно остановить артериальное кровотечение?
3. Как накладывают закрутку?
4. Как следует поступить, если травмирующий предмет находится глубоко в ране?
5. Что следует делать при носовом кровотечении?
6*. У пострадавшего — открытый перелом в области голени, артериальное кровотечение. В каком порядке следует действовать при оказании первой помощи?

Обобщение

Различают капиллярное, артериальное и венозное кровотечения. Наиболее опасно артериальное кровотечение. При травме конечностей для остановки артериального кровотечения используют жгут или закрутку. При венозном кровотечении можно ограничиться давящей повязкой. Если в ране находится посторонний предмет, извлекать его нельзя. Это может сделать только хирург травмпункта.

Основные понятия

Кровотечения: капиллярное, артериальное, венозное. Жгут. Закрутка. Давящая повязка.

Проверьте себя

Ответьте на вопросы и выполните задания

1. К какой ткани относится кровь и почему?
2. Проследите по рис. 37 образование тканевой жидкости и лимфы и отток последней в вены большого круга. Какую роль при этом выполняют лимфатические узлы?
3. Почему лимфатические узлы нельзя массировать?
4. Какие особенности эритроцитов отличают млекопитающих от остальных классов позвоночных животных?
5. Какую функцию выполняют плазма крови, эритроциты, лейкоциты и тромбоциты?
6. В чем заслуга Луи Пастера и Ильи Ильича Мечникова?
7. Что дало человечеству открытие иммунитета?
8. Каково значение вакцин и лечебных сывороток? Чем они отличаются?
9. Почему при переливании крови следует учитывать группы крови донора и реципиента?
10. В каких случаях надо учитывать резус-фактор?
11. Просмотрите табл. 1 и выпишите особенности кровеносной системы, доказывающие принадлежность человека к млекопитающим животным, укажите их функциональное значение.
12. По рис. 44 проследите путь крови по малому и большому кругам кровообращения.
13. Почему вредны перетяжки?
14. Каково значение венозных клапанов?
15. По рис. 41 разберите строение сердца и укажите роль клапанов сердца в обеспечении движения крови из предсердий в желудочки, из желудочков в артерии. Что показывают стрелки на рисунке?
16. Как можно определить скорость движения крови в капиллярах ногтевого ложа?
17. В чем заключается автоматизм сердечной деятельности и как он отражается на сердечном цикле?
18. Как происходят нервная и гуморальная регуляции сердца?
19. Как измеряется артериальное давление крови и почему принято измерять его на плечевой артерии?
20. Какова скорость крови в артериях, капиллярах и венах?
21. Как предупредить болезни сердечно-сосудистой системы?
22. Что необходимо делать для укрепления сердечно-сосудистой системы?

Дополните утверждения

1. Для нашего организма микробы являются ..., а защитные вещества, выделяемые лимфоцитами, — ...
2. Введение вакцины вырабатывает ... иммунитет, а введение лечебной сыворотки создает ... иммунитет.
3. Захват микробов лейкоцитами и их уничтожение И.И. Мечников назвал ...
4. У человека эритроциты ..., что увеличивает количество ... в клетке. Эритроциты лягушки отличаются тем, что ...
5. При артериальном кровотечении руки надо сначала ... путем наложения ... или ..., а затем ...

Отметьте верные высказывания

1. Во всех без исключения артериях течет артериальная кровь, во всех венах — венозная.
2. В легких гемоглобин эритроцитов присоединяет к себе молекулы кислорода, в тканях отдает их клеткам.
3. Питательные вещества в тканях из плазмы крови переходят в тканевую жидкость, а из нее попадают в клетки. Продукты распада перемещаются в обратном порядке.
4. Стенки артерий состоят из однослойного эпителия.
5. Створчатые клапаны имеются на границе желудочков и артерий.
6. Блуждающий нерв замедляет работу сердца, действуя на него гуморально, а не рефлекторно.

Выберите правильный ответ

1. К клеточному иммунитету относится ...
   а) образование антител; б) фагоцитоз.
2. Специфический иммунитет связан ...
   а) с фагоцитозом; б) с образованием антител.
3. Газообмен между легочным воздухом и кровью происходит ...
   а) в капиллярах; б) в артериях; в) в венах.
4. В артериях малого круга кровь ...
   а) артериальная; б) смешанная; в) венозная.
5. Правая половина сердца заполнена кровью:
   а) артериальной; б) венозной; в) смешанной.

§ 23 Значение дыхания. Органы дыхания

Значение дыхания

Как многим организмам на Земле, человеку необходим кислород. Без кислорода он гибнет через несколько минут.

Работа клеток и органов нашего организма (сокращение мышц, выделение пота, слюны, передача возбуждения) связана с потреблением энергии. Энергия освобождается при окислении и распаде сложных молекул органических веществ в клетках. На эти процессы постоянно расходуется кислород. В организме его запасов нет. Организм получает кислород при дыхании, а кровь приносит его клеткам и уносит продукты распада. В процессе дыхания эти продукты — углекислый газ и пары воды — удаляются из организма.

Дыхательная система тесно связана с кровеносной. Органы дыхания обеспечивают газообмен между наружным воздухом и воздухом легких *(легочное дыхание)*. Кровеносная система доставляет кислород воздуха к тканям и уносит газообразные продукты распада, обеспечивая *тканевое дыхание*. Органы дыхания и кровеносная система осуществляют обмен газов между организмом и окружающей средой.

Органы дыхания

К органам дыхания относятся *дыхательные пути (носовая и ротовая полости, носоглотка, ротоглотка, гортань, трахея, бронхи)* и *легкие* (рис. 52).

Когда мы дышим, воздух сначала поступает в носовую или ротовую полость.

Носовая полость выстлана слизистой оболочкой с мерцательным эпителием. Его реснички перегоняют пыль в ротовую полость, откуда она удаляется. Бокаловидные клетки мерцательного эпителия выделяют слизь, которая увлажняет воздух и убивает микробов.

Слизистую оболочку пронизывают кровеносные сосуды. Кровь согревает воздух, который проходит через носовую полость. В носовой полости воздух очищается, увлажняется и согревается. Из носовой полости воздух через носоглотку и ротоглотку поступает в гортань.

Гортань (рис. 53) расположена в верхней части шеи, она образована хрящами, которые соединены между собой связками и мышцами. В гортани находятся голосовые связки с голосовой щелью. Когда человек говорит, струя воз-

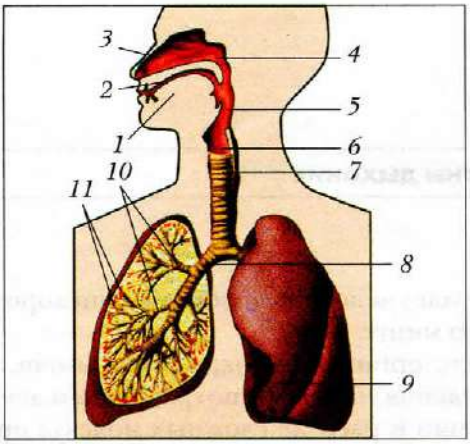


Рис. 52. Система органов дыхания:
1 – язык; *2* – ротовая полость; *3* – носовая полость; *4* – носоглотка; *5* – ротоглотка; *6* – гортань; *7* – трахея; *8* – главные бронхи; *9* – легкое (с легочной плеврой на поверхности); *10* – бронхиальное дерево; *11* – легочные пузырьки (альвеолы)

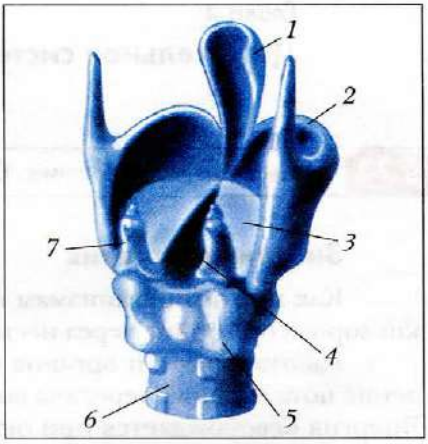


Рис. 53. Строение гортани (вид сзади):
1 – надгортанник; *2* – щитовидный хрящ; *3* – голосовые связки; *4* – голосовая щель; *5* – перстневидный хрящ; *6* – трахея; *7* – черпаловидный хрящ (парный)

духа колеблет голосовые связки и возникает звук. В формировании голоса и речи принимают участие ротовая и носовая полости, язык, губы, челюсти. Гортань участвует в проведении воздуха и голосообразовании. Из гортани воздух поступает в трахею.

Трахея – это трубка длиной 10–15 см. Ее составляют хрящевые полукольца. Благодаря такому строению трахея не спадается при вдохе и воздух не задерживается при любых движениях шеи. Мягкая задняя стенка трахеи не препятствует прохождению пищи по пищеводу.

Нижняя часть трахеи делится на два главных бронха.

Бронхи входят в легкие и там ветвятся, образуя бронхиальное дерево. Крупные бронхи разветвляются на меньшие и заканчиваются *легочными пузырьками – альвеолами.*

1. Какое значение для организма имеют распад и окисление органических веществ клетки (биологическое окисление)?

2. Куда органы дыхания доставляют кислород — в альвеолы легких или к клеткам и тканям организма?

3. Назовите дыхательные пути, через которые проходит воздух.

4. Какую функцию выполняет гортань?

Обобщение

Для жизнедеятельности клеток и тканей необходим кислород. Благодаря биологическому окислению органических веществ в клетках освобождается энергия. Органы дыхания обеспечивают приток кислорода в легкие и удаление углекислого газа, из легких кровь транспортирует кислород к тканям, а углекислый газ — к легким. Как у всех млекопитающих, органы дыхания человека построены по альвеолярному типу: дыхательные пути заканчиваются мельчайшими пузырьками — альвеолами. В них происходит газообмен. Образование голоса происходит в гортани. Струя воздуха колеблет голосовые связки, производя звуки. Органы ротовой и носовой полостей превращают эти звуки в членораздельную речь.

Основные понятия

Дыхательная система. Легочное дыхание. Тканевое дыхание. Органы дыхания: дыхательные пути (носовая и ротовая полости, носоглотка, ротоглотка, гортань, трахея, бронхи), легкие. Легочные пузырьки – альвеолы.

§ 24 Строение легких. Газообмен в легких и тканях

Строение легких

У человека два легких. Они расположены в грудной полости тела и покрыты оболочкой — *легочной плеврой*. Плевра покрывает внутреннюю поверхность грудной полости *(пристеночная плевра)*, а затем переходит на легкое. Между пристеночной и легочной плеврой имеется щель — *плевральная полость*. Она заполнена *плевральной жидкостью*, снижающей трение легких о стенки грудной полости при дыхании. Каждое легкое находится в герметически замкнутом пространстве.

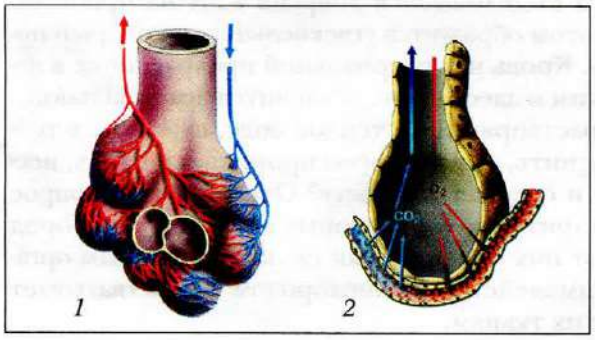


Рис. 54. Альвеолы:
1 — общий вид;
2 — в разрезе
(стрелками показан газообмен между легочным воздухом и кровью)

Легкие состоят из ветвящихся бронхов, концы которых заканчиваются альвеолами (рис. 54). Их насчитывается более 300 млн. Если расправить все альвеолы, то их общая поверхность составит около 90–100 м^2 (площадь волейбольной площадки), каждый пузырек оплетен сетью капилляров. Стенки альвеол и капилляров очень тонкие, через них легко проходят газы.

Мы дышим атмосферным воздухом. Он содержит примерно 21% кислорода, 0,03% углекислого газа, почти 79% азота, пары воды. Воздух, который мы выдыхаем, отличается по составу от атмосферного. В нем уже 16% кислорода, около 4% углекислого газа, больше становится и паров воды. Количество азота не изменяется.

Обмен газов

Газообмен в легких. В легких кровь освобождается от углекислого газа и насыщается кислородом.

По артериям малого круга кровообращения в легкие поступает *венозная кровь*. В воздухе, который вдыхает человек, кислорода содержится значительно больше, чем в венозной крови. Поэтому он в результате *диффузии* свободно проходит через стенки альвеол и капилляров в кровь. Здесь кислород соединяется с *гемоглобином* – красным пигментом эритроцитов. Кровь насыщается кислородом и становится *артериальной*. Одновременно углекислый газ проникает в альвеолы. Благодаря легочному дыханию соотношение кислорода и углекислого газа в воздухе альвеол поддерживается на постоянном уровне, и газообмен между кровью и *альвеолярным воздухом* идет непрерывно, независимо от того, вдыхаем мы воздух в данный момент или на некоторое время задерживаем дыхание.

Обмен газов в тканях. В тканях кровь отдает кислород и насыщается углекислым газом.

Артериальная кровь по сосудам большого круга кровообращения направляется к органам тела. Содержание кислорода в артериальной крови больше, чем в клетках тканей. Поэтому кислород благодаря диффузии свободно проходит через тонкие стенки капилляров в клетки. Кислород используется для биологического окисления, а выделившаяся энергия идет на процессы жизнедеятельности клетки. При этом образуется углекислый газ, который поступает из клеток тканей в кровь. Кровь из артериальной превращается в венозную. Она возвращается к легким и здесь снова становится артериальной.

Известно, что газы плохо растворяются в теплой воде, еще хуже в теплой и соленой воде. Чем же объяснить, что кислород проникает в кровь, несмотря на то что кровь – теплая и соленая жидкость? Ответ на этот вопрос кроется в свойствах *гемоглобина* эритроцитов, которые переносят кислород от органов дыхания к тканям, а от них – углекислый газ к дыхательным органам. Его молекула химически взаимодействует с кислородом: она захватывает 8 атомов кислорода и доставляет их тканям.

Лабораторная работа № 6
Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха

Возьмите два стакана или колбу с известковой водой. Рассмотрите эту воду. Какого она цвета, прозрачна ли она?

В один из стаканов опустите стеклянную трубочку и через нее сделайте несколько выдохов. Что происходит с известковой водой? Сделайте вывод из опыта.

Опыт надо прекратить при появлении хорошо заметного помутнения раствора. Если продувание известковой воды проводится слишком долго, осадок исчезает из-за образования гидрокарбоната кальция:

$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$

$CaCO_3 + CO_2 + H_2O = Ca(HCO_3)_2$

1. Какое строение имеют легкие человека?

2. У земноводных и пресмыкающихся имеется легочный мешок с ячеистыми стенками, а у млекопитающих и человека — множество мельчайших легочных пузырьков. В чем преимущество последних?

3. Какие процессы происходят в легочных пузырьках? Какая система органов обеспечивает тканевое дыхание организма?

4*. Каков состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха?

Обобщение

Легкие располагаются слева и справа от сердца. Каждое из них находится в герметически замкнутом пространстве. Снаружи легкие покрыты легочной плеврой. Между легочной и пристеночной плеврой имеется плевральная полость, заполненная плевральной жидкостью. Газообмен происходит в альвеолах легких. Кровь в легких становится артериальной и по легочным венам поступает сначала в левое предсердие, затем в левый желудочек и по артериям доходит до тканей. В тканях кровь отдает кислород, обогащается углекислым газом. Венозная кровь направляется в правое предсердие, а затем выталкивается правым желудочком и по легочным артериям поступает в легкие. Круг замыкается.

Основные понятия

Легочная плевра. Пристеночная плевра. Плевральная полость. Плевральная жидкость. Диффузия. Гемоглобин. Артериальная кровь. Венозная кровь. Альвеолярный воздух.

Воздух в легких постоянно обновляется, благодаря чему в них поддерживается постоянство газового состава. Это происходит благодаря *дыхательным движениям* — *вдоху* и *выдоху*. Объем легких то увеличивается, то уменьшается. В легких нет мышечной ткани, поэтому дыхательные движения осуществляются с помощью *межреберных мышц* и *диафрагмы* (рис. 55).

Диафрагма — это мышечная перегородка, которая разделяет грудную и брюшную полости. При вдохе сокращаются межреберные мышцы. Ребра приподнимаются. Диафрагма опускается и становится более плоской. Все это приводит к увеличению объема *грудной полости*. Легкие при этом расширяются, происходит *вдох*. Воздух через дыхательные пути устремляется в легкие и попадает в легочные альвеолы.

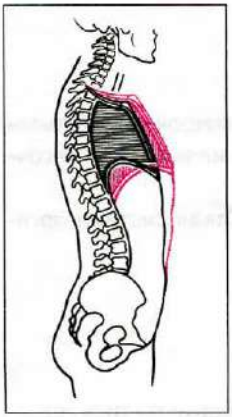


Рис. 55. Дыхательные движения (положение грудной клетки и диафрагмы при вдохе показано красным цветом, при выдохе — черным)

При расслаблении межреберных мышц ребра опускаются. Диафрагма занимает свое прежнее положение, становится выпуклой — объем грудной полости уменьшается, легкие сжимаются, и воздух по дыхательным путям выталкивается наружу. Происходит *выдох*.

В более глубоком дыхании участвуют и некоторые другие мышцы, например мышцы живота — брюшного пресса. Дыхательные движения происходят автоматически. Но при желании человек может на некоторое время задержать дыхание или изменить глубину вдоха и выдоха. Обычно в спокойном состоянии взрослый человек совершает 16–20 дыхательных движений в минуту. Поступление воздуха в легкие и удаление его из них происходит по физическим законам, но глубина и частота дыхания определяются биологическими потребностями организма.

Лабораторная работа № 7
Дыхательные движения

Поступление воздуха в легкие и вытеснение его из легких можно наблюдать на *модели Дондерса*, названной по имени изобретшего ее физиолога (рис. 56).

Оборудование: стеклянная воронка среднего размера, два резиновых шарика, нитки и прозрачная липкая лента.

Ход работы

Один из шариков поместим внутри воронки, а его клапан выведем наружу, вывернем наизнанку, натянем на трубку воронки с наружной стороны и крепко об-

вяжем ниткой. Чтобы внутрь шарика проходил воздух, в клапан можно вставить спираль от авторучки или тоненькую трубку.

Второй шарик разрежем посередине между основанием и клапаном. Часть с отрезанным клапаном выбросим, а оставшуюся часть натянем на широкий раструб воронки так, чтобы образовалось резиновое дно. Прикрепим резиновое дно липкой лентой к корпусу воронки с наружной стороны.

Трубка воронки моделирует дыхательные пути, шарик внутри воронки — легкое, резиновое дно — диафрагму, стеклянный корпус воронки — стенки грудной полости.

Чтобы продемонстрировать вдох, диафрагму надо опустить вниз. Атмосферное давление в грудной полости и в шарике, изображающем легкое, упадет, и наружный воздух войдет внутрь шарика. Он раздуется, как легкое в состоянии вдоха. Отпустите «диафрагму», а еще лучше немного вдавите ее внутрь, воздух из шарика выйдет, произойдет «выдох».

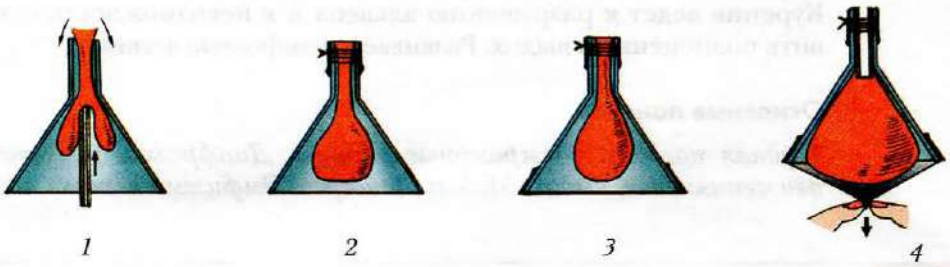


Рис. 56. Модель Дондерса. Механизм вдоха и выдоха:
1 – протягивание клапана шарика, изображающего легкое, через отверстие воронки;
2 – закрепление выведенного наружу клапана на поверхности выводной трубки;
3 – затягивание широкой части воронки резиной другого шарика, изображающего диафрагму (его клапан отрезан);
4 – модель в действии

Альвеолы очень эластичны и могут растягиваться, но до известного предела. Если в результате курения или болезни эластичность легочной ткани понизится, при резком вдохе стенки альвеол не выдерживают и начинают лопаться. Образующиеся пустоты заполняются воздухом. Вывести его наружу невозможно. Больному трудно дышать, он не может сделать полноценный выдох. В результате у него возникает одышка при малейшем физическом напряжении. Кожа больного приобретает синюшный оттенок. Это заболевание называется *эмфиземой легких.*

1. Какие органы обеспечивают вдох и выдох? Почему легкие не могут самостоятельно совершать дыхательные движения?

2. Дыхательные движения регулируются автоматически дыхательным центром, находящимся в продолговатом мозге. Однако усилием воли мы можем задержать дыхание. Исходя из этого, ответьте: какая мышечная ткань — гладкая или поперечно-полосатая образует диафрагму?

3*. Сделайте модель дыхательных движений. Если не найдете воронку, попробуйте использовать пластмассовый баллон, отрезав от него дно.

Обобщение

Дыхательные движения (вдох и выдох) обеспечивают смену воздуха в легких. Воздух поступает в легкие благодаря расширению грудной полости и выходит при ее сжатии. Это происходит по физическим законам, но потребность организма в кислороде воздуха определяется действием биологических законов — интенсивностью энергетических процессов, происходящих в тканях. Благодаря дыхательным движениям в легких поддерживается постоянство газового состава. Курение ведет к разрушению альвеол и к невозможности осуществить полноценный выдох. Развивается эмфизема легких.

Основные понятия

Грудная полость. Межреберные мышцы. Диафрагма. Дыхательные движения: вдох, выдох. Модель Дондерса. Эмфизема легких.

§ 26 Регуляция дыхания

Рефлекторная регуляция дыхания

Дыхательный центр расположен в *продолговатом мозге.* Примерно через каждые 4 секунды к мышцам вдоха идут нервные импульсы, заставляющие поднимать грудную клетку и опускать диафрагму. Благодаря этому происходит вдох. Выдох же в состоянии покоя самопроизволен: грудная клетка опускается под действием силы тяжести. Лишь при глубоком дыхании включается центр выдоха, который заставляет работать мышцы, осуществляющие глубокий выдох.

На работу дыхательных центров оказывают влияние и высшие дыхательные центры, расположенные в коре больших полушарий. Благодаря их влиянию дыхание изменяется при разговоре и пении; возможно также сознательно изменять ритм дыхания во время физических упражнений.

В регуляции дыхания участвуют и такие защитные рефлексы, как чихание и кашель. Раздражение рецепторов слизистой носа пылью, неприятно пахнущим веществом вызывает поток нервных импульсов в продолговатый

мозг, а оттуда к мышцам. Это приводит к остановке дыхания и смыканию голосовой щели. Затем начинается интенсивный (форсированный) выдох. Давление воздуха нарастает, и наступает момент, когда он с силой прорывается через сомкнутые голосовые связки. Струя воздуха направляется в нос, человек чихает, воздух прорывается наружу, а вместе с ним удаляется слизь, мешающая дыханию.

То же самое происходит и при кашле, только поток воздуха при выдохе выходит через ротовое отверстие. Причиной кашля может стать раздражение бронхов, трахеи, гортани или легочной оболочки — плевры.

Интенсивность дыхания меняется не только при физической нагрузке, но и в зависимости от эмоционального состояния человека. При волнении дыхание становится прерывистым, человеку трудно говорить, при гневе оно шумное и частое. Приятные эмоции могут сопровождаться снижением интенсивности дыхания («Он слушал затаив дыхание»). При смехе происходит прерывистое открывание голосовой щели на выдохе, при плаче к судорожным движениям голосовых связок на выдохе присоединяются аналогичные движения на вдохе (всхлипывания).

При входе в холодную воду дыхание останавливается на вдохе. Биологический смысл этого рефлекса в том, что при этом сокращается испарение воды с поверхности легких, а следовательно, и потеря тепла, связанная с парообразованием. Дыхание прекращается лишь на несколько секунд, но за это время организм успевает приспособиться к новым температурным условиям.

Гуморальная регуляция дыхания

При мышечной работе усиливаются процессы окисления, а следовательно, выделяется больше углекислого газа. Кровь с избытком углекислого газа доходит до дыхательного центра и его раздражает, возбудимость повышается: человек начинает дышать глубже. Избыток углекислого газа удаляется, а недостаток кислорода восполняется, т. е. происходит *гуморальная регуляция дыхания:* углекислый газ непосредственно влияет на дыхательный центр через кровь.

Углекислый газ действует на дыхательный центр и рефлекторно, раздражая рецепторы стенок артерий, по которым кровь направляется в мозг.

Если концентрация углекислого газа в крови понижается, работа дыхательного центра также снижается, и наступает задержка дыхания на небольшой срок. Когда содержание CO_2 в крови восстановится до нормы, самопроизвольно восстановится и дыхание.

Благодаря регуляции дыхания концентрация углекислого газа и кислорода в крови поддерживается на определенном уровне в любых условиях.

Особенно важно постоянство соотношения этих газов для головного мозга: слишком большое содержание кислорода в крови вызывает спазмы сосудов мозга, что приводит его к кислородному голоданию. Этим, кстати,

объясняется то, что горожане, выехавшие в лес, на природу, в первое время могут испытывать головокружение, головную боль и другие неприятные состояния. По мере привыкания к новой обстановке эти неприятные ощущения проходят.

1. Какими фактами можно подтвердить, что высшие центры головного мозга управляют дыхательным центром?

2*. Нарисуйте рефлекторные дуги чихания и кашля (известно, что центры этих рефлексов находятся в продолговатом мозге).

3. Как происходит гуморальная регуляция дыхания? Почему благодаря ей при мышечной работе дыхание усиливается?

4. Почему для организма жизненно важно поддерживать постоянство газового состава крови?

Обобщение

Периодичность непроизвольного дыхания определяется дыхательным центром. Произвольная регуляция дыхания в момент речи, пения, дыхательных упражнений осуществляется корой больших полушарий головного мозга.

Гуморальная регуляция дыхания происходит под воздействием углекислого газа на дыхательный центр: чем активнее работа, тем больше тканями выделяется углекислого газа и тем интенсивнее легочное дыхание.

Основные понятия

Дыхательный центр продолговатого мозга. Высшие дыхательные центры коры больших полушарий головного мозга. Регуляция дыхания: рефлекторная (нервная), гуморальная (осуществляется через кровь).

Практическая работа (выполняется дома)
Измерение обхвата грудной клетки

Оборудование: мерная лента, которой пользуются портные.

Ход работы

• Задержите дыхание на спокойном выдохе и измерьте обхват грудной клетки. Сзади мерная лента должна проходить под нижними углами лопаток, спереди у девушек она проходит над молочными железами, у юношей — через нижние сегменты сосков. Запишите результат.

• Сделайте глубокий вдох и запишите результаты измерения, потом глубокий выдох и запишите новые результаты. Вычтите величину обхвата грудной клетки

при выдохе из величины обхвата грудной клетки при вдохе, и вы определите экскурсию (расширение) грудной клетки. Чем разность больше, тем лучше. Занесите свои результаты в таблицу.

Обхват грудной клетки	Результаты, см
При спокойном выдохе*	
При максимальном вдохе	
При максимальном выдохе	
Экскурсия грудной клетки**	

* Выполняется дома.

** Предварительная работа выполняется дома.

Приведем несколько сведений для сравнения. Обхват грудной клетки должен соответствовать половине роста. Показатели считаются хорошими, если фактический обхват грудной клетки превышает эту величину.

При тренировке (бег, лыжные походы) экскурсия грудной клетки возрастает. Так что по этому показателю можно следить за своими успехами.

§ 27 Болезни органов дыхания и их предупреждение. Гигиена дыхания

Болезни, передающиеся через воздух

У больных людей при кашле, чихании, разговоре и даже при дыхании из носа и рта вылетает множество капелек слизи и слюны. В них содержатся болезнетворные микробы. Они могут долго находиться в воздухе и проникать в органы дыхания здоровых людей. Оседая на пыль, различные предметы, микробы делают их также источниками заражения. Каждый, кто кашляет и чихает, не прикрывая рот и нос платком, увеличивает количество микробов в воздухе. Через вдыхаемый воздух можно заразиться гриппом, коклюшем, корью и некоторыми другими заболеваниями.

Грипп — самое распространенное, массовое и опасное заболевание. Грипп поражает весь организм. Болезнь опасна осложнениями, поэтому важно соблюдать все предписания врача.

При заболевании необходимо вызвать врача, выделить больному отдельные посуду и постель, систематически проводить в помещении влажную уборку, обеспечить питание больного легкоусваиваемой, богатой витаминами пищей. Больной должен соблюдать постельный режим и все предписания врача, при кашле и чихании пользоваться платком. Людям, которые ухаживают за больным, нужно обязательно закрывать рот и нос марлевой повязкой, чтобы уменьшить риск заразиться.

Туберкулез легких. Возбудитель этой болезни — палочка Коха. Она может попасть в организм через дыхательные пути, а также вместе с пищей, например с некипяченым молоком, полученным от больной туберкулезом коровы.

Не каждый заразившийся человек заболевает сразу. Силы иммунитета обычно подавляют микроорганизмы, и они могут длительно находиться в теле человека, не вызывая болезни. В неблагоприятных для человека условиях — сырое помещение, недостаточное питание — микробы активизируются. Они проникают в легкие или в другие органы. Если запоздать с лечением, микробы начнут размножаться в легких. Возникнут многочисленные бугорки — туберкулы. Легочная ткань в них распадается и превращается в творожистую массу. При интенсивном лечении вокруг очагов поражения образуются известковые капсулы, которые защищают легкие и препятствуют распространению болезни. Если же человек не лечится, болезнь может перейти в завершающую стадию. Туберкулы, разрастаясь, сливаются между собой. Ткань в них распадается, образуются каверны, разрушаются кровеносные сосуды, начинается кровохарканье. Яд, выделяемый микробами, отравляет весь организм. Аппетит снижается, человек худеет, чахнет на глазах. Недаром в народе эту болезнь называют чахоткой. Выделения больных в открытой фазе туберкулеза опасны, поскольку в мокроте содержится большое количество палочек Коха.

Рак легких чаще встречается у курящих людей. Болезнь начинается с того, что эпителиальная ткань некоторых бронхов перерождается и начинает разрастаться. Заметить это можно только путем рентгеновского исследования, потому что вначале опухоль себя никак не проявляет. Только после того как она достаточно сильно разрослась и начала сдавливать легочную ткань, возникают первые признаки болезни — сухой кашель, недомогание, — внешне похожие на обычный грипп. Если болезнь запустить, опухоль разрастается и распространяется на другие ткани, даже на соседние органы. Распадаясь, ткань выделяет ядовитые соединения, которые поражают нервную систему и весь организм в целом.

Распознать ранние проявления туберкулеза и рака легких помогает *флюорография* — рентгеновское изображение грудной клетки, заснятое на фотопленку. На снимке четко обозначаются тени легких, сердца, сосудов и лимфатических узлов. Увеличение последних — признак неблагополучия. Как мы знаем, в лимфатических узлах задерживаются и уничтожаются микробы, раковые клетки и другие чужеродные тела. Увеличение лимфатических узлов говорит об усилении иммунной реакции. Ее причину и выясняют врачи.

Флюорографию должен проходить каждый человек хотя бы раз в два года, а если он по работе или учебе сталкивается с большим количеством людей, то и чаще. Результаты флюорографии можно получить либо в рентгеновском кабинете, либо у лечащего врача. При необходимости пациент получает направление в специальное лечебное учреждение, где проводят дообследование и лечение.

Гигиена дыхания

Для предупреждения заболеваний органов дыхания необходимо соблюдать чистоту в помещениях, правила личной гигиены и общения с больными, заниматься *закаливанием* организма.

В помещении, где собралось много людей, содержание в воздухе кислорода уменьшается, количество углекислого газа и паров воды увеличивается. Человек в таких условиях становится вялым, сонливым, быстро устает, страдает от головной боли. Его работоспособность падает.

Для здоровья человека необходим свежий воздух. Это достигается вентиляцией или систематическим проветриванием помещений. Каждый человек должен как можно больше бывать на свежем воздухе. Полезно спать при открытой форточке.

Воздух городов часто загрязнен выхлопами автомобилей, отходами промышленных предприятий, содержит много пыли. Частицы пыли раздражают дыхательные пути, переносят многочисленные микроорганизмы.

Практическая работа

Определение запыленности воздуха в зимнее время

Оборудование: емкость для снега, тонкостенный стакан, газета.

Пыль легко пристает к летящим снежинкам. Этим обстоятельством мы и воспользуемся. Аккуратно соберите верхний слой недавно выпавшего снега, дайте ему растаять и подготовьтесь к исследованию.

Ход работы

- Вырежьте из газеты небольшой кусок листа с текстом и поставьте на лист тонкостенный стакан. Убедитесь, что газетный текст легко читается через дно стакана.
- Хорошенько взболтайте емкость с талой водой и медленно наливайте ее в стакан, пока текст читать будет невозможно.
- Измерьте столб воды в стакане: чем воды меньше, тем запыленность больше.

Подумайте: стоит ли есть «чистый снег», сосать сосульки? В городе, да и в селе, много машин. Выхлопные газы и сажа далеко не безопасны для здоровья, ведь в них наверняка находятся соли свинца и другие опасные соединения. О возможности простудить горло речь не идет — это и без того понятно!

Бороться с пылью — значит бороться с возбудителями болезней. От уличной пыли хорошо защищают зеленые насаждения, поливка улиц. В жилых и классных помещениях для борьбы с пылью нужна *влажная уборка.*

Для лучшей вентиляции легких необходимо делать спокойные, редкие, но глубокие вдохи и полные выдохи. При частых, неглубоких дыхательных движениях смена воздуха в легких происходит не полностью. Хорошая осанка, развернутые плечи, прямая спина помогают человеку правильно дышать. Занимаясь спортом, физическим трудом, человек развивает грудную клетку и тренирует дыхательные мышцы. Тренированный человек дышит ровно и глубоко. Вдох у него короче выдоха.

Укрепление органов дыхания

Если попросить человека сделать самый глубокий вдох, а затем выдохнуть весь воздух, то выдохнутый объем воздуха и составит *жизненную емкость легких* (ЖЕЛ). Понятно, что и после этого выдоха в легких останется еще некоторое количество воздуха — *остаточный воздух,* — равное примерно 1000–1200 см^3.

Жизненная емкость легких зависит от возраста, пола, роста, наконец от степени тренированности человека. Для того чтобы рассчитать, какой должна быть жизненная емкость воздуха, можно воспользоваться следующими формулами:

ЖЕЛ (л) мужчин = 2,5 × рост (м).

ЖЕЛ (л) женщин = 1,9 × рост (м).

ЖЕЛ — это жизненная емкость легких (в литрах), рост надо выразить в метрах, а 2,5 и 1,9 — это коэффициенты, найденные экспериментальным путем. Если реальная жизненная емкость легких окажется равной или большей, чем вычисленные величины, результаты следует считать хорошими, если меньшей — плохими. Жизненную емкость легких измеряют специальным прибором — спирометром.

В чем преимущества людей с высокой жизненной емкостью легких? При тяжелой физической работе, например при беге, вентиляция легких достигается за счет большой глубины дыхания. Человеку, у которого жизненная емкость легких небольшая, да еще и дыхательные мышцы слабы, приходится дышать часто и поверхностно. Это приводит к тому, что свежий воздух остается в воздухоносных путях и лишь небольшая часть его доходит до легких. В результате ткани получают ничтожное количество кислорода, и человек не может продолжать работу.

В систему оздоровительной гимнастики обязательно входят дыхательные упражнения. Многие из них направлены на то, чтобы проветрить верхушки легких, которые, как правило, у большинства людей проветриваются плохо. Если поднять руки вверх, прогнуться назад и сделать вдох,

мышцы оттягивают верхнюю часть грудной клетки вверх, и верхушки легких проветриваются. Осуществлять полноценное дыхание помогают хорошо развитые мышцы брюшного пресса. Значит, развивая дыхательные мышцы, мы можем увеличить объем грудной полости, а следовательно, и жизненную емкость.

?

1. Как происходит заражение воздушно-капельным путем?
2*. Расскажите о болезнях легких. Как можно предупредить эти болезни?
3. Почему жизненная емкость легких является важным показателем здоровья?
4. Перечислите основные правила гигиены дыхания.

Обобщение

Среди болезней, передающихся через воздух, наибольшую опасность представляют грипп и туберкулез.
Для раннего выявления туберкулеза и рака легких ежегодно каждому человеку надо проходить флюорографию и не отказываться от дальнейшего исследования и лечения, если это потребуется.
Для предупреждения заболеваний дыхательной системы необходимо бороться с пылью, закаливать организм, соблюдать правила гигиены. Укрепление здоровья связано с повышением жизненной емкости легких: объемом выдохнутого до конца воздуха после глубокого вдоха. Косвенно о развитии грудной клетки и дыхательных мышц можно судить по обхвату грудной клетки.

Основные понятия

Грипп. Туберкулез легких. Рак легких. Флюорография. Закаливание. Влажная уборка. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ). Гигиена дыхания.

§ 28 Первая помощь при поражении органов дыхания

Инородные тела в дыхательных путях

Разговоры во время еды, неосторожные игры часто приводят к тому, что посторонние предметы – рыбные кости, фасоль, горох и даже монеты и камешки, с которыми играли дети, – попадают в дыхательные пути: в нос, в гортань, трахею. При попадании такого предмета в нос необходимо зажать вторую ноздрю и попытаться выдуть посторонний предмет. Если это не получается, надо обратиться к врачу, поскольку неумелыми действиями можно загнать постороннее тело еще дальше.

Попадание посторонних тел в гортань происходит при недостаточном закрытии гортани надгортанником. Это сопровождается сильными приступами кашля, благодаря которому происходит удаление посторонних частиц из гортани. Если кашель не помогает, можно несколько раз ударить пострадавшего по спине, предварительно перегнув его через колено так, чтобы голова опустилась как можно ниже. Маленьких детей просто поднимают за ноги. Если это не помогло, надо срочно отвезти пострадавшего в медицинское учреждение.

Первая помощь при утоплении, удушении и заваливании землей

В каждом из этих случаев прекращается поступление наружного воздуха в легкие. Недостаточное поступление кислорода в головной мозг через 2–3 минуты может привести к смерти. Поэтому действовать надо четко и быстро.

После того как тонувшего извлекли из воды, прежде всего надо очистить его рот от грязи, удалить воду из легких и желудка. С этой целью пострадавшего перекидывают через колено и резкими движениями сдавливают живот и грудную клетку (рис. 57) или встряхивают. При остановке дыхания и сердечной деятельности не следует дожидаться удаления всей воды из органов дыхания, важнее приступить к искусственному дыханию и непрямому массажу сердца.

Рис. 57. Первая помощь при утоплении

Удушение может произойти при сдавливании горла, при западании языка. Последнее часто случается при *обмороках*, когда человек внезапно на короткое время теряет сознание. Поэтому прежде всего надо прислушаться к дыханию. Если оно сопровождается хрипом или прекращается вовсе, необходимо открыть рот и оттянуть язык вперед или переменить положение головы, откинув ее назад. Полезно дать понюхать нашатырный спирт или другие вещества с резким запахом. Это возбуждает дыхательный центр и содействует восстановлению дыхания.

Шумное затрудненное дыхание бывает также при *отеке гортани*, кожные покровы и слизистые при этом синеют. В этом случае на наружную поверхность шеи надо наложить холодный компресс, а ноги погрузить в таз с горячей водой. Больного надо как можно скорее доставить в лечебное учреждение.

Особенно тяжелые поражения органов дыхания бывают при завалах землей. При длительном сдавливании скелетных мышц в них накапливаются

ядовитые соединения. Когда тело человека освобождают от сдавливания, эти вещества устремляются в кровоток и нарушают функции почек, сердца и печени.

После извлечения человека из завала необходимо прежде всего восстановить дыхание: очистить рот и нос от грязи и начать искусственное дыхание, непрямой массаж сердца. Только после восстановления этих важных процессов можно приступить к осмотру повреждений, наложению жгутов и шин.

При заваливании землей или утоплении важно согреть пострадавшего. Для этого его растирают, закутывают в теплую одежду, дают чай, кофе и другие горячие напитки. Согревать пострадавшего грелками, бутылками с горячей водой нельзя, так как можно вызвать ожоги и нарушить нормальное распределение крови между органами.

Первая помощь при электротравмах

Поражение молнией и электротоком имеет много общего, а потому их объединяют одним понятием — *электротравма*. При поражении человека техническим электрическим током прежде всего надо обесточить провод. Сделать это не всегда легко: если человек схватился рукой за провод, оторвать его от провода практически невозможно, поскольку его мышцы парализованы. Легче выключить рубильник или просто откинуть провод от пострадавшего, конечно предварительно изолировав себя от действия тока (следует использовать резиновые перчатки и обувь, сухую деревянную палку).

Пострадавшего от молнии обесточивать не надо. К нему можно смело прикасаться. А вот последствия поражения во многом сходны. Они зависят от силы и направления тока, от того, под каким напряжением оказался человек, в каком состоянии находились его кожные покровы, одежда. Влага снижает сопротивление кожи, а потому поражение током оказывается более сильным.

В местах входа и выхода технического тока видны воронкообразные раны, напоминающие ожоговые повреждения. Ток поражает нервную систему, человек теряет сознание, перестает дышать. Сердце работает слабо, и не всегда удается прослушать пульс.

Если электротравма была сравнительно слабой и человек сам вышел из обморока, необходимо осмотреть внешние поражения, наложить повязку и немедленно отправить пострадавшего в больницу, поскольку может наступить повторная потеря сознания из-за сердечной недостаточности. В стационар пострадавшего доставляют тепло укрытым. Полезно дать обезболивающее, например анальгин, и соблюдать полный покой. Полезны также сердечные препараты: валерьянка, капли Зеленина.

При тяжелых случаях происходит остановка дыхания. Тогда применяют *искусственное дыхание*, а при остановке сердца — его *непрямой массаж*.

Искусственное дыхание и непрямой массаж сердца

В результате несчастных случаев (при утоплении, ударе молнии, сильном ожоге, отравлении, ранении) человек может потерять сознание. У него останавливается сердце, прекращается дыхание, наступает *клиническая смерть*. В отличие от биологической это состояние обратимое. Мероприятия, связанные с выводом человека из клинической смерти, называются *реанимацией* (букв.: оживление). *Биологическая смерть* наступает после гибели мозга.

Если в течение 5–7 мин восстановить работу сердца и легких, человек будет жить. Спасти его могут немедленные действия — *искусственное дыхание* и *непрямой массаж сердца* (рис. 58).

В первую очередь больного надо положить на спину на твердую поверхность, голову запрокинуть. Затем расстегнуть одежду, обнажить грудь. Нос или рот накрыть марлей и энергично вдувать воздух (16 раз в 1 мин).

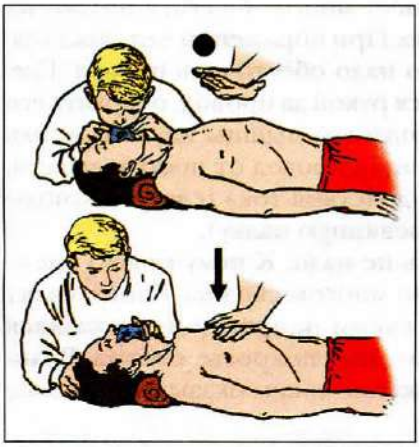


Рис. 58. Искусственное дыхание изо рта в рот и непрямой массаж сердца

При оказании помощи тонувшему нужно предварительно освободить ротовую полость от ила и песка, а легкие и желудок от воды (см. рис. 57).

Если сердце не бьется, искусственное дыхание сочетают с непрямым массажем сердца — ритмическим надавливанием на грудину (60 раз в 1 мин). Через каждые 5–6 надавливаний производят вдувание воздуха. Периодически необходимо проверять пульс.

Появление пульса — первый признак возобновления работы сердца. Искусственное дыхание, массаж сердца иногда приходится делать долго — 20–50 минут. Оказание первой помощи заканчивают, когда пострадавший приходит в сознание и начинает дышать самостоятельно.

?

1. Как удаляют инородные тела, попавшие в нос? в гортань?
2. В каком порядке следует оказывать помощь извлеченному из воды тонувшему человеку?
3. Каковы причины прекращения дыхания при обмороке, как их обнаружить и устранить?
4. Как помочь человеку, попавшему в завал?
5. Что надо делать при электротравме?
6*. Как проводят искусственное дыхание изо рта в рот и непрямой массаж сердца?

Обобщение

При попадании инородных тел в дыхательные пути все усилия оказывающего помощь направляются на то, чтобы оно было выталкнуто струей воздуха. Пытаться извлечь застрявший в носу или гортани предмет нельзя, так как можно затолкнуть его еще глубже.

Первая помощь при утоплении, завалах землей, удушении осуществляется в несколько этапов. На первом этапе очищаются верхние дыхательные пути от грязи, удаляется вода из желудка и легких, на втором — приступают к искусственному дыханию и непрямому массажу сердца.

При электротравмах прежде всего необходимо выключить рубильник, отбросить провод деревянным предметом. При остановке дыхания и сердечной деятельности применяют искусственное дыхание изо рта в рот и непрямой массаж сердца.

Основные понятия

Утопление. Удушение. Заваливание землей. Отек гортани. Электротравма. Обморок. Клиническая смерть. Биологическая смерть. Реанимация.

Проверьте себя

Ответьте на вопросы и выполните задания

1. Как распределяются функции между дыхательной и кровеносной системами?
2. Как осуществляется ход воздуха в легкие и из легких?
3. Просмотрите табл. 1 и выпишите из нее особенности дыхательной системы, доказывающие принадлежность человека к классу млекопитающих, укажите их значение.
4. По каким признакам можно судить зимой о запыленности окружающего воздуха?
5. Разберите на модели Дондерса (см. рис. 56), как происходит вдох и выдох.
6. Как осуществляется нервная регуляция дыхания со стороны продолговатого мозга?
7. Разберите механизм действия углекислого газа на интенсивность дыхания.
8. Проанализируйте рефлексы, происходящие при кашле, чихании, вхождении в холодную воду.
9. Как влияет курение табака на дыхательную и кровеносную системы?
10. Рассмотрите рис. 53 и установите функцию голосовых связок при голосообразовании, кашле и чихании.
11. Как формируются звуки речи?
12. Какими фактами можно доказать влияние коры больших полушарий на регуляцию дыхания?
13. Что происходит при легочном и тканевом газообмене?
14. Как уберечься от болезней, передающихся через воздух?
15. Каково значение флюорографии?
16. Что такое жизненная емкость легких и как по этому показателю можно судить о здоровье и тренированности человека?
17. Что надо делать при попадании инородных тел в дыхательные пути?
18. Как оказать первую помощь утопавшему?
19. Как надо поступать в случаях поражения человека молнией и промышленным током?
20. Чем клиническая смерть отличается от биологической?
21. Как осуществляют непрямой массаж сердца и искусственное дыхание изо рта в рот?

Дополните утверждения

1. Газообмен между воздухом и кровью происходит в ...
2. Звукообразование возникает в результате колебания ..., а ротовая и носовая полости, язык, губы и челюсти участвуют в формировании ...

3. Дыхательные движения осуществляют мышцы ... и ...
4. Возбудителем туберкулеза является ...

Отметьте верные высказывания

1. Воздух из трахеи прямо попадает в альвеолы легких.
2. Легкие покрыты легочной плеврой.
3. В легочной ткани имеются мышцы, обеспечивающие вдох и выдох.
4. Флюорографию применяют для того, чтобы выявить юных курильщиков.
5. При искусственном дыхании изо рта в рот при вдувании воздуха в легкие надо давить на грудную клетку пострадавшего, чтобы обеспечить непрямой массаж сердца.

Выберите правильный ответ

1. Воздух, оставшийся в легких после глубокого выдоха, называется ...
   а) жизненной емкостью легких;
   б) остаточным воздухом.
2. При поражении молнией в случае потери сознания пострадавшим надо:
   а) закопать в землю и ждать, пока выйдет ток;
   б) приступить к искусственному дыханию и непрямому массажу сердца.
3. Внутренняя полость носа выстлана ...
   а) соединительной тканью;
   б) мышечной тканью;
   в) мерцательным эпителием.

§ 29 Значение пищи и ее состав

Значение пищи

Организм человека, как и других существ, состоит из разнообразных *органических* и *неорганических (минеральных) веществ*. Они поступают в организм с *пищей*, перерабатываются им и используются для восстановления утраченных тканей и создания новых. При этом некоторая часть поступивших органических веществ подвергается биологическому окислению. Вырабатываемая при этом энергия обеспечивает работу органов: сокращение мышц, деятельность сердца, легких, почек, нервной системы. Вот почему пищу называют источником строительного материала и энергии.

Состав пищи

Человек питается разнообразной пищей. Она может быть *растительной* и *животной*. В состав пищи входят белки, жиры, углеводы, витамины, вода и минеральные соли. Все это *питательные вещества*.

Белки содержатся в большинстве продуктов питания. Особенно богаты белком мясо, птица, рыба, яйца, молоко, горох, орехи. Полноценная пища обязательно должна включать белки *животного* и *растительного происхождения*. В сутки человеку необходимо 100–120 г белковых веществ.

Жиры также необходимы нашему организму. Жиры содержатся в яйцах, молоке и других продуктах животного происхождения. Пища должна включать и растительные жиры. Особенно много жиров в растительном и сливочном масле и животном сале. В сутки человеку достаточно 1–1,25 г жира на 1 кг массы тела.

Животные белки и растительные жиры содержат компоненты, которые в организме человека синтезироваться не могут.

Углеводы в большом количестве содержатся в продуктах растительного происхождения. В пище человека чаще всего встречаются углеводы: крахмал и сахар. Крахмалом богаты различные крупы, мука, картофель. Сахар содержится в моркови, сахарной свёкле. Особенно полезен фруктовый сахар: он легко усваивается организмом. Фруктовым сахаром богаты мед, фрукты, ягоды. В сутки человеку требуется 400 г углеводов, из них не более 80 г сахара. Избыток углеводов откладывается в печени и мышцах в виде животного крахмала — гликогена. Важно помнить: чрезмерное употребление углеводов приводит к накоплению в организме жира.

Воды человек потребляет в сутки около 2–2,5 л (10–12 стаканов). Она попадает в организм в виде напитков – 1 л, с пищей – 1 л, и 200–300 мл образуется в организме. Водой богаты фрукты, овощи, молоко.

Человек должен правильно пить. Недостаток воды или обильное питье отрицательно сказываются на работе почек и сердца.

Минеральные соли поступают с пищей и водой. Все натуральные продукты (фрукты, овощи, мясо, хлеб, яйца, крупы) содержат минеральные соли. Из различных минеральных солей чаще всего в пищу добавляют поваренную соль. Ее суточное потребление человеком должно составлять около 10 г.

Минеральные соли обеспечивают прочность костей и зубов. Они входят в состав крови, желудочного сока.

Витаминами богаты фрукты и овощи, печень, рыбий жир, мясо. Без витаминов невозможна нормальная жизнедеятельность организма, хотя их потребность исчисляется только в миллиграммах. Витамины – это особые органические соединения, которые, как правило, не вырабатываются в самом организме, но без которых он не может существовать. Витамины участвуют в образовании ферментов, осуществляющих все необходимые превращения веществ в организме.

Пища обеспечивает организм энергией и строительным материалом.

Природные продукты (грибы, ягоды, орехи) современный человек потребляет в относительно небольших количествах. Подавляющая часть продуктов – результат сельскохозяйственного производства. Сообщества сельскохозяйственных растений (культур) – агробиоценозы – отличаются от природных сообществ своей нестабильностью. Это обусловлено их небольшим видовым составом с укороченными цепями питания и тем, что основная масса органических веществ не возвращается назад в почву, как это бывает в естественных биоценозах, а забирается человеком в виде урожая.

Чтобы сохранить урожайность, человеку приходится вносить в почву органические и минеральные удобрения, но их передозировка приводит к накоплению в продуктах вредных веществ, например нитратов.

Применение навоза в качестве органического удобрения сопряжено с заражением почвы небезопасными микроорганизмами и гельминтами (глистами). Борьба с вредителями сельского хозяйства требует внесения ядохимикатов, некоторые из которых могут накапливаться в продуктах. Поэтому пищевые продукты надо обрабатывать так, чтобы в них сохранялось наибольшее количество полезных веществ и витаминов, а вредных веществ оставалось как можно меньше. Вряд ли потребитель капусты станет есть кочерыжку, если знает, что именно там накапливаются нитраты. По той же причине он будет обрезать верхушку моркови, чистить кожуру яблок и груш, вымачивать картофельные клубни перед варкой и т. д. Правильная санитарная обработка продуктов – мытье кипяченой, а в некоторых случаях и горячей водой намно-

го снижает риск заражения. Важно также правильно хранить продукты и учитывать их зрелость: огурцы можно употреблять незрелыми, помидоры – нельзя, так как в незрелых плодах содержится много вредных веществ, которые исчезают при созревании. Каждому человеку надо знать, как выращивать плоды, как их хранить и готовить.

?

1. Перечислите пищевые продукты и питательные вещества.
2. Каково значение белков, жиров и углеводов в рационе человека?
3. Перечислите продукты, богатые белками, жирами и углеводами, минеральными солями и витаминами.
4. Почему в нашем рационе должна присутствовать пища как животного, так и растительного происхождения?
5. Почему недостаток воды или обильное питье отрицательно влияют на организм?
6*. Чем биоценозы отличаются от агробиоценозов?
7. Почему каждому потребителю сельскохозяйственных продуктов необходимо знать особенности агроценозов?

Обобщение

Организм человека существует за счет питательных веществ, поступающих с пищей. Пища должна содержать как органические вещества – белки, жиры, углеводы, так и неорганические вещества – воду и минеральные соли. Большую потребность человек испытывает и в витаминах, так как без них не могут функционировать многие ферменты.

Для получения растительных пищевых продуктов человек создал агроценозы. Они неустойчивы, и, поддерживая их, вносят удобрения, применяют ядохимикаты для борьбы с вредными насекомыми, добывают воду для полива. При передозировке удобрений и нарушениях агротехники выращивания растений в продуктах могут встречаться вредные вещества, болезнетворные микроорганизмы, яйца гельминтов. Потребители должны знать, как хранить и использовать пищевые продукты, чтобы не допустить заражения и отравления.

Основные понятия

Органические вещества: белки, жиры, углеводы. Витамины. Минеральные (неорганические) вещества: вода, минеральные соли. Питательные вещества. Пищевые продукты животного и растительного происхождения.

Значение пищеварения

Разнообразные питательные вещества (белки, жиры, крахмал и пр.), содержащиеся в пище и необходимые для жизни человека, нерастворимы в воде. Они не могут проникать в кровь и усваиваться организмом без предварительной обработки. В пищеварительной системе эти питательные вещества перетираются, измельчаются и переходят в растворимые соединения.

!

Пищеварение — это процесс превращения питательных веществ в менее сложные по составу, растворимые соединения, которые легко всасываются в кровь и лимфу.

Система органов пищеварения

Система органов пищеварения: *пищеварительный канал* (ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, кишечник) и *пищеварительные железы* (рис. 59).

Ротовая полость (рис. 60). Сначала пища попадает в рот. Рецепторы языка позволяют нам определять вкус пищи, ее пригодность для еды. В ротовую полость впадают протоки многочисленных мелких и трех пар крупных слюнных желез. Слюна смачивает пищу, что облегчает ее дальнейшее прохождение, кроме того, в слюне содержатся пищеварительные ферменты и вещества, убивающие микробов. В ротовой полости пища размельчается зубами.

Практическая работа (выполняется дома)
Местоположение слюнных желёз

Околоушную железу можно обнаружить, если сжать пальцами щеки впереди ушей. Чувствуется, как слюна заполняет рот. То же самое произойдет, если слегка сжать кожу под нижней челюстью. Это поднижнечелюстная слюнная железа. Подъязычную прощупать не удастся, так как она находится глубоко под языком, но ее работу можно наблюдать.

Возьмите зеркало и поставьте его так, чтобы можно было хорошо рассмотреть рот. Затем захватите язык верхними зубами и резко отогните его вверх и назад, приоткрыв при этом рот. Вы увидите, как из-под языка брызнет фонтанчик слюны. Выход протока подъязычной слюнной железы находится под уздечкой языка (тяж, соединяющий середину нижней стороны языка с дном ротовой полости). Часто в этом месте удается заметить небольшое отверстие.

Глотка и пищевод. Через глотку и пищевод пища попадает в желудок. Если широко открыть рот и рассмотреть вход в глотку, можно увидеть в верх-

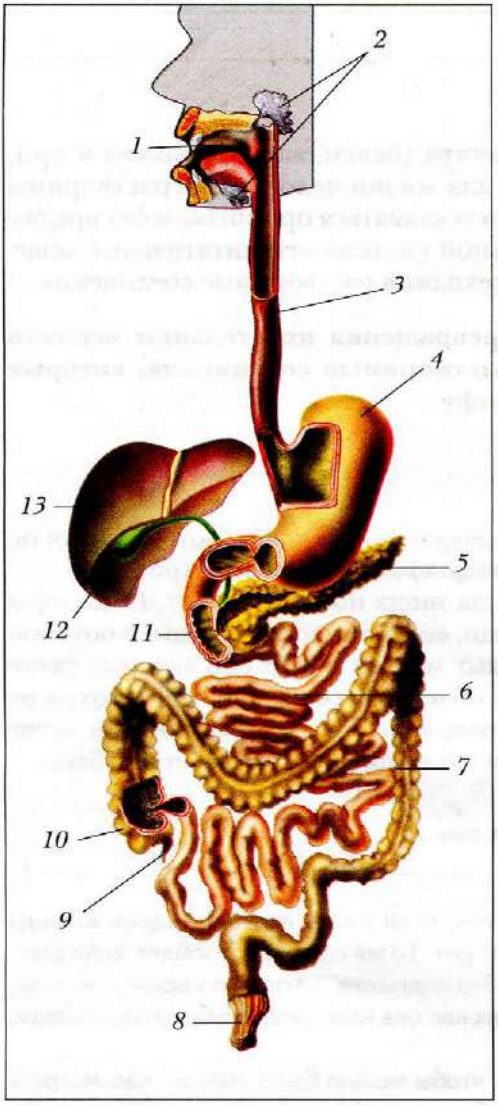


Рис. 59. Система органов пищеварения:
1 – ротовая полость; *2* – слюнные железы; *3* – пищевод; *4* – желудок; *5* – поджелудочная железа; *6* – тонкая кишка (ее отдел – двенадцатиперстная кишка – *11*); *7* – толстая кишка (отделы: слепая кишка – *10* с аппендиксом – *9*; прямая кишка – *8*); *12* – желчный пузырь; *13* – печень

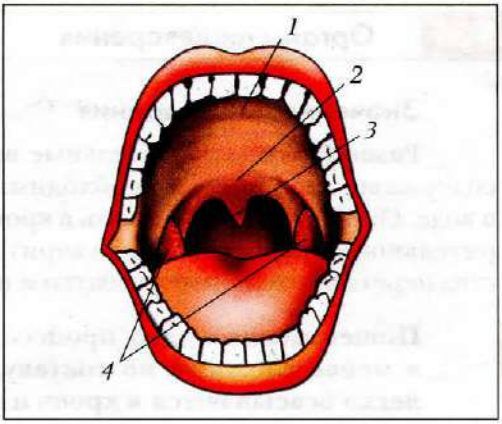


Рис. 60. Ротовая полость:
1 – твердое нёбо;
2 – мягкое нёбо;
3 – нёбный язычок;
4 – миндалины

ней части ротовой полости *твердое*, а затем *мягкое нёбо*. Сверху у самого входа в глотку свисает *нёбный язычок*. По краям, слева и справа от него, находятся *миндалины*. Они состоят из лимфоидной ткани, выполняющей защитную функцию. В норме они бледно-розового цвета. Миндалины заполнены лейкоцитами, которые готовы во всеоружии встретить микробов, попадающих с пищей и воздухом. При хроническом воспалении миндалин (тонзиллите) их функция нарушается. Больные миндалины становятся резервуаром инфекции. Тонзиллит требует обязательного лечения.

Положите руку на горло и сделайте глотательное движение (рис. 61). Вы почувствуете, как поднялась *гортань*. Вход в нее закрыл *надгортанник*. Язычок (часть мягкого нёба) в это время приподнялся, пере-

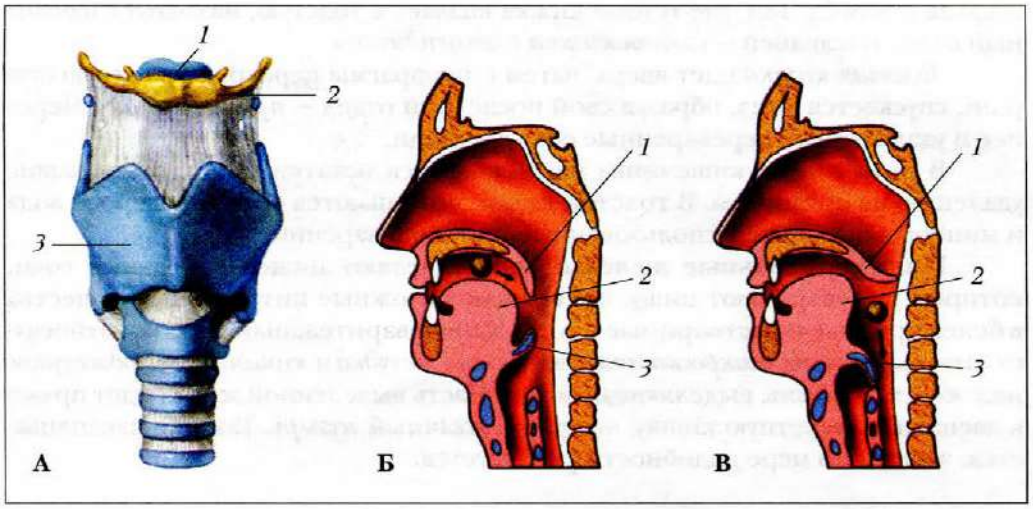


Рис. 61. Органы ротовой полости и гортани при дыхании и глотании: вид гортани спереди (А): *1* – надгортанник; *2* – подъязычная кость; *3* – щитовидный хрящ; **положение надгортанника и язычка при дыхании (Б) и глотании (В):** *1* – язычок; *2* – язык; *3* – надгортанник

крыв путь пищи в носовую полость. Смоченный слюной скользкий комок пищи (или слюна, если пищи не было) из ротовой полости и глотки по пищеводу пошел в желудок. Напомним, что пищевод переходит из грудной полости в брюшную полость, где находится желудок, через отверстие в диафрагме.

Желудок. В желудке пища переваривается под действием желудочного сока, а затем в полупереваренном виде поступает в кишечник.

Желудок находится под диафрагмой с левой стороны. В верхней части он заполнен воздухом. Воздушная пробка препятствует выходу пищи назад в пищевод. Эту же функцию выполняют специальные кольцевые мышцы, находящиеся у входа пищевода в желудок.

При переваривании пищи образуются многочисленные газы. Когда их скапливается очень много, они прорываются в пищевод – происходит отрыжка. Это может случиться, например, если выпить слишком много газированных напитков.

Кишечник. Из желудка пища попадает в тонкую кишку. Начальный отдел ее называют *двенадцатиперстной кишкой.* В него впадают *протоки поджелудочной железы* и *общий желчный проток*, по которому желчь печени и желчного пузыря попадает в кишечник.

Тонкая кишка образует несколько петель. В тонких кишках происходит окончательное переваривание пищи и всасывание питательных веществ

в кровь и лимфу. Там, где тонкая кишка впадает в толстую, находится начальный отдел последней — *слепая кишка* с *аппендиксом*.

Толстая кишка идет вверх, затем у диафрагмы переходит на левую сторону, спускается вниз, образуя свой последний отдел — *прямую кишку*. Через нее и удаляются непереваренные остатки пищи.

В этом отделе кишечника накапливаются остатки пищи, подлежащие удалению из организма. В толстой кишке всасываются обратно в кровь вода и минеральные соли, использованные при пищеварении.

Пищеварительные железы. Они выделяют пищеварительные соки, которые переваривают пищу, превращают сложные питательные вещества в более простые и растворимые в воде. К пищеварительным железам относятся *слюнные железы*, *микроскопические железы желудка* и *кишечника*, *поджелудочная железа* и *печень*, выделяющая *желчь*. Часть выделенной желчи идет прямо в двенадцатиперстную кишку, часть — в *желчный пузырь*. Там она накапливается, а затем по мере надобности расходуется.

1. В чем суть пищеварения и почему оно необходимо?
2. Какую функцию выполняют органы пищеварительного канала и пищеварительные железы?
3*. Рассмотрите рис. 59. Выпишите названия органов пищеварительного канала в левый столбик, а пищеварительных желёз — в правый. Стрелками укажите, как они связаны.

Обобщение

Пищеварением называется процесс превращения питательных веществ в простые растворимые соединения, которые легко всасываются в кровь и лимфу. Систему органов пищеварения образуют пищеварительный канал и пищеварительные железы. Дыхательные и пищеварительные пути пересекаются в глотке.

Переваривание пищи происходит в ротовой полости, желудке, тонкой кишке. В тонкой кишке происходит всасывание питательных веществ в кровь и лимфу. В толстой кишке завершается всасывание воды и образование каловых масс, которые удаляются через прямую кишку.

Основные понятия

Глотка. Гортань. Желчный пузырь. Желчь. Надгортанник. Нёбо. Нёбный язычок. Пищеварительные железы и их функции. Пищеварительный канал.

Во рту пища обрабатывается зубами. Зубы измельчают и перетирают ее до состояния густой кашицы. Хорошо пережеванная пища быстрее переваривается и полнее усваивается организмом.

!

Зубы удерживают, разгрызают, измельчают и пережевывают пищу.

У взрослого человека во рту 32 зуба. Они расположены на верхней и нижней челюстях, по 16 на каждой из них. 8 передних зубов называют *резцами*. За ними находятся 4 заостренных *клыка*. Резцами и клыками человек откусывает пищу. Разжевывают, измельчают и перетирают пищу *малыми* и *большими коренными зубами*. Их 20, по 10 на каждой челюсти (рис. 62).

Человек рождается без зубов. Первые зубы появляются в 6–9 месяцев. Их называют *выпадающими (молочными)*. К 2 годам у ребенка уже 20 зубов. С 6–7-летнего возраста начинается замена выпадающих зубов на *постоянные*.

Смена зубов происходит из-за того, что челюсти ребенка и по своим размерам, и по форме отличаются от челюстей взрослого человека. Постоянные зубы закладываются очень рано. Их зачатки формируются у корней выпадающих (рис. 63). К моменту смены молочных зубов постоянные начинают расти. Они сдавливают корни молочных, преграждая путь крови. Лишившись питания, выпадающий зуб погибает. Корни его рассасываются, а верхняя часть отделяется. У выпавшего зуба вместо корней зияет дыра. Процесс смены

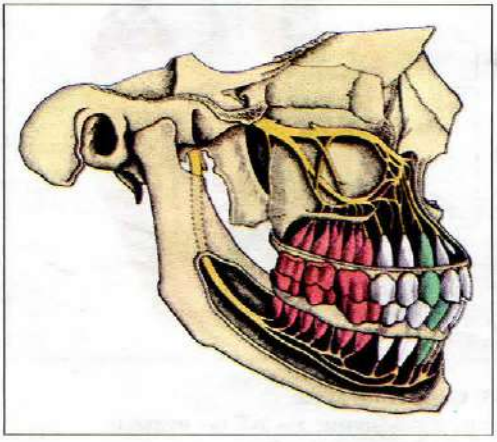


Рис. 62. Расположение зубов в челюсти взрослого человека: резцы и малые коренные показаны белым цветом, клыки – зеленым, большие коренные – красным

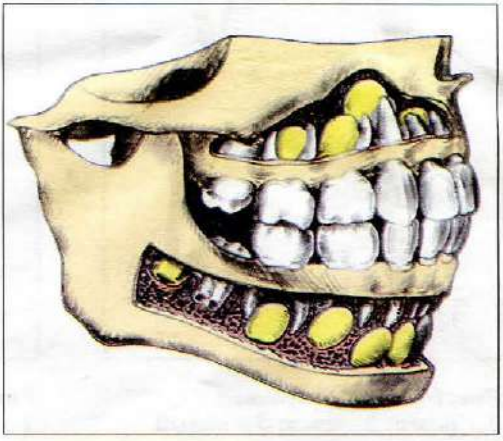


Рис. 63. Выпадающие (молочные) зубы: желтым цветом показаны зачатки постоянных зубов

зубов в основном заканчивается к 12–14 годам. Последними в 21–25 лет появляются задние коренные зубы — «зубы мудрости».

Строение зубов. Форма и функции зубов различны (рис. 64), но все они имеют сходное строение (рис. 65). В зубе различают *коронку*, *шейку* и *корень*.

Коронка зуба состоит из вещества дентина и покрыта зубной *эмалью*, а корень — из *дентина* и *цемента*. В области шейки зуба эмаль сменяется цементом, который прочно соединяет зуб с ячейкой челюсти.

Внутри зуба находится полость, заполненная рыхлой тканью, — *зубная пульпа*. В ней находятся кровеносные сосуды и нервы. Кровеносные сосуды обеспечивают питание, а нервы — чувствительность зуба.

Здоровые зубы — важное условие сохранения здоровья человека. В больных зубах начинают размножаться болезнетворные микробы. Потеря зубов приводит к нарушению пищеварения, болезням желудка и кишечника. Разрушение зубов начинается с повреждения эмали. Это может произойти при разгрызании орехов, из-за резкой смены горячей и холодной пищи и пр. В эмали образуются трещинки. Через них в зуб проникают микробы. Зуб заболевает *кариесом* и начинает разрушаться. Больные зубы могут стать при-

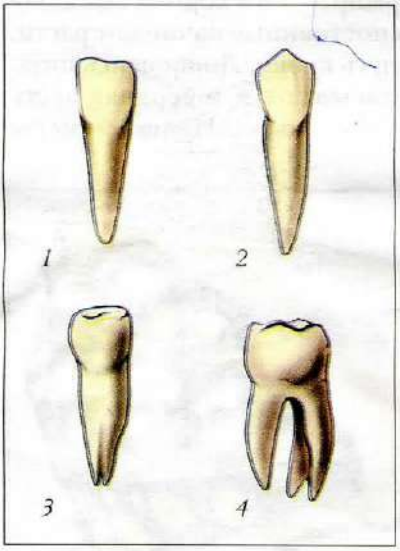


Рис. 64. Формы зубов:
1 — резец; *2* — клык; *3* — малый коренной; *4* — большой коренной

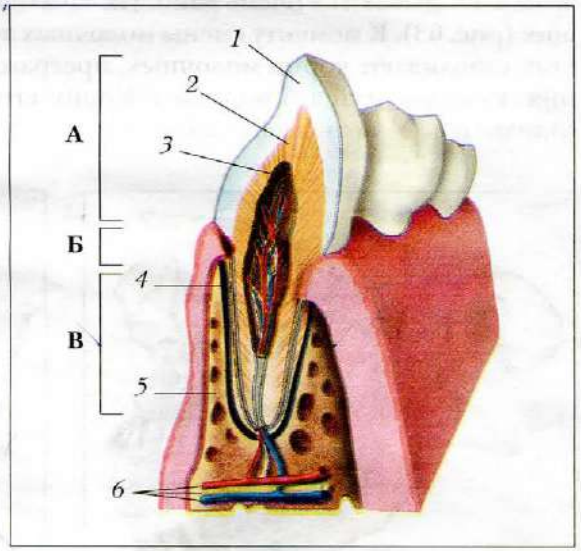


Рис. 65. Строение зуба:
1 — эмаль; *2* — дентин; *3* — зубная пульпа; *4* — цемент; *5* — ячейка зубной челюсти; *6* — сосуды, питающие зуб, и нервы (артерии показаны красным цветом, вены — синим, нервы — белым)
А — коронка, **Б** — шейка, **В** — корень

чиной заболевания сердца, суставов, почек, горла и других органов. Остановить процесс разрушения зуба может пломба, которую ставит врач.

Уход за зубами. Чтобы сохранить зубы здоровыми, надо после каждой еды рот прополаскивать, а зубы ежедневно чистить утром и вечером. Существуют определенные правила чистки зубов: сначала рот прополаскивают водой комнатной температуры, затем щеткой с пастой чистят передние и задние поверхности зубов. Чтобы удалить все частицы пищи, застрявшие в зубах, щетку следует вести от десны к краю зуба.

1. Дайте классификацию зубов по форме и функциям. Укажите, в чем проявляется связь строения и функции.
2. Почему происходит смена зубов?
3*. Как преждевременная потеря молочного зуба отражается на качестве зубов постоянных, если известно, что постоянный зуб растет по следу, оставленному выпавшим молочным зубом?
4. Каково внешнее и внутреннее строение зуба?
5. Почему разрушаются зубы?
6. Как сохранить зубы здоровыми?

Обобщение

Зубы участвуют в механической обработке пищи. У человека, как и у большинства млекопитающих, они сменяются один раз в жизни. Различают резцы, клыки и коренные зубы.
Зубы нуждаются в постоянном уходе. Чистить зубы следует 2 раза в день. Кариес — наиболее частое заболевание зуба. Больные зубы надо пломбировать.

Основные понятия

Зуб, его строение. Резцы. Клыки. Коренные зубы. Выпадающие (молочные) и постоянные зубы. Кариес.

§ 32 Пищеварение в ротовой полости и в желудке

Изменение пищи в ротовой полости

В ротовой полости при пережевывании зубами измельченная и протертая пища смачивается секретом слюнных желёз — *слюной*. Эта слизистая клейкая жидкость обволакивает пищевые частички, склеивает их в пищевой комок. Глотание возможно только при раздражении корня языка слюной или пищей. Это позволяет пище легко проглатываться и свободно двигаться

по пищеводу. В состав слюны входят вода и вещества, которые придают ей клейкость, убивают микробов и начинают переваривание пищи. Уже в ротовой полости под действием фермента слюны — *птиалина* — часть нерастворимого *крахмала* превращается в растворимый сахар — *глюкозу*.

У человека слюна выделяется непрерывно, в сутки до 1 л. Состав и количество слюны зависят от пищи. Если пища сухая и жесткая, то слюны выделяется больше, чем при пережевывании сочной пищи.

Язык проталкивает пищу к глотке. Когда сокращаются мышцы языка и глотки, человек глотает. Пища поступает в пищевод, затем в желудок. Глотка сообщается с дыхательными путями. При глотании вход в дыхательные пути закрывается.

Нельзя разговаривать во время еды: пища может попасть в гортань, и человек задохнется.

Пищеварение в желудке

Желудок (рис. 66) — самый широкий участок пищеварительного канала, объем до 3 л. Он располагается в левой части брюшной полости. Форма и размер желудка изменяются в зависимости от наполнения его пищей.

Клетки *внутреннего слоя* стенок желудка выделяют *желудочный сок*, в состав которого входят слизь, соляная кислота и ферменты, обеспечиваю-

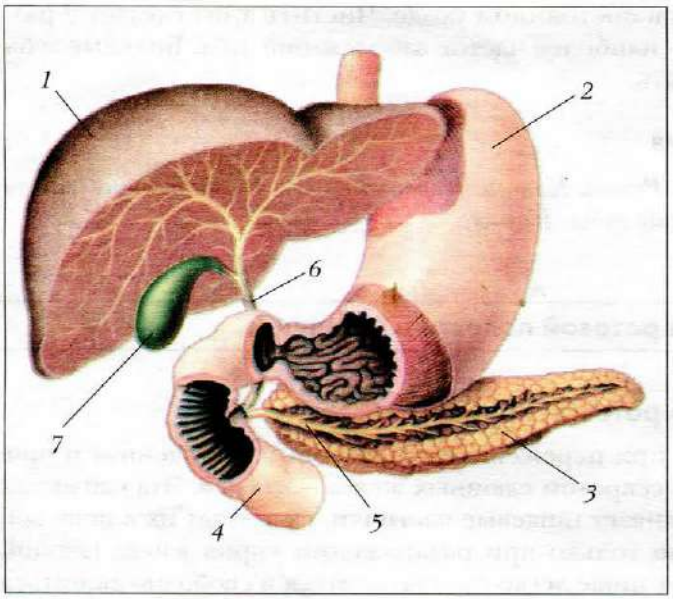


Рис. 66. Расположение желудка, двенадцатиперстной кишки, поджелудочной железы и печени:
1 — печень;
2 — желудок;
3 — поджелудочная железа;
4 — двенадцатиперстная кишка;
5 — проток поджелудочной железы;
6 — общий желчный проток;
7 — желчный пузырь

щие переваривание пищи. Соляная кислота убивает вредные микроорганизмы, способствует процессу пищеварения. Под действием фермента желудочного сока (пепсина) молекулы белков распадаются на более простые соединения (пепсин действует только в кислой среде). Внутренняя стенка желудка имеет многочисленные складки, которые увеличивают поверхность слизистой, выделяющей желудочный сок.

Средний слой стенки желудка образован гладкой мышечной тканью. Сокращаясь и расслабляясь, мышцы перемешивают его содержимое с желудочным соком. Это способствует лучшему перевариванию пищи.

Наружный слой состоит из брюшины — выростов внутренней стенки брюшной полости, которые охватывают желудок и фиксируют его положение.

В желудке пища находится от 3 до 6 ч. Она превращается в полужидкую кашицу, которая постепенно, порциями, поступает в кишечник.

Лабораторная работа № 8
(подготовительная часть опыта выполняется дома)
Действие ферментов слюны на крахмал

Подготовительную часть опыта проделайте дома. Налейте в кастрюлю стакан холодной воды и разведите в ней пол-ложки крахмала. На небольшом огне доведите жидкость до кипения и варите еще 5–10 мин, постоянно помешивая, до образования однородной клейкой массы. Смочите в крахмальном клейстере бинт и дайте ему просохнуть.

В классе приготовьте реактив на крахмал — йодную воду (налейте в блюдце немного воды и добавьте несколько капель йода, чтобы получилась жидкость цвета крепко заваренного чая).

Исследуйте ферменты своей слюны. Намотайте на спичку вату, смочите ее слюной, а затем на накрахмаленном бинте слюной напишите букву.

Расправленный бинт зажмите в руках и подержите его некоторое время (1–2 мин), чтобы он нагрелся.

Опустите бинт в йодную воду, тщательно расправив его. Участки, где остался крахмал, окрасятся в синий цвет, а места, обработанные слюной, останутся белыми, так как крахмал в них распался до глюкозы, которая с йодом синего окрашивания не дает.

Если все сделано верно, на синем фоне появится белая буква.

Лабораторная работа № 9
Действие ферментов желудочного сока на белки

В пробирку с полусваренным куриным белком долейте немного натурального желудочного сока и поместите ее в теплую воду (38–39 °С). Через 20–30 мин хлопья белка исчезнут. Объясните, почему это произошло.

1. Назовите функции слюны.
2. Почему крахмал под действием слюны распадается, образуя сахар?
3. Какие функции при глотании выполняют язык, надгортанник и нёбный язычок?
4. Попробуйте совершить несколько раз подряд глотательные движения. Почему это сделать удается не более 2–4 раз?
5*. Объясните результаты опыта с накрахмаленным бинтом, на котором буквы писали слюной. Почему после обработки йодной водой на синем фоне появилась белая буква?
6. Из каких слоев состоит стенка желудка и какую функцию они выполняют?
7. Почему наряду с пищеварительными ферментами железы желудка выделяют соляную кислоту?
8. Каким опытом можно доказать, что желудочный сок переваривает белки лишь в кислой среде?

Обобщение

В ротовой полости пища размельчается и смачивается слюной. Под влиянием фермента слюны (птиалина) крахмал превращается в сахар. Слюна содержит слизистые вещества, облегчающие глотание. Глотание возможно только при раздражении корня языка слюной или пищей. В желудке пища обеззараживается соляной кислотой. Фермент желудочного сока (пепсин) расщепляет молекулы белков на отдельные фрагменты. Пепсин действует только в кислой среде.

Основные понятия

Слюна. Крахмал. Глюкоза. Желудок. Желудочный сок. Слои желудка: внутренний, средний и наружный. Брюшина.

§ 33 Пищеварение в кишечнике. Всасывание питательных веществ

Изменение пищи в тонкой кишке

Тонкая кишка представляет собой тонкую извилистую трубку до 5–6 м длиной. В ее начальный отдел, двенадцатиперстную кишку, поступают сок поджелудочной железы и желчь из печени. Желчь подготавливает жиры к перевариванию. Под действием этой зеленовато-желтой жидкости жиры распадаются на мельчайшие капельки. В таком виде они лучше перевариваются.

Поджелудочная железа вырабатывает *поджелудочный сок*, который действует на все питательные вещества пищи (белки, жиры, углеводы). В две-

надцатиперстной кишке происходит основное переваривание пищи. Белки распадаются до аминокислот, крахмал – до глюкозы, жиры – до глицерина и жирных кислот. Полужидкая пищевая масса из двенадцатиперстной кишки поступает в следующие отделы тонкой кишки. Здесь она окончательно переваривается под действием ферментов *кишечного сока*.

Кишечный сок выделяют мельчайшие железы стенок кишечника. Движение пищевых масс происходит благодаря сокращению стенок тонкой кишки. В тонкой кишке пища переваривается окончательно. Питательные вещества – белки, жиры, углеводы, распадаясь, образуют растворимые соединения.

Все петли тонкой кишки как бы подвешены на *брыжейке*, состоящей из двух листков брюшины, между которыми в жировой ткани проходят сосуды и нервы. По брыжейке кровеносные и лимфатические сосуды доходят до кишечника и обеспечивают поступление питательных веществ в кровь и перенос их к другим органам.

Всасывание питательных веществ происходит в *кишечных ворсинках*, выростах кишечной стенки (рис. 67). Ворсинок так много, что внутренняя поверхность тонкого кишечника кажется бархатистой.

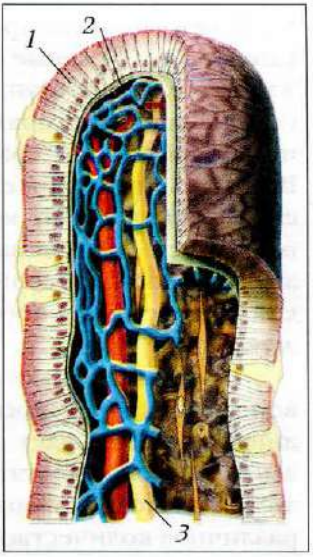


Рис. 67. Кишечная ворсинка:
1 – однослойный эпителий;
2 – кровеносные сосуды;
3 – лимфатический капилляр

Поверхность каждой ворсинки покрыта однослойным эпителием, под которым расположены кровеносные сосуды. В них поступают продукты расщепления крахмала (глюкоза) и белков (аминокислоты). Продукты расщепления жиров – глицерин и жирные кислоты – поглощаются эпителием и превращаются в жир, характерный для человеческого организма. Только после этого жир поступает в лимфатический капилляр, который расположен в центре ворсинки.

Дальнейшая судьба всосавшихся веществ различна. Глюкоза и аминокислоты, попавшие в кровь, направляются к печени. Жиры, минуя печень, поступают в жировые депо организма, например в подкожную клетчатку. Там они перерабатываются и лишь после этого с током крови попадают в печень.

Функции печени

Печень – самая большая железа нашего тела. Расположена она под диафрагмой в правой части брюшной полости. Кровеносные сосуды, отходящие из кишечника и желудка, поступают в *воротную вену*. Она несет кровь в печень – эту «центральную химическую лабораторию» человеческого организ-

ма. В ней венозная кровь, поступившая из кишечника, снова растекается по капиллярам. Вредные вещества, находящиеся в крови, извлекаются и обезвреживаются. Из поступивших аминокислот отбираются нужные организму, остальные либо теряют аммиак и превращаются в углеводы и жиры, либо используются для создания других аминокислот, недостающих организму. В печени могут синтезироваться далеко не все аминокислоты, те, которые синтезироваться не могут, называются *незаменимыми*. В печени также скапливаются разрушенные эритроциты. Они используются для выработки желчи. Ядовитые соли аммония, образующиеся в результате окисления белков, в печени преобразуются в значительно менее токсичное вещество — *мочевину*.

Огромна роль печени в поддержании постоянства глюкозы в крови. Если воротная вена приносит слишком много глюкозы, то печень задерживает излишки и превращает их в нерастворимое соединение — животный крахмал, *гликоген*. При недостатке глюкозы в крови гликоген печени распадается, образуется глюкоза, которая восполняет утрату. Воротная вена может приносить различное количество глюкозы, но в *нижней полой вене*, куда попадает кровь из печени, оказывается относительно постоянное ее количество.

Значение толстой кишки

Вы помните, что в кровь питательные вещества могут проникнуть лишь в растворенном виде. Поэтому по ходу пищеварительного канала пища последовательно разбавляется водой. Она содержится в слюне, желудочном, поджелудочном и кишечном соках, а также в желчи. Поэтому количество пищевой кашицы, поступающей в толстую кишку, достигает нескольких литров в сутки. Организм не может терять столько воды, и главная функция толстой кишки состоит в том, чтобы отделить воду от непереваренных остатков пищи. Вода в толстой кишке всасывается назад, в кровь, а непереваренные остатки попадают в прямую кишку и удаляются из организма.

Аппендикс. От слепой кишки отходит червеобразный отросток — аппендикс. У некоторых животных, например у травоядных, слепая кишка достигает большого размера, в ней поселяются микробы, разрушающие клетчатку, а также другие трудноперевариваемые вещества растительной пищи. У человека эта функция аппендикса большого значения не имеет, но он является важнейшим звеном иммунной системы. Иногда аппендикс воспаляется, такое заболевание называется *аппендицитом*.

При аппендиците возникают сильные постоянные боли в животе. Вначале обычно болит весь живот, и лишь потом боль перемещается в правый нижний угол. Температура обычно поднимается, язык обложен, может начаться рвота.

При малейшем подозрении на аппендицит надо немедленно вызывать врача, потому что аппендикс может прорваться, а это уже опасно для жизни.

До прихода врача нельзя давать слабительное, ставить на живот грелку, применять клизму и обезболивающие препараты. Больному можно разрешить только пить, от еды надо воздержаться.

1. Протоки каких желез впадают в двенадцатиперстную кишку?
2. Какие функции выполняют желчь и поджелудочная железа?
3. Как изменяются белки, жиры и углеводы под влиянием ферментов поджелудочного и кишечного пищеварительных соков?
4. Где происходят процессы всасывания? Какие вещества поступают в кровь, а какие в лимфу? Какова их дальнейшая судьба?
5. Что происходит с веществами, попавшими по воротной вене в печень?
6. Как происходит регуляция содержания глюкозы в плазме крови?
7. В чем значение толстой кишки?
8*. Чем опасен аппендицит, каковы его симптомы? Что надо делать при подозрении на аппендицит?

Обобщение

Переваривание пищи и всасывание питательных веществ осуществляется в тонкой кишке. В двенадцатиперстную кишку — начальный отдел тонкой кишки — впадают протоки печени, желчного пузыря, поджелудочной железы. Под действием их ферментов белки, жиры и углеводы окончательно перевариваются. В остальных отделах тонкой кишки пищеварение завершается и начинается всасывание питательных веществ.

В печени излишки глюкозы превращаются в гликоген, из поступивших аминокислот создаются недостающие (кроме незаменимых), а кровь избавляется от опасных соединений. Оттекающая от печени в нижнюю полую вену кровь содержит постоянное количество глюкозы и аминокислот, необходимых организму.

В толстой кишке происходит формирование каловых масс и всасывание воды в кровь. Воспаление отростка слепой кишки — аппендикса — может стать причиной аппендицита.

Основные понятия

Аппендицит. Кишечный сок. Брыжейка. Ворсинка. Незаменимые аминокислоты. Гликоген. Мочевина. Воротная вена. Нижняя полая вена.

Питательные вещества, попавшие в кровь, расходуются. Когда содержание их падает ниже нормы, возбуждается пищевой центр головного мозга, и у нас возникает *чувство голода*. Это *рефлекс*. Начинается он с раздражения рецепторов внутренних органов: желудка, кишечника, стенок кровеносных сосудов, которые сигнализируют, что питательных веществ в организме осталось мало. Завершается рефлекс поиском пищи и едой. Рефлексы бывают врожденными *(безусловными)* и выработанными в процессе жизни *(условными)*.

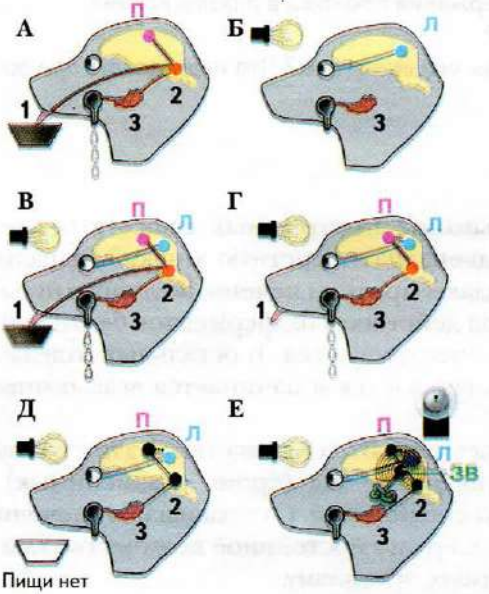


Рис. 68. Слюноотделительные рефлексы собаки:
А – безусловный слюноотделительный рефлекс;
Б – ориентировочный рефлекс на свет лампочки;
В – выработка условного рефлекса;
Г – проявление выработанного условного рефлекса;
Д – условное торможение (угасание условного рефлекса при неподкреплении);
Е – безусловное торможение, вызванное новым раздражителем – звонком

Вид хорошо сервированного стола вызывает слюноотделение задолго до того момента, когда на нем окажется пища. Это выработанный, т. е. *условный, рефлекс*. Как мог выработаться такой условный рефлекс, показали опыты И.П. Павлова на собаках (рис. 68). Когда собака получает пищу, ее воздействие на рецепторы языка вызывает врожденное, *безусловно-рефлекторное, слюноотделение*. От *рецепторов языка* (1) нервные импульсы идут в *слюноотделительный центр продолговатого мозга* (2), от него один их поток направляется в кору больших полушарий головного мозга (центр П), и собака опознает пищу, а второй – к слюнной железе (3) и вызывает слюноотделение. Это врожденный, безусловный, рефлекс (схема А).

Теперь приступим к выработке условного рефлекса (схемы Б, В). Перед кормлением собаки будем включать лампочку. Появление света отметит *зрительный центр* Л коры больших полушарий. После включения лампочки дадим пищу. Она вызовет безусловный рефлекс и возбуждение в коре, в центре П. Если это проделать несколько раз, то между центрами Л и П возникнет *временная связь*.

Когда она замкнется, мы будем наблюдать то, что показано в схеме Г. Свет лампочки возбудит в коре центр Л, связанный с *пищевым центром* П, что вызовет не только условное слюноотделение, но и ожидание пищи. Возбуждение от центра П пойдет к слюноотделительному центру продолговатого мозга, а от него к слюнной железе. Возникнет рефлекс на будущее событие, которое еще не произошло: слюноотделение на пищу, которой пока нет. Когда появится еда, возбуждение попадет в центр П коры больших полушарий и ожидание подкрепится. Вследствие этого временная связь станет еще прочнее.

Павлов Иван Петрович (1849–1936)

Если же пищи не будет и подкрепления не произойдет, рефлекс затормозится вследствие *условного торможения*. Это произойдет не сразу, а только если несколько раз давать сигнал без пищи (схема Д). При действии постороннего раздражителя достаточной силы (звонка) происходит *безусловное торможение*. Слюна перестает выделяться, собака переключается на новую деятельность (схема Е). Появляется *ориентировочный рефлекс* на звонок.

Но вернемся к нашему примеру. Нам подали вкусную еду, мы ее с удовольствием съели и почувствовали себя сытыми. Почему? Ведь пища окажется в кишечнике лишь через некоторое время, а в кровь она всосется еще позже. Здесь мы тоже встречаемся с проявлением условного рефлекса. Ведь и раньше происходило то же самое. Наполненный желудок стал сигналом *насыщения*. Вот почему импульсы от наполненного желудка подавляют голод.

Работа пищеварительных желёз регулируется не только *рефлекторно*, но и *гуморально*. Некоторые вещества, всосавшиеся в кишечнике, попадают в кровь и усиливают работу желудка и поджелудочной железы. Это улучшает пищеварение тех порций пищи, которые пока еще не переварились.

Среди пищевых рефлексов есть и защитные. Один из них — рвотный рефлекс. Попавшая в желудок недоброкачественная пища изгоняется из него. К сожалению, так случается далеко не всегда, а потому лучше отказаться от продуктов, которые кажутся сомнительными.

Питание и здоровье

Здоровье человека во многом зависит от того, чем и как он питается. При правильном питании человек получает все необходимые для организма вещества.

Пища должна быть питательной и разнообразной. Однообразная пища приедается, хуже усваивается. В состав пищи должны входить продукты растительного и животного происхождения, содержащие и балластные вещест-

ва, например клетчатку. Она не переваривается, но стимулирует моторику кишечника. Хорошему отделению пищеварительных соков способствуют фруктовые соки, овощные салаты и употребление первых блюд (см. в Приложении статьи о питании).

Режим питания. Для нормальной работы пищеварительной системы важно питаться в одни и те же часы – соблюдать режим питания. У людей, которые соблюдают режим питания, пищеварительные соки начинают выделяться до принятия пищи. Попав в желудок и другие отделы пищеварительной системы, пища сразу же начинает перевариваться. Соблюдение режима питания обеспечивает более быстрое переваривание и лучшее усвоение пищи.

Питаться лучше 4 раза в день. Взрослые люди могут есть 3 раза в день. При четырехразовом питании потребление пищи распределяют так: завтрак – 25%, обед – 40%, полдник – 15%, ужин – 20%.

Длительные промежутки между едой, питание всухомятку приводят к заболеваниям желудка. Ужинать надо за 2 ч до сна. За это время пища в желудке успевает перевариться.

Перед едой необходимо тщательно мыть руки с мылом. Есть нужно аккуратно, тщательно пережевывать пищу. Во время еды не стоит читать, слушать радио, смотреть телевизор, вести разговоры.

Пища должна быть не очень горячей и не слишком холодной. Не следует злоупотреблять острой пищей. После еды требуется сполоснуть рот, очистить зубы от остатков пищи.

?

1. Когда возникает чувство голода, а когда чувство насыщения?

2*. Разберите по схеме дуги (см. рис. 68): а) пищевого безусловного рефлекса; б) безусловного ориентировочного рефлекса на свет лампочки; в) условного слюноотделительного рефлекса; г) уже выработанного условно-рефлекторного слюноотделительного рефлекса; д) угасания условного рефлекса при неподкреплении этого рефлекса пищей; е) безусловного торможения.

3. Приведите примеры рефлекторной и гуморальной регуляций органов пищеварения.

4. Каким должно быть правильное питание?

Обобщение

Потребность в пище ощущается периодически. Когда содержание питательных веществ в желудке, кишечнике, крови опускается ниже нормы, возбуждаются центры голода в головном мозге, и человек начинает искать пищу. При этом действуют и безусловные, и условные рефлексы. Насыщение останавливает действие безусловных и условных пищевых рефлексов до следующего приступа голода. Работа пищеварительных желёз регулируется не только рефлекторно, но и гуморально.

Чтобы обеспечить здоровое (правильное) питание, надо учитывать биологические потребности организма, не зависящие от нашей воли. При соблюдении режима вырабатывается условный рефлекс на время. К нужному моменту появляется аппетит, и все органы пищеварительной системы подготавливаются к приему и переработке пищи.

Основные понятия

Условный и безусловный рефлексы. Временная связь. Условное и безусловное торможения. Ориентировочный рефлекс. Гуморальная регуляция пищеварения. Режим питания.

§ 35 Заболевания органов пищеварения

Желудочно-кишечные заболевания. Желудочно-кишечные заболевания вызываются болезнетворными микробами. Они могут проникнуть в организм через сырую воду, немытые овощи и фрукты, грязную посуду и руки. В кишечнике микробы размножаются, выделяют яды, которые отравляют организм. Наиболее опасные желудочно-кишечные заболевания — *дизентерия, брюшной тиф, холера* и др.

Эти заболевания сопровождаются повышением температуры и расстройством работы кишечника, поэтому при любом недомогании такого рода необходимо обращаться к врачу. Самолечение недопустимо! Однако далеко не все сожители нашего организма приносят вред. (Подробнее см.: Приложение, статья «Человеческий организм и его обитатели».)

Возбудителем холеры является холерный *вибрион* — микроб, имеющий форму запятой. Он обладает довольно большой жизнестойкостью, особенно в водной среде, но быстро гибнет от хлорной извести или хлорамина. Вот почему при эпидемии холеры надо тщательно мыть руки с мылом, затем споласкивать дезинфицирующим раствором и смывать его остатки водой из-под крана. Пользоваться для мытья рук и посуды водой из открытых источников опасно. Не следует купаться в водоемах, где имеются запрещающие знаки, предупреждающие об эпидемии. При плавании вода часто попадает в рот и может стать причиной заражения. Микробы холеры поражают тонкую кишку, а микробы дизентерии — толстую. В обоих случаях больного мучают рвота и понос. При холере организм больного настолько обезвоживается, что это нередко становится причиной смерти.

Переносчиками желудочно-кишечных заболеваний являются мухи и тараканы, питающиеся пищевыми остатками. Ползая по продуктам, они загрязняют

их различными микробами и яйцами глистов. Если взять стекло, засиженное мухами, то можно увидеть черные и белые точки. Черные точки — это экскременты мух, а белые — остатки слюны. У мух пищеварение внешнее: они выделяют капельки слюны на пищу, ждут, пока она переварится под действием ферментов слюны, а затем всасывают слюну с питательными веществами обратно. Нетрудно представить себе, что может случиться, если муха побывала в выгребной яме, а затем пересела на хлеб...

Насекомые очень плодовиты. Чтобы избежать их появления и массового размножения, следует соблюдать гигиену в квартирах, домах, дворах. Запасы продуктов лучше хранить в холодильниках, специальных шкафах, закрывающихся банках или коробках. Сразу же после еды нужно собирать все крошки, посуду тщательно мыть и убирать в шкаф. Ведра с пищевыми отходами обязательно закрывать крышками, ежедневно выносить и мыть.

Глистные заболевания. Глисты — это паразитические черви различной формы и размеров. Они живут в организме диких и домашних животных, а некоторые и в теле человека. Глисты питаются готовыми питательными веществами, выделяют яды, которые отравляют организм хозяина — существа, у которого они поселились.

Люди, зараженные глистами, быстрее утомляются, становятся рассеянными. У них появляются головные боли, тошнота, рвота. Может развиться малокровие. Глистные заболевания наносят вред человеку даже тогда, когда болезнь внешне не проявляется.

Заражение глистами чаще всего происходит через грязные руки и при употреблении немытых фруктов и овощей, при общении с бродячими и даже домашними животными. Заразиться некоторыми видами глистов (цепнями) можно через плохо проваренные или непрожаренные мясо и рыбу. В них могут оказаться личинки глистов, финны, которые в кишечнике человека превращаются в ленточных глистов.

Наиболее часто человек заражается *острицами*, *аскаридами*, *цепнями*. Глисты очень плодовиты. Например, самка аскариды за год выделяет десятки миллионов яиц. Распространению яиц глистов способствуют мухи.

Для лечения глистных заболеваний необходимо обратиться к врачу, точно соблюдать его предписания. Зараженный глистами человек нередко становится источником заражения других людей.

Пищевые отравления. Пищевое отравление — это острое заболевание, которое возникает вскоре после приема недоброкачественной пищи. Первые признаки отравления: боли в животе, тошнота, рвота, расстройство кишечника, общая слабость. Иногда повышается температура.

При пищевом отравлении до прихода врача больному *промывают желудок*. С этой целью ему дают выпить несколько стаканов воды с питьевой содой (половина чайной ложки соды на стакан воды) и вызывают рвоту. Рвотный рефлекс происходит при раздражении корня языка. Процедуру повторяют

несколько раз, до полного удаления пищи из желудка. Затем больному дают крепкий сладкий чай и укладывают в постель.

Отравиться можно несвежей пищей, недоброкачественными консервами. В пищевых продуктах, которые слишком долго или неправильно хранили, могут развиваться многочисленные микроорганизмы. Чтобы избежать пищевых отравлений, скоропортящиеся продукты (мясо, рыбу, птицу, вареную колбасу, молочные продукты) хранят в холодильнике.

Опасные, иногда даже смертельные, отравления могут произойти при употреблении в пищу ядовитых грибов. Собирать и использовать нужно только молодые, здоровые и известные вам грибы. Собранные грибы сразу же очищают, моют и отваривают. После этого грибы можно жарить, солить или мариновать.

Отравления ядовитыми растениями чаще всего происходят случайно. У детей – из-за любопытства. Они пробуют на вкус неизвестные им растения. У взрослых – из-за незнания ядовитых растений. Отравления такими растениями могут быть тяжелыми и даже смертельными.

Отравиться можно и неядовитыми растениями, например если употреблять в пищу проросший и позеленевший картофель.

Нельзя есть пищу, которая долго стояла в теплом месте, использовать консервы, если банки имеют вздутия. В испорченных консервах может развиваться особо опасный микроб ботулимус, который выделяет очень сильный яд и вызывает болезнь ботулизм.

Никогда не пробуйте и не используйте в пищу незнакомые вам растения!

1. Почему инфекционные желудочно-кишечные заболевания называют болезнями грязных рук?
2. Назовите организмы — возбудители и переносчики желудочно-кишечных заболеваний.
3. Всегда ли чисто вымытые руки гарантируют от глистных заболеваний?
4. Погибают ли микробы в холодильнике? при кипячении воды и пищи?
5. Назовите признаки отравления. Что следует предпринимать при их появлении?

Обобщение

К инфекционным желудочным заболеваниям относятся дизентерия, брюшной тиф, холера. Для их предупреждения необходимо соблюдать санитарные нормы, в частности не купаться в запрещенных

местах, дезинфицировать руки перед едой, бороться с мухами и другими насекомыми.
Чистоплотность и правильное хранение продуктов, их тщательная кулинарная обработка в большой степени гарантируют защиту от кишечных заболеваний.

Основные понятия

Желудочно-кишечные заболевания: инфекционные (дизентерия, брюшной тиф, холера). Насекомые – переносчики болезни. Глистные заболевания. Черви-паразиты: цепень, аскарида, острица. Пищевые отравления. Промывание желудка.

Проверьте себя

Ответьте на вопросы и выполните задания

1. Какие функции выполняют органы пищеварения?
2. Перечислите органы пищеварительного канала и укажите связанные с ними пищеварительные железы (см. рис. 59).
3. Просмотрите табл. 1 и выпишите из нее особенности пищеварительной системы, доказывающие принадлежность человека к классу млекопитающих, укажите их значение.
4. Какое значение имеют нёбные миндалины и что происходит при их заболевании — тонзиллите?
5. Каковы функции нёбного язычка и надгортанника при заглатывании пищи?
6. Как изменяется пища в ротовой полости и в желудке?
7. Какими свойствами обладают ферменты?
8. Как изменяется пища в двенадцатиперстной кишке?
9. Куда попадают аминокислоты и глюкоза при всасывании их ворсинками кишечника и что происходит с глицерином и жирными кислотами?
10. Какие процессы происходят в толстой кишке?
11. Прочитайте в Приложении статью «Человеческий организм и его обитатели» и скажите, что происходит при дисбактериозе.
12. В чем уязвимость агроценозов и как могут сказаться на нашем здоровье ошибки в применении ядохимикатов, удобрений и других средств обработки полей?
13. Почему надо следить за здоровьем молочных зубов, несмотря на то что они все равно выпадут?
14. Как происходит выработка условных рефлексов и какую роль играет безусловное и условное торможение условных рефлексов?
15. Как уберечься от желудочно-кишечных заболеваний?
16. Как предохранить себя от аскаридоза и цепней (бычьего и свиного цепня, широкого лентеца и др.)?
17. Что следует делать при пищевых отравлениях?

Дополните утверждения

1. Хлеб, молоко, овощи, фрукты относятся к ..., а белки, жиры, углеводы — к ...
2. Пищевые белки, жиры и углеводы не могут быть сразу усвоенными организмом из-за ... реакции.
3. Крахмал ферментами слюны разлагается до ... Белок ферментами желудочного сока (пепсином) и поджелудочной железы разлагается до ...

4. Коронка зуба покрыта ..., под ней расположен ..., а внутри зуба находится ...
5. Печень в двенадцатиперстную кишку выделяет ..., ее избыток запасается в ...
6. В плохо проваренном и прожаренном мясе могут оказаться живыми ..., если мясо не проходило досмотр ветеринарной службы.

Отметьте верные высказывания

1. Белки, жиры и крахмал распадаются под действием ферментов.
2. Печень может создавать незаменимые аминокислоты из заменимых.
3. При подозрении на заболевание аппендицитом надо дать слабительное, приложить грелку и ждать, когда утихнут боли.
4. Рекомендации, указанные в пункте 3, при аппендиците категорически противопоказаны.

Выберите правильный ответ

1. Белки перевариваются ...
   а) в ротовой полости;
   б) в желудке и двенадцатиперстной кишке;
   в) только в желудке;
   г) только в двенадцатиперстной кишке.
2. Питательные вещества используются организмом ...
   а) только для создания утраченных веществ и структур;
   б) только для биологического окисления органических веществ;
   в) для процессов, указанных в пунктах а и б, вместе.

§ 36 Обменные процессы в организме

В нашем организме непрерывно происходит *обмен веществ*. Одни вещества поступают вместе с пищей, другие разрушаются, окисляются и удаляются из организма. В разных органах обмен веществ идет с разной интенсивностью. Так, к концу месяца в печени не остается ни одного атома из тех, которые ее составляли вначале, все они заменяются на новые. Вот и подсчитайте, сколько раз печень обновлялась за прожитые вами годы. Эти процессы идут в каждой клетке, в клетку поступают питательные вещества, кислород, вода, минеральные соли, витамины. Часть этих веществ идет на рост и развитие, а часть органических веществ используется для биологического окисления и получения энергии для работы мышц, поддержания температуры тела, создания новых веществ, проведения нервных сигналов.

Подготовительная и заключительная стадии обмена

Белки, жиры и углеводы, которые мы получаем с растительной и животной пищей, не могут быть усвоены в том виде, в каком они к нам поступили. Если в кровь человека попадут чужеродные белковые или другие крупные молекулы, они или погубят организм, или будут уничтожены его иммунной системой. Вот почему в органах пищеварения пищевые белки, жиры и сложные углеводы распадаются на составные части, из которых могут быть созданы другие белки, жиры и углеводы, свойственные данному организму и никакому другому.

В кишечнике под действием ферментов белки распадаются на аминокислоты, жиры — на глицерин и жирные кислоты, а сложные углеводы — на глюкозу и другие простые сахара. Пищевые аминокислоты, глицерин и жирные кислоты, глюкоза всасываются ворсинками и транспортируются к клеткам.

Жизнедеятельность клеток осуществляется за счет энергии распада и окисления органических веществ. Для этого клеткам необходим кислород. Кровь доставляет его из органов дыхания, она же уносит продукты распада.

Переваривание пищи и доставка питательных веществ и кислорода к клеткам — это *подготовительная*, а удаление продуктов распада — *заключительная* стадия обмена. *Основные* же его *стадии происходят в клетках.*

Обмен веществ и энергии в клетках

Пластический обмен. В переводе с греческого языка слово plastike означает «лепка из глины и других материалов». Этот образ был выбран биологами потому, что он довольно точно отражает существо дела. Поступающие в клетки питательные вещества можно сравнить с кирпичиками, из которых

«лепятся» молекулы белков, жиров и углеводов, свойственные определенным клеткам человеческого тела. Они идут на строительство утраченных частей клеток, на создание новых клеток и межклеточного вещества. За счет пластического обмена происходят рост, деление и развитие каждой клетки и всего организма в целом.

Энергетический обмен. Для создания новых веществ необходимо затрачивать энергию. Она добывается путем распада и окисления части органических веществ, поступающих в клетку.

Органические вещества создают растения, используя энергию солнечного света. Из воды и углекислого газа они получают глюкозу и выделяют кислород.

Попав в клетки человеческого тела, глюкоза окисляется и распадается на воду и углекислый газ, а освободившаяся энергия используется для жизнедеятельности клетки: создания новых веществ, сокращения мышц, проведения нервного возбуждения. Чем больше человек тратит энергии, тем больше распадается органических веществ в его организме. Мы дышим более интенсивно, когда работаем, наш организм нуждается в большем количестве пищи, чтобы компенсировать свои энергетические траты и потерю органических веществ, подвергшихся биологическому окислению. Вот почему спортсмен после марафонского бега обычно теряет 2–3 кг массы тела.

?

1. Как используются пищевые вещества, попавшие в клетку?
2. Какие процессы относят к подготовительной стадии обмена?
3. Почему пищевые белки, жиры и углеводы распадаются на более простые соединения? Составьте соответствующие схемы.
4. Какие процессы входят в подготовительную, клеточную и заключительную стадии обмена?
5*. Запишите, что происходит при пластическом обмене и что — при энергетическом. Объясните с этой точки зрения тренировочный эффект: раскройте связь между пластическим и энергетическим обменами.
6. На что кроме образования новых веществ, клеток, их органоидов и межклеточного вещества идет энергия, выделившаяся при биологическом окислении органических веществ?
7. Как можно обосновать положение, что все живые существа «работают» на солнечной энергии?
8. В чем состоит космическая роль растений?

Обобщение

Различают подготовительную, клеточную и заключительную стадии обмена. На подготовительной стадии происходит переваривание пищи и доставка питательных веществ и кислорода к тканям и клет-

кам. На клеточной стадии в результате пластического обмена создаются новые клеточные белки, жиры и углеводы и структуры клетки и межклеточного вещества; в ходе энергетического обмена происходит аккумуляция энергии, которая потом используется для энергетических нужд организма (создание новых веществ, мышечное движение и др.). На заключительной стадии обмена продукты расщепления — углекислый газ, аммиак, мочевина, вода — попадают в кровь и выводятся из организма легкими и почками.

Основные понятия

Стадии обмена веществ: подготовительная, клеточная (пластический обмен, энергетический обмен), заключительная.

§ 37 Нормы питания

Расход энергии

В процессе умственного или физического труда организм человека расходует энергию. Затраченная энергия восполняется питанием. Распад и окисление питательных веществ — источник энергии в организме человека.

Различают *основной* и *общий* обмен. Под основным обменом понимают *энерготраты* в стандартных условиях: у спокойно лежащего, но не спящего человека, утром натощак. Общий обмен кроме основного обмена включает еще энерготраты на все другие виды деятельности, например на мышечную работу.

На что же идет энергия, потребляемая при основном обмене? 26% расходует печень, и столько же приходится на работу расслабленных мышц, 18% — на долю мозга, 9 и 7% — соответственно на сердце и почки, 14% — на долю всех остальных органов.

Основной обмен у подростков больше, чем у взрослых. Так, если в день взрослый человек расходует 100,56 кДж на 1 кг массы тела, то подросток — 142,6 кДж. В среднем общий обмен подростка составляет 209,5–272,35 кДж на 1 кг массы тела в сутки.

Общий обмен во многом зависит от образа жизни человека, его профессии, возраста. Он включает основной обмен и энергию, которую тратит человек на дополнительные нагрузки: переваривание пищи, умственную и физическую работу, профессиональную деятельность. Энерготраты значительно возрастают при мышечных нагрузках. Любая трата энергии сопровождается биологическим окислением органических веществ и нуждается в их восполнении.

При составлении *норм питания* учитываются средние энерготраты за неделю и разовые нагрузки.

Немецкий ученый Макс Рубнер установил важную закономерность. Белки, углеводы и жиры в энергетическом отношении взаимозаменяемы. Так, 1 г углеводов или 1 г белков при окислении дают 17,17 кДж, а 1 г жира — 38,97 кДж. Значит, для того чтобы правильно составить рацион, надо знать, сколько килоджоулей было потрачено и сколько пищи необходимо съесть, чтобы компенсировать израсходованную энергию, т. е. надо знать энерготраты человека и *энергоемкость (калорийность) пищи*. Последняя величина показывает, сколько энергии может выделиться при ее окислении.

Исследования показали, что при подборе оптимального пищевого рациона важно учитывать не только калорийность, но и химические компоненты пищи. Растительный белок, например, не содержит некоторых аминокислот, которые необходимы человеку, или содержит их в недостаточном количестве. Поэтому, чтобы получить все необходимое, надо употреблять значительно больше пищи, чем это требуется. В животной пище белки по аминокислотному составу соответствуют потребностям человеческого организма, но животные жиры бедны незаменимыми жирными кислотами. Они имеются в растительном масле. Значит, необходимо следить за правильным соотношением белков, жиров и углеводов в *суточном рационе* и учитывать их особенности в пищевых продуктах различного происхождения.

Разные пищевые продукты содержат различное количество витаминов, неорганических веществ. Так, яблоки, мясо, печень, гранаты содержат много солей железа, творог — кальция, картофель богат солями калия и т. д. Но некоторые вещества могут содержаться в продуктах в большом количестве и при этом не всасываться в кишечнике (балластные вещества). Например, в моркови немало каротина (из которого в нашем организме образуется витамин А), но, поскольку растворяется он только в жирах, всасывается каротин лишь из продуктов, содержащих жиры (например, тертая морковь со сметаной или маслом).

Определение норм питания

Пища должна восполнять затраты энергии. Это непременное условие сохранения здоровья и работоспособности человека. Для людей различных профессий определены нормы питания. При их составлении учитывают суточный расход энергии и энергетическую ценность питательных веществ (табл. 4).

Если человек занят тяжелым физическим трудом, в его пище должно быть много углеводов. При расчете суточного рациона учитывают также возраст людей и климатические условия.

Питательные вещества, необходимые человеку, хорошо изучены, и можно было бы составить искусственные рационы, содержащие только вещества, необходимые для организма. Но это скорее всего имело бы печальные последствия, поскольку работа желудочно-кишечного тракта невозможна без бал-

Таблица 4

Примерные нормы суточной потребности человека в питательных веществах

Питательные вещества	Количество питательных веществ для каждой группы			
	Профессии, не связанные с физическим трудом	Профессии, связанные с физическим трудом		
		механизированным	частично или маломеханизированным	тяжелым немеханизированным
Белки (г)	109	122	146	163
Жиры (г)	106	106	134	153
Углеводы (г)	433	433	558	631
Общая энергетическая ценность пищевого рациона (кДж)	13 474	15 086	17 270	19 942

ластных веществ. Такие искусственные смеси плохо бы продвигались по пищеварительному тракту и плохо всасывались. Вот почему специалисты-диетологи рекомендуют употреблять разнообразные продукты, а не ограничиваться какой-то одной диетой, но обязательно с учетом энерготрат.

Практическая работа
Функциональная проба с максимальной задержкой дыхания до и после нагрузки

• В положении сидя задержите дыхание на максимальный срок на спокойном выдохе и включите секундомер. Выключите секундомер в момент восстановления дыхания и запишите результат.

• Отдохните 5 мин. Встаньте и сделайте 20 приседаний за 30 с. Задержите дыхание на выдохе, включите секундомер и сядьте на стул. Измерьте время максимальной задержки дыхания после работы. Запишите результаты измерения. Вычислите процентное отношение результатов второго опыта относительно первого.

• Отдохните 2 мин, после чего повторите первую пробу. Запишите результаты третьего опыта, регистрирующего процессы восстановления постоянства внутренней среды в организме после действия нагрузки. Сравните свои показатели с нормативами, приведенными в табл. 5.

Таблица 5

Результаты функциональной пробы с задержкой дыхания до и после дозированной нагрузки для различных по степени тренированности категорий испытуемых

Категория	Задержка дыхания, с		
	В покое	После 20 приседаний	После отдыха
Здоровые тренированные	46–60	Более 50% от первой фазы	Более 100% от первой фазы
Здоровые нетренированные	36–45	30–50% от первой фазы	70–100% от первой фазы
С отклонениями в здоровье	20–35	30% и менее от первой фазы	Менее 70% от первой фазы

После нагрузки обычно удается задержать дыхание на меньшее время, чем в состоянии покоя. Это объясняется тем, что при мышечных нагрузках затрачивается дополнительная энергия, которая освобождается при распаде и окислении органических веществ. С этими процессами связано и накопление в крови продуктов распада, в том числе и углекислого газа. Поэтому, когда мы только начинаем задерживать дыхание после нагрузки, концентрация углекислого газа в крови уже выше нормы. Особенно высока она у нетренированных людей, поскольку у них в движении участвуют не только необходимые, но и множество сопутствующих мышечных групп.

1. Что такое основной обмен? Почему он меньше общего?
2. Чем объяснить, что у подростков основной обмен выше, чем у взрослых людей?
3. Почему энергоемкость пищи должна несколько превышать энергетические траты?
4. Достаточно ли при составлении рациона учитывать только калорийность продуктов? Ответ обоснуйте.
5. Как определяются нормы питания?
6*. Проделайте опыт с задержкой дыхания до и после нагрузки. По таблице определите, к какой категории людей вы бы смогли отнести себя. Ответьте на вопросы.

• Почему после выполнения физической работы удается задержать дыхание на меньшее время, чем до нее?

• Почему у тренированных людей меньше разница между временем задержки дыхания до и после работы?

Обобщение

Нормы питания в значительной степени зависят от энерготрат человека. Различают основной обмен, который учитывает энерготраты в состоянии физического и психического покоя (он измеряется в стандартных, одинаковых для всех испытуемых условиях), и общий обмен, отражающий реальные энерготраты человека, включая основной обмен. У тренированных людей энерготраты происходят более экономно, чем у нетренированных. При составлении суточного рациона учитывается энергоемкость пищи и ее качественный состав. Немецким ученым М.Э. Рубнером было установлено, что 1 г белков и углеводов дают 17,17 кДж, а 1 г жира 38,97 кДж.

Основные понятия

Основной обмен. Общий обмен. Энерготраты. Энергоемкость (калорийность) пищи. Суточный рацион.

§ 38 Витамины

Витамины и их значение. Витамины — это органические вещества, содержащиеся в пище, необходимые для образования ферментов и других биологически активных веществ. Люди потребляют их в незначительном количестве, но без витаминов невозможна нормальная работа органов нашего тела. Витамины активно влияют на обмен веществ, рост и развитие организма, его сопротивляемость к заболеваниям. Недостаток даже одного витамина нарушает работу нашего организма, приводит к тяжелым болезням.

Витамины содержатся в продуктах питания растительного и животного происхождения. При разнообразном питании человек получает все необходимые витамины.

Витамины обозначают буквами латинского алфавита A, B, C, D и цифрами, определяющими порядок открытия витаминов данной группы — B_1, B_2, B_{12} и др. Нехватка витаминов ведет к *гиповитаминозам*, избыток — к *гипервитаминозам* (табл. 6).

Каждый биологический вид, и вид *Человек разумный* также, занимает определенное звено в цепях питания. Извне организм получает минеральные

Таблица 6

Последствия гиповитаминоза и гипервитаминоза

Витамин	Суточная потребность (мг)	Симптомы, возникающие при гиповитаминозе	Симптомы, возникающие при гипервитаминозе
A	0,9	«Куриная слепота», нарушение ороговения кожи, нарушение роста	Изменения кожи, слизистых и костей, головные боли, малокровие
B_1	1,4–1,6	Болезнь бери-бери, полиневрит, поражение центральной нервной системы, параличи, атрофия мышц, сердечная недостаточность	Возможна аллергия
C	75	Цинга, нарушение соединительной ткани, кровотечение десен, подверженность инфекциям	Возможны повреждения поджелудочной железы и почек
D	2,5	Нарушения роста и окостенения скелета, уменьшение содержания кальция в костях и другие симптомы рахита	Вымывание кальция из костей, повышение содержания кальция в крови, нарушение деятельности центральной нервной системы и почек

и органические вещества, из которых строит свое тело, обеспечивает свои энергетические нужды за счет биологического окисления органических веществ. Среди поступающих с пищей веществ есть и такие, которые в готовом виде можно использовать для производства ферментов и других биологически активных веществ. Витамины относятся к их числу. Они вырабатываются организмами, которые данный вид употребляет в пищу, и используются в очень небольших количествах. Это дает большой выигрыш организму-потребителю, так как ему не приходится затрачивать энергию на синтез этих веществ. Но любое приспособление не является абсолютным. Если в пище отсутствует хотя бы один витамин, нарушается вся цепочка обменных реакций. Она не может дойти до конца, и происходят сбои. Избыток витаминов приводит к чрезмерному ускорению обменных процессов или направляет их по дру-

гому пути. В обоих случаях происходит нарушение обмена веществ. Как мы видели из приведенной выше таблицы, недостаток или избыток витаминов оказываются небезразличными для нашего здоровья. Полное отсутствие витамина обозначают термином *авитаминоз.*

Витамин А влияет на рост и развитие, повышает защитные свойства организма, улучшает зрение в сумерках (лечит «*куриную слепоту*»). Витамин А оказывает сильное воздействие на процессы ороговения клеток кожи, на состояние волос и ногтей. При недостатке витамина А кожа становится сухой, трескается, темнеет, появляется плешивость, изменяется состав сальных желёз. Содержится витамин А в печени трески, морского окуня, в сливочном масле, моркови, помидорах.

Витамины группы В содержатся в хлебе, фруктах и особенно в пивных дрожжах. Они влияют на работу мышечной и нервной системы. При недостатке витамина B_1 человек быстро утомляется, становится нервным и раздражительным. Причина в том, что нарушаются процессы биологического окисления, так как витамин B_1 участвует в образовании окислительных ферментов. При недостатке этого витамина человек заболевает болезнью *бери-бери.* Она протекает с судорогами и параличами.

Витамин С повышает сопротивляемость организма к инфекционным заболеваниям, укрепляет кости и зубы. Витамин С препятствует образованию вредных веществ, возникающих при биологическом окислении, он входит в состав ферментов, участвующих в образовании антител, препятствует разрушению стенок кровеносных сосудов кожи. Потребность в витамине С возрастает зимой и весной. Для восполнения витамина С в организме необходимо есть как можно больше свежих овощей, фруктов и квашеной капусты. Особенно много этого витамина в шиповнике, черной смородине. Отсутствие витамина С в пище вызывает *цингу.* Выпадают зубы, нарушаются кровеносные сосуды. Эта тяжелая болезнь часто заканчивалась смертью.

Витамин D образуется в нашем теле под влиянием солнечных лучей. Отсутствие его у маленьких детей приводит к заболеванию *рахитом.* Больные рахитом медленнее развиваются, плохо спят. Скелет у них формируется неправильно, искривляются кости ног. Для предупреждения болезни надо больше бывать на свежем воздухе под лучами солнца, чаще есть морскую рыбу, пить рыбий жир.

Фармацевтическая промышленность выпускает готовые витаминные препараты. Употреблять их можно только в указанных дозах. Неправильное употребление витаминов вредно для здоровья.

Сохранение витаминов в продуктах питания. При хранении и кулинарной обработке пищи витамины разрушаются. Для лучшей сохранности витамина С при чистке фруктов и овощей надо снимать возможно более тонкий слой кожицы. Чистить и резать овощи следует непосредственно перед употреблением или варкой ножом из нержавеющей стали. Варить пищу мож-

но в эмалированной или алюминиевой посуде. Лучше опускать овощи в кипящую воду и варить в посуде с плотно закрытой крышкой. Витамин С легко окисляется воздухом. При кипячении растворенный в воде кислород уходит из воды вместе с пузырьками пара, и витамин С не окисляется.

Различают водорастворимые витамины (В, С) и жирорастворимые витамины (А, D). Последние усваиваются значительно лучше, если их употреблять вместе с жирами. Так, морковь со сметаной или растительным маслом обогащает организм витамином А значительно лучше, чем та же морковь, употребляемая без жиров.

?

1. Витамины — органические вещества, необходимые для образования ферментов. Почему же без них нарушается обмен веществ в организме и почему при недостатке витаминов происходят различные нарушения?

2. Рассмотрите табл. 6 и ответьте на вопрос: почему нельзя использовать витаминные препараты вместо конфет, хотя многие из них обладают приятным вкусом?

3. В каких продуктах содержатся витамины А, В, С и D?

4*. Расскажите о свойствах водо- и жирорастворимых витаминов.

5. Появление каких признаков свидетельствует о недостатке витаминов А, B_1, С и D?

6*. Верно ли утверждение, что витамины есть только в растениях? Обоснуйте ответ.

7. Витамин С предохраняет ферменты от окисления, но сам легко окисляется кислородом воздуха, особенно в присутствии металлов. Объясните, почему витамин С лучше сохраняется в продуктах, предназначенных для варки, если их опускают сразу в кипящую воду.

Обобщение

Витаминами называют органические соединения, содержащиеся в пище, необходимые для образования ферментов и других биологически активных веществ. Витамины, за редким исключением, не вырабатываются в организме человека, а создаются растениями и животными, которые входят в цепи питания данного вида. Полное отсутствие каких-то витаминов в организме называют авитаминозом. Болезни, возникающие при недостатке витаминов в пище, называют гиповитаминозами, а от избытка витаминов — гипервитаминозами.

Основные понятия

Гиповитаминозы. Гипервитаминозы. Авитаминозы. «Куриная слепота». Болезни бери-бери, цинга, рахит.

Глава 7

Мочевыделительная система

§ 39 Строение и функции почек

В процессе жизнедеятельности человека в организме образуются вещества, которые могут вызвать его отравление, нарушение функций органов. Эти вещества постоянно выводятся из организма человека. В удалении ненужных и вредных веществ участвуют различные органы. Углекислый газ, пары воды удаляются через легкие. Избыток солей выводится с потом через кожу. Но основная часть вредных веществ удаляется из организма с мочой через *органы мочевыделительной системы* (рис. 69). Основным органом мочевыделительной системы являются *почки*. У человека две почки. Величина каждой из них — с кулак человека. Расположены они на уровне поясницы, с обеих сторон позвоночника. В каждой почке различают *корковый* и *мозговой слои* и *почечную лоханку* (рис. 70, А). В почки по почечным артериям поступают питательные вещества и жидкие продукты клеточного распада. Почки разделяют их. Вещества, необходимые организму в нужном количестве, попадают в почечные вены и используются организмом, вредные и ненужные вещества оказываются в почечных лоханках и оттуда по *мочеточникам* попадают в *мочевой пузырь*, а потом по *мочеиспускательному каналу* удаляются из организма в виде мочи.

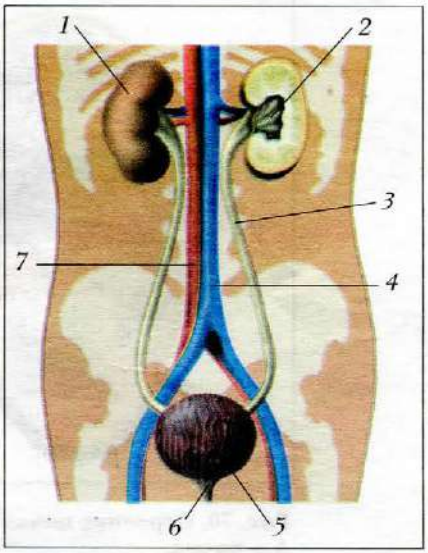


Рис. 69. Мочевыделительная система и магистральные кровеносные сосуды:
1 — почка; *2* — почечная лоханка; *3* — мочеточник; *4* — нижняя полая вена; *5* — мочевой пузырь; *6* — мочеиспускательный канал; *7* — аорта

Очищение крови от растворенных в ней вредных веществ происходит в *нефронах* (рис. 70, Б). Нефрон — основная структурно-функциональная единица почки. Каждый нефрон начинается микроскопической *капсулой* с длинным *канальцем* нефрона. В капсулу заходит артерия, образуя в ней *капиллярный клубочек*. Выходящая из клубочка артерия значительно тоньше входящей. Вследствие этого в клубочке образуется большое давление, благодаря чему из этого клубочка в каналец просачивается жидкая часть неочищенной крови, содержащая как полезные, так и вредные вещества *(первичная моча)*. Белки плазмы крови и клетки остаются в сосуде. Выйдя из капсу-

лы, артериальный кровеносный сосуд снова ветвится на капилляры, которые оплетают стенки канальца. Полезные вещества всасываются из канальца обратно в кровь. Вредные вещества остаются в канальце, а затем из нефрона попадают в систему выносящих трубок и в почечную лоханку *(конечная, или вторичная, моча)*. Так кровь очищается от ненужных веществ. Капсулы и часть канальцев нефрона образуют *корковый слой*, остальные части канальцев и выводные трубки — *почечные пирамиды мозгового слоя* (см. рис. 70). На вершине каждой из пирамид имеется 5–6 отверстий, из которых моча попадает в почечную лоханку.

Почки удаляют не только продукты распада, но и излишки питательных веществ, способные нанести вред организму. Представьте, что некий сладкоежка съел целую банку варенья. Часть сахара задержала бы печень, но и после этого в кровь могло бы попасть слишком много сахара. Это привело бы к тому, что раствор плазмы крови, а потом и тканевая жидкость стали бы более концентрированными, чем растворы, содержащиеся в клетке. Вода из клеток начала бы выходить наружу, и обезвоженные клетки не смогли бы работать.

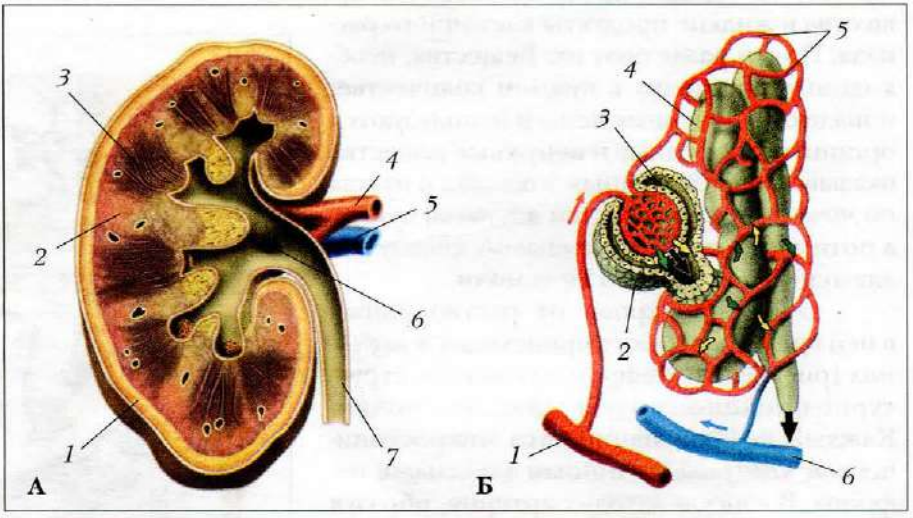


Рис. 70. Строение почки и нефрона:
А — почка:
1 — корковый слой; *2* — мозговой слой; *3* — почечная пирамида; *4* — почечная артерия; *5* — почечная вена; *6* — почечная лоханка; *7* — мочеточник;
Б — нефрон:
1 — приносящая артерия; *2* — капсула с капиллярным клубочком; *3* — полость капсулы, ведущая в полость канальца нефрона; *4* — каналец нефрона; *5* — капиллярная сеть, оплетающая стенку канальца нефрона; *6* — почечная вена
(цветными стрелками показаны нужные вещества, черной стрелкой — вещества, подлежащие удалению)

Но этого не происходит, потому что почки удаляют избыток сахара с мочой. Так почки поддерживают постоянство внутренней среды организма, снижая количество воды, солей, питательных веществ и продуктов обмена до нормы.

?

1. В чем значение почек? Какие функции они выполняют в организме?
2. На рис. 69 найдите органы мочевыделительной системы и проследите путь мочи от почек до мочеиспускательного канала.
3*. Опишите работу нефрона по следующему плану:
   а) Как плазма крови попадает в каналец нефрона?
   б) Какие вещества содержатся в плазме?
   в) Почему клетки крови и белки не могут попасть в почечный каналец?
   г) Какие вещества остаются в канальце, а какие всасываются обратно в кровь?
   д) Каким образом почки поддерживают постоянство состава крови, например содержания сахара?
4. Какие сосуды — почечные артерии или почечные вены содержат очищенную от жидких продуктов распада кровь?

Обобщение

Основным органом мочевыделительной системы являются почки; мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал – мочевыносящие органы, удаляющие мочу из организма. Очищение крови от растворенных в ее плазме вредных и избыточных веществ происходит в многочисленных нефронах почки. Очищенная кровь по почечной вене возвращается в кровяное русло.

Основные понятия

Почка: корковый слой, мозговой слой (почечные пирамиды), почечная лоханка. Нефрон: капсула, каналец, капиллярный клубочек. Первичная и вторичная моча. Мочеточники. Мочевой пузырь. Мочеиспускательный канал.

§ 40 Предупреждение заболеваний почек. Питьевой режим

Обычно заболевание почек начинается после других заболеваний (ангина, скарлатина, болезни органов дыхания), а также из-за больных зубов или миндалин. Микробы от больных органов через кровь проникают в отделы мочевыделительной системы и поражают их. В почки микробы могут проникнуть и через мочеиспускательный канал. Это происходит при несоблюдении правил личной гигиены. Развитию микробов способствует сильное пере-

охлаждение тела, особенно поясничной его части. Характерными признаками заболевания почек служат боли в области поясницы (справа и слева от позвоночника). В этих случаях нужно срочно обратиться к врачу! Очень вредны для почек переедание, однообразное питание мясом, злоупотребление острой пищей. Особенно опасен алкоголь, поражающий все отделы мочевыделительной системы, нарушающий их работу. Причиной заболевания почек могут стать также ядовитые отходы соли свинца, ртути и другие выбросы промышленных производств, попавшие в питьевую воду.

Питьевой режим

Значение воды и минеральных солей для организма. Всего организм приобретает и теряет в день около 2,5 л воды. Примерно 1,5 л воды удаляется через почки, остальное — через легкие, кожу, органы пищеварения.

Все химические реакции в организме проходят в жидкой среде. Питательные вещества доставляются к органам в виде водных растворов, вода входит во многие биохимические соединения, принимает активное участие в биохимических реакциях, наконец, в виде водных растворов удаляются шлаки.

Вода необходима организму, но тогда чем объяснить то, что дистиллированная вода, освобожденная от всех солей, микробов, механических примесей, так же вредна для организма, как соленая морская вода? Дело в том, что жидкая внутренняя среда организма — раствор постоянного состава. Если во внутренней среде будет слишком много воды, концентрация солей снизится, вода будет поступать в клетки, они разбухнут и работа их нарушится. Такое происходит, если человек длительное время потребляет дистиллированную воду. Если же вода содержит слишком много солей (морская вода, например), концентрация солей в крови, тканевой жидкости и лимфе может увеличиться настолько, что вода из клеток станет уходить во внутреннюю среду и работа клеток прекратится в результате *обезвоживания*.

Наш организм нуждается не только в воде, но и в сбалансированном поступлении солей. Каждому взрослому человеку требуется в сутки около 1–3 г солей натрия и примерно столько же солей калия. От содержания калия и натрия в организме зависит нормальная работа почек. Калий и кальций, содержащиеся в плазме крови, оказывают гуморальное воздействие на работу сердца, соответственно понижая и повышая ее интенсивность.

Наш организм нуждается также и в микроэлементах: железе, фторе, йоде, меди. Эти вещества нередко входят в состав ферментов и других биологически активных веществ.

В умеренном климате для большинства людей проблемы жажды не существует. Мы по традиции заканчиваем наш завтрак, обед, полдник и ужин стаканом чая, кофе, молока, кефира или другого напитка, и этого количества выпитой жидкости нам достаточно. Но совершенно иначе мы чувствуем себя в жару, при тяжелой физической работе. Тогда расход воды резко возрастает

и, следовательно, появляется необходимость ее возмещать. В противном случае может произойти нарушение постоянства внутренней среды, о его последствиях мы уже говорили.

Если в организме не хватает воды, человек испытывает сильную жажду, мышечное утомление, беспокойство, головную боль, одышку, головокружение, сонливость. Пульс учащается, появляется ощущение покалывания в мышцах. Это связано с обезвоживанием мышц и других тканей. Вследствие недостатка воды во внутренней среде повышается концентрация солей в клетках и тканях, и содержащаяся в них вода переходит в тканевую жидкость и кровь, вызывая все эти симптомы

Рассмотрим противоположный случай, когда человек в жаркую погоду непрерывно пьет. Вследствие неумеренного потребления жидкости организм оказывается перенасыщенным водой. Несмотря на большое количество выпитой жидкости, ощущение жажды не проходит, и дело может закончиться *водным отравлением.* Температура тела падает, начинается слюноотделение, тошнота, рвота, нарушается координация движений, появляются судороги, мышечная слабость, головная боль.

Очевидно, для поддержания здоровья и нормальной работоспособности необходимо избегать как недостатка, так и избытка жидкостей. Любое отклонение от нормы оборачивается для человека бедой. Вот почему *гигиене питья* медики уделяют большое внимание. Приведем несколько рекомендаций для тех, кто собирается участвовать в походах или работать в открытом месте в жаркое время года. Утром после завтрака рекомендуют пить чай или другие напитки до полного утоления жажды. Затем в течение 2 ч воду пить не следует. Сухость во рту можно устранить полосканиями рта и горла водой. В течение третьего и четвертого часа можно выпить около одного стакана жидкости небольшими глотками. Непосредственно перед обедом выпить еще один стакан жидкости, поесть и после обеда утолить жажду полностью. Режим во второй половине дня такой же. Спустя 2 ч после еды от питья полезно воздерживаться, в следующие 2 ч выпивать не более одного стакана воды небольшими порциями, а за ужином полностью утолить жажду.

Гигиеническая оценка питьевой воды. Питьевая вода не должна содержать яиц и личинок глистов, микробов, способных вызывать эпидемические заболевания. Загрязнение воды нередко происходит из-за попадания в открытые водоемы экскрементов животных и человека, содержащих кишечные палочки. Если количество этих патогенных (болезнетворных) микробов превышает *ПДК (предельно допустимая концентрация),* вода считается загрязненной и непригодной для питья.

Вода также должна иметь безвредный химический состав: в ней не должно быть ядовитых и радиоактивных соединений. Важный химический показатель — жесткость воды. Она зависит от содержания солей кальция и магния. Если мыло в воде плохо мылится, скорее всего эта вода *жесткая.* Длительно

пользоваться такой водой для питья не рекомендуется из-за опасности приобрести мочекаменную болезнь. После кипячения жесткость воды уменьшается. Не особенно полезна и *мягкая*, бедная солями, вода.

Вода должна быть приятной на вкус, чистой, прозрачной, бесцветной, не иметь запаха и привкуса, не содержать посторонних веществ.

В полевых условиях воду необходимо кипятить 5–10 мин. При этом большинство патогенных микробов погибает. Однако хранить кипяченую воду длительное время нельзя, поскольку она быстро загрязняется и становится хорошей средой для размножения микробов. Воду из открытых источников, предварительно не прокипяченную, нельзя использовать и для мытья посуды и фруктов, так как содержащиеся в ней микроорганизмы могут попасть в пищевые продукты и стать причиной заболевания.

?

1. Каким образом инфекция проникает в органы мочевыделения?
2. Назовите признаки заболевания почек.
3. Как питание влияет на работу почек?
4. Объясните значение воды и минеральных солей для организма.
5. Почему нельзя долго употреблять ни дистиллированную, ни морскую воду?
6*. Что произойдет с тканями, если компоненты внутренней среды будут содержать слишком мало или избыток солей?
7. Почему в жару и при мышечной работе приходится увеличивать количество напитков в рационе?
8. Когда происходит водное отравление и каковы его симптомы?
9. Как правильно организовать питьевой режим в жаркий летний день?
10. Каким требованиям должна соответствовать питьевая вода?
11. Почему фрукты, овощи, руки перед едой нельзя мыть водой, взятой из открытых водоемов?

Обобщение

Причиной заболевания почек могут стать микробы, занесенные в отделы выделительной системы кровью из больных зубов, миндалин и других органов, а также инфекция, распространяющаяся вверх от мочеиспускательного канала. Способствуют заболеваниям переохлаждение тела. Причиной мочекаменной болезни являются некоторые вещества, содержащиеся в пище. Поражают почки алкоголь, выбросы машин, содержащие соли свинца, ртути и других тяжелых металлов. Солевой состав питьевой воды должен соответствовать ПДК.

Основные понятия

Обезвоживание организма. Водное отравление. Гигиена питья. Кишечная палочка. ПДК бактерий кишечной палочки в открытых водоемах. Жесткость и мягкость воды.

§ 41 Значение кожи и ее строение

Значение кожи

Кожа — это покров нашего тела. Она прочная, эластичная и защищает внутренние органы от механических повреждений (ударов, ушибов), а также от потери воды. Всю поверхность кожи пронизывают нервные окончания. Благодаря этим *рецепторам кожи* мы чувствуем боль, изменения температуры, прикосновения. Это позволяет нам избежать ранений, ожогов, обморожения. Кожа предохраняет организм от перегревания и охлаждения, участвует в поддержании постоянной температуры тела. Часть вредных веществ, избыток солей выделяются через кожу в виде пота. Кожа также принимает участие в обмене газов, поглощает кислород, выделяет углекислый газ.

Строение кожи

Различают два основных слоя кожи: наружный — *эпидермис*, внутренний — *дерму* и подкожную жировую клетчатку — *гиподерму* (рис. 71).

Эпидермис — наружный слой кожи, образован эпителиальной тканью. Живые размножающиеся клетки эпидермиса оттесняют наружу дочерние клетки, те роговеют и отмирают, поэтому поверхность наружного слоя состоит из мертвых клеток. Они защищают кожу от действия твердых частиц, газов, жидкостей. Мертвые клетки постоянно слущиваются и заменяются новыми. В живых клетках наружного слоя кожи содержится *пигмент* — красящее вещество. Оно определяет цвет кожи и защищает организм от лучей солнца. При увеличении количества этого вещества образуется *загар*.

Дерма — второй слой кожи, образован соединительной тканью, значительно толще наружного слоя. Благодаря дерме наша кожа эластична. Этот слой пронизан кровеносными сосудами и нервными окончаниями. Здесь находятся сальные и потовые железы, корни волос.

Потовые железы выделяют пот. При испарении пота тело охлаждается. Это спасает организм от перегревания.

В *сальных железах* образуется кожное сало. Оно смазывает волосы и поверхность кожи, придает им мягкость и эластичность.

Волосы и *ногти* — это роговые образования кожи. Корни волос находятся во внутреннем слое кожи. К корням подходят кровеносные сосуды, нервные окончания и мышечные волокна. Цвет волос зависит от красящего вещества, которое в них содержится. Разрушение этого вещества приводит к появлению седины. Ногти защищают от повреждений кончики пальцев.

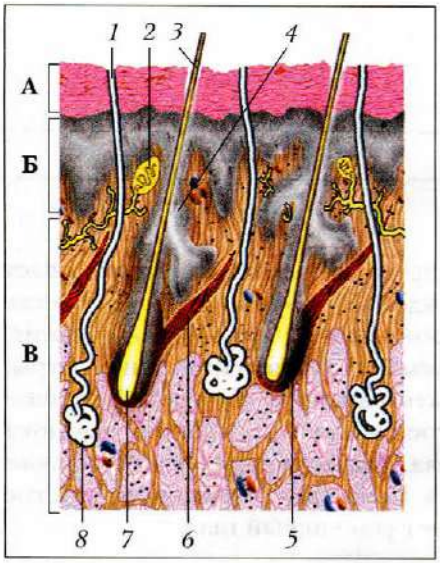


Рис. 71. Строение кожи:
1 – выход протока потовой железы;
2 – рецептор кожи;
3 – стержень волоса;
4 – сальная железа;
5 – волосяная луковица в волосяной сумке;
6 – мышца, поднимающая волос;
7 – волосяной сосочек;
8 – потовая железа.

А – надкожица (эпидермис);
Б – собственно кожа (дерма);
В – подкожная жировая клетчатка (гиподерма)

Гиподерма – подкожная жировая клетчатка, это самый глубокий слой, связывающий кожу с костями и мышцами. Он предохраняет внутренние органы от ушибов, резких толчков. Жировая клетчатка защищает организм от переохлаждения. В ней откладываются запасные питательные вещества – жиры.

Различают жирную, нормальную и сухую кожу. *Жирная кожа* блестит и лоснится, ее поры хорошо видны, из-за чего она напоминает апельсиновую корку. Жирная кожа оставляет следы на бумажной салфетке, если ее прижать к лицу. *Сухая кожа* тонкая, часто шелушится. *Нормальная кожа* этих недостатков не имеет.

?

1. Охарактеризуйте значение кожных покровов.
2. Найдите на рис. 71 два слоя кожи и подкожную жировую клетчатку; расскажите об их функциях.
3*. Как образуется загар?
4. Какую функцию выполняют потовые и сальные железы? Почему протоки сальных желёз впадают в волосяную сумку, где находятся корни волос?
5. Расскажите о функции ногтей. Почему не следует их грызть?
6. Назовите свойства жирной, сухой и нормальной кожи.

Обобщение

Кожа защищает внутреннюю среду организма от высыхания, внедрения микроорганизмов и различных повреждений.
Многочисленные рецепторы кожи охраняют нас от соприкосновения с опасными предметами, способствуют поддержанию постоян-

ной температуры тела, позволяют узнавать предметы путем их ощупывания.

Кожа состоит из нескольких слоев: эпидермиса, дермы и гиподермы. Через кожу удаляются вредные вещества. Волосы и ногти являются придатками кожи. Они состоят из рогового вещества.

Основные понятия

Эпидермис. Дерма. Гиподерма. Кожные рецепторы. Кожный пигмент. Сальные и потовые железы. Волосы и ногти. Жирная, нормальная, сухая кожа. Загар.

§ 42 Нарушения кожных покровов и повреждения кожи

Причины нарушений кожных покровов

Обычно различают внутренние и внешние причины нарушений нормального состояния кожных покровов.

Среди внутренних причин могут быть погрешности в диете, контакты с веществами, вызывающими аллергию, нарушение гормональной регуляции, недостаток витаминов.

Так, слишком обильное питание приводит к тому, что кожа краснеет, приобретает сальный вид. Потребление алкогольных напитков изменяет цвет лица, ведет к отечности и другим косметическим дефектам из-за нарушения функционирования кожных сосудов.

Особенно велико влияние на состояние кожных покровов недостатка витаминов. Если не хватает витамина А, кожа делается сухой, трескается, темнеет, часто возникает плешивость. Недостаток витамина B_2 может привести к появлению трещин в углах рта, к ломке ногтей, к экземам, а недостаток витамина С — к подкожным кровоизлияниям.

Еще более многообразны внешние причины повреждений. Это могут быть травмы, вирусные и грибковые заболевания, заражение кожными паразитами, например *чесоточным зуднем.*

Оказание первой помощи при ожогах

Неаккуратное обращение с огнем, горючими и едкими жидкостями, длительное пребывание под солнцем могут привести к *термическим* (от греч. thérme — тепло, жар) и *химическим ожогам* кожи.

Легкие термические ожоги вызывают жжение. Кожа припухает и краснеет. Обожженный участок охлаждают под струей воды. Затем протирают одеколоном или слабым раствором марганцовокислого калия. При образова-

нии пузырей накладывают повязку после того, как они лопнут. Прокалывать пузыри нельзя, в ранку могут попасть микробы. При сильных ожогах пострадавшему накладывают стерильную повязку и доставляют его в больницу.

Обожженную кислотой кожу (химический ожог) сначала промывают проточной водой, а затем двухпроцентным раствором соды. Если на кожу попала щелочь, то ее сначала смывают водой, а затем обрабатывают слабыми растворами уксусной или лимонной кислоты. После этих процедур пораженное место снова промывают чистой водой и накладывают стерильную повязку.

Оказание первой помощи при обморожении

Первый признак обморожения — появление белых пятен на коже и потеря чувствительности. В этом случае побелевшие нос, уши, щеки растирают мягкой тканью. Растирание нужно проводить осторожно, чтобы не повредить кожу. Обмороженные участки нельзя растирать снегом, так как кристаллики снега могут ее поцарапать. Если чувствительность не восстанавливается, а пятна темнеют, необходимо обратиться к врачу.

При сильном обморожении рук или ног пострадавшего доставляют в теплое помещение. Конечность укутывают ватой, шерстью, чтобы отогревание происходило медленно, за счет тепла, выделяемого организмом. Полезно согревающее питье.

Заболевания кожи

Грибковые заболевания кожи. Одно из распространенных грибковых заболеваний кожи — *стригущий лишай.* Такое название эта болезнь получила потому, что волосы на зараженных участках кожи делаются непрочными. Они обламываются, и создается впечатление, что их выстригли на этих местах. Существуют две формы стригущего лишая. Одной из них можно заразиться только от больного человека. На открытых местах кожи появляются ярко-красные пятна, шелушащиеся посередине. Этот лишай, как правило, поражает верхние слои кожи. Вторая форма болезни распространена и среди людей, и среди животных. Она протекает очень тяжело, так как помимо кожи грибок поражает и более глубокие ткани. Болезнь очень заразна, но ее можно предупредить, если соблюдать простые правила: не мыться общей мочалкой, не пользоваться чужими тапочками и чужой одеждой. Особенно осторожными надо быть при контакте с животными: кошками, собаками, козами и др. После общения с животными надо тщательно мыть руки, не прикасаться лицом к их шерсти.

Если возникает подозрение, что человек или животное заболело стригущим лишаем, надо обратиться в поликлинику, а животное показать ветери-

нарному врачу. Помещение, в котором находилось больное животное, вещи, которыми пользовался больной человек, тщательно дезинфицируют.

Чесотка. Это заболевание вызывается кожным паразитом — чесоточным зуднем. Клещ внедряется в кожу и пробуравливает в ней нитевидные ходы. Если кожу смазать йодом, они хорошо видны в виде беловатых царапин. В одном из ходов размещается паразит. Это место имеет вид небольшого пузырька. В нем находится микроскопический клещ длиной 0,2–0,5 мм. Прогрызая ходы, паразит вызывает сильный зуд. Нападению клеща подвергаются боковые поверхности пальцев, внутренние поверхности бедер. Заболевший часто расчесывает пораженные места. В расчесы внедряются микробы, и возникают тяжелые осложнения. Если есть подозрение на чесотку, необходимо немедленно обратиться к врачу. Болезнь можно вылечить за несколько дней, если она не запущена. Следует иметь в виду, что заражение может происходить не только при прямом контакте, но и при использовании вещей, которые были у больного: постельного и нательного белья, тетрадей, игрушек.

1. Как отражаются на коже погрешности в диете?
2. Можно ли по состоянию кожных покровов человека определить, какого витамина ему не хватает?
3. Как оказать первую помощь человеку, получившему термический ожог?
4. Что надо делать, если на кожу попала едкая кислота? щелочь?
5. Назовите приемы первой помощи при обморожении.
6. Как уберечь себя от стригущего лишая и чесотки? Чем вызываются эти болезни и как они распространяются? Почему в обоих случаях необходимо срочно обратиться к врачу?

Обобщение

Причины нарушений состояния кожи могут быть внутренние (несоблюдение диеты, т. е. режима питания, аллергия, гиповитаминозы, гормональные сбои) и внешние (травмы, грибковые, паразитарные и другие заболевания). Различают термические и химические ожоги, обморожения. Из заболеваний наиболее опасен стригущий лишай, а из паразитарных — чесотка. Они требуют немедленного обращения к врачу и последующей дезинфекции помещения и вещей, которыми пользовался больной.

Основные понятия

Термический ожог. Химический ожог. Обморожение. Стригущий лишай. Чесоточный зудень. Чесотка.

§ 43 Роль кожи в терморегуляции. Закаливание. Оказание первой помощи при тепловом и солнечном ударах

Кожа — орган терморегуляции

Тело человека имеет постоянную температуру. В любое время года, во время отдыха или работы его температура не превышает 37 °С. В организме постоянно вырабатывается тепло, избыток тепла через кожу и выдыхаемый воздух отдается в окружающую среду. Процессы *теплообразования* и *теплоотдачи* в организме уравновешены *терморегуляцией*. Без этого организм перегрелся бы и погиб. Отдача тепла зависит от условий, в которых находится человек. Как же происходит терморегуляция?

Вы знаете, что кожу пронизывают многочисленные кровеносные сосуды. При повышении температуры воздуха сосуды расширяются. Через кожу протекает больше крови, и отдача тепла увеличивается. Организм отдает тепло. В холодную погоду происходит обратный процесс: кровеносные сосуды суживаются и теплоотдача уменьшается. Организм сохраняет тепло. В жаркую погоду, при физической работе увеличивается отделение пота. При испарении пота кожа и все тело охлаждаются. Это предохраняет организм от перегревания.

Закаливание

Способность человека к терморегуляции можно тренировать. Особенно важно приспособить организм к воздействию низких температур. Это не только делает человека более устойчивым к холоду, но и повышает интенсивность обмена веществ, активизирует иммунную систему.

Тренировку организма, позволяющую быстро приспосабливаться к смене температур, легче переносить холод, называют закаливанием. Оно включает *воздушные* и *солнечные ванны, водные процедуры (обтирание, обливание, душ, плавание)* при постепенном снижении температурных воздействий на организм. Самым первым этапом закаливания является обтирание тела мокрым полотенцем или губкой. Начинают с температуры воды 28–30 °С и снижают ее через каждые 2–3 дня на 1 °С, доводя до 18–15 °С. Сначала обтирают верхнюю часть туловища, затем растирают мокрые участки сухим полотенцем до покраснения, такую же процедуру проделывают с руками, нижней частью туловища и ногами. Во время растирания ру́ки и но́ги массируют от периферии к сердцу. Подмышечные, паховые и подколенные впадины массировать нельзя, поскольку там много лимфатических узлов.

Душ является более энергичным способом закаливания. Поэтому начинают с температуры воды 30–32 °С, а затем снижают ее на 1 °С через каждый день, доводя предельно низкую температуру до 17–15 °С.

Надо все время помнить, что слишком высокая температура к закаливанию не приведет, а слишком низкая, кроме простуды, ничего не даст.

На время болезни закаливающие процедуры прекращают, а после нее все приходится начинать сначала. По существу, закаливание — это сосудистая гимнастика: холодная вода вызывает сужение сосудов. Полезно применять контрастный душ, чередуя холодную и горячую воду: сосуды будут то сужаться, то расширяться. Вырабатываемые условные рефлексы сосудов, будучи вегетативными, неустойчивы и быстро пропадают без подкрепления. Поэтому при закаливании важно придерживаться следующих принципов: постепенность, систематичность и непрерывность.

Это относится ко всем видам закаливания, в том числе и к плаванию. Температуру речной воды следует считать подходящей, если после первичного озноба вы почувствуете прилив тепла: вода кажется теплой, как парное молоко. Купаться можно до появления вторичного озноба, он говорит о срывах защитных механизмов. Купание следует прекратить, вытереть и растереть тело и побегать. Это поможет согреться и окончательно обсохнуть.

При приеме воздушных ванн следует сочетать их с активными движениями. Это намного повышает закаливающий эффект. Особенно большую осторожность надо проявлять, принимая солнечные ванны. Длительность процедур в первые дни не должна превышать 5–10 мин, иначе можно получить *солнечный ожог* и даже *солнечный удар*. Загорать лучше в утренние и вечерние часы, когда много ультрафиолетовых лучей, вызывающих загар, и мало инфракрасных — причиняющих солнечные ожоги. После приема солнечных ванн надо обязательно одеться, несмотря на то что тело разгорячено и кажется, что жарко даже в вечернее время. Между тем под влиянием солнечной радиации сосуды расширены, теплоотдача остается высокой, возможно переохлаждение и заболевание простудными болезнями.

Первая помощь при тепловом и солнечном ударах

В длительном походе в жаркую погоду, при усиленной физической работе в душном помещении может произойти перегревание организма — *тепловой удар*. Признаки теплового удара: головокружение, головная боль, помутнение в глазах, слабость, возможна потеря сознания. Лицо больного принимает багрово-красный цвет, дыхание и пульс учащаются. Температура тела повышается до 40 °С. Продолжительное пребывание на солнце может вызвать солнечный удар. Болезненные признаки у пострадавшего такие же, как и при тепловом ударе.

Пострадавших от теплового и солнечного ударов необходимо в первую очередь перенести в прохладное место и освободить от стягивающей тело одежды. Голову приподнимают, кладут на лоб и сердце холодные компрессы. Дают прохладное питье. Вызывают врача. Если пострадавший перестал ды-

шать и его пульс не прощупывается, нужно сделать искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.

Летом для предупреждения перегревания следует защищать голову от прямых лучей солнца — носить светлый головной убор, прогулки и путешествия лучше совершать в утренние или вечерние часы.

1. Как поддерживается постоянная температура тела и уравновешиваются теплообразование и теплоотдача?

2. Какую роль играют кожные кровеносные сосуды и потоотделение в теплоотдаче?

3. Что такое закаливание? Как следует проводить это мероприятие и почему?

4. Расскажите о причинах и симптомах теплового и солнечного ударов и мерах первой помощи.

Обобщение

Поддержание температуры тела (терморегуляция) обеспечивается уравновешиванием двух процессов — теплообразования и теплоотдачи и происходит рефлекторно.

Мероприятия, направленные на выработку устойчивости человека к низким температурам, называют закаливанием. При закаливании важно соблюдать принципы систематичности, постепенности и непрерывности. Закаливание повышает устойчивость организма к инфекционным болезням.

Длительное пребывание на солнце без головного убора может привести к перегреву головного мозга и солнечному удару. Пребывание в жарком, влажном, плохо проветриваемом помещении может привести к тепловому удару, особенно если в этих условиях человек совершает мышечную работу.

Основные понятия

Теплообразование. Теплоотдача. Терморегуляция. Закаливание: воздушные и солнечные ванны, обтирания, обливания, душ. Солнечный ожог. Тепловой удар. Солнечный удар.

Проверьте себя (главы «Обмен веществ и энергии», «Мочевыделительная система», «Кожа»)

Ответьте на вопросы и выполните задания

1. Что происходит при подготовительной и заключительной стадиях обмена?
2. Почему клеточный обмен считается основным? Какие два процесса в нем происходят?
3. Из табл. 1 выпишите морфологические и функциональные особенности, содействующие увеличению интенсивности обмена веществ млекопитающих животных и человека относительно класса пресмыкающихся.
4. Какие функциональные особенности млекопитающих содействуют сохранению тепла в организме?
5. Что понимают под терминами «основной обмен» и «общий обмен»?
6. Какова энергетическая ценность белков, углеводов и жиров? В каких единицах она измеряется?
7. Как определяются нормы питания?
8. О чем может свидетельствовать функциональная проба с задержкой дыхания до и после дозированной нагрузки?
9. Каковы функции витаминов и какая связь существует между их появлением и экологией данного вида в прошлом?
10. Какие водорастворимые витамины вам известны и каковы их функции?
11. Что вам известно о жирорастворимых витаминах? (При ответах на вопросы 10 и 11 используйте табл. 4 — «Последствия гиповитаминоза и гипервитаминоза».)
12. Как сохранить витамины в пище?
13. Рассмотрите схему мочевыделительной системы и опишите строение и функции почек, мочеточников, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала.
14. Как функционирует нефрон?
15. Как предупредить заболевание мочевыделительной системы?
16. Рассмотрите рис. 71 «Строение кожи», найдите эпидермис, дерму и гиподерму, расскажите об их строении и функциях.
17. Как осуществляется терморегуляция в организме?
18. Что такое закаливание и как оно проводится?

Дополните утверждения

1. Структуры клетки и неклеточного вещества восстанавливаются и растут за счет ... обмена; энерготраты клетки происходят при биологическом окислении органических веществ в результате ...

2. Витамины, как правило, образуются ... и поступают в наш организм ...
3. При избыточном потреблении воды происходит ...
4. Чесотку вызывает ...

Отметьте верные высказывания

1. Пищевые белки могут усваиваться организмом без переработки.
2. Пластический и энергетический обмены происходят в клетке.
3. Биосинтез белков происходит в митохондриях.
4. Общий и основной обмен — синонимы.
5. Рацион питания составлен верно, если энергоемкость пищи превосходит энерготраты при любом соотношении белков, жиров и углеводов, минеральных веществ и витаминов.
6. Витамин А излечивает от цинги.
7. Почки расположены на уровне поясницы с обеих сторон позвоночника.
8. Ногти и волосы являются роговыми образованиями кожи.

Выберите правильный ответ

1. Пищевые белки, попавшие в кровь человека, являются...
   а) антителами;
   б) антигенами;
   в) витаминами;
   г) ферментами.
2. Витамин B_1 может излечить человека от болезней:
   а) бери-бери;
   б) цинги;
   в) «куриной слепоты»;
   г) рахита.
3. Образовавшаяся моча в почках накапливается ...
   а) в корковом слое;
   б) в мозговом слое;
   в) в почечной лоханке;
   г) в нефроне.
4. Стригущий лишай вызывается...
   а) погрешностью в диете;
   б) травмой;
   в) грибковым заболеванием;
   г) клещом.

§ 44 Железы внешней, внутренней и смешанной секреции

До сих пор мы говорили о железах, которые, как потовые и слюнные железы, выводят свои продукты – *секреты* в полость какого-либо органа или наружу. Их относят к железам *внешней секреции*. К железам внешней секреции кроме слюнных относят желудочные, печень, потовые, сальные и другие железы.

Железы *внутренней секреции* (рис. 72) не имеют протоков. Их секреты поступают непосредственно в кровь. Они содержат вещества-регуляторы – *гормоны*, обладающие большой биологической активностью. Даже при ничтожной их концентрации в крови могут быть включены или выключены из работы определенные органы-мишени, деятельность этих органов может быть усилена или ослаблена. Выполнив свою задачу, гормон разрушается и выводится почками из организма. Орган, лишенный гормональной регуляции, не может работать нормально. Железы внутренней секреции функционируют всю жизнь человека, но их активность в разные возрастные периоды неодинакова.

К железам внутренней секреции относятся *гипофиз, эпифиз, щитовидная железа, надпочечники.*

Бывают и железы *смешанной секреции*. Часть их клеток выделяет непосредственно в кровь гормоны, другая часть – в протоки или наружу вещества, характерные для желёз внешней секреции.

К железам смешанной секреции относятся *поджелудочная* и *половые железы* (см. рис. 72).

К *эндокринной системе* относятся железы внутренней и смешанной секреции.

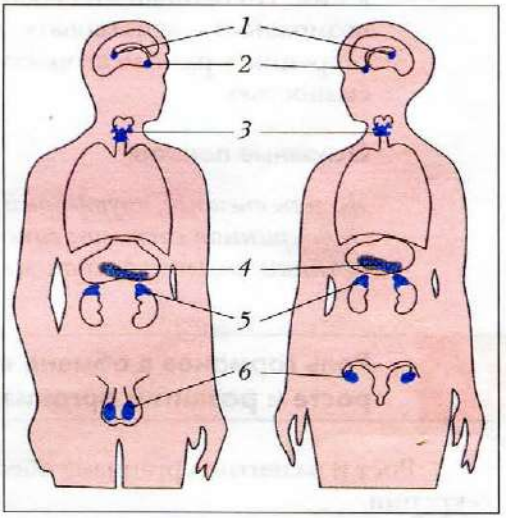


Рис. 72. Железы внутренней и смешанной секреции:
1 – эпифиз;
2 – гипофиз;
3 – щитовидная железа;
4 – поджелудочная железа;
5 – надпочечники;
6 – половые железы

1. Чем железы внутренней секреции отличаются от желёз внешней секреции?
2. Какие железы относятся к железам смешанной секреции?
3. Охарактеризуйте свойства гормонов.
4. Почему, выполнив свою задачу, гормон разрушается?
5*. Чем объяснить, что гормоны функционируют всю жизнь, но с разной интенсивностью?

Обобщение

Различают железы внешней секреции, выделяющие свои продукты в протоки или наружу, железы внутренней секреции, выделяющие гормоны непосредственно в кровь, и железы смешанной секреции: часть их клеток выделяет секреты в протоки или наружу, другая часть выделяет гормоны непосредственно в кровь. К эндокринной системе относятся железы внутренней и смешанной секреции, выделяющие гормоны – биологические регуляторы. Они действуют в ничтожно малых дозах на клетки, ткани и органы, чувствительные к ним. По окончании своего действия гормоны разрушаются, давая возможность действовать другим гормонам. Железы внутренней секреции в разные возрастные периоды действуют с разной интенсивностью.

Основные понятия

Железы внешней, внутренней и смешанной секреции. Секреты. Гормоны. Эндокринная система: гипофиз, эпифиз, щитовидная железа, надпочечники, поджелудочная железа, половые железы.

§ 45 Роль гормонов в обмене веществ, росте и развитии организма

Рост и развитие организма обеспечивает работа ряда желёз внутренней секреции.

Гипофиз производит *гормон роста*. Эта железа внутренней секреции непосредственно связана с мозгом. Ее гормоны воздействуют на рибосомы клеток, которые вырабатывают клеточные белки. В результате клетки быстрее растут и делятся. Если гипофиз в детстве выделяет недостаточно гормонов роста, человек остается *лилипутом* (рис. 73, *1*). Рост его иногда не превышает длину тела шестилетнего ребенка. Лилипуты пропорционально сложены и обычно имеют нормальные умственные способности. При избыточном выделении гормона роста человек становится *гигантом* (великаном). Его рост может превысить 2–2,5 м (рис. 73, *3*). С деятельностью гипофиза тесно связана

щитовидная железа. Ее гормоны усиливают энергетический обмен в организме, стимулируя работу митохондрий. При пониженной функции щитовидной железы сердце работает слабо, температура тела понижена. Сердце такого больного не может протолкнуть кровь от нижних конечностей вверх к сердцу. В результате она застаивается в капиллярах и в венах. Образуется много тканевой жидкости, и начинается отек. Это заболевание так и называется — *слизистый отек* (рис. 74, *1*).

Недостаток у детей гормонов щитовидной железы вызывает опасную болезнь — *кретинизм*. Больные этой болезнью страдают умственной и физической отсталостью. Они растут в ширину, но не в длину, что приводит к нарушению нормальных пропорций.

При избытке гормонов (гиперфункции) щитовидной железы освобождается слишком много энергии. Процессы распада в организме идут очень бурно, человек худеет, развивается пучеглазие, страдает нервная система, он становится чрезмерно раздражительным. Это признаки *базедовой болезни* (рис. 74, *2*). Нарушения работы желёз внутренней секреции успешно лечат врачи-эндокринологи.

Гормоны надпочечников, гипофиза, щитовидной железы стимулируют половое созревание. При этом развиваются половые железы. Они выделяют гормоны, от которых зависит развитие вторичных половых признаков. У женщин увеличиваются молочные железы, у мужчин начинает расти борода. С развитием желёз внутренней секреции пробуждается половой инстинкт.

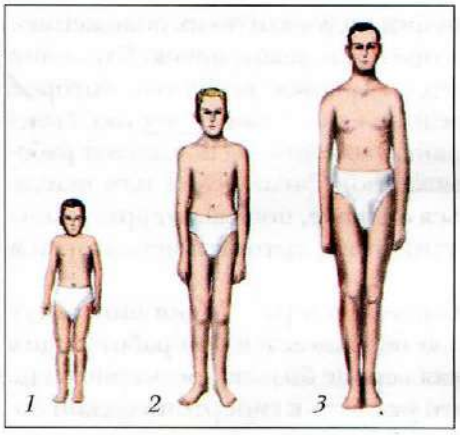


Рис. 73. Нарушения функции гипофиза:
1 — лилипут;
2 — человек нормального роста;
3 — гигант (великан)

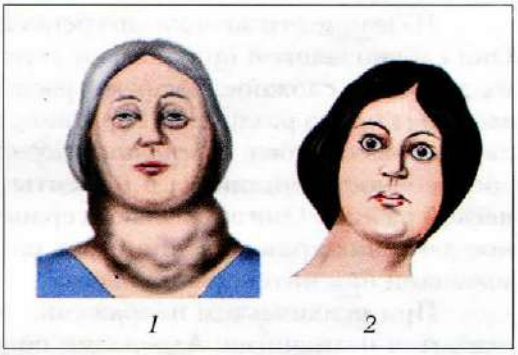


Рис. 74. Нарушения функций щитовидной железы:
1 — недостаточная функция (слизистый отек);
2 — гиперфункция (базедова болезнь)

Гормон поджелудочной железы инсулин и заболевание сахарным диабетом

Серьезное влияние на обмен веществ оказывает гормон поджелудочной железы *инсулин*. Он необходим для того, чтобы глюкоза (растворимый в воде углевод, имеющий сладкий вкус), пройдя внутрь клеток печени и мышечных волокон, могла превратиться в гликоген. Благодаря инсулину в крови поддерживается постоянное количество глюкозы, при окислении которой организм получает нужную ему энергию. При отсутствии инсулина вместо глюкозы окисляются другие вещества, что ведет к нарушению углеводного обмена и развитию *сахарного диабета*. Заметим, что клетки головного мозга для биологического окисления используют только глюкозу. Вот почему наличие инсулина очень важно для человека.

При заболевании сахарным диабетом инсулина выделяется недостаточно, в крови накапливается глюкоза, которая не может использоваться клетками и выводится почками из организма. Помочь такому больному могут диета и постоянные инъекции — введение в организм препаратов инсулина. Надо знать, что в случае передозировки инсулина происходит резкое падение содержания глюкозы в крови и может случиться обморок. Для того чтобы его предупредить, больному надо дать сладкий чай, кусок сахара, булочку.

Гормоны надпочечников

Название эти железы внутренней секреции получили по их положению. Они словно шапкой прикрывают верхушки правой и левой почек. Строение их довольно сложное. Снаружи располагается корковое вещество, которое выделяет много различных гормонов, в середине — мозговое вещество, выделяющее два гормона: *адреналин* и *норадреналин*. Эти гормоны повышают работоспособность организма в моменты напряженной физической или психической работы. Они заставляют сердце биться сильнее, повышают артериальное давление крови, увеличивают распад гликогена, который используется мышцами при интенсивной работе.

При психическом напряжении эти изменения в работе органов могут оказаться излишними. Адреналин полностью не сжигается в неработающих мышцах, он задерживается в крови, заставляя сердце биться чрезмерно сильно, артериальное давление повышается, а это уже путь к гипертонической болезни. Чтобы избавиться от избытка адреналина и снизить эмоциональное напряжение, существует только одно средство — физическая работа. Мышцы, если они работают, снижают концентрацию гормонов до нормы.

?

1. Найдите на рис. 72 гипофиз и расскажите о функции одного из его гормонов.

2*. Какими чертами обладают гипофизарные лилипуты и гиганты? В каком возрасте произошло нарушение функций их гипофиза?

3. На какие органоиды клетки влияет гормон роста гипофиза? На какие клеточные органоиды влияют гормоны щитовидной железы?

4. Какие заболевания возникают при нарушении функции щитовидной железы?

5. Какие железы внутренней секреции стимулируют половое созревание и появление вторичных половых признаков?

6. В чем причина сахарного диабета?

Обобщение

Гормоны регулируют обмен веществ, рост и развитие организма, поддерживают постоянство внутренней среды, обеспечивают приспособление организма к работе различной интенсивности.

Гормон гипофиза усиливает рост организма. Щитовидная железа регулирует окислительные процессы. При избыточном действии гормона роста в детском возрасте развивается гигантизм, при недостатке этого гормона прекращается рост тела. При недостатке гормонов щитовидной железы у детей развивается кретинизм, у взрослых — слизистый отек, при избытке — базедова болезнь. Поджелудочная железа выделяет инсулин, регулирующий поступление глюкозы в мышцы и печень. Она поддерживает постоянство содержания глюкозы в крови. Недостаток инсулина приводит к сахарному диабету. Гормоны надпочечников содействуют приспособлению организма к напряженной работе.

Основные понятия

Гормон роста. Гипофизарные гиганты и лилипуты. Кретинизм. Базедова болезнь. Слизистый отек. Инсулин. Сахарный диабет. Гормоны надпочечников: адреналин, норадреналин.

§ 46 Значение, строение и функционирование нервной системы

Значение нервной системы

Как вам известно, нервная система обеспечивает согласованность работы органов и систем органов, приспособление организма к воздействию природной и социальной среды, составляя материальную основу психической деятельности человека, его осознанного поведения.

Вместе с органами чувств нервная система участвует в распознавании предметов и явлений внешнего мира, в восприятии, обработке и хранении информации, а также в использовании полученной информации для удовлетворения потребностей организма.

Строение и функция нервной системы

Напоминаем, что нервная система состоит из двух частей: центральной и периферической (рис. 75). К *центральной* части относятся *головной мозг* и *спинной мозг*. Их нервные клетки *(нейроны)* образуют *нервные центры*, воспринимающие и обрабатывающие поступающую информацию, а также регулирующие работу органов. Тела нейронов находятся в скоплениях серого вещества: либо на поверхности мозга (в коре), либо в его толще (в виде ядер).

К *периферической* части относятся *нервы* и *нервные узлы* (ганглии). Нервами называют покрытые соединительно-тканными оболочками длинные отростки тел нейронов, выходящие за пределы головного и спинного мозга. Нервы соединяют центральную нервную систему с органами тела. Различают чувствительные, исполнительные и смешанные нервы. Нервными узлами (ганглиями) называют скопления тел нейронов вне центральной нервной системы.

Различают *соматический* и *вегетативный* (автономный) отделы нервной системы. Соматический отдел управляет скелетными мышцами непосредственно. Его работа обеспечивает произвольные действия, контролируемые волей. Вегетативный отдел регулирует обмен веществ, работу внутренних органов, желёз и гладкой мускулатуры. Он неподвластен нашей воле и действует независимо от нее, автономно: центры вегетативной нервной системы посылают нервные импульсы в нервные узлы, а нейроны узла регулируют работу соответствующих органов (рис. 75, *3*).

Роль прямых и обратных связей в рефлекторной регуляции

Основной формой деятельности нервной системы является *рефлекс* – ответ на раздражение при участии центральной нервной системы. Как мы видели на примере мигательного рефлекса, *рефлекторная* дуга начинается с рецепторов (см. рис. 12). Они воспринимают внешнее раздражение и преобразуют его в систему нервных импульсов. По чувствительным нейронам (их тела находятся в нервных узлах) возбуждение передается в центральную нервную систему. Там эстафету принимают вставочные нейроны. Они обрабатывают информацию, а итог передается исполнительным нейронам, которые вызывают работу органов. Напомним, что контакты между нейронами и клетками рабочих органов осуществляются через синапсы (см. рис. 10). В зависимости от состава жидкости, которую получает клетка-адресат, в ней может возникнуть как возбуждение, так и торможение. Рефлекс происходит, когда все звенья рефлекторной дуги возбуждены. Если хоть в одном звене развивается торможение и нет обходных путей, рефлекс проявляться не будет.

В рефлекторной деятельности различают *прямые связи*, идущие от мозга к органам и вызывающие их работу, и *обратные связи*, информирующие мозг о достигнутых результатах. Если рефлекс включает несколько этапов, то последующий этап не начнется, пока в центральную нервную систему по обратным связям не придет информация, что первый этап завершен.

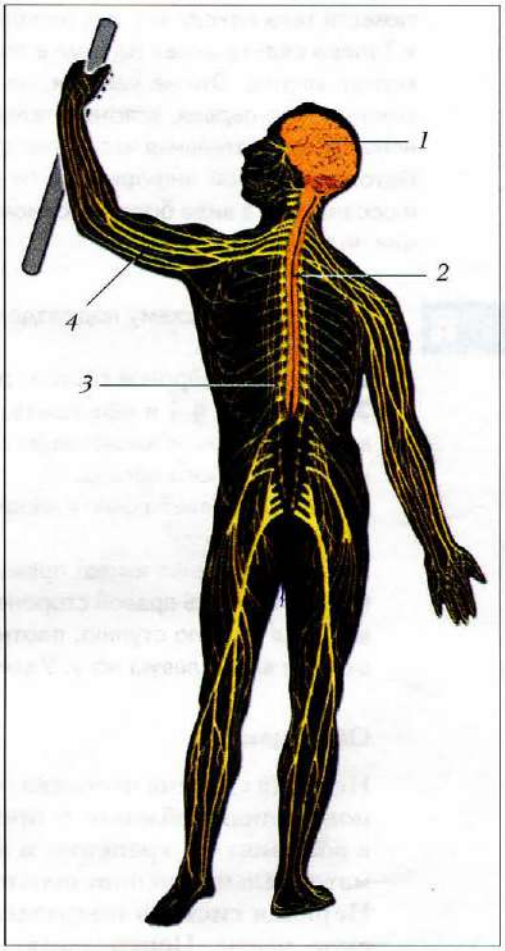


Рис. 75. Нервная система: центральная нервная система (показана оранжевым цветом): *1* – головной мозг; *2* – спинной мозг; **периферическая нервная система** (показана желтым цветом): *3* – нервные узлы; *4* – нервы

Практическая работа
Действие прямых и обратных связей

• Сядьте на стул. Скрестите руки на груди и попробуйте встать со стула. Ноги должны быть согнуты в коленях под прямым углом. Это движение обычно происходит в два этапа. На первом этапе вы наклоняете туловище так, чтобы центр тяжести тела находился над точкой опоры, а после этого поднимаетесь на ноги.
• Теперь сядьте снова на стул в той же позе и попробуйте встать, не наклоняя корпус вперед. Это не удастся, потому что по обратным связям в мозг пришла команда, что первая, вспомогательная часть рефлекторного действия не выполнена. Вспомогательная часть двигательного акта обычно не осознается.
Потоки обратной информации от всех органов непрерывно поступают в мозг и осознаются в виде бодрого самочувствия или недомогания, если человек устал или не совсем здоров.

1*. Нарисуйте схему подразделения нервной системы на центральную и периферическую.
2. Из каких нейронов состоит рефлекторная дуга безусловного рефлекса?
3. Повторите § 4 и объясните, какое значение имеют синапсы в передаче возбуждающих и тормозящих сигналов последующему нейрону или клеткам исполнительного органа.
4. Чем управляет соматический отдел нервной системы, а чем — вегетативный?
5. Какое значение имеют прямые и обратные связи?
6*. Прижмитесь правой стороной тела к стене так, чтобы правые рука и нога, включая правую ступню, плотно прижимались к стене. Теперь попробуйте отвести влево левую ногу. Удается ли это? Объясните причину.

Обобщение

Нервная система человека обеспечивает согласованную работу органов, приспособление к природной и социальной среде, участвует в восприятии, хранении и использовании информации, составляет материальную основу психической деятельности человека.
Нервная система подразделяется на центральную и периферическую части. Центральную часть составляет головной и спинной мозг, периферическую — нервы и нервные узлы. Основной формой деятельности нервной системы является рефлекс. Благодаря прямым и обратным связям в рефлекторной деятельности достигается приспособительный эффект.
Различают соматический и вегетативный (автономный) отделы нервной системы. Соматический отдел управляет скелетной муску-

латурой, автономный регулирует обмен веществ, работу внутренних органов, желёз и гладкой мускулатуры.

Основные понятия

Центральная нервная система: головной и спинной мозг, нервные центры. Периферическая нервная система: нервы и нервные узлы. Рефлекс. Рефлекторная дуга. Прямые и обратные связи. Соматический и автономный (вегетативный) отделы нервной системы.

§ 47 Автономный (вегетативный) отдел нервной системы

Автономный отдел, как и соматический, имеет *центральную* и *периферическую* части (рис. 76). Центральная часть располагается в головном и спинном мозге, периферическая представлена нервами и нервными узлами. Различают нервы, идущие от вегетативных центров спинного и головного мозга к вегетативным узлам, и нервы, идущие от нейронов узлов к органам.

В отличие от соматического отдела автономный отдел нервной системы регулирует работу внутренних органов не прямо, а через нервные узлы. Нейроны узла посылают более редкие импульсы, которые не нарушают автоматизм сердца и других внутренних органов. Автономная регуляция обычно осуществляется неосознанно и не контролируется волей человека.

Подотделы автономного отдела нервной системы

В автономном отделе нервной системы имеются два подотдела: *симпатический*[1] и *парасимпатический*[2]. Нервные центры симпатического подотдела располагаются в сером веществе спинного мозга, от его шейных до крестцовых сегментов. Возбуждение от нервных центров идет в парные нейроны *симпатического ствола*, которые тянутся слева и справа вдоль позвоночника. Некоторые симпатические узлы располагаются в нервных сплетениях на брюшной стороне аорты – в солнечном (чревном) сплетении.

Нервные центры парасимпатического подотдела находятся в головном мозге и крестцовых сегментах спинного мозга. К парасимпатическому подотделу относится парный *блуждающий нерв* с центрами в продолговатом мозге. Этот нерв идет рядом с симпатическим стволом и дает отростки к парасимпатическим узлам, находящимся недалеко от связанных с ними органов.

---

[1] От греч. sympathês – *чувствительный, восприимчивый к влиянию.*

[2] От греч. para – *возле, при.*

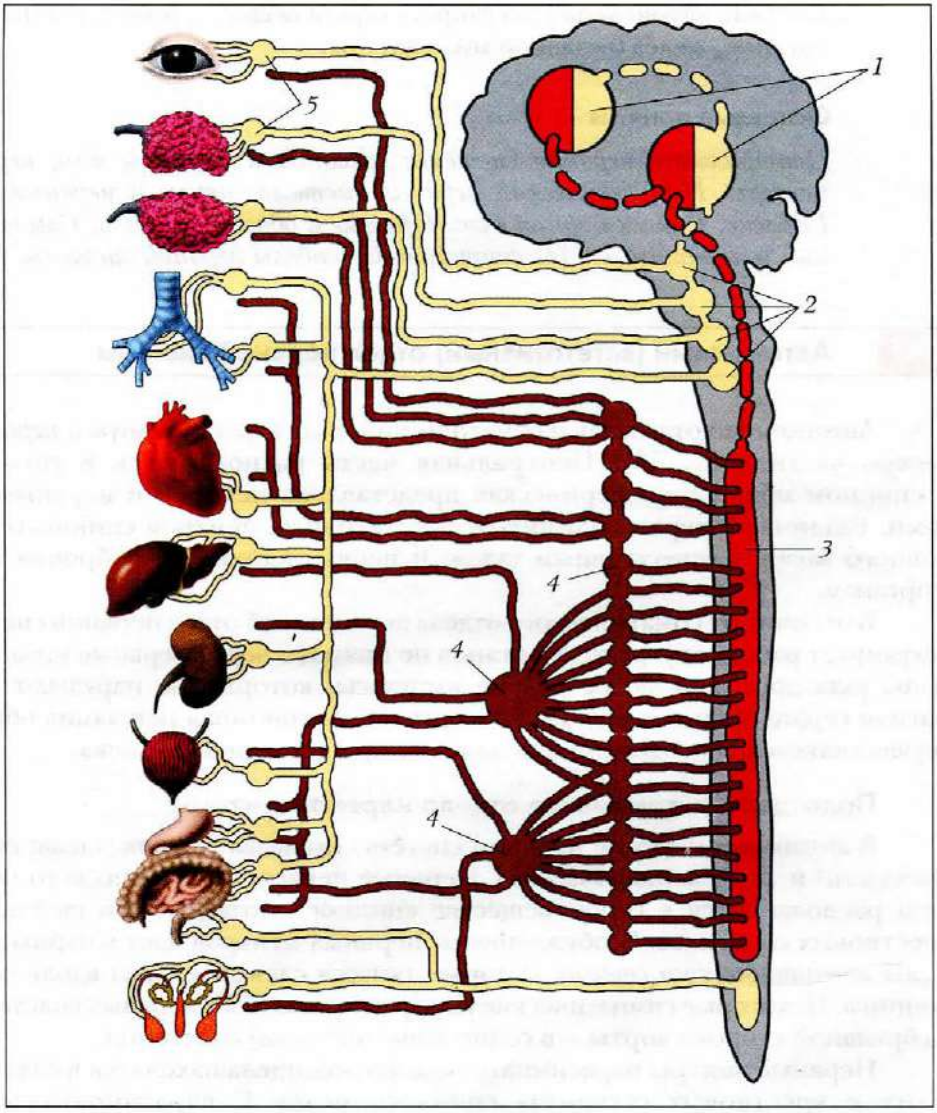


Рис. 76. Автономный (вегетативный) отдел нервной системы:
1 – высшие вегетативные центры головного мозга;
2 – парасимпатические центры головного и спинного мозга;
3 – симпатические центры;
4 – нервные узлы симпатического ствола и нервных сплетений;
5 – нервные узлы парасимпатического подотдела
(симпатический подотдел обозначен красным цветом, парасимпатический – желтым)

Симпатический подотдел активизируется, когда организму предстоит напряженная работа, парасимпатический – когда происходит переход от работы к отдыху. Не случайно симпатический подотдел называют системой аварийной ситуации, а парасимпатический подотдел – системой отбоя. Так, при активизации *симпатической иннервации*[1] поднимается кровяное давление, усиливается сокращение сердца, происходит распад гликогена и в плазме крови оказывается необходимая для работы мышц глюкоза. Работа органов, не участвующих в движении, сокращается. Затормаживается выделение пищеварительных соков, перистальтика кишечника. Все эти сдвиги благоприятствуют осуществлению мышечной работы.

При возбуждении *парасимпатической иннервации* все происходит наоборот. Сердце снижает свою работу, сосуды расширяются, артериальное давление падает, глюкоза снова превращается в гликоген. Отделение пищеварительных соков возрастает, усиливается перистальтика. Переваривание пищи и поступление ее в кровь усиливаются. Это и понятно, после мышечной работы идут процессы восстановления.

Практическая работа
Штриховое раздражение кожи

Известно, что симпатическая система суживает кожные сосуды, а парасимпатическая их расширяет. Проведите ногтем по коже тыльной стороны кисти, у многих образуется белая полоска — сосуды сузились под влиянием симпатической иннервации. Это реакция, защищающая кожу от возможного кровотечения. Но через некоторое время (не сразу) на этом месте возникает красная полоска – сосуды расширились под влиянием парасимпатической иннервации: тканям, находившимся до этого на голодном пайке, доставлены питательные вещества и кислород.

Однако обе системы работают не поочередно, а всегда вместе. Известно, что при мышечной работе наряду с усилением сердечной деятельности поднимается давление за счет сужения кровеносных сосудов. В результате увеличивается скорость потока крови. Но если стенки сосудов соединятся полностью, кровь вообще проходить не будет. Этого не происходит потому, что при чрезмерном сужении сосудов включается парасимпатическая иннервация, которая исправляет положение. Ширина сосудов становится такой, какая нужна. В период отдыха сердце замедляет свою работу, но не останавливается вовсе: симпатическая иннервация немедленно усилит сердечную активность, если этого «потребуют» отдыхающие органы.

[1] *Иннервация* – регуляция работы органов и тканей с помощью нервной системы.

1. Какие функции выполняют соматический и вегетативный (автономный) отделы нервной системы? В чем их сходство и различие?
2. Из каких двух подотделов состоит автономный отдел нервной системы? Какова функция каждого подотдела?
3. Как происходит согласование в работе отделов нервной системы?

Обобщение

Автономный (вегетативный) отдел нервной системы включает центральную и периферическую части. Возбуждение из центральной части головного и спинного мозга, поступая сначала в нервные узлы на периферии, перерабатывается нейронами узла и только после этого идет от них к органам.

В автономном отделе нервной системы различают два подотдела: симпатический и парасимпатический. Симпатический подотдел активизируется при напряженной деятельности (система аварийной ситуации), парасимпатический – при переходе от работы к покою (система отбоя).

Однако обе системы всегда действуют согласованно и обеспечивают наиболее благоприятный режим работы применительно к разным условиям.

Основные понятия

Симпатический и парасимпатический подотделы автономной (вегетативной) нервной системы. Симпатический ствол. Солнечное сплетение. Блуждающий нерв. Симпатическая иннервация. Парасимпатическая иннервация.

§ 48 Нейрогормональная регуляция

Эндокринная система тесно связана с нервной системой. Главной железой эндокринной системы является гипофиз. Он выделяет не только гормон роста, но и множество других гормонов, регулирующих работу щитовидной железы, надпочечников и ряда других желёз. Гипофиз же, в свою очередь, регулируется нейронами отдела промежуточного мозга – *гипоталамусом*. В нем находятся нейроны, синапсы которых открываются в кровеносные сосуды, выделяя особые вещества – *нейрогормоны*. Через них нервная система контролирует гипофиз, а тот – большинство желёз внутренней секреции.

Ряд гормонов желёз внутренней секреции необходим для нормального развития мозга. Так, нехватка в раннем детстве гормонов щитовидной железы может привести к кретинизму – глубокому умственному расстройству.

Единство гуморальной и нервной регуляции проявляется во взаимодействии нервной и эндокринной систем при переходе от напряжения к отдыху и от отдыха к напряжению.

Первой в работу включается нервная система. Ее импульсы имеют точный адрес и моментально воздействуют на орган, вызывая (или прекращая) его работу. Но в любой деятельности обычно бывает задействовано много органов, и здесь преимущество принадлежит эндокринной системе. Гормоны действуют дольше, причем сразу на многие органы, и, хотя и не так быстро, включают в работу все необходимые для ее выполнения органы.

Проследим, как это происходит, на примере. Когда организм попадает в сложные условия, связанные с физической нагрузкой, сначала включается соматический отдел, а затем симпатический подотдел вегетативной нервной системы. Действие последнего сопровождается выделением гормона надпочечников – адреналина, который сразу активизирует многие системы органов и создает оптимальные условия для работы. Сердце начинает биться сильнее, повышаются давление и содержание сахара в крови. В результате улучшается снабжение органов кислородом и сахаром. Это настолько сильно мобилизует человека, что он может выполнить работу, которая в обычных условиях для него непосильна.

> Сотрудник одного из зоопарков рассказывал, как полный и слабо тренированный ветеринарный врач, спасаясь от рогов гнавшегося за ним бычка, ухватился за край забора и подтягивался при каждой атаке животного, пока не подоспела помощь. Это его спасло: удары рогов приходились ниже цели. В обычном состоянии он не смог подтянуться ни разу.

Откуда же у него взялись силы? В момент опасности нервные импульсы от центров симпатического подотдела полетели к сердцу. Сердце забилось чаще, печень начала выделять в кровь сахар, необходимый мышцам для работы, надпочечники стали выбрасывать в кровь гормоны. Нервные импульсы действовали точно и прицельно, как снайперские выстрелы. Гормоны надпочечников подоспели позже. Они подействовали сразу на множество органов (все чувствительные к ним клетки), и благодаря этому организм как бы перешел на более интенсивный режим работы. Но прошло время, страшное осталось позади. В работу включился парасимпатический подотдел. Нервные импульсы замедлили деятельность сердца, давление упало. Выделяемый поджелудочной железой гормон инсулин снизил количество сахара в крови. Сработала система отбоя, и организм перешел на режим отдыха. Парасимпатическая часть вегетативной нервной системы поддерживается гормоном поджелудочной железы инсулином. Благодаря этому организм возвращается в состояние покоя, концентрация сахара в крови снижается, зато работа кишечника усиливается. Это и понятно: у наших

предков за преследованием добычи следовало ее поедание, которое обычно происходило в укромном месте.

Нервная система и гормоны, выделяемые железами внутренней секреции, работают согласованно. Нервные импульсы действуют быстро и целенаправленно, гормоны вступают в работу несколько позже. Они влияют на все клетки, чувствительные к данному гормону, и действуют дольше.

1. Расскажите, как воздействует на развитие мозга гормон щитовидной железы.
2. Как регулирует головной мозг работу гипофиза, а через него и другие железы внутренней секреции?
3. Что такое нейрогормоны?
4. Как взаимодействуют симпатический подотдел автономной нервной системы и гормоны надпочечников?
5. Как взаимодействуют нервная и эндокринная системы при переходе организма от состояния напряжения к отдыху?

Обобщение

Нервная и эндокринная системы тесно связаны между собой. Развитие и работа мозга зависят от гормонов, выделяемых эндокринной системой. В свою очередь, нервная система регулирует работу желёз внутренней секреции, воздействуя на гипофиз нейрогормонами, а через него на остальные железы эндокринной системы.

Нервная система работает адресно, вызывая (или прекращая) работу иннервируемых органов. Эндокринная система поддерживает действия нервной системы, выделяя гормоны, которые мобилизуют сразу все органы, необходимые для выполнения данной деятельности. Кроме того, эндокринная система действует более длительно без значительной затраты энергии.

Основные понятия

Гипоталамус. Нейрогормоны.

§ 49 Спинной мозг

Строение спинного мозга. Спинной мозг, находящийся в *позвоночном канале* (рис. 77), надежно защищен тремя оболочками и *спинно-мозговой жидкостью*, которая его омывает. Она предохраняет мозг от сотрясений и создает для его клеток необходимую среду.

Спинной мозг имеет вид длинного шнура, заостренного внизу. На уровне большого затылочного отверстия он переходит в головной мозг, а на уров-

не первого-второго поясничного позвонка заканчивается. Передняя щель и задняя борозда делят спинной мозг на две симметричные половины — правую и левую.

В спинном мозге различают *серое вещество* и *белое вещество*. Серое вещество состоит из тел нейронов и дендритов, белое — из их длинных отростков, образующих нервные волокна. В центре спинного мозга проходит *центральный канал*, также заполненный спинно-мозговой жидкостью. Серое вещество слева и справа от канала образует *серые столбы*, соединенные узкой перемычкой. Белое вещество расположено снаружи, вокруг серого. На поперечном разрезе спинного мозга серое вещество напоминает бабочку с расправленными крыльями.

От спинного мозга отходит 31 пара нервов, связывающих его с органами либо непосредственно, либо через нервные узлы (ганглии). Так, на поверхности позвоночника в задних корешках спинно-мозговых нервов лежат тела нейронов спинно-мозговых узлов. Они несут информацию от кожных рецепторов в спинной мозг. Нейроны узлов симпатического ствола сами получают сигналы от спинного мозга, перерабатывают их и регулируют работу внутренних органов: сердца, сосудов, желудка и кишечника.

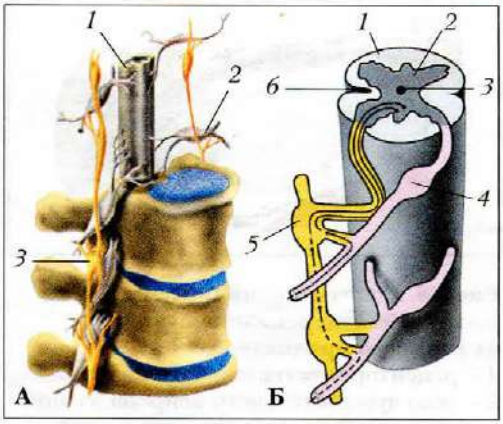


Рис. 77. Строение спинного мозга:
А — спинной мозг в позвоночном канале:
1 — спинной мозг;
2 — спинно-мозговые узлы, где находятся тела чувствительных нейронов (показаны белым цветом);
3 — узлы симпатического ствола вегетативной нервной системы, управляющие внутренними органами (показаны желтым цветом);
Б — спинной мозг (вид сбоку):
1 — белое вещество;
2 — серое вещество;
3 — центральный канал;
4 — спинно-мозговой узел;
5 — симпатический узел;
6 — передняя средняя щель и задняя борозда, делящие спинной мозг на левую и правую половины

Функции спинного мозга. В спинном мозге находятся центры врожденных безусловных рефлексов, в частности оборонительных, заставляющих нас уклоняться от травмирующих предметов. Он регулирует движения туловища и конечностей, работу внутренних органов: сердца, почек, легких, органов пищеварения и др. Помимо *рефлекторной* спинной мозг выполняет и *проводящую* функцию. По его нервным путям проходят нервные импульсы в головной мозг и из головного мозга. Через спинной мозг головной мозг получает информацию о состоянии внешней среды, через спинной мозг передаются команды от головного мозга к мышцам, совершающим произвольные действия.

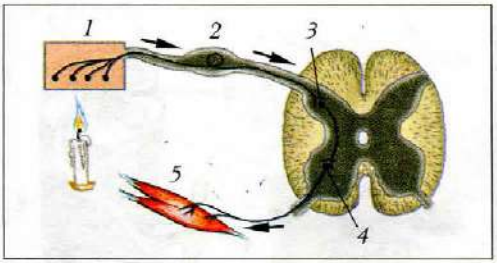


Рис. 78. Соматический безусловный рефлекс — отдергивание руки от горячего предмета:
1 — рецептор чувствительного нейрона; *2* — тело чувствительного нейрона в спинно-мозговом узле; *3* — вставочный нейрон спинного мозга; *4* — исполнительный (моторный) нейрон спинного мозга; *5* — мышца руки

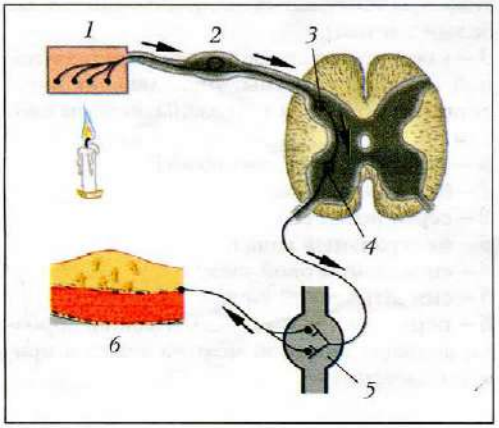


Рис. 79. Вегетативный безусловный рефлекс — образование пузыря на месте ожога:
1 — рецептор чувствительного нейрона; *2* — тело чувствительного нейрона в спинно-мозговом узле; *3* — вставочный нейрон спинного мозга; *4* — вегетативный нейрон симпатического подотдела спинного мозга; *5* — узел симпатического ствола; *6* — кровеносный сосуд (давление в нем увеличилось, в результате образования тканевой жидкости возник пузырь)

Работа спинного мозга осуществляется под контролем головного мозга. Мы не отдергиваем руку, когда у нас берут кровь из пальца, несмотря на боль, потому что нервные импульсы, поступающие от головного мозга, затормаживают это рефлекторное действие. Рассмотрим дуги соматического и автономного (вегетативного) рефлексов, проходящих через спинной мозг (рис. 78, 79).

Если человек нечаянно дотронется до горячего предмета, он сразу же отдернет руку. Это соматический рефлекс (рис. 78). Раздражение рецепторов кожи *(1)* вызовет поток нервных импульсов, которые пойдут к телам нейронов спинно-мозгового узла *(2)*. Напомним, что они находятся вне спинного мозга. Далее по аксонам этих нейронов возбуждение дойдет до спинного мозга и вызовет возбуждение вставочных нейронов *(3)*. От них в возбужденное состояние придут исполнительные нейроны *(4)*, и отходящие от них аксоны в составе двигательного нерва вызовут сокращение мышц руки *(5)*.

Параллельно с соматической нервной системой на ожог отреагирует автономная нервная система. Из кровеносных сосудов увеличится выход плазмы крови и образование тканевой жидкости (пузырь на месте ожога), изменится частота и сила сердечных сокращений, возможно, на лбу появятся капельки холодного пота. Проследим дугу вегетативного рефлекса (см. рис. 79). Ее начало будет таким же, как у соматического рефлекса. Раздражение рецепторов чувствительного нейрона *(1)* и его

тела *(2)*, распространение нервных импульсов по аксонам чувствительного нейрона в спинной мозг и передача возбуждения вставочным нейронам *(3)*. Далее вставочные нейроны передадут возбуждение исполнительным вегетативным нейронам *(4)*, нервные импульсы от них пойдут к автономным узлам *(5)*, и только от нейронов узлов поступят сигналы к сосуду. Ожог вызывает резкое сужение сосуда, кровь некоторое время в этом месте пройти не сможет, а будет накапливаться перед ним. Сосуд станет разбухать, его стенки растянутся, и жидкая часть крови заполнит пузырь *(6)*. Образовавшийся пузырь защитит глубжележащие ткани от травмы и отделит здоровые ткани от поврежденных.

Рассмотрим теперь проводящие пути спинного мозга. Восходящие пути к мозгу «информируют» о событиях внешнего мира и состоянии внутренней среды. Нисходящие пути несут нервные импульсы от различных уровней головного мозга. Но мышца начнет работать только тогда, когда получит сигнал от своего исполнительного нейрона, находящегося в спинном мозге.

1. Где расположен спинной мозг? Какое значение имеет спинно-мозговая жидкость? Где она находится?

2. Рассмотрите рис. 77. Найдите спинно-мозговой канал, центральный канал, серое и белое вещество. Объясните их значение.

3*. Найдите на рис. 77 спинно-мозговые ганглии и ганглии симпатического ствола. Укажите, где показаны эти ганглии на рисунках, изображающих дуги соматического и автономного (вегетативного) рефлексов.

Обобщение

Спинной мозг находится в позвоночном канале. В спинном мозге различают серое и белое вещество. От спинного мозга отходит 31 пара нервов. Они начинаются передними и задними корешками, а затем сливаются в смешанный нерв. Чувствительные нейроны располагаются в задних корешках, где находятся спинно-мозговые узлы. Вегетативные узлы симпатического ствола тянутся слева и справа вдоль позвоночника. Узлы парасимпатического подотдела расположены около иннервирующих органов. Спинной мозг выполняет рефлекторную и проводящую функции.

Основные понятия

Позвоночный канал. Спинно-мозговая жидкость. Центральный канал. Серое вещество и белое вещество спинного мозга. Серые столбы. Рефлекторная и проводящая функции спинного мозга.

Головной мозг находится в полости черепа. Твердая оболочка головного мозга отделена от мягких тканей щелью со спинно-мозговой жидкостью. Богатая сеть кровеносных сосудов снабжает ткани мозга кислородом и питательными веществами. Масса головного мозга составляет в среднем 1300–1400 г. Тела нервных клеток, образующих *серое вещество*, находятся как на поверхности мозга (в коре), так и внутри него среди *белого вещества* (в виде ядер). От головного мозга отходит 12 пар нервов, среди них блуждающий, регулирующий работу внутренних органов. Он проходит рядом с симпатическим стволом и дает ответвления к тем же органам, что и симпатический нерв. Чаще всего их действия противоположны.

Отделы головного мозга. Головной мозг имеет сложное строение, он состоит из нескольких отделов (рис. 80).

Продолговатый мозг является продолжением спинного мозга. Он управляет сердечной деятельностью, дыханием, пищеварением и потоотделением. Продолговатый мозг переходит в *мост*, который связывает его с другими отделами головного мозга.

Над продолговатым мозгом находится *мозжечок*. Поверхность мозжечка *(кора)* представлена серым веществом и имеет множество складок, извилин, борозд. Внутри мозжечка имеются ядра – скопления серого вещества. Мозжечок обеспечивает согласованность движений, равновесие тела и координацию движений.

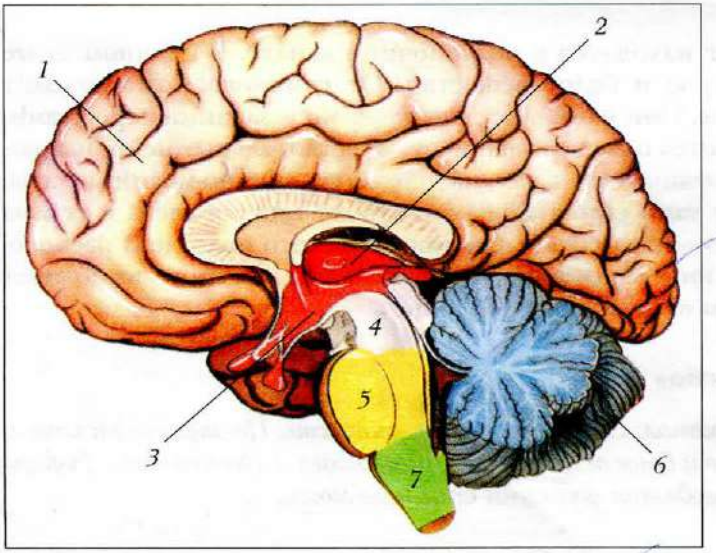


Рис. 80. Отделы головного мозга:
1 – большие полушария головного мозга: правое (левое удалено); промежуточный мозг: *2* – таламус и *3* – гипоталамус; *4* – средний мозг; *5* – мост; *6* – мозжечок; *7* – продолговатый мозг

Продолговатый мозг связан со *средним*, а также *промежуточным мозгом*. Эти отделы регулируют сложные двигательные рефлексы, обмен веществ и постоянство внутренней среды.

Промежуточный мозг (на рис. 80, *2*, *3* показан красным цветом) состоит из *таламуса* (зрительные бугры) и *гипоталамуса*.

В таламус сходится вся информация от органов чувств. Они отсеивают малозначащие сведения и активизируют кору при получении важных для организма событий. В гипоталамусе сосредоточены вегетативные функции мозга: здесь располагаются центры голода и насыщения, жажды и ее утоления, поддержания температуры тела на заданном уровне. Нейроны подбугорья посылают нейрогормоны, регулирующие работу гипофиза.

Самый крупный отдел головного мозга — *большие полушария* — правое и левое (рис. 81). Левое полушарие управляет правой половиной тела, правое — левой. Полушария имеют *кору*. Поверхность коры очень велика благодаря наличию *извилин* и *борозд*. Борозды разделяют большие полушария на *доли* (рис. 81, А): *лобную*, *теменную*, *височные* и *затылочные*. В лобной доле находятся центры, управляющие мышечными движениями. Здесь определяются цели деятельности и оцениваются ее результаты. Теменная доля связана с кожно-мышечной чувствительностью, затылочные — со зрением, височные — со слухом. Участки мозга, воспринимающие информацию от тех или иных органов чувств, называют *зонами* (рис. 81, Б, В). Однако анализ и синтез получаемой информации происходит не только в них. В этой сложной работе участвуют вся кора в целом и многие другие отделы мозга. У правшей в левом полушарии находятся речевые центры. У некоторых левшей они находятся в правом полушарии. Кора полушарий регулирует и контролирует работу всех органов. С функционированием головного мозга, и в частности коры больших полушарий, связаны сознание человека, его память, мышление, речь, трудовая деятельность, т. е. все, что отличает человека от животных.

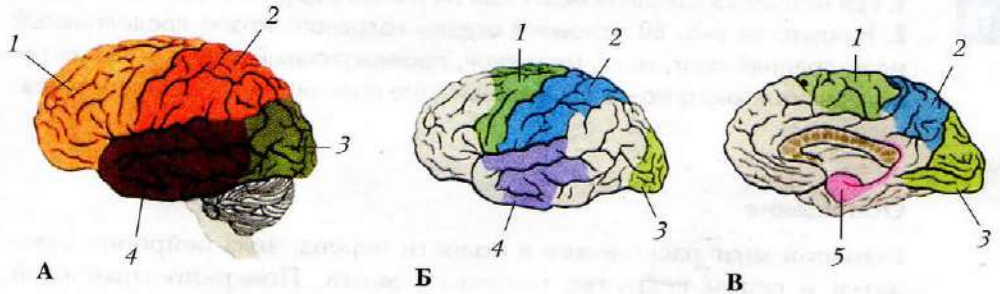


Рис. 81. Большие полушария головного мозга:
доли (А): *1* — лобная; *2* — теменная; *3* — затылочная; *4* — височная;
зоны коры левого (Б) и правого (В, продольный разрез) полушарий: *1* — двигательная; *2* — кожно-мышечная; *3* — зрительная; *4* — слуховая; *5* — обонятельная и вкусовая

Практическая работа
Функции продолговатого, среднего мозга и мозжечка

Продолговатый мозг, как и спинной, выполняет рефлекторную и проводниковую функции. Определенные участки тела связаны со строго определенными ответами. Вспомните мигательный рефлекс: раздражение внутреннего угла глаза вызывает рефлекс, а наружного угла — не вызывает рефлекса. Сопоставьте этот рефлекс с коленным рефлексом спинного мозга.

• Перекиньте ногу на ногу. Расслабьте мышцы перекинутой ноги. Ребром ладони ударьте по сухожилию четырехглавой мышцы перекинутой ноги. Нога должна подпрыгнуть. Не удивляйтесь, если рефлекса не произойдет. Чтобы попасть в рефлексогенную зону, надо растянуть сухожилие. При всех других случаях рефлекса не будет.

• Вызовите мигательный рефлекс, убедитесь, что он действует по такому же, как и коленный, принципу.

• Теперь вызовите рефлексы среднего мозга. Троньте испытуемого за плечо, неожиданно произнесите резкий звук, покажите незнакомый предмет. В любом случае проявится рефлекс «что такое?»: человек повернет голову в сторону раздражителя независимо от того, с какой стороны было раздражение и на какие участки тела воздействовало. Рефлексогенная зона отсутствует. Здесь важно другое: чтобы раздражитель обладал новизной. Рефлекс легко затормаживается волевым усилием — вмешательство коры больших полушарий головного мозга.

• Координирующие функции мозжечка. Вытяните вперед руку. Указательным пальцем этой руки коснитесь кончика носа. Измените начальное положение руки, смените палец — результат будет тот же: в каждом из случаев мозжечок «рассчитает» нужную траекторию.

1. Где находится головной мозг? Как он связан с другими органами тела?
2. Найдите на рис. 80 основные отделы головного мозга: продолговатый мозг, средний мозг, мост, мозжечок, промежуточный мозг и большие полушария головного мозга. Охарактеризуйте функции каждого отдела головного мозга.

Обобщение

Головной мозг расположен в полости черепа. Тела нейронов находятся в сером веществе головного мозга. Поверхностный слой серого вещества больших полушарий и мозжечка образует кору, внутри мозга оно сосредоточено отдельными островками среди белого вещества. Эти островки серого вещества называются ядрами. В них находятся центры важных рефлексов.

Продолговатый мозг, являясь продолжением спинного, по строению и функциям не отличается от него. Проводящие пути продолговатого мозга идут через мост в средний и промежуточный мозг и заканчиваются в коре. Особенно тесные связи имеются между продолговатым мозгом, средним и мозжечком. Чем выше располагаются отделы мозга, тем более сложную функцию они выполняют.

Большие полушария подразделяются на лобные, теменные, затылочные и височные доли. В лобных долях находятся моторные зоны, здесь формируются сложные программы поведения. В теменных долях находятся зоны кожно-мышечной чувствительности, в затылочных — зрительные зоны, в височных — слуховые зоны. Речевые центры у всех правшей и у многих левшей находятся в левом полушарии. В коре больших полушарий завершается аналитико-синтетическая работа мозга.

Основные понятия

Серое вещество и белое вещество головного мозга. Продолговатый мозг. Средний мозг. Мост. Мозжечок. Кора и ядра. Борозды и извилины. Промежуточный мозг. Большие полушария головного мозга: доли (лобная, теменные, затылочные, височные), зоны (моторная, кожно-мышечная, зрительная, слуховая, обонятельная и вкусовая).

Проверьте себя (главы «Эндокринная система», «Нервная система»)

Ответьте на вопросы, выполните задания

1. Какие железы связаны с эндокринной системой, а какие нет?
2. Назовите свойства гормонов.
3. Как взаимодействуют нервная и эндокринная системы при регуляции работы внутренних органов?
4. Как нервная система регулирует работу эндокринной системы?
5. Как эндокринная система влияет на развитие головного мозга?
6. Каковы функции гипофиза и щитовидной железы?
7. Раскройте роль гормонов в обмене веществ, росте и развитии организма.
8. Что происходит при сахарном диабете? Как помочь больному диабетом при передозировке инсулина, чтобы не допустить обморока?
9. Просмотрите рис. 73 «Нарушения функции гипофиза» и рис. 74 «Нарушения функций щитовидной железы». Определите, какая железа сильнее влияет на пластический обмен, а какая — на энергетический.
10. Что регулирует автономный отдел нервной системы и что соматический? Как они взаимодействуют при включении человека в физическую работу?
11. Расскажите о строении и функциях симпатического и парасимпатического подотделов автономного отдела нервной системы.
12. Как устроен спинной мозг? Какие функции он выполняет?
13. Просмотрите табл. 3 и 4 и найдите черты сходства и различия в строении и функциях головного мозга человека и шимпанзе.
14. Сравните рефлексы продолговатого и среднего мозга.
15. Какие функции выполняет мозжечок?
16. Укажите доли коры больших полушарий головного мозга и расскажите о расположении основных зон коры больших полушарий и их функциях.
17. Как осуществляются аналитическая и синтетическая функции головного мозга человека?
18. Где находятся центры речи у правшей?

Дополните утверждения

1. Ответ организма на раздражение при участии и контроле центральной нервной системы называется ... . Гормоны и другие вещества, регулирующие работу органов через кровь, называются ... регуляторами.
2. Нейроны, доставляющие информацию от органов в центральную нервную систему, называются ... . Нейроны, не выходящие за пределы спинного и головного мозга, называются ... . Нейроны, регулирующие работу органов, называются ... . Все они вместе являются элементами ... .

3. Центральная нервная система регулирует работу органов по каналам ..., информация о результатах действия поступает по каналам ... связи.
4. Центры слюноотделительного рефлекса находятся в ... мозге.
5. Ориентировочные рефлексы связаны с работой ... мозга.

Отметьте верные высказывания

1. Гормоны вызывают сокращение скелетных мышц.
2. Гладкие мышцы регулируются и автономным отделом нервной системы, и гормонами.
3. Гормоны щитовидной железы влияют на энергетический обмен.
4. Избыток гормона роста гипофиза вызывает базедову болезнь.
5. При сахарном диабете поджелудочная железа вырабатывает недостаточное количество инсулина.
6. Спинно-мозговые нервные узлы находятся в спинном мозге.
7. Симпатический подотдел автономного отдела нервной системы поддерживается действием гормона надпочечников — адреналина.
8. Правое полушарие получает нервные импульсы и регулирует правую половину тела.

Выберите правильный ответ

1. Гуморальными регуляторами гладких мышц являются...
   а) ферменты;
   б) антитела;
   в) гормоны;
   г) антигены.
2. Кретинизмом страдают дети, у которых недостаточно гормонов...
   а) гипофиза;
   б) поджелудочной железы;
   в) щитовидной железы;
   г) тимуса.

Глава 11

Органы чувств. Анализаторы

§ 51 Как действуют органы чувств и анализаторы

Человек воспринимает окружающий мир с помощью пяти основных органов чувств – зрения, слуха, обоняния, вкуса, осязания. Мы, например, видим цвет и форму предметов, слышим звуки, чувствуем запах, вкус. Но это лишь первый этап в сложной обработке поступающей информации, когда внешние раздражители преобразуются в форму, доступную для восприятия рецепторами, находящимися в органах чувств. Так, чтобы глаз мог воспринимать предметы, необходимо их сфокусировать на сетчатке; чтобы рецепторы уха могли воспринять звук, необходимо воздушные колебания перевести в механические и провести их к рецепторам. Эту функцию выполняют органы чувств.

А дальше в рецепторах поступающая информация переводится в нервные импульсы, которые поступают в мозг. Там эта информация анализируется, вызывая тот или иной ответ или сохраняясь впрок. Рецепторы органов чувств, проводящие пути и чувствительные зоны коры больших полушарий все вместе и есть *анализаторы*.

Каждый анализатор обладает специфичностью, т. е. реагирует только на свои раздражители. Так, глаз воспринимает свет, ухо – звуки. Рецепторы органов чувств воспринимают раздражение, а их анализ происходит в головном мозге.

Раздражения, не соответствующие природе органов чувств, хотя и могут вызывать какие-то ощущения, но полезной информации не несут. Закройте глаза и осторожно надавите на глазное яблоко. Некоторые из вас могут «увидеть» желтое кольцо с черной серединой, но этот образ как бы находится внутри и никаких сведений о внешнем мире не несет. Зрение же способно не только обнаруживать предметы, но и определять место в пространстве, где они находятся.

Все органы чувств связаны с головным мозгом. Когда сигналы от органов чувств достигают коры больших полушарий, возникают ощущения, например, вкуса, запаха и др. Анализаторы также тесно связаны между собой. Они дополняют друг друга и лишь все вместе дают полное представление об окружающем.

Если взять в руку лимон, то осязание даст представление о его неровной поверхности, массе. Зрение позволит видеть плод, определить его цвет и форму. Обоняние и вкус сообщат о специфическом запахе и вкусе лимона. Все эти ощущения объединяются, анализируются в коре больших полушарий, и человек воспринимает предмет в целом.

Органы чувств можно развивать и тренировать. Развиваются органы чувств в процессе труда. Врач может поставить диагноз по шумам в сердце,

особенностям дыхания. Сталевар с помощью зрения определяет готовность и качество стали. Мукомол на ощупь может определить до 40 сортов муки. Дегустатор на вкус различает до 100–150 сортов чая, кофе. И все же в некоторых случаях анализаторы дают нам искаженные восприятия. Они называются *иллюзиями*[1]. Откройте любую страницу, где есть цифра 8, кружки этой восьмерки кажутся одинаковыми. Но переверните страницу шрифтом вниз, и вы убедитесь, что на самом деле верхний кружок меньше. Это происходит потому, что мы переоцениваем верхнюю часть фигуры. Прочитайте в Приложении статью «Не верь глазам своим — иллюзия» (с. 266), и вы поймете причины иллюзий и узнаете, где и как их применяют в жизни. Отличить кажущиеся восприятия от истинных помогает практика.

1. Назовите органы чувств.
2. Почему И.П. Павлов рецепторы органов чувств, нервные пути и соответствующие им центры коры больших полушарий назвал анализаторами?
3. Известно, что зрительная зона коры больших полушарий находится в затылочной доле. Будет ли видеть человек, если затылочные доли повреждены?
4. Какие факты говорят о том, что различение цвета можно улучшить?

Обобщение

У человека пять основных органов чувств: зрение, слух, обоняние, осязание, вкус. Каждый орган чувств является первым звеном соответствующего анализатора, который состоит из рецепторов, проводящих путей и чувствительных зон коры больших полушарий. В органах чувств поступающая информация преобразуется в форму, доступную для рецепторов, которые возбуждаются и в виде нервных импульсов передают информацию в мозг. В проводящих путях на различных уровнях мозга эта информация обобщается и перерабатывается. В коре головного мозга происходит окончательный анализ и осмысление поступивших сведений.

Каждый анализатор обладает специфичностью: он реагирует только на свои раздражители. Анализаторы дополняют друг друга, и все вместе дают полные сведения о предмете. Путем тренировки органы чувств и связанные с ними анализаторы можно улучшить.

Основные понятия

Анализатор: рецепторы, проводящие пути, чувствительные зоны коры больших полушарий. Специфичность анализатора. Иллюзии.

[1] *Иллюзия* (лат. illusio — *обманывать*) — искаженное восприятие; нечто кажущееся.

Значение зрения

Человек получает 70% всех сведений об окружающем мире с помощью зрения. Глаза позволяют видеть предметы, их форму, размеры, цвет. Зрение помогает установить, где находится объект, двигается он или неподвижен, какое до него расстояние. Это дает человеку возможность ориентироваться, вовремя заметить опасность. Глаза позволяют нам читать учебники и книги, рассматривать картины, карты, смотреть кинофильмы и телепередачи. Все виды трудовой деятельности связаны со зрением.

Строение органа зрения

Глаза расположены в *глазницах черепа* (см. рисунок на втором форзаце). Они хорошо защищены от ушибов.

Веки и *ресницы* защищают глаза от пыли и неожиданного яркого света. Если в глаз все-таки попадает пылинка, ее смывает слеза. Слезы выделяются постоянно, они увлажняют и согревают глаз. Слезы стекают по *носослезному протоку* в носовую полость. Когда человек плачет, их выделяется много и они переливаются через края век (рис. 82).

Над глазами расположены *брови*. Они отводят от глаз пот со лба.

Глазное яблоко имеет шаровидную форму. Снаружи оно покрыто плотной *белóчной оболочкой – склерой*. Передняя ее часть переходит в прозрачную *роговицу*. Через нее хорошо видна *радужная оболочка – радужка*. Цвет радужной оболочки, или цвет глаз, у человека может колебаться от светло-голубого до темно-коричневого и даже черного оттенка.

В центре радужной оболочки находится *зрачок*. Это отверстие, через которое внутрь глаза проникает свет. Сужаясь и расширяясь, зрачок регулирует поступление света на заднюю поверхность глаза, где находятся клетки сетчатки, воспринимающие световое изображение.

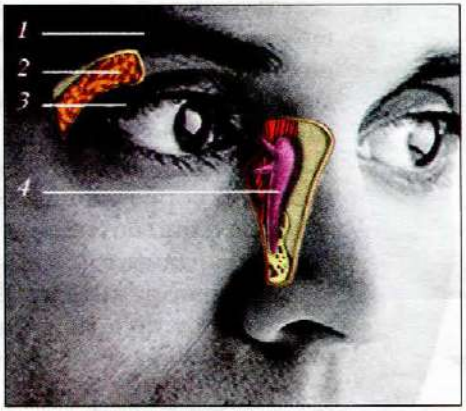


Рис. 82. Расположение слезной железы и носослезного протока:
1 – бровь;
2 – слезная железа;
3 – ресницы;
4 – носослезный проток

Практическая работа (выполняется дома)
Сужение и расширение зрачка

Закройте руками глаза испытуемого и поверните его лицо в сторону окна. Если резко отнять руки, то можно заметить, как зрачки сужаются.

За зрачком расположен *хрусталик*. Он имеет форму двояковыпуклой линзы, которая может менять кривизну. Если мы смотрим вдаль, хрусталик становится более плоским; если рассматриваем предметы вблизи — более выпуклым. Благодаря этому хрусталик направляет лучи строго на *сетчатку*. Он, как говорят фотографы, фокусирует изображение на ней.

Практическая работа (выполняется дома)
Принцип работы хрусталика

Напишите фломастером на прозрачной полиэтиленовой пленке ряд букв. Разверните ее перед собой и найдите расстояние, наиболее близкое от глаз, но такое, чтобы буквы были четко видны. Если настроить глаза на буквы, то далекие предметы, видимые сквозь полиэтиленовую пленку, покажутся размытыми. Если же посмотреть на далекие предметы, то размытыми окажутся буквы на полиэтилене. Это происходит оттого, что в зависимости от расстояния хрусталик меняет кривизну, и на сетчатке фокусируются то близкие, то далекие предметы.

За бело́чной оболочкой лежит *сосудистая оболочка*. Кроме кровеносных сосудов она содержит черный пигмент. С задней стороны глаза, на внутренней его поверхности, располагается сетчатка. Она имеет два вида светочувствительных рецепторов: *колбочки* и *палочки*. Колбочки сосредоточены на задней поверхности глаза против зрачка, где они образуют *желтое пятно*. Палочек же больше по краям. Они не различают цвета, зато отличаются повышенной светочувствительностью. В этом нетрудно убедиться, если взять карандаш красного цвета и начать перемещать его сбоку от глаз (смотреть в это время надо прямо перед собой); когда изображение карандаша попадет на край сетчатки, где сконцентрированы палочки, покажется, что карандаш черного цвета. Желтые карандаши будут казаться светло-серыми. Форма предмета, его движение будут воспроизводиться точно, а вот цвет восприниматься не будет.

Все внутреннее пространство глазного яблока заполнено *стекловидным телом*. Это совершенно прозрачная полужидкая масса.

Известно, что мы «смотрим глазами, а видим мозгом». Когда свет попадает на сетчатку, колбочки и палочки возбуждаются. В зрительных рецепторах возникают нервные импульсы. Они обрабатываются нейронами сетчатки, а уж потом возбуждение передается в головной мозг — в кору больших

полушарий. Здесь возникает зрительное ощущение, и мы видим и опознаем предметы и их взаиморасположение в пространстве (рис. 83). На сетчатке появляется уменьшенное обратное изображение. Но мозг дает нам верную информацию: предметы воспринимаются в прямом изображении и в реальных размерах. Это возможно потому, что наряду со зрительной информацией от сетчатки идет информация от зрительных мышц. Мышцы «обводят» контуры предметов. Мозг учитывает масштаб уменьшения и движение глазных мышц. Это дает возможность получить прямое и натуральное восприятие объектов.

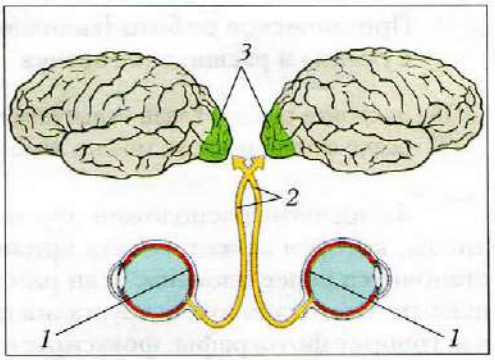


Рис. 83. Зрительный анализатор: *1* – сетчатка; *2* – зрительные нервы и нервные пути головного мозга; *3* – зрительная зона коры больших полушарий

Место, откуда выходит *зрительный нерв*, – «слепое пятно» – изображение не воспринимает, что подтверждает опыт с рисунком (рис. 84).

Практическая работа (выполняется дома)
Обнаружение «слепого пятна»

Чтобы обнаружить «слепое пятно» правого глаза, закройте левый глаз и смотрите на черную точку, расположенную слева, постепенно приближая к себе рисунок. Когда он окажется на расстоянии приблизительно 25 см от глаза, фигура на рисунке «потеряет голову».

Рис. 84. Обнаружение «слепого пятна»

1. Где расположено глазное яблоко? Какое строение имеет глазное яблоко?
2. Расскажите о функциях ресниц, бровей и слезных желёз.
3. Какими опытами можно обнаружить функции зрачка и хрусталика?
4. Почему при боковом зрении хорошо видна форма предмета, его перемещение в поле зрения, но неразличим цвет?
5. Чем заполнено глазное яблоко?
6*. Что такое «слепое пятно» и как его можно выявить? Чем оно отличается от желтого пятна?

Обобщение

Зрение — одно из ведущих чувств. Органом зрения является глазное яблоко. Оно защищено глазницей черепа, бровями, веками, ресницами.

Лучи от объекта проникают в глаз через роговицу и зрачок. Окружность зрачка может изменяться в зависимости от освещения объекта. Хрусталик фокусирует лучи на сетчатку. Пройдя стекловидное тело, лучи падают на сетчатку, давая уменьшенное обратное изображение. Оно воспринимается рецепторами и направляется в мозг. Параллельно идет информация от мышц, которые описывают контуры объекта при рассматривании. Сопоставление информации от мышц и от глаза позволяет получить прямое изображение, соответствующее натуре, независимо от угла зрения.

Основные понятия

Брови, веки, ресницы. Глазницы черепа. Носослезный проток. Глазное яблоко. Белочная оболочка (склера). Роговица. Сосудистая оболочка. Радужка. Зрачок. Хрусталик. Стекловидное тело. Сетчатка. Палочки. Колбочки. Желтое пятно. Зрительный нерв. «Слепое пятно».

§ 53 Заболевания и повреждения глаз

Близорукость, дальнозоркость. Здоровые глаза позволяют человеку одинаково хорошо видеть близкие и далекие предметы (рис. 85). Пожилые люди, читая без очков, часто далеко отодвигают книгу от глаз. Такое состояние зрения, когда лучше видны предметы на удалении, называется *дальнозоркостью*: изображение фокусируется за сетчаткой. Дефект исправляется двояковыпуклыми линзами очков. У детей школьного возраста часто возникает *близорукость*, при которой люди видят удаленные от них предметы нечетко. Изображение у близоруких людей фокусируется перед сетчаткой. Дефект исправляется очками с двояковогнутыми линзами.

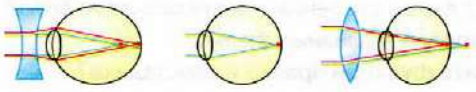


Рис. 85. Фокусировка лучей, попадающих в глаз от удаленного предмета, у человека:
1 – близорукого;
2 – с нормальным зрением;
3 – дальнозоркого
(откорректированное очками зрение показано красным цветом)

Близорукость – самый распространенный недостаток зрения. Близорукость мешает выбору профессии, занятиям спортом.

При первых признаках болезни необходимо обратиться к врачу, выявить причины болезни и, если нужно, подобрать очки. Очки подбираются для каждого глаза отдельно, в зависимости от его преломляющей способности.

Для предупреждения близорукости рекомендуется соблюдать ряд гигиенических требований. При чтении и письме расстояние от глаз до книги или тетради должно быть 30–35 см. Чтобы проверить, правильно ли оно, достаточно руку поставить на локоть и кончиками пальцев коснуться виска. После 20–30 мин зрительной работы глазам следует давать отдых (3–5 мин) – посмотреть вдаль, на небо.

Очень важно правильно организовать освещение рабочего места. Свет должен падать спереди с левой стороны. Вечером необходимо использовать настольную лампу (с лампочкой 40–60 Вт). При правильной освещенности работоспособность человека повышается.

Большое влияние на глаза оказывают экран телевизора и монитор компьютера. Желательно смотреть телевизор или работать за монитором не более 1,5–2 ч в день. Располагаться от экрана надо на расстоянии 2,5–3 м.

Помните, что чтение в транспорте и лежа вызывает быстрое утомление глаз, способствует развитию близорукости.

Первая помощь при повреждении глаз

Глаза надо беречь от загрязнения. Нельзя их тереть и трогать руками. Если в глаз попала соринка, то его нужно промыть охлажденной кипяченой водой или несколько раз поморгать в воде. Если это не помогает, следует обратиться к врачу.

При *проникающем ранении глаза* извлекать инородные тела из глазного яблока самостоятельно нельзя. Это должен делать только врач.

Если в глаза попала едкая жидкость (кислота, щелочь), их тщательно и обильно промывают в проточной воде.

При сильных ушибах или ожогах на глаз накладывают стерильную повязку и пострадавшего доставляют к врачу. Промывать глаз в таких случаях нельзя.

Чтобы избежать повреждения глаз во время трудовой деятельности, соблюдайте правила техники безопасности.

1. Чем дальнозоркие и близорукие глаза отличаются от нормальных?
2. Какие очки нужны близоруким людям, а какие дальнозорким? Ответить на этот вопрос вам поможет рис. 85.
3. Что надо делать, если в глаз попала соринка?
4. Как следует поступать при травме глазного яблока?

Обобщение

Наиболее частые нарушения зрения связаны с дальнозоркостью и близорукостью. У дальнозорких людей изображение фокусируется позади сетчатки. Дефект исправляется двояковыпуклыми линзами очков. У близоруких людей изображение фокусируется перед сетчаткой. Им помогают двояковогнутые линзы очков, рассеивающие свет. Очки подбираются для каждого глаза отдельно, с учетом преломляющей способности данного глаза. Пользоваться чужими очками недопустимо.

При проникающем ранении извлекать из глаза посторонний предмет нельзя. Это делает только врач-окулист.

Основные понятия

Дальнозоркость. Близорукость. Проникающее ранение глаза.

§ 54 Органы слуха и равновесия. Их анализаторы

Значение органа слуха

Окружающий человека мир наполнен звуками. Щебетание птиц, шелест листьев, шум моря, речь человека, музыка – все это звуки. Человек их слышит. Орган слуха позволяет человеку различать и определять звуки. С помощью слуха мы воспринимаем речь, общаемся между собой, получаем информацию, учимся.

Строение органа слуха

Органами слуха являются уши. Каждое ухо состоит из трех отделов: *наружного, среднего* и *внутреннего уха* (см. рисунок на втором форзаце).

Наружное ухо образуют *ушная раковина* и *слуховой проход*, который заканчивается *барабанной перепонкой*. Ушная раковина, представляющая собой хрящевое образование, направляет звуковые волны в наружный слуховой проход. Звуковые волны вызывают колебания барабанной перепонки, отделяющей наружное ухо от среднего.

В **среднем ухе** находятся три маленькие *слуховые косточки* (молоточек, наковальня, стремечко), которые колебания барабанной перепонки передают *перепонке овального окна*, отделяющего среднее ухо от внутреннего. Благодаря наличию *перепонки круглого окна* жидкость внутреннего уха точно повторяет эти колебания.

Внутреннее ухо находится внутри височной кости. В отличие от предыдущих отделов, оно заполнено не воздухом, а жидкостью. Во внутреннем ухе имеются преддверие, *улитка* (орган слуха) и орган равновесия.

Улитка представляет собой спирально закрученный канал, разделенный продольными перегородками, идущими вдоль всей улитки, на 3 части (рис. 86, А). *Рецепторы слуха* находятся в *спиральном органе* улитки, занимающем часть среднего канала, и представляют собой *волосковые клетки*, каждая из которых имеет от 30 до 120 микроворсинок (рис. 86, Б). Волосковые клетки находятся на волоконцах *основной мембраны*, напоминающих струны. Над волосковыми клетками располагается *покровная пластинка*. Когда «струны» основной мембраны под влиянием колеблющейся жидкости приходят в колебание, волоски рецепторных клеток деформируются, соприкасаясь с покровной пластинкой. Это вызывает их возбуждение.

Нервные импульсы, возникшие в рецепторах, достигают по слуховому нерву и слуховым путям головного мозга височной доли коры, где находится *слуховая зона*. Там воспринятые звуки будут опознаны, проанализированы, оценены. Слуховой анализатор вступит в действие (рис. 87).

Колебания барабанной перепонки точно передаются жидкости внутреннего уха и слуховым рецепторам через перепонки овального и круглого

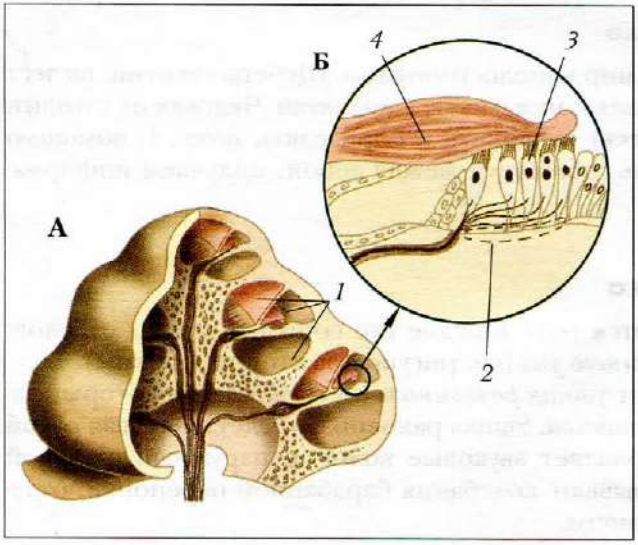


Рис. 86. Строение улитки (А) и спирального органа (Б):
1 – каналы улитки;
2 – волоконца основной мембраны, напоминающие струны;
3 – рецепторные волосковые клетки;
4 – покровная пластинка

окон, если давление в среднем ухе равно атмосферному. В противном случае барабанная перепонка будет выгибаться в сторону, где давление воздуха меньше, и звук исказится. Выравнивается давление благодаря *слуховой трубе* (или *евстахиевой трубе*), которая соединяет среднее ухо с глоткой. Она открывается во время глотания, и давление в среднем ухе становится равным атмосферному.

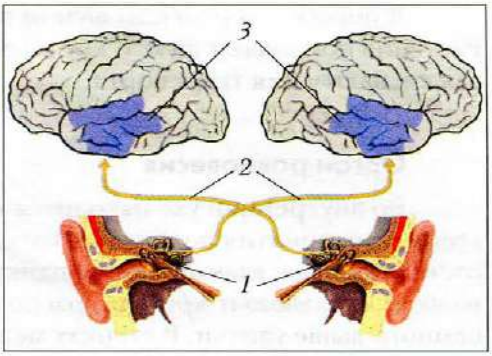


Рис. 87. Слуховой анализатор:
1 – слуховые рецепторы улитки;
2 – слуховые нервы и нервные пути;
3 – слуховая зона коры больших полушарий

Гигиена слуха. При некоторых заболеваниях (грипп, ангина, скарлатина) микробы могут проникнуть по слуховой трубе в среднее и внутреннее ухо и вызвать воспаление, что иногда приводит к глухоте. Поэтому при болях в ухе следует немедленно обратиться к врачу. Самолечение и невыполнение предписаний врача недопустимы!

Вредно влияет на орган слуха шум (табл. 7). Постоянно действующий шум притупляет слух, утомляет нервную систему, снижает работоспособность человека. Абсолютная тишина так же вредна для человека, как и сильный шум. Помещение считается в шумовом отношении благополучным, если уровень шума колеблется от 20 до 40 децибел (дБ). Имеет значение и характер шума: высокие тона переносятся хуже низких. Об этом надо знать и помнить каждому человеку. Нужно заботиться не только о себе, но и о здоровье и спокойствии окружающих. Воспитанный человек не станет громко разговаривать в общественных местах, включать радио, телевизор или магнитофон на полную мощность.

Таблица 7

Громкость разных источников звука

Источники звука	Громкость, дБ
Шепот	20
Разговор средней громкости	50
Шум пишущей машинки	70
Шум грузовика	80
Автомобильный сигнал на расстоянии 5 м	100
Шум большого города на центральных улицах	110
Предел громкости	130

В борьбе с городским шумом широко используют зеленые насаждения. Растения поглощают шум. В крупных городах нашей страны запрещена звуковая сигнализация транспорта.

Орган равновесия

Во внутреннем ухе находится *вестибулярный*[1] *аппарат* — орган равновесия и восприятия положения головы и тела в пространстве (рис. 88, А). Он состоит из трех взаимно перпендикулярных *полукружных каналов* и *двух мешочков*: *овального* и *круглого*, расположенных в лабиринте внутреннего уха, немного выше улитки. В стенках мешочков имеется множество клеток-рецепторов с ресничками, состоящими из волосковых клеток. На ресничках находится густое желеобразное вещество с известковыми кристалликами. Когда голова в вертикальном положении, кристаллики давят на волосковые клетки. Но стоит голове несколько отклониться от вертикального положения — направление давления изменяется, волоски деформируются и в клетках-рецепторах возникает возбуждение, сигнализирующее об изменении позы (рис. 88, Б).

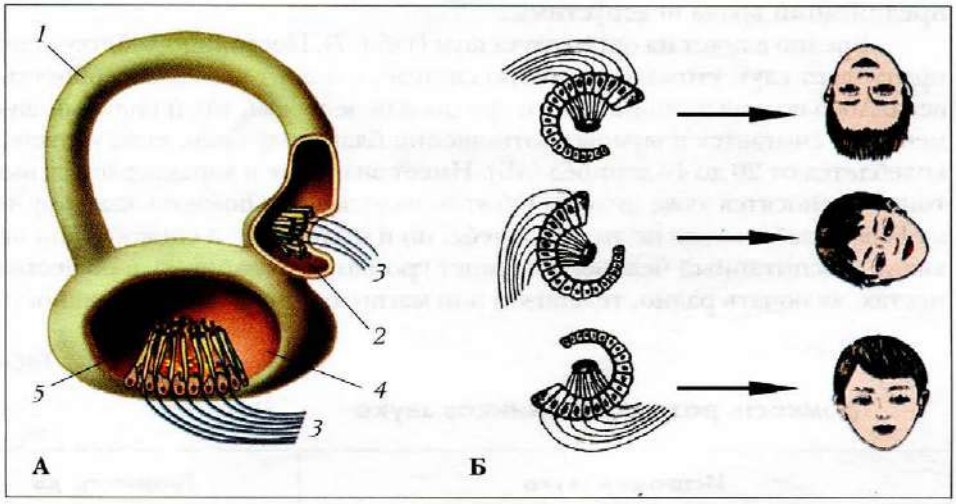


Рис. 88. Вестибулярный аппарат и его действие:
А — вестибулярный аппарат:
1 — полукружный канал; *2* — ампула; *3* — вестибулярные нервы; *4* — мешочек; *5* — волосковые клетки мешочка с кристалликами;
Б — раздражение волосковых клеток (вестибулярных рецепторов) при разных положениях головы

[1] От лат. vestibulum — *преддверие; пространство перед входом.*

Аналогично работают и полукружные каналы. Они заполнены жидкостью. При движении жидкость в полукружных каналах тоже перемещается и давит на волосковые клетки, которые находятся во вздутиях в конце канала — так называемых *ампулах*.

Практическая работа
Проверьте ваш вестибулярный аппарат

Положите руку на пояс, поднимите одну ногу, согните ее в колене, разверните в сторону и прижмите пяткой к внутренней поверхности коленного сустава второй, опорной, ноги. Зафиксируйте это положение, закройте глаза и включите секундомер. Если удалось продержаться в этом положении 16 с — состояние вашего вестибулярного аппарата хорошее (рис. 89).

Рис. 89. Проверка вестибулярного аппарата

1. Какое значение имеет слух для животных и человека?
2. Как устроено ухо — наружное? среднее? внутреннее? Найдите их составные части на заднем форзаце.
3*. Используя табл. 7, постарайтесь оценить уровень шума в вашей комнате.
4. Как устроен орган равновесия? Какую функцию он выполняет?
5. Определите состояние вашего вестибулярного аппарата.

Обобщение

Рецепторы слуха и вестибулярный аппарат находятся в пирамидах височных костей, расположенных внутри черепа. Они занимают полости внутреннего уха.

Орган слуха состоит из наружного и среднего уха, заполненного воздухом, и внутреннего уха, заполненного жидкостью. Звуковая волна колеблет барабанную перепонку наружного уха. Через систему косточек и перепонок эти колебания передаются жидкости внутреннего уха, а через нее и слуховым рецепторам, которые посылают нервные импульсы в слуховую зону коры больших полушарий. Рядом с органом слуха находится вестибулярный аппарат — орган равновесия.

Основные понятия

Наружное ухо: ушная раковина, слуховой проход, барабанная перепонка. Среднее ухо: слуховые косточки, слуховая труба, перепонка овального окна, перепонка круглого окна. Внутреннее ухо: улитка, вестибулярный аппарат (полукружные каналы, овальный и круглый мешочки). Слуховая зона.

§ 55 Органы осязания, обоняния, вкуса

Орган осязания

Кожа – это важный орган чувств. Во внутреннем слое кожи находятся многочисленные нервные окончания. Особенно много их на кончиках пальцев и на ладонях. Кожа обладает чувствительностью. *Тактильные*[1] *рецепторы* находятся в толще кожи (см. рис. 71). На губах и подушечках пальцев их много, на тыльной поверхности руки меньше.

Практическая работа (выполняется дома)
Раздражение тактильных рецепторов

Возьмите циркуль-измеритель, раздвиньте его на 20–25 мм и одновременно двумя иголками прикоснитесь к коже. Если будут раздражаться тактильные точки в пределах одного рецептора, то вы почувствуете одно прикосновение, если разные, то два прикосновения, несмотря на то что в обоих случаях кожу мы раздражали двумя иголками. Попробуйте найти максимальное расстояние между иголками, при котором два раздражения воспринимаются как одно. То же самое проделайте на подушечке указательного пальца. Чем гуще расположены тактильные точки, тем выше различительная способность кожи, выше ее осязательная способность.

При помощи кожи мы ощущаем холод и тепло, боль, прикосновение, давление. Осязание дает представление о поверхности предмета, его форме, размерах, массе. Когда мы касаемся предмета, держим его или ощупываем, в нервных окончаниях кожи, а также *рецепторах мышц* и *сухожилий* возникает возбуждение. Возбуждение по нервам передается в головной мозг – в зону кожно-мышечной чувствительности теменной доли коры больших полушарий головного мозга. Возникают ощущения массы предмета, состояния его поверхности.

[1] *Тактильный* – осязательный; связанный с ощущениями прикосновения.

Значение осязания для организма очень велико. Чувство боли предохраняет организм от травм, ожогов, обморожения, сообщает о возникновении заболевания. Ощущение давления помогает нам ориентироваться во время ходьбы, бега (см. в Приложении статьи «Об узорах на подушечках пальцев» и «О тепле и холоде»).

Орган обоняния

Орган обоняния расположен в стенках верхней раковины носовой полости (см. рис. на первом форзаце). Он образован многочисленными *обонятельными клетками* с *микроворсинками*, от которых отходят веточки нервов в мозг. Обоняние позволяет человеку различать предметы по запаху. Человек ощущает запах вещества, даже если оно содержится в воздухе в незначительном количестве. Обоняние позволяет почувствовать запах несвежей пищи, вовремя предупреждает о наличии в воздухе вредных газов.

Запахи воспринимаются при вдыхании воздуха. В носовой полости пахучие вещества вызывают возбуждение в нервных окончаниях. Возбуждение по нерву поступает в кору головного мозга. Возникает ощущение запаха.

Вдыхание неизвестных веществ опасно. Некоторые из них могут вызвать опасную болезнь — *токсикоманию*[1]. Пахучие вещества легко всасываются в полости носа в кровь и отравляют организм. Опасны запахи препаратов, употребляемых в химчистке, в медицине (эфир), и многих других пахучих веществ. Резкое вдыхание нашатырного спирта может привести к остановке дыхания и обмороку. Учитесь правильно обращаться с пахучими веществами. Нельзя сосуды с ними подносить к носу. Надо помахать рукой около сосуда, направив струю воздуха к носу. Этого достаточно, чтобы ощутить запах.

Орган вкуса

Вкус пищи человек воспринимает специальными группами *вкусовых клеток* с *микроворсинками*, которые находятся в стенках ротовой полости. Особенно много их на поверхности языка; они находятся в особых образованиях — *вкусовых сосочках*. Кончик языка воспринимает сладкое, корень — горькое, бока — кислое, края и кончик — соленое.

Смешанные вкусовые ощущения возникают при одновременном раздражении различных нервных окончаний. По нервам и нервным путям первые импульсы доходят до вкусовой зоны коры, где происходит анализ и узнавание вкусовых веществ.

Нервные окончания раздражаются только веществами, растворенными в воде. Сухая пища кажется безвкусной. В этом нетрудно убедиться, если приложить к языку сухой кусочек сахара. Вкус мы почувствуем, как только он нач-

---

[1] *Токсикомания* (греч. toxikon — *яд;* mania — *безумие, влечение*) — неодолимая привычка к приему отравы.

нет растворяться. Любопытно, что рядом с рецепторами, воспринимающими вкус, находятся железы, выделяющие жидкость. Она «вымывает» раздражающее вещество из вкусовых сосочков и дает возможность рецепторам воспринимать новые раздражения. От того, насколько быстро это происходит, зависит продолжительность вкусового раздражения, так называемое *послевкусие*. Ощущение вкуса зависит от температуры и запаха пищи. В определении вкуса пищи принимают участие органы вкуса, обоняния и осязания. Поэтому при насморке пища кажется менее вкусной.

По вкусу можно определить качество пищи. Вкусная пища вызывает аппетит, лучше переваривается и усваивается организмом.

1. Какие рецепторы находятся в коже?

2*. Осязание — сложное чувство. Перечислите, какие рецепторы работают при ощупывании, например, поверхности стола.

3. Проследите путь возбуждения от рецепторов обоняния до обонятельной зоны коры больших полушарий.

4. Почему опасно вдыхать химические вещества?

5. Какие приемы безопасности надо применять, определяя по запаху то или иное вещество?

6. Как функционируют органы вкуса?

Обобщение

Органы осязания, обоняния, вкуса являются начальным звеном осязательного, обонятельного и вкусового анализаторов.

Развитие трудовой деятельности привело к тому, что наибольшей тактильной чувствительностью обладают пальцы рук. Большая осязательная чувствительность губ связана с поступлением пищи в организм. Ротовая полость и особенно язык воспринимают вкус.

Органы обоняния и вкуса включают вкусовые и обонятельные клетки, снабженные микроворсинками, которые улавливают химические вещества. Но для этого они должны быть растворены, что и происходит в слизистых носа и ротовой полости. Вдыхание некоторых химических веществ опасно, так как может стать причиной пагубной привычки – токсикомании.

Основные понятия

Осязание: тактильные рецепторы кожи, рецепторы мышц и сухожилий. Обонятельные клетки. Вкусовые клетки. Микроворсинки. Токсикомания. Вкусовые сосочки. Послевкусие.

Проверьте себя

Ответьте на вопросы. Выполните задания

1. Перечислите известные вам органы чувств. С какими анализаторами они связаны?
2. Из каких частей состоит анализатор? Каковы их функции?
3. Докажите на примерах, что анализаторы обладают специфичностью, т. е. могут дать полезную информацию только при анализе тех раздражителей, к которым они приспособлены?
4. Рассмотрите рисунок глаза на заднем форзаце учебника. Перечислите оптические среды глаза, позволяющие дать на сетчатке четкое уменьшенное обратное изображение.
5. Каково значение мышц, приводящих в движение глаз? Как благодаря их работе мы воспринимаем реальное положение предметов?
6. Рассмотрите на втором форзаце рисунок органа слуха. Проследите, как звуковые колебания превращаются в механические колебания, доступные для слуховых рецепторов.
7. Известно, что наружный воздух через слуховую трубу может попасть в среднее ухо лишь при глотании, в спокойном состоянии вход в трубу закрыт. Почему при подъеме и посадке самолета предлагают сосать леденцы?
8. Как бы вы объяснили иллюзию микроскопа: чем больше увеличение, тем большая кажущаяся скорость объекта? Для этого проанализируйте формулу скорости $V=\frac{S}{t}$, где V — скорость, S — путь, t — время. Если при увеличении микроскопа в 100 раз кажущаяся длина пути увеличится тоже в 100 раз, то насколько возрастет скорость инфузории, если время воспринимается одинаково — смотрим мы в микроскоп или нет.
9. Приведите примеры физических иллюзий, иллюзий перспективы, установки и других ошибок восприятия.
10. Рассмотрите на рис. 88 устройство вестибулярного аппарата и разъясните, какое значение имеет студенистое вещество с микроскопическими известковыми кристалликами, в которое погружены рецепторные клетки с ресничками.
11. Какие рецепторы участвуют в осязании?
12. Какую функцию выполняют вкусовой и обонятельный анализаторы?

Дополните утверждения

1. Изображение в близоруком глазу фокусируется ... сетчатки, а в дальнозорком ... нее.

2. Близорукость исправляется ... очками, дальнозоркость ...
3. При сильных ушибах и ожогах нельзя ...
4. Причиной воспаления среднего уха может стать проникновение возбудителей ангины и гриппа по ... в среднее ухо.
5. Уровень уличного шума снижают ...
6. На качелях хорошо тренируется ...
7. Чтобы узнать запах предмета, надо направить струю воздуха к ... . Вдыхать пары незнакомого вещества ...

Отметьте верные высказывания

1. Белóчная оболочка глаза (склера) прозрачна.
2. Сосудистая оболочка глаза ярко-красного цвета.
3. Носослезный проток отводит избыток слезной жидкости в носовую полость.
4. Рецепторами сетчатки являются палочки и колбочки.
5. Центральный зрительный анализатор находится в затылочной доли коры больших полушарий, а слуховой — в височной.
6. Рецепторы слуха находятся в барабанной перепонке.
7. Причиной раздражения слуховых рецепторов является деформация их волосковых клеток, возникающая при колебании основной мембраны под покровной пластинкой.
8. В осязании принимают участие тепловые, тактильные, мышечные рецепторы, рецепторы, воспринимающие давление и боль.

Выберите правильный ответ

1. «Слепое пятно» расположено в месте, где находятся (находится) ...
   а) палочки;
   б) колбочки;
   в) выход зрительного нерва;
   г) сосудистая оболочка.
2. Овальное и круглое окна, затянутые перепонкой, находятся между ...
   а) слуховой трубой и глоткой;
   б) наружным и средним ухом;
   в) средним и внутренним ухом.

§ 56 Врожденные формы поведения

Человек, как и все биологические виды, обладает рядом потребностей: в пище, воде, комфортной температуре, у него есть инстинкты самосохранения и продолжения рода. Механизмы удовлетворения этих потребностей и реализации инстинктов – врожденные.

Безусловные рефлексы постоянны для каждого вида. Они присущи всем особям данного вида, возраста и пола и проявляются у них одинаково. Изменение безусловных рефлексов с возрастом происходит так же закономерно, как смена зубов. Так, новорожденные детеныши всех видов млекопитающих реагируют пищевой реакцией на молочные железы самки, с возрастом этот рефлекс пропадает.

Инстинкты – более сложная форма врожденного поведения: это целая цепочка последовательно связанных друг с другом рефлекторных актов. Латинское слово *инстинкт* переводится как «побуждение». Инстинкты связаны с внутренними, иногда меняющимися с возрастом потребностями.

У только что родившегося ребенка легкие еще не действуют. Когда связь с материнским организмом прерывается, в крови новорожденного начинает накапливаться углекислый газ. Он гуморально воздействует на дыхательный центр продолговатого мозга и вызывает инстинктивный вдох. Ребенок начинает дышать самостоятельно. О начале дыхания говорит первый крик ребенка. Проявилась такая цепочка врожденных рефлексов: рождение – CO_2 – вдох – крик.

У животных, рождающих детенышей в воде, эта цепочка несколько иная: рождение – уход под воду – накопление CO_2 – всплытие на поверхность водоема – вдох. Если такому животному, например новорожденному бегемоту, не дать возможности всплыть, он погибнет, так как вдох может последовать только после всплытия, иначе он вдохнет воду.

У человека и животных существуют не только побудительные, но и тормозные безусловные рефлексы и инстинкты. Первые называются *положительными*, так как вызывают активные действия, вторые – *отрицательными*, так как они прекращают действие. Достаточно вспомнить, как мы замираем от резкого звука, неожиданного прикосновения. Наиболее демонстративно проявляются отрицательные рефлексы у кур. Когда цыплята начинают вылупляться из яйца, курица-наседка квохчет. Этим она вызывает положительный безусловный рефлекс, побуждает цыплят к активности. Но вот вблизи появляется кот, курица издает короткий звук, и цыплята замирают: проявляется

отрицательный, тормозной рефлекс. Птенцы в яйце не видели ни курицы, ни кота, но они повинуются сигналам курицы, которые стимулируют или прекращают действия цыплят.

Запечатление, или *импринтинг*. В первые дни, месяцы, иногда годы жизни существует период, когда в мозгу как бы отпечатывается вся обстановка, окружающая ребенка или детеныша животного. Вспомним, с каким трудом мы постигаем иностранный язык в школе и как без затраты больших усилий овладеваем речью в ясельном возрасте. Благодаря запечатлению мы помним своих родителей, отличаем особей одного вида от особей других видов, наконец, овладеваем речью.

Запечатление — это врожденная способность к запоминанию всего того, что детеныш может увидеть (или услышать) вокруг себя в определенный период своей жизни. Оно было открыто лауреатом Нобелевской премии Конрадом Лоренцом. Он поставил следующий опыт. Спустя несколько часов после того, как в инкубаторе вывелись утята, исследователь предъявлял им самые разные предметы, и птенцы неуклонно следовали за ним, как за матерью-уткой. Это были спичечные коробки, ботинки, даже он сам. Они несколько дней следовали за ним по пятам, как за матерью.

Люди давно заметили эту особенность и использовали ее в своих целях: подкладывали утиные (или гусиные) яйца под кур-наседок, и те добросовестно пасли утят до поры, пока инстинкт не загонял приемышей в воду.

?

1. Расскажите о врожденных формах поведения: безусловных рефлексах, инстинктах и запечатлении.

2*. Приведите примеры побудительных и тормозных безусловных рефлексов и инстинктов.

3. Как и кем было открыто явление запечатления? Какое оно имеет значение в жизни человека?

Обобщение

Врожденные формы поведения отражают видовой опыт животных и человека и направлены на удовлетворение жизненно важных биологических потребностей в пище, безопасности, в продолжении рода.

Безусловные рефлексы являются наиболее простой формой врожденного поведения. Они отражают жизненно важные связи организма с внешней средой, сложившиеся в течение многих поколений.

Инстинкты — более сложная форма врожденного поведения. Они представляют собой целую цепь связанных друг с другом рефлекторных актов, вызванных внутренними потребностями, например гормональными перестройками, и значительно зависят от возраста и пола. У человека (и животных) различают как положительные побудительные инстинкты и безусловные рефлексы, так

и отрицательные — тормозные. И первые и вторые позволяют организму приспособиться к постоянно меняющимся условиям окружающего мира.

Запечатление — это врожденная способность к запоминанию в раннем возрасте.

Основные понятия

Врожденные формы поведения: безусловные рефлексы, инстинкты (положительные и отрицательные), запечатление (импринтинг).

§ 57 Приобретенные формы поведения

Условные рефлексы — это самая простая форма приобретенной программы поведения. При виде вкусной еды у нас «текут слюнки» задолго до того, как мы начинаем есть. Вид пищи становится сигналом предстоящей еды.

Условный рефлекс — это реакция на сигнал, предупреждающий о появлении значимого события. Он вырабатывается путем многократного сочетания безразличного раздражителя с появлением жизненно важного. Если сигнал не подкрепляется, становится ложным, условный рефлекс затормаживается *(условное торможение)*. Постоянное неподкрепление превращает *положительный* условный рефлекс в *отрицательный* — тормозной. Дрессированная служебная собака не возьмет корм от постороннего, так как это действие систематически не подкреплялось. Благодаря условному торможению происходит различение истинных сигналов от похожих на них.

Систему условно-рефлекторных связей, сложившихся в головном мозге путем многократного повторения одних и тех же действий в одной и той же последовательности, называют *динамическим стереотипом*. Динамический стереотип вырабатывается в течение жизни, он не вечен, может быть изменен, перестроен и даже отвергнут.

Вспомним, как нас учили писать. Сначала нам показывали, как пишется и называется та или иная буква, т. е. вырабатывали соответствующие условные рефлексы на звук. Затем буквы соединяли, получались слоги — простейшие цепочки условных рефлексов из двух-трех звеньев. Затем эти цепочки усложнялись, и теперь мы в состоянии записывать и читать целые фразы.

Подкрепление появляется только после успешного завершения всей цепочки входящих в него действий. Так, не прочитав все буквы слова, мы не поймем его значения. Однако хорошо натренированный читатель по начальным буквам может угадать слово, а по отдельным словам — смысл текста: по первым сигналам восстанавливается вся цепочка в целом. Это тоже одно из свойств динамического стереотипа.

Практическая работа
Перестройка динамического стереотипа: овладение навыком зеркального письма

Оборудование: секундомер или часы с секундной стрелкой.

Ход работы

• Напишите слово *психология* скорописью. Засеките время, затраченное на написание слова, и проставьте его справа.

• Попытайтесь написать то же слово зеркальным шрифтом: справа налево. Сделайте 10 попыток, каждый раз отмечая затраченное время. Против каждой попытки проставьте время. Затем постройте график. На оси абсцисс отложите номера попыток, на оси ординат — время. Как правило, если упражнение выполняется первый раз, график не представляет собой плавную кривую с постоянно улучшающимися результатами. У большинства людей наиболее ощутимые сдвиги наблюдаются между первой и второй попытками. Затем наступает момент, когда результаты перестают улучшаться (так называемое плато), а вслед за этим, ухудшившись на некоторое время, снова продолжают наращиваться. Объясним такую динамику формирования навыка. Первая система связей далека от совершенства, и человек бессознательно ищет новые способы решения задачи. Часто они дают более скромные результаты, по крайней мере вначале. Затем показатели улучшаются. Такие волны обычно возникают не один раз, пока наконец навык не стабилизируется (рис. 90).

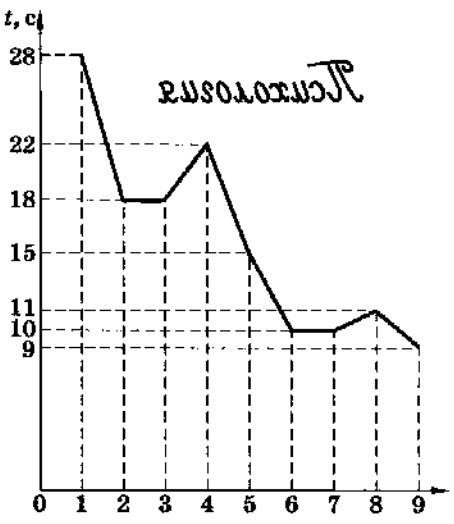


Рис. 90. График выработки навыка зеркального письма

При анализе попыток обратите внимание, что слаженная система действий при обычном письме с переходом на зеркальный разрушается. Действия распадаются на отдельные элементы. Даже одну букву пишут в несколько приемов, не говоря уж о слове в целом. При затруднении обычно проявляются эмоции, чаще смех, реже отказ от опыта, особенно если он проходит при людях.

Динамические стереотипы лежат в основе навыков и привычек, в том числе трудовых и спортивных, и, увы, отрицательных: привычка грызть ногти. Так что об их формировании полезно знать и не расстраиваться после первых неудач, они закономерны.

Рассудочная деятельность. В процессе жизни накапливается большое

количество условно-рефлекторных связей. Они помогают обрабатывать получаемую информацию и на основе прошлого опыта находить совершенно новые пути достижения желаемых результатов.

В отличие от условных рефлексов и динамического стереотипа рассудочная деятельность не отражает найденные ранее связи между явлениями, а прогнозирует возможность возникновения новых. Если при условном рефлексе временная связь вырабатывается путем многократного сочетания сигнального и значимого событий, то при рассудочной деятельности эта связь устанавливается спонтанно[1] (догадка!), а уж затем проверяется фактами.

Разница между условным рефлексом и рассудочной деятельностью станет понятной, если сравнить поведение двух обезьян-шимпанзе, Рафаэля и Лады. Опыты с ними были поставлены одинаковые. На середину пруда отбуксировали два плота, связанных узкой перемычкой. На одном из плотов поставили бачок с водой, обезьяна была на другом, где находилась кормушка с бананом, достать который мешал огонь, и кружка. Рафаэль воспроизвел выработанную ранее цепь условных рефлексов. По перемычке он прошел на второй плот, набрал из бачка в кружку воду, перешел на плот, где была приманка, залил огонь и получил желаемое лакомство. В данном случае была типичная цепь условных рефлексов. Проявился обычный динамический стереотип. Когда же опыт был повторен с Ладой, она не стала переходить на другой плот, а просто зачерпнула воду из пруда и залила огонь, хотя никто ее этому не учил. Рассудочная деятельность — это уже начало *мышления*. Ведь для того чтобы решить задачу так, как решила ее Лада, необходимо было догадаться, что вода в пруду и бачке имеет одинаковые свойства.

Неудивительно, что у человека рассудочная деятельность наиболее развита. Как и всякое мышление, она предполагает обобщение прошлого опыта, нахождение устойчивых связей между предметами и явлениями, поскольку только эти умственные действия обеспечивают верные прогнозы.

?

1. Перечислите формы приобретенной программы поведения, начиная с условного рефлекса.

2. Что такое динамический стереотип и как он образуется?

3*. Динамический стереотип лежит в основе всех навыков и привычек. Попробуйте это доказать на примере формирования навыка письма.

4. Чем условно-рефлекторная деятельность отличается от рассудочной?

Обобщение

Приобретенные формы поведения формируются у каждого человека в процессе жизни. Условные рефлексы — результат многократного

[1] От лат. spontaneus — *самопроизвольный*.

сочетания безразличного раздражителя с жизненно значимым. Условные рефлексы могут быть как положительными (в случае подкрепления), так и отрицательными (тормозными) в результате систематического неподкрепления. Динамический стереотип — это система условных связей, сложившаяся в головном мозге в результате многократного повторения всей программы одних и тех же действий в одной и той же последовательности. Динамический стереотип лежит в основе навыков и привычек, вырабатывается в течение жизни и может быть перестроен или отвергнут. Ломка динамического стереотипа вызывает отрицательные эмоции.

Рассудочная деятельность является началом мышления, так как в ее основе лежит обобщение прошлого опыта. Рассудочная деятельность не отражает ранее найденные связи, а, прогнозируя возможность появления новых, помогает человеку строить свое поведение. Временные связи между явлениями, в отличие от условных рефлексов, устанавливаются спонтанно, путем догадки, которая затем проверяется на практике.

Основные понятия

Приобретенные формы поведения: условный рефлекс, динамический стереотип, рассудочная деятельность (мышление). Положительные и отрицательные условные рефлексы. Подкрепление. Условное торможение.

§ 58 Закономерности работы головного мозга

Многоуровневая организация работы головного мозга. Открытие И.М. Сеченовым центрального торможения

В нейронах нервной системы действуют два основных противоположно направленных процесса: *возбуждение* и *торможение*. Возбуждение стимулирует орган к работе, как бы включает его в нее, торможение замедляет или останавливает эту работу. Благодаря этим процессам регулируется работа органов. Эта регуляция многоуровневая. Как показали исследования И.М. Сеченова, низшие центры работают под контролем высших центров. Они могут затормозить многие безусловные рефлексы *(центральное торможение)* или усилить их. Именно центры коры больших полушарий посылают тормозящие сигналы в спинной мозг, и мы не отдергиваем руку, когда у нас берут кровь для анализа.

Виды торможения

Продолжая исследования И.М. Сеченова, И.П. Павлов показал, что существует условное и безусловное торможение.

Безусловное, или врожденное, торможение. Представьте, что вы занимаетесь каким-то делом, например читаете книгу, а вас позвали обедать. Вам предъявили два стимула, из них выбирается наиболее важный. Если книга очень интересная, вы, возможно, и не услышите обращенные к вам слова, так как малозначащие для вас раздражители воздействуют на заторможенные области коры. Иной выбор будет, если вы голодны, а книга скучна. Тогда будет заторможена прежняя деятельность и начнется новая. Благодаря безусловному торможению возможен выбор деятельности: с началом одной деятельности автоматически прекращается (или не начинается) другая.

Сеченов Иван Михайлович (1829–1905)

Условное, или приобретенное, торможение. К условному торможению относится, например, угасание условного рефлекса. Если условный сигнал оставлять без подкрепления, то вскоре условный рефлекс угаснет, а при продолжительном неподкреплении может превратиться в отрицательную (тормозную) условную связь. Благодаря этим тормозным связям животные и люди обучаются различать сходные раздражители. Если собаку кормить после одного звонка и не давать еду после двух, то слюноотделение станет возникать только после одного звонка (после двух его не будет). Конечно, это произойдет не сразу. Вначале слюна будет отделяться на оба раздражителя, и только после долгой тренировки животное научится правильно различать сигналы.

Образование тормозных условных рефлексов происходит и при воспитании людей. Плач и бурная реакция при закапывании капель в нос, различных уколах и других процедурах взрослыми не одобряются. Эти реакции систематически не подкрепляются и потому затормаживаются. Контроль со стороны взрослых переходит в самоконтроль, и ребенок постарше уже сам, без всяких уговоров, пытается держаться «молодцом». Развивается воля, которая, с одной стороны, направлена на преодоление препятствий, а с другой — на сдерживание нежелательных реакций, в частности бурных эмоций.

Явление доминанты[1]. Поведение во многом определяется потребностями. В этом случае, когда одна из потребностей перерастает в сильное жела-

[1] От лат. dominans — *господствующий.*

ние и подчиняет все остальное, возникает состояние *доминанты*. Оно было исследовано российским ученым-физиологом академиком Алексеем Алексеевичем Ухтомским (1875–1942). В этом состоянии в коре больших полушарий и других отделах мозга возникает мощный очаг *временного возбуждения*, которое затормаживает информацию, поступающую от других раздражителей, или переключает, как бы притягивает ее к себе. В условиях доминанты легко образуются условно-рефлекторные связи между сигнальным раздражителем и безусловным подкреплением.

Явление доминанты у человека может наступить при любой потребности, как биологической, так и социальной. Благодаря доминанте человек целиком «уходит» в работу, ничего его не отвлекает, он не слышит, когда к нему обращаются. Внимание концентрируется на том, что он делает.

Закон взаимной индукции. Сильный очаг возбуждения в головном мозге вызывает вокруг себя состояние торможения, что и происходит при доминанте. Но бывает и обратное: сильный очаг торможения может вызвать процесс возбуждения в других структурах. Так, торможение в коре больших полушарий, вызванное усталостью, у маленьких детей может по закону взаимной индукции вызвать резкое возбуждение подкорки: смех, капризы, плач.

Законом взаимной индукции можно объяснить, почему при рассматривании фигуры «ваза — два профиля» мы видим то вазу, то профили (рис. 91, Д). Причем восприятие непрерывно меняется: мы видим то одно, то другое. Когда мы видим вазу, изображение профилей заторможено, и оно восприни-

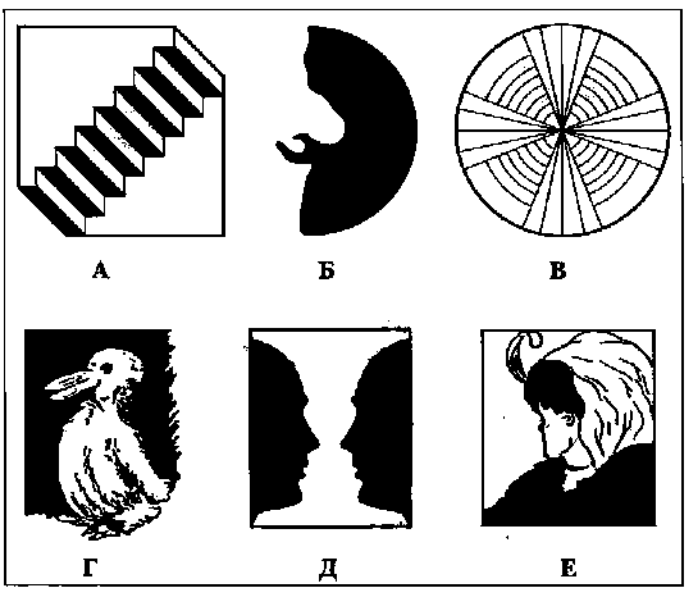


Рис. 91. Двойственные изображения:
А — карниз — лестница;
Б — профиль человека — нищенка;
В — крест из радиальных полосок и крест из концентрических дуг;
Г — заяц — утка;
Д — два профиля — ваза;
Е — молодая и старая женщины

мается как фон. Но через какое-то время нервные центры, воспринимающие вазу, затормаживаются, и она сама превращается в фон. Возбуждение переходит к тем нервным центрам, которые воспринимают профили. Затем они устают и затормаживаются, и мы снова видим вазу. Закон взаимной индукции процессов возбуждения и торможения был открыт И.П. Павловым. Его проявление можно проследить при рассматривании других двойственных изображений на рис. 91, А, Б, В, Г, Е.

1. Как нервная система регулирует работу органов?
2. В чем суть многоуровневой регуляции? Какое значение для ее обоснования имело открытие И.М. Сеченовым центрального торможения?
3. Какие виды торможения были открыты И.П. Павловым?
4*. Приведите примеры безусловного и условного торможения.
5. В каких случаях образуется отрицательная (тормозная) условная связь между сигналом и поведением?
6. Что такое доминанта и как она проявляется?
7*. Приведите примеры проявления закона взаимной индукции возбуждения и торможения.

Обобщение

В нервной системе действуют два процесса: возбуждение и торможение. Возбуждение стимулирует работу органов, торможение или замедляет, или прекращает ее. И.М. Сеченов установил, что высшие центры головного мозга регулируют работу нижерасположенных нервных центров. Они могут повысить рефлекторный ответ или затормозить его.

И.П. Павлов открыл два вида торможения – безусловное и условное. Безусловное торможение не требует выработки, оно, как и безусловный рефлекс, является врожденным. Условное торможение вырабатывается в случаях, когда условный рефлекс не подкрепляется тем жизненно важным событием, о котором предупреждал условный сигнал. Благодаря условному торможению удается различать важные сигналы от похожих на них раздражителей.

Поведение животных и человека регулируется потребностями. Они на некоторое время отступают после их удовлетворения, потом опять появляются. А.А. Ухтомский обнаружил явление доминанты: возникновение в головном мозге мощного временного очага возбуждения, вызываемого какой-то насущной потребностью. Благодаря доминанте облегчается образование временной связи между будущим сигналом и возникшей потребностью, что благоприятствует выработке условного рефлекса.

И.П. Павловым был открыт закон взаимной индукции: возбуждение в одном центре вызывает в конкурирующем центре торможение, и наоборот. Существует и последовательная индукция: возбуждение в одном центре через некоторое время сменяется торможением, и наоборот.

Основные понятия

Закономерности работы головного мозга: центральное торможение, уровневая регуляция низших центров со стороны высших, условное и безусловное торможение, доминанта, взаимная индукция возбуждения–торможения.

§ 59 Биологические ритмы. Сон и его значение

Явления природы обычно строго периодичны: сменяются времена года, фазы Луны, день и ночь. Живые организмы приспособились к этим изменениям. Активное поведение людей преимущественно приурочено к дневным часам. Ночью наступает сон, и уставшие люди за ночь отдыхают.

Во время сна работа мозга перестраивается. Возобновляется ритмичная работа нейронов, которая была нарушена днем, восстанавливаются силы человека. Известны медленная и быстрая фазы сна. Эти названия связаны с биотоками мозга, которые регистрируют на специальном приборе — *электроэнцефалографе*. При *медленном сне* прибор отмечает редкие волны большой амплитуды. В это время сердце бьется медленнее обычного, обмен веществ понижен, глазные яблоки под веками неподвижны. В фазе *быстрого сна* все меняется: кривая, вычерчиваемая прибором, регистрирует частые колебания небольшой амплитуды. Они напоминают кривую биотоков мозга бодрствующего человека. Происходят и внешние изменения. Усиливается работа сердца, глазные яблоки начинают двигаться под веками, руки сжимаются в кулаки, иногда спящий меняет позу. Сновидения к человеку чаще приходят в фазе быстрого сна. Обе фазы необходимы человеку для полного восстановления сил. Сон предохраняет головной мозг и весь организм от переутомления.

Сновидения. Все люди видят сны, правда, не все запоминают их и могут о них рассказать. Это связано с тем, что работа головного мозга полностью не прекращается. Во время сна информация, полученная в дневное время, упорядочивается. Этим объясняют факты, когда во сне решаются задачи, которые не удалось решить в состоянии бодрствования. Обычно человеку снится то, что его волнует, беспокоит, тревожит. Состояние тревоги накладывает свой отпечаток на сновидения: они могут вызвать кошмарные видения. Иногда это связано с телесными и душевными заболеваниями. Обычно тревожные сны прекращаются после того, как человек выздоравливает или его

переживания заканчиваются. У здоровых людей сновидения чаще носят успокаивающий характер.

Потребность во сне так же естественна, как голод и жажда. Если люди ложатся спать в одно и то же время, а ритуал отхода ко сну всегда повторяется, у человека вырабатывается условно-рефлекторная реакция, и он быстро засыпает. Нарушения режима сна и бодрствования, отсутствие физического утомления, ночная работа, вечерние развлечения могут привести к расстройству сна.

Перед сном полезно совершить прогулку на свежем воздухе. Ужинать рекомендуют за 1–1,5 часа до сна. На ужин нужно употреблять легкую, хорошо усвояемую пищу. Гигиенические же процедуры: чистку зубов и умывание — проводить следует непосредственно перед сном.

Постель должна быть удобной. Вредно спать на слишком мягком матраце и высокой подушке. Полезен сон при открытой форточке, так как холодный воздух содействует глубокому сну. Длительный сон так же вреден, как длительное бодрствование. Сном невозможно запастись впрок.

?

1. С какими явлениями природы связана смена сна и бодрствования?
2. Какие явления наблюдаются в фазе медленного и быстрого сна? С чем связаны эти фазы, почему они так называются?
3. Как влияет состояние человека на характер сновидений?

Обобщение

Человек, как и все живые организмы, приспособлен к явлениям природы, которые строго периодично сменяют друг друга. Так, смена бодрствования сном обусловлена суточными ритмами Земли. Различают две фазы сна: медленную и быструю. Сновидения чаще связаны с быстрым сном. У здорового человека они носят успокаивающий характер. Тревожные сны — сигнал возможного нездоровья. При выздоровлении нормализуется и содержание сновидений. Соблюдение гигиены сна обеспечивает быстрое засыпание, полноценный отдых и легкое пробуждение.

Основные понятия

Сон: быстрый и медленный. Электроэнцефалограф. Сновидения. Режим сна и бодрствования.

Особенности высшей нервной деятельности человека. Познавательные процессы

Речь и сознание

Физиология высшей нервной деятельности — это наука о закономерностях работы головного мозга, влияющих на поведение животных и человека. Безусловные рефлексы и инстинкты обеспечивают приспособление организма к стабильным условиям среды. Условные рефлексы и рассудочная деятельность приспосабливают организм к постоянно меняющимся событиям, но не они определяют основное поведение человека: многие инстинктивные побуждения часто просто не осознаются человеком и составляют его *подсознание*.

Главное отличие человека от других существ — это сознание и владение речью, способность к трудовой деятельности и общественной жизни. В головном мозге каждого человека имеются *речевые центры*. Но на каком языке заговорит человек, зависит не от головного мозга, а от окружающей его *языковой среды*. На каком языке его научат говорить, таким он и будет пользоваться.

Речь возникла в процессе трудовой деятельности. Она позволила объединить действия многих людей, распределить обязанности между членами группы.

Речь, труд и общение во многом изменили и самого человека, содействовали развитию его сознания. Параллельно с развитием *внешней речи* у каждого человека формируется и *внутренняя речь*. Она позволяет нам мысленно представить, что мы собираемся сделать, отобрать наилучший вариант, осуществить выбор, короче, действовать сознательно. Именно эти осознанные действия, обдуманные человеком, а не условные и безусловные рефлексы определяют его поведение.

Познавательные процессы также связаны с речью. Она позволяет понять происходящее и сохранить в памяти пережитые человеком события.

Познавательные процессы

Ощущения, восприятия, представления, память, воображение, мышление являются *познавательными процессами*. Они неразрывно связаны друг с другом и все вместе участвуют в сборе, обработке и хранении информации. Благодаря этим процессам мы можем разобраться в окружающей нас обстановке и принять адекватные (соответствующие) решения.

Познавательная деятельность человека начинается с *ощущения* отдельных качеств предметов и явлений: твердости, гладкости, громкости, яркости — и *восприятия* пространства в целом и отдельных предметов в нем, дейст-

вующих на органы чувств в данный момент. Эти впечатления фиксируются нашей памятью.

Память – это сохранение в сознании прошлого опыта, делающее его с помощью речи легко воспроизводимым в любой момент и возможным для повторного использования. Различают три основных процесса памяти: *запоминание, сохранение, воспроизведение.* Как заучить, как запомнить надолго и воспроизвести, т. е. вспомнить материал именно тогда, когда это нужно, – проблема многих людей.

Психологи различают память *долговременную* и *краткосрочную.* Допустим, вы захотели узнать номер телефона кинотеатра и позвонили в справочную. Вам ответили, вы набрали номер, занято. Повесили трубку, хотели набрать номер снова и... не смогли – забыли его, потому что была установка на короткий срок. Звонить еще раз вы не собирались. Такую краткосрочную память называют *оперативной,* поскольку она действует лишь на тот срок, который необходим для совершения операции (в нашем примере – набор телефонного номера кинотеатра). Долговременная память более прочная.

Различают также память механическую и логическую. *Механическая* память действует, когда каждый факт заучивают отдельно. *Логическая* – когда между фактами находят систему связей, которая позволяет последовательно извлекать нужную информацию, связывая ее с уже известной.

Память бывает *зрительная, слуховая, моторная,* и у разных людей наиболее эффективной бывает одна, либо вторая, либо третья, либо какие-то сочетания из них. Зная это, надо решить для себя, что лучше: заучивать материал вслух, читать про себя или составить конспект прочитанного. Последний вариант будет полезен для многих, так как активная работа с учебным материалом позволит лучше запомнить нужную информацию.

При запоминании не следует читать текст много раз подряд. Лучше прочесть один раз и попытаться мысленно или вслух его пересказать, заглядывая лишь в забытые места. Если у доски не удалось хорошо ответить по материалу, который вы дома учили, задумайтесь о причинах. Возможно, все дело было в том, что вы плохо представляли себе план ответа и учителю приходилось помогать вам наводящими вопросами. При подготовке к следующему уроку лучше записать план и попробовать ответить, используя этот план, а потом мысленно вспоминая его пункты. Возможно, причина неудачи в том, что было трудно отвечать из-за волнения. Одноклассники мешали сосредоточиться, срабатывал механизм безусловного торможения. Преодолеть этот недостаток можно только путем тренировки. Надо как можно чаще выступать перед аудиторией, чтобы привыкнуть к ней.

Память всегда опирается на воображение и мышление. *Воображение* – это создание представлений и мысленных ситуаций, ранее не воспринимавшихся человеком в действительности. Яркость и точность этих образов – основа развития творческой деятельности.

Мышление — это способность на основе известных знаний добывать новую информацию. Проснувшись утром, вы увидели мокрые крыши и заключили, что был дождь, хотя в данный момент дождя нет. Чтобы сделать такой вывод, надо было знать общие свойства воды — способность смачивать предметы. Это *обобщение* позволило вам узнать о событии, свидетелем которого вы не были. Мышление невозможно без обобщений, а они всегда связаны с речью, и потому любой человек, не задумываясь, назовет язык (или языки), на котором он думает, мыслит.

Мышление дает нам возможность точно обрабатывать полученную информацию и использовать ее для решения различных жизненных и познавательных проблем.

?

1. Что изучает физиология высшей нервной деятельности?
2. Как влияют на поведение человека безусловные и условные рефлексы, инстинкты, рассудочная деятельность? Почему они нередко остаются в подсознании?
3. Какое значение имеет речь в развитии человека? Какие функции выполняет внешняя и внутренняя речь?
4*. Перечислите основные отличия высшей нервной деятельности человека от высшей нервной деятельности животных. А в чем проявляется их сходство?
5. Перечислите основные познавательные процессы и укажите, какие функции они выполняют.
6. Чем долговременная память отличается от краткосрочной?
7. Охарактеризуйте особенности механического и логического запоминания.
8*. Определите, какая у вас память: зрительная, слуховая, моторная или какие-либо сочетания этих видов.

Обобщение

Физиология высшей нервной деятельности — это наука о закономерностях головного мозга, влияющих на поведение животных и человека. Безусловные рефлексы, инстинкты, запечатления, как и многие приобретенные формы поведения (условные рефлексы, рассудочная деятельность), а также законы работы головного мозга (наличие безусловного и условного торможения, явления доминанты, закон взаимной индукции) едины для человека и животных.
Главное отличие человека от животных — это сознание, владение речью, способность к трудовой деятельности и общественной жизни.
К познавательным процессам относят ощущения, восприятие, память, воображение, мышление. Ощущения отражают отдельные качества предмета, восприятие — весь предмет и всю обстановку в целом. Память — это сохранение в сознании прошлого опыта. Воображение —

это способность создавать мысленные образы реальных и нереальных предметов и событий.

Мышление — это способность на основе известных знаний и воображения добывать новую информацию. Мышление неразрывно связано с речью. В его основе лежит обобщение фактов, знание законов, умение логически обрабатывать информацию. Оно помогает нам организовать нашу деятельность и общаться с другими людьми.

Основные понятия

Физиология высшей нервной деятельности. Подсознание. Речевые центры. Языковая среда. Внешняя и внутренняя речь. Познавательные процессы: ощущение, восприятие, память (запоминание, хранение, воспроизведение информации; краткосрочная, или оперативная, долговременная; логическая, механическая; зрительная, слуховая, моторная), воображение, мышление.

§ 61 Воля и эмоции. Внимание

Воля

Под волей обычно понимают сознательную регуляцию человеком своего поведения, обеспечивающую преодоление трудностей на пути к достижению цели. Волевое действие выполняет две функции: *побудительную*, заставляющую бороться с препятствиями на пути к достижению цели и преодолевать их, и *тормозную* — способность удерживать себя от нежелательных поступков. Выдержка и сдержанность — такие же проявления воли, как и активность в достижении задуманного. Образно говоря, воля — это желание, ставшее действием.

Волевое действие, являясь результатом тщательного анализа всех возможных вариантов, кончается оценкой того, что было совершено, и исправлением ошибок, если они были допущены.

Волевой акт начинается с *выбора цели*. Прекрасно, когда цель, продиктованная чувством долга, совпадает с желанием получить удовольствие от будущей работы. Тогда энергия человека утраивается. Возникает состояние страсти, вдохновение. Наилучшие произведения искусства, научные открытия, спортивные подвиги были совершены в этом состоянии. Но гораздо чаще между чувством долга и сиюминутным желанием возникает конфликт. Тогда происходит *борьба побуждений*, борьба мотивов. Человек должен решить, что он будет делать, и остановиться на чем-то одном. Процесс выбора — трудное состояние, иногда мучительное. У нерешительных людей оно может затягиваться на долгие часы, иногда дни и даже годы, если цель связана с выбором

жизненного пути. Но вот решение принято, цель поставлена, и человек снова оказывается перед выбором: как достичь задуманное. Сценарии будущих действий как бы проигрываются в сознании, пока, наконец, не находится вариант, который кажется оптимальным. Только после этого следует само действие. Оно является завершающей, но не конечной стадией, потому что сознание контролирует каждый этап деятельности и при необходимости вносит в нее поправки, коррекцию результатов.

Способность человека оценивать сложную ситуацию и принимать нестандартные решения называется находчивостью. Она связана с волевыми качествами личности.

Для иллюстрации приведем один факт из биографии Ф.И. Шаляпина. Когда Федор Иванович прибыл в Италию на гастроли, вокруг него сложилась неблагоприятная обстановка: в газетах появились нападки на русское национальное искусство. За день до премьеры к нему пришли люди, которые наживались на том, что срывали спектакли, и потребовали большой выкуп. Шаляпин отказался платить и выгнал вымогателей, хотя угроза была далеко не шуточной. И вот день премьеры. Ставили оперу Гуно «Фауст». На сцене Шаляпин в костюме Мефистофеля. Оркестр проиграл вступление — Шаляпин молчит. Проиграли вступление снова — то же самое. Публика в недоумении. И вдруг Шаляпин сбрасывает плащ Мефистофеля и исполняет романс «Очи черные». Публика взрывается аплодисментами. Опера проходит с небывалым успехом.
Для того чтобы достичь главной цели — рассеять предубеждение к русскому искусству и сохранить спектакль, Шаляпин нашел остроумный способ: неожиданной выходкой завоевал внимание зрителей.

Каждый человек живет среди людей. Они дают советы, пытаются убедить, а то и заставить делать по-своему. Волевой человек способен обдумать предложения, советы, согласиться с необходимым и полезным, отбросить неприемлемое. Лица с недостаточно развитой волей либо идут на поводу у других, либо действуют наперекор тому, что им советуют. В первом случае проявляется *внушаемость*, во втором — *негативизм*. При анализе их действий выясняется, что они не могут обосновать свое поведение, поскольку действовали импульсивно, на уровне подсознания и эмоций.

Эмоции

Эмоции — это наиболее древняя форма отражения действительности, связанная с удовлетворением потребностей. В переводе с французского слово *эмоция* означает «возбуждаю, переживаю».

В головном мозге существуют центры, возбуждение которых приводит к удовольствию или к страданию, их образно называют центрами рая и ада.

Благодаря работе этих центров человек и животные на бессознательном уровне анализируют поступающую информацию и оценивают ее значение: вредные или полезные события она предвещает.

Различают такие проявления эмоций: *эмоциональные реакции* — плач, смех; *эмоциональные состояния* — настроение, тревога, волнение, бурная эмоциональная вспышка (аффект); *эмоциональные отношения*, или *чувства* в узком значении этого слова, — любовь, ненависть, ревность и т. д.

Эмоциональное состояние может быть положительным, отрицательным или нейтральным, если развивающиеся события не имеют к нам отношения. В зависимости от этих состояний происходят гормональные сдвиги в организме. Так, вы уже знаете, что при страхе в кровь выделяется адреналин, а при боевом возбуждении — норадреналин.

В связи с этим различают *стенические*[1] эмоции, повышающие работоспособность человека, и *астенические*[2], мешающие ему осуществлять задуманные действия. К первым можно отнести задор, уверенность в успехе дела, ко второму — волнение, мешающее думать, говорить, действовать. Проявления эмоционального состояния: настроение (хорошее или плохое); страсть, когда воля и эмоция сплавляются в едином порыве (высшее выражение страсти — вдохновение); стресс — напряжение, близкое к предельным возможностям организма; аффект — эмоциональная вспышка, выходящая из-под контроля воли. Именно в состоянии аффекта Иван Грозный убил своего сына Ивана. Эта сцена изображена на известной картине И.Е. Репина «Иван Грозный и сын его Иван».

Эмоциональные отношения — это те чувства, которые мы испытываем к другому человеку, животному, делу, новой информации и пр. Любовь, в том числе половая, ненависть, ревность, зависть — все это проявления различных чувств. От эмоциональных состояний их отличает направленность на определенный объект. Чувства бывают довольно противоречивыми: любовь может быть смешана с досадой, грустью, радостью, т. е. в зависимости от обстоятельств знак эмоций может меняться.

Чувства обладают динамикой: они рождаются, достигают высшей силы, потом угасают, а то и становятся противоположными: ненависть может перейти в любовь, пылкая любовь — смениться равнодушием. Особенно скоротечны увлечения, они часто бывают в подростковом, но могут быть и в зрелом и даже в пожилом возрасте. Несмотря на пылкость, увлечения быстро угасают после первого достигнутого результата, так как, по существу, связаны с явлениями доминанты, а доминанта, как известно, после своего разрешения уступает место другой.

---

[1] От греч. stheneia — *сила.*

[2] От греч. astheneia — *слабость.*

Внимание

Вниманием называют сосредоточенность сознания на том или ином виде деятельности, объекте или событии.

Когда у человека напряжено внимание, даже его внешний вид изменяется. У него возникают движения приспособительного характера: он вслушивается, всматривается, стараясь не пропустить ни одной детали, ни одного слова. Посмотрите на слушателей, изображенных на картине Рембрандта «Урок анатомии доктора Тюлпа» (см. рис. 1). Как выразительны их позы!

Внимание может быть сосредоточено и на собственных мыслях. Глаза глубоко задумавшегося человека нередко устремлены вдаль, так что расположенные рядом предметы не отвлекают от размышлений. Часто происходит задержка дыхания: оно становится более редким.

Различают непроизвольное и произвольное внимание. *Непроизвольное внимание* возникает помимо воли человека. Любой яркий, неожиданный раздражитель, вызывающий ориентировочный рефлекс, становится объектом непроизвольного внимания.

Обычно непроизвольное внимание длится до тех пор, пока объект сохраняет новизну. С потерей новизны непроизвольное внимание начинает колебаться и легко утрачивается, если вызвавший его объект не вызывает интерес.

Произвольное внимание проявляется при осуществлении сознательного намерения человека заняться делом, иногда малоинтересным, но необходимым, требующим приложения волевых усилий. Каждый, кто сталкивался с необходимостью выучить сложный и малопривлекательный текст, знает, как трудно усилием воли заставить себя сосредоточиться на нем. Но делу можно помочь, если не просто читать текст, а активно работать с ним: составлять план, конспектировать, строить схемы, выявляющие связи между описываемыми событиями или процессами. Неважно, по какой программе вы будете работать, важно, чтобы она существовала и выполнялась пункт за пунктом. Тогда внимание будет устойчивым, а работа продуктивной. Проверить наблюдательность и внимание можно в практической работе.

Практическая работа
Изучение внимания при разных условиях

Оборудование. Часы с секундной стрелкой. Листок бумаги, ручка. Работу лучше вести вдвоем. Один — испытуемый, второй — экспериментатор (следит за временем). На каждый вариант опыта отводится 30 с. Затем результат удваивается, так как устойчивость внимания измеряется числом колебания внимания в 1 мин.

Ход опыта. Добейтесь, чтобы рисунок усеченной пирамиды менялся. Она должна восприниматься двояко: усеченный конец то к вам, то от вас (рис. 92).

При всяком изменении образа, не глядя в тетрадь и не отрывая глаз от пирами-

ды, ставьте черточки на листе бумаги. Они позволят подсчитать число колебаний внимания в установленное время.

Вариант 1. Устойчивость непроизвольного внимания. Подсчитывается число колебаний за 30 с.

Вариант 2. Устойчивость произвольного внимания. Делайте всё, как и раньше, но теперь возникший образ попытайтесь сохранить как можно дольше. Это относится к образу усеченной пирамиды, направленной как к вам, так и от вас.

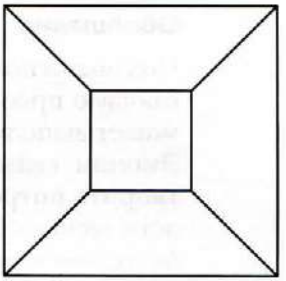


Рис. 92. Усеченная пирамида

Вариант 3. Устойчивость внимания при активной работе с объектом.

Представьте, что усеченная пирамида, направленная усеченным концом от вас, — комната и усеченный конец — ее задняя стенка. Мысленно обставьте комнату мебелью. Подумайте, где поставить стол, диван, телевизор, повесить люстру и пр. При изменении образа пирамиды ставьте черточки.

Оценки возможных результатов опыта. Наиболее слабой устойчивостью обладает непроизвольное внимание. Устойчивость произвольного внимания повышается, но для этого приходится затрачивать много энергии. Цена работы высока. При активной работе с объектом устойчивость внимания сохраняется без дополнительных затрат энергии.

Невнимательного человека называют рассеянным. Первая причина рассеянности – слабость произвольного внимания. Любой посторонний раздражитель вызывает ориентировочный рефлекс, и человек отвлекается от основного дела. Вторая причина рассеянности – глубокая сосредоточенность человека на определенном занятии: постороннее раздражение не замечается им, так как оно воздействует на заторможенные в данный момент участки мозга.

1. Дайте определение воли. Приведите примеры побудительного и тормозного волевого действия.

2*. Прочитайте эпизод из жизни Ф.И. Шаляпина, рассмотрите мотивы, определившие цель и выбор способа действия. Какая психологическая закономерность помогла ему завладеть вниманием публики?

3*. Приведите примеры внушаемости и негативизма. Дайте им оценку.

4. Когда возникают положительные эмоции, а когда отрицательные?

5. Приведите примеры эмоциональных реакций, состояний и отношений.

6. Чем произвольное внимание отличается от непроизвольного?

7. При какой работе внимание более устойчиво и почему?

8. В чем причины рассеянности?

Обобщение

Под волей понимают сознательную регуляцию поведения, обеспечивающую преодоление трудностей на пути к цели. Волевое действие может выполнять как побудительную, так и тормозную функцию.

Эмоции связаны с возможностью (или невозможностью) удовлетворить потребности. Эмоциональные реакции (смех, плач, физиологические сдвиги в работе сердца, гормональной системы) имеют безусловно-рефлекторную природу. Эмоциональные состояния (настроение, волнение, стресс, страсть, аффект и пр.) или благоприятствуют деятельности (стенические эмоции), или нарушают ее (астенические эмоции). Эмоциональные отношения, или чувства в узком смысле (любовь, ненависть, ревность и пр.), всегда направлены на определенный объект и обладают динамикой.

Вниманием называют сосредоточенность сознания на том или ином виде деятельности, объекте или событии. Различают непроизвольное (возникающее независимо от воли и сознания) и произвольное внимание, которое поддерживается волевым усилием и требует от человека большой затраты энергии. Активная работа с объектом позволяет без напряжения сохранить внимание на длительный срок.

Основные понятия

Воля. Этапы волевого акта: выбор цели, борьба побуждений, выбор способа действия, действие, коррекция результатов. Внушаемость. Негативизм. Эмоции: стенические, астенические. Эмоциональные реакции. Эмоциональные состояния. Эмоциональные отношения (чувства в узком смысле). Внимание: произвольное, непроизвольное. Функции воли: побудительная, тормозная.

§ 62 Работоспособность. Режим дня

Работоспособность — это физиологическое состояние человека, совершающего какой-либо труд: физический или умственный. В процессе труда работоспособность изменяется. Вначале она часто повышается, затем держится на одном уровне и, наконец, по мере развития утомления, снижается, а то и прекращается вовсе. Необходим отдых, чтобы восстановить силы.

Первую стадию работоспособности называют *врабатыванием* или нарастающей работоспособностью. Человек не может сразу полностью включиться в работу. Это требует времени. Он должен приспособиться к обстановке

и к людям, с которыми работает. У одних людей стадия врабатывания проходит быстро, у других она затягивается. Одной из причин такого затягивания может быть неподготовленность рабочего места. Отвлечения от работы, поиск забытых вещей отбрасывают человека к началу вхождения в работу. В период врабатывания рабочие навыки неустойчивы, они не отличаются прочностью, совершается много лишних движений, и даже случается так, что следующая стадия устойчивой работоспособности так и не наступает, а сразу начинается стадия истощения. Надо помнить, что стадия врабатывания – самая уязвимая. Работу нельзя прерывать, никакие отвлечения в это время недопустимы, а отдых вреден, так как он препятствует наступлению наиболее благоприятной стадии работоспособности.

При наступлении стадии *устойчивой*, или оптимальной, *работоспособности* человек целиком и полностью сосредоточивается на деле. Посторонние мысли уходят, выработанные навыки четко осуществляются, человек ощущает легкость и испытывает удовольствие от труда. Работа идет споро, и результаты ее ощутимы. Чтобы отодвинуть наступающее утомление, полезно делать небольшие перерывы и проводить их в режиме *активного отдыха*. Выполняя домашнее задание, например по русскому языку, через какое-то время прервитесь: сделайте несколько физкультурных движений, подметите пол, займитесь другим делом. Перерыв не должен длиться более 5–10 мин. Такая непродолжительная смена деятельности поддерживает оптимальную работоспособность и в то же время позволяет не отключиться от главного дела и быстро включиться в работу. Однако стадия оптимальной работоспособности рано или поздно кончается.

Переход к стадии *истощения*, как правило, происходит незаметно. Постепенно человек начинает замечать усталость, появляются ошибки, различные сбои в работе. При физических нагрузках ощущается нехватка воздуха, учащается сердцебиение. Обычно в этом состоянии активный отдых не помогает. Нужен пассивный отдых, сон. Однако при сильных физических нагрузках переход к отдыху должен быть постепенным. Вначале надо немного походить, дождаться, пока успокоятся пульс и дыхание, а потом уж заняться спокойной работой или даже прилечь отдохнуть. После окончания умственной работы также полезно неторопливо погулять на свежем воздухе и только потом лечь спать.

Режим дня – это постоянный распорядок труда, отдыха, приема пищи, отхода ко сну. Правильно организованный режим дня обеспечит нормальное развитие организма, сохранит здоровье. Режим дня способствует выработке полезных привычек, развитию воли, организованности.

Соблюдение режима приводит к выработке динамического стереотипа – цепи следующих друг за другом условных и безусловных рефлексов. В результате выполненное дело становится сигналом для начала последующего, а это сокращает время, которое обычно тратится на врабатывание.

Оптимальный режим дня должен предусматривать чередование умственного и физического труда. Это условие необходимо для правильного и гармоничного развития человека.

Учащимся после школы рекомендуют сначала отдохнуть, а уже потом садиться за уроки. Отдых после школы должен быть *активным:* можно заняться спортом, помочь родителям по дому. Физический труд и спорт не только развивают мышцы, сердце, грудную клетку, но и восстанавливают силы после умственной работы. Выполняя домашние задания, соблюдайте гигиену труда, помните о стадиях работоспособности и постарайтесь возможно дольше продлить стадию оптимальной работоспособности.

После приготовления уроков погуляйте на свежем воздухе, займитесь спортом, физической работой. Затем почитайте книгу, просмотрите интересные для вас телепередачи. Смена видов деятельности предохраняет от переутомления.

Многие учащиеся увлекаются компьютерными играми. Они развивают быстроту реакции, точность движений и отрабатывают некоторые навыки работы с компьютером. Однако слишком часто играть не следует, так как это вредно для зрения.

1. Что такое работоспособность? Назовите ее основные стадии.
2. Почему в стадии врабатывания не рекомендуют делать перерывы в работе?
3. Какими особенностями обладает стадия устойчивой работоспособности? Почему в этой стадии более благоприятен активный отдых?
4. Какой отдых рекомендуется после окончания работы, если человек находится в стадии утомления?
5. Перечислите признаки утомления.
6. Для чего необходимо соблюдать режим дня?
7*. Составьте удобный для себя режим работы и отдыха и попытайтесь его выполнять.

Обобщение

Работоспособность – физиологическое состояние человека, совершающего физический или умственный труд, – имеет 3 стадии: 1) врабатывания, или нарастающей работоспособности; 2) устойчивой, или оптимальной, работоспособности; 3) истощения, когда вследствие утомления продуктивность работы падает. Знание стадий работоспособности позволяет правильно организовать отдых. В состоянии врабатывания любой отдых противопоказан. В состоянии устойчивой работоспособности полезен активный отдых, и наконец, в стадии истощения наиболее целесообразен пассивный отдых, сон.

Облегчает любую деятельность четкий распорядок дня — режим. При его выполнении образуются условные рефлексы на время. Они выстраиваются в четкий динамический стереотип, который сокращает время врабатывания, удлиняет фазу устойчивой работоспособности и дает возможность наиболее рационально сочетать труд, еду, отдых, спорт.

Основные понятия

Работоспособность. Стадии работоспособности: врабатывание, устойчивая работоспособность, истощение. Активный и пассивный отдых. Режим дня: условные и безусловные рефлексы на время (динамический стереотип).

Проверьте себя

Ответьте на вопросы. Выполните задания

1. Проанализируйте табл. 1 и выясните, какие особенности нервной системы высших приматов благоприятствовали развитию нервной системы человека.
2. Приведите примеры врожденных форм поведения.
3. Приведите примеры приобретенных форм поведения.
4. Сравните безусловные и условные рефлексы, установите их роль в поведении.
5. Сопоставьте инстинкты с выработанным динамическим стереотипом.
6. Какая разница между условным рефлексом и рассудочной деятельностью?
7. Какую роль сыграло открытие И.М. Сеченовым центрального торможения в развитии учения о многоуровневой организации работы мозга?
8. Приведите примеры безусловного и условного торможения.
9. Рассмотрите рисунки двойственных изображений (рис. 91) и укажите, в чем проявляется закон взаимной индукции, открытый И.П. Павловым?
10. Приведите примеры доминанты и объясните, почему при иллюзии установки (рис. 107) мы не сразу замечаем фигуры детей, вписанные в рисунок головного мозга.
11. Чем быстрый сон отличается от медленного?
12. В чем проявляется биологическая, а в чем социальная сущность человека?
13. Чем высшая нервная деятельность человека сходна с высшей нервной деятельностью млекопитающих животных и в чем ее различие?
14. Охарактеризуйте роль памяти и мышления в познавательной деятельности человека.
15. Как осуществляется волевой акт? Можно ли считать внушаемость и негативизм проявлениями воли человека?
16. Что мы вкладываем в понятия «эмоциональная реакция», «эмоциональное состояние» и «эмоциональные отношения»?
17. Как без особых усилий поддерживать внимание на уроке?
18. Перечислите стадии работоспособности и укажите, в каких случаях отдых противопоказан, в каких надо использовать активный отдых, а в каких пассивный.

Отметьте верные высказывания

1. Условный рефлекс и условное торможение вырабатываются в процессе жизни.
2. Инстинкты относятся к приобретенной форме поведения.
3. Явление доминанты было открыто А.А. Ухтомским.

4. По закону взаимной индукции торможение одного из центров головного мозга вызывает возбуждение конкурирующих центров.
5. Высшая нервная деятельность животных обладает только рассудочной деятельностью.
6. Режим дня у всех людей должен быть одинаков.
7. Зрительная память относится к краткосрочной памяти.
8. Мышление дает нам возможность по имеющимся фактам узнать о существовании прошлых фактов и предвидеть будущие события.

Дополните утверждения

1. Врожденная способность животных и человека запоминать в начальный период своей жизни образ своих родителей связана с ...
2. Способность высших центров регулировать низшие была открыта ...
3. Аффект относится к ... , а смех — к ...
4. Эмоции, способствующие деятельности, называются ... , а нарушающие ее ...
5. Во время ответа товарища следует поднимать руки только по просьбе преподавателя, так как у отвечающего они могут вызвать ...

Выберите правильный ответ

1. Во время устойчивой работоспособности ...
   а) отдых не нужен;
   б) требуется пассивный отдых;
   в) нужен активный отдых.
2. При внушаемости цель деятельности ...
   а) навязывается со стороны;
   б) осмысленно выбирается;
   в) обратная тому, что пытаются навязать со стороны.

§ 63 Половая система человека

Факторы, определяющие пол. Половые клетки, в отличие от остальных, имеют половинный набор хромосом (23, а не 46). При *оплодотворении* образуется *зигота* (оплодотворенная яйцеклетка), в которой число хромосом восстанавливается (к 23 материнским добавляются 23 отцовские). Пол человека зависит от *половых хромосом*. У женщин в соматических клетках имеются две одинаковые половые хромосомы XX, в клетках мужчин они разные — X и Y. Женские половые клетки называют *яйцеклетками*, все они имеют по одной X-хромосоме. Мужские половые клетки *(сперматозоиды)* различны: одни имеют только X-хромосому, другие только Y-хромосому. При оплодотворении возможно образование зиготы с XX-хромосомами и с XY-хромосомами. В первом случае рождается девочка, во втором — мальчик. В процессе индивидуального развития на формирование половых особенностей оказывают влияние гормоны желёз внутренней секреции — гипофиза, щитовидной железы, надпочечников, половых желёз. Однако биологические факторы определяют лишь биологическое развитие и наследственные особенности поведения. Становление мужского и женского характера определяется этическими нормами, принятыми в том или ином обществе.

Женская половая система (рис. 93) состоит из двух *яичников* и *маточных труб*, *матки* и наружных половых органов.

Созревание половых клеток происходит циклично (рис. 94). В обоих яичниках молодой женщины насчитывается 400–500 яйцеклеток, но созревают они поочередно, раз в 28 дней. Каждая из яйцеклеток находится в особом пузырьке — *фолликуле*. При созревании он наполняется жидкостью и выступает на поверхности яичника. Вскоре фолликул лопается, и яйцеклетка попадает в брюшную полость, а оттуда в маточную трубу. Этот процесс называется *овуляцией*.

Через 12–14 дней яйцеклетка попадает в матку. К этому времени слизистая оболочка матки становится рыхлой. Если яйцо оплодотворено, образовавшийся многоклеточный зародыш прикрепляется к стенке матки. Неоплодотворенная яйцеклетка закрепиться не может и выходит наружу вместе с рыхлым слоем, отделившимся от внутренней поверхности стенки матки. Начинается кровотечение — *менструация*. Во время первых менструаций могут быть боли в нижней части живота, головные боли, недомогания. Эти симптомы опасности для здоровья не представляют. Обычно женщина в этот период теряет в среднем 50–100 г крови.

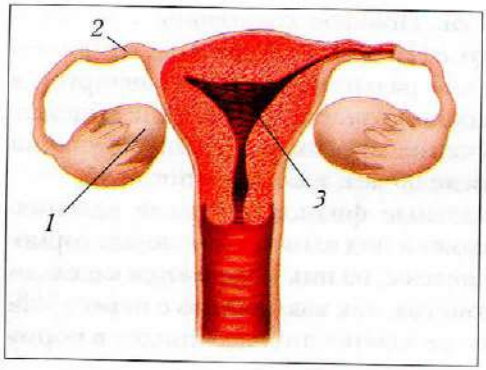


Рис. 93. Женская половая система:
1 – яичник;
2 – маточная труба;
3 – матка

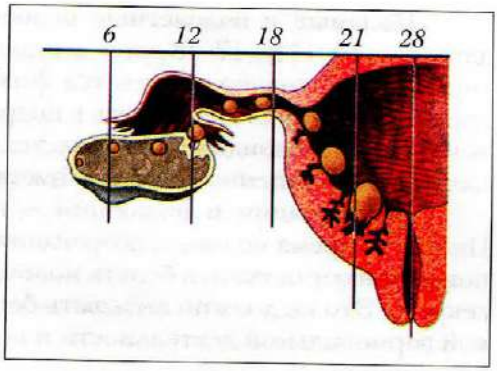


Рис. 94. Этапы менструального цикла женщины (цифры наверху обозначают число дней от начала предыдущей менструации)

Мужская половая система (рис. 95) включает 2 *яичка* (семенника) с *придатками* яичек, *семявыводящие протоки* и ряд желёз, в том числе *предстательную*, или *простату*. Мужские половые клетки (сперматозоиды) образуются в яичках при температуре около 35 °С, потому они размещаются в *мошонке* (кожно-мышечном образовании), а не в полости тела, где температура несколько выше.

Все сперматозоиды имеют крупное ядро, окруженное цитоплазмой, шейку и хвост, с помощью которого они могут самостоятельно двигаться.

Состав сперматозоидов периодически обновляется до тех пор, пока функционируют половые железы. Накопленные в придатках яичка и семенных пузырьках сперматозоиды выводятся либо во время половых контактов, либо во время непроизвольных семяизвержений – *поллюций* (обычно в ночное время). Жидкость, в которой они находятся, образуется секретами ряда желёз, в частности простатой.

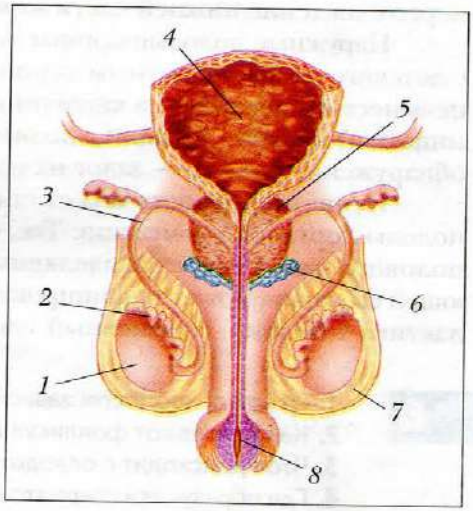


Рис. 95. Мужская половая система и мочевой пузырь:
1 – яичко;
2 – придаток яичка;
3 – семявыводящий проток;
4 – мочевой пузырь;
5 – предстательная железа;
6 – семенные пузырьки;
7 – мошонка;
8 – мочеиспускательный канал

Половые и возрастные особенности. Половое созревание у юношей длится от 10–11 до 17–18 лет, у девушек – от 8–10 до 16–17 лет. Под влиянием гормонов не только ускоряется физическое развитие, но и активизируется половое влечение. Начавшись в подростковом возрасте, созревание яйцеклеток и сперматозоидов продолжается в течение многих лет. Данная функция начинает постепенно угасать у мужчин после 60 лет, у женщин после 45.

Менструации и поллюции – нормальные физиологические явления. Иногда во время полового созревания у юношей под влиянием половых гормонов начинают опухать и болеть молочные железы, из них выделяются капельки секрета. Это не должно вызывать беспокойства, так как связано с перестройкой гормональной деятельности и по мере ее завершения все придет в норму без лечения.

У женщин нередко встречаются болезни матки и маточных труб (в быту маточные трубы и яичники называют придатками). Возникновению этих болезней может способствовать восходящая инфекция. Она постепенно распространяется, захватывая либо органы мочевой системы – мочевой пузырь, мочеточники, почки, либо органы половой системы. Причиной болезни может стать переохлаждение нижней части живота, пренебрежение правилами гигиены.

Наружные половые органы необходимо ежедневно подмывать, начиная с детского возраста, ватным тампоном в направлении спереди назад, чтобы не занести инфекцию из кишечника. Чтобы предупредить новообразования (опухоли) в матке, женщины должны посещать смотровые кабинеты. Раннее обнаружение болезни – залог их излечения.

Нечистоплотность может стать причиной ряда заболеваний наружных половых органов и у мужчин. Так, скапливающийся на поверхности головки полового члена секрет, выделяемый железами внутреннего листа покрывающей его кожи, может инфицироваться и стать причиной воспаления. Профилактика болезни – ежедневный туалет промежности.

1. От каких хромосом зависит пол человека?
2. Как созревают фолликул и яйцеклетка? Что происходит при овуляции?
3. Что происходит с оплодотворенной и неоплодотворенной яйцеклетками?
4. Где образуются сперматозоиды? Почему они периодически обновляются?
5. Какое строение имеют яйцеклетка и сперматозоиды? Сколько хромосом в этих клетках?
6*. Какие гигиенические меры необходимы для предупреждения заболеваний органов половой системы — женской? мужской?

Обобщение

Мужские половые клетки – сперматозоиды и женские половые клетки – яйцеклетки имеют половинный набор хромосом 23. При оплодо-

творении (слиянии мужской и женской половых клеток) число хромосом восстанавливается. У оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) их 46. Пол ребенка зависит от половых хромосом. При появлении в зиготе хромосом XX развитие идет по женскому пути, при сочетании хромосомы X с хромосомой Y — по мужскому.

Женская половая система включает парные яичники и маточные трубы, непарную матку и наружные половые органы. Созревание яйцеклеток происходит циклично, поочередно в правом и левом яичнике. Если яйцеклетка осталась неоплодотворенной, она удаляется вместе с частью внутреннего маточного слоя (менструация).

Мужская половая система включает два семенника (яички), придатки, расположенные в мошонке, семявыносящие протоки и ряд желёз, в том числе простату. Семявыносящие протоки впадают в мочеиспускательный канал и через него выводятся наружу.

Основные понятия

Яйцеклетка. Сперматозоид. Половые хромосомы X и Y. Оплодотворение: зигота. Женская половая система: яичники, маточные трубы, матка. Мужская половая система: яички, придатки яичек, мошонка, семявыносящие протоки, предстательная железа (простата). Созревание яйцеклетки: фолликул, овуляция, менструация. Поллюция.

§ 64 Наследственные и врожденные заболевания. Болезни, передающиеся половым путем

Наследственные и врожденные заболевания

Наследственные заболевания возникают при нарушениях генного аппарата. Особенно опасны они, если дефекты имеют и сперматозоид, и яйцеклетка. В этом случае даже при нормально протекавшей беременности возможно возникновение различных тяжелых болезней, таких, как дефекты обмена веществ, умственная отсталость, в том числе обусловленная синдромом Дауна (неизлечимая болезнь, сочетающая слабоумие с физическими дефектами), несвертываемость крови (гемофилия) и др.

Врожденные заболевания связаны с повреждением организма ребенка во время внутриутробного развития. Наиболее опасны первые три месяца развития, пока еще не сформирована плацента (орган в стенке матки, где сосуды матери контактируют с сосудами зародыша. До этого питательные вещества и кислород зародыш получает непосредственно из крови матери). В это время зародыш особенно чувствителен, в первую очередь к вирусным инфек-

циям. Если, например, женщина во время первых месяцев беременности заболевает краснухой, это может привести к рождению ребенка с умственной отсталостью, глухотой или пороком сердца.

Болезни, передающиеся половым путем

Болезни, передающиеся половым путем, обоснованно называют болезнями поведения. Их причина — беспорядочная половая жизнь. Частая смена партнеров намного увеличивает опасность заражения.

Среди болезней, передающихся половым путем, наиболее опасен СПИД, поражающий иммунную систему человека.

Синдром приобретенного иммунодефицита (СПИД) вызывается *вирусом иммунодефицита человека* (ВИЧ) (рис. 96), поражающим лимфоциты человека. Внедряясь в лимфоцит, вирус изменяет обмен веществ в этой клетке, и она начинает продуцировать новые вирусы, вызывающие СПИД. Эти вирусы разрывают клеточную оболочку лимфоцита, выходят в кровь, находят новые жертвы среди лимфоцитов и проникают в них. Иммунная система человека может поразить вирусы лишь в тот момент, когда они находятся в плазме крови. Вот почему эффективность иммунной системы в данном случае низка. Гибель лимфоцитов, активизирующих иммунную реакцию, также не способствует выработке иммунитета против этой болезни. Более того, человек, заболевший СПИДом, теряет способность бороться с любой инфекцией и раковыми перерождениями собственных клеток. Организм фактически становится беззащитным и гибнет либо от рака, либо от инфекций, чаще легочных.

Медицина может пока только определить, заражен тот или иной человек СПИДом или нет. Вылечить это заболевание или предохраниться от него вакцинами или лечебными сыворотками нельзя, хотя многие лаборатории мира пытаются решить эту задачу. Единственный путь борьбы со СПИДом — его профилактика.

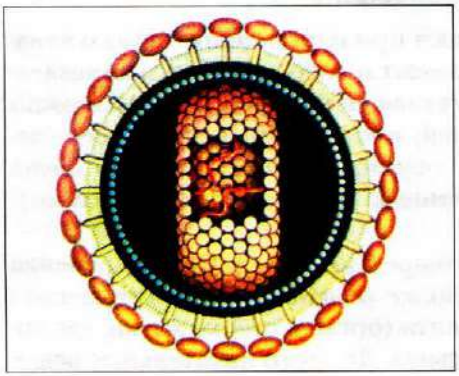


Рис. 96. Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), вызывающий СПИД

Вирус СПИДа передается от больного человека здоровому при половых контактах и при попадании его непосредственно в кровь, например при переливании зараженной крови или от шприца, которым раньше пользовался больной, а также от больной матери рожденному ею ребенку. Вот почему СПИД особенно широко распространен в среде наркоманов, не стерилизующих шприцы, которыми они вводят наркотик. К СПИДу нередко приводят и случайные связи.

Сложность борьбы с этим заболеванием состоит еще и в том, что болезнь первое время себя никак не проявляет и обнаружить ее можно только путем лабораторного анализа крови, сделанного по специальной методике. Этот анализ позволяет выявить антитела, возникающие в ответ на внедрение вируса СПИДа, а если есть антитела, то, следовательно, есть и вирус-антиген, который их вызвал.

К болезням, передающимся половым путем, относятся и *венерические болезни*. Их особенность состоит в том, что первыми чаще всего поражаются генеративные (половые) органы, а затем инфекция распространяется на весь организм. На них невозможно выработать иммунитет, человек, излечившийся от болезни, может заразиться ею вновь. Остановимся на двух наиболее распространенных болезнях – *сифилисе* и *гонорее*.

Заражение сифилисом происходит не только при половых контактах, но и при попадании возбудителя болезни – бледной трепонемы в кровь здорового человека через небольшие ссадины на коже. Это может произойти при пользовании посудой, одеждой, бритвенными принадлежностями, сигаретами и другими вещами, которые были у больного, а также при поцелуях.

Признаки болезни появляются через 3–4 недели после заражения. На месте внедрившейся инфекции образуется плотная ссадина или язва – твердый шанкр. Она безболезненная и резко отграничена от здоровой ткани. Вскоре твердый шанкр исчезает без всякого лечения, и человек чувствует себя здоровым. Но это состояние обманчиво. Возбудитель распространяется по всему организму, и через 1–2 недели на коже периодически появляется сыпь. Затем она проходит, но через некоторое время могут начаться головные боли, боли в костях. В запущенных случаях поражается нервная ткань спинного мозга, теряется чувствительность ног, проваливается нос, поражаются зубы, появляются тяжелые поражения кожи и внутренних органов. Сифилис передается по наследству. В наше время сифилис успешно лечат. Однако успех лечения во многом зависит от стадии заболевания. Запущенные случаи поддаются лечению с трудом.

Гонорею вызывают микробы гонококки. Инфекция передается при половых контактах, а также через вещи, которыми пользовался больной. Недопустимо пользоваться чужими трусами, колготками, мочалками, так как через эти вещи можно заразиться гонореей и другими венерическими болезнями.

Признаками заболевания являются гнойные выделения из половых органов, сильная резь при мочеиспускании. Гнойные выделения заметны утром, после сна. Инфекция распространяется и захватывает мочевой пузырь, почки, а также внутренние половые органы.

СПИД и венерические болезни представляют большую опасность, поэтому лица, виновные в их сознательном распространении, несут административную и уголовную ответственность.

1. Чем врожденные заболевания отличаются от наследственных?
2. Какие болезни называются венерическими? В чем их особенность?
3. Как происходит размножение вирусов, вызывающих СПИД?
4. Перечислите пути распространения инфекции, вызывающей СПИД. В чем сложность борьбы с этим заболеванием? Каковы меры профилактики?
5. Как происходит заражение сифилисом и каково течение этой болезни?
6. В чем проявляется заболевание гонореей и каковы меры профилактики?

Обобщение

Наследственные болезни возникают при нарушении генного аппарата. Врожденные заболевания связаны с повреждением организма ребенка в период внутриутробного развития.

К болезням, передающимся половым путем, относится СПИД, вызываемый вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ). Человек заражается ВИЧ при половых контактах с больным СПИДом, при попадании вируса ВИЧ в кровь здорового человека и от больной матери к рожденному ею ребенку. Венерические болезни вначале чаще всего поражают половые органы, но затем инфекция распространяется на весь организм. Особенно опасны сифилис и гонорея.

Основные понятия

Венерические болезни: гонорея, сифилис. Вирус иммунодефицита (ВИЧ): синдром приобретенного иммунодефицита (СПИД).

§ 65 Внутриутробное развитие организма. Развитие после рождения

Созревание плода. Можно сказать, что каждый человек «начинается» с одной оплодотворенной яйцеклетки — зиготы. Обычно оплодотворение происходит в маточной трубе. Сперматозоид проникает внутрь яйцеклетки, и после слияния их ядер начинается дробление (рис. 97). *Зародыш* приобретает вид полого внутри многоклеточного шарика с ворсинками на поверхности. Когда зародыш спускается в матку, ворсинки цепляются за ее рыхлые стенки и прирастают к ней. Через эти ворсинки из крови матери поступают необходимые зародышу питательные вещества и кислород (рис. 98).

Какие же органы развиваются в первую очередь? Оказывается, развитие происходит неравномерно. Прежде всего формируются хорда, спинной и головной мозг, кишечник, печень и сердце. В месте прикрепления зародыша к матке образуется *плацента*. Ее называют также детским местом, потому

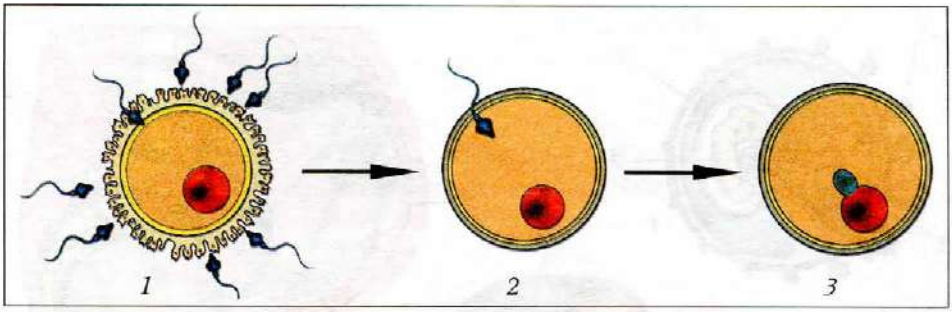


Рис. 97. Этапы оплодотворения:
1 – сперматозоиды у яйцеклетки; *2* – проникновение одного из них в яйцеклетку; *3* – слияние ядер сперматозоида и яйцеклетки

что здесь кровеносные сосуды матери соприкасаются с сосудами плода. Плодом зародыш начинают называть только после образования плаценты (рис. 99, А).

От детского места отходит *пупочный канатик*, по которому в тело плода идут кровеносные сосуды. Отдав кислород и питательные вещества тканям плода, кровь возвращается к детскому месту, где снова обогащается питательными веществами и кислородом.

Зародыш не сразу становится похожим на маленького человечка. Бытует мнение, что сначала он напоминает рыбу, потом ящерицу, наконец человека. Немецкие ученые Геккель и Мюллер даже сформулировали закон: в индивидуальном развитии организм повторяет историю развития своего вида. Это так и не так. Действительно, на определенном этапе у человеческого плода есть жаберные дуги, такие же, как у личинок рыб, есть период, когда у плода как у пресмыкающегося, появляется хвост, который впоследствии исчезает. Но затруднительно назвать такую стадию зародыша или плода, на которой он был бы похож на рыбу или пресмыкающееся, потому что развитие органов идет с разной скоростью (рис. 99, Б).

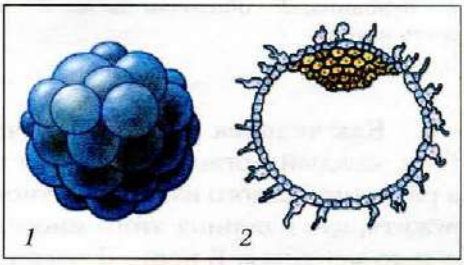


Рис. 98. Развитие зародыша:
1 – оплодотворенная яйцеклетка после окончания дробления;
2 – зародыш в разрезе (синим цветом показана наружная оболочка с ворсинками, с помощью которых зародыш внедряется в стенку матки и питается; желтым – клетки зародыша, из которых будут развиваться тело зародыша и его внутренние оболочки)

Созревание плода продолжается 40 недель, после чего на свет появляется ребенок. С первым криком новорожденного расправляются его легкие, и он начинает самостоятельно дышать (рис. 99, В).

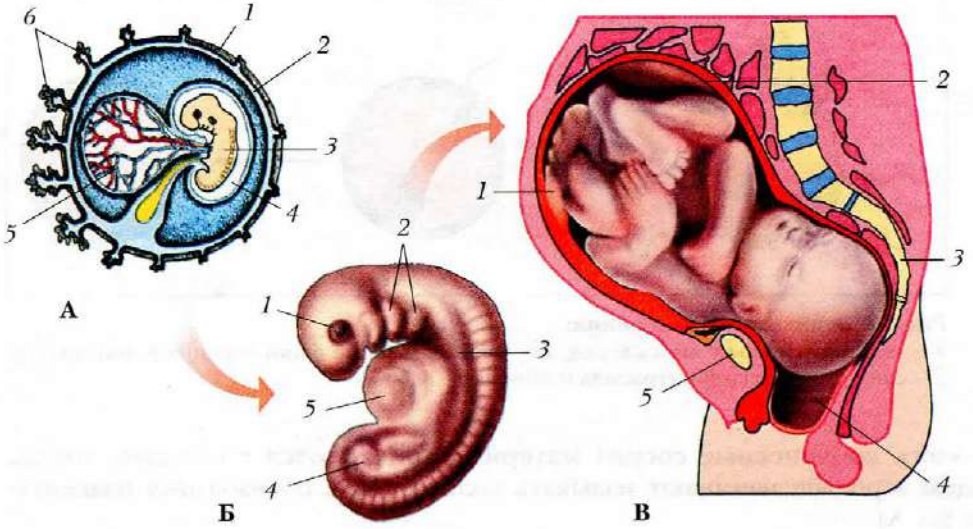


Рис. 99. Образование и развитие плода:
А — четырехнедельный плод в матке, образование плаценты:
1 — наружная оболочка; *2* — внутренняя оболочка; *3* — плод; *4* — плодная жидкость; *5* — сосуды пупочного канатика, участвующие в образовании плаценты; *6* — ворсинки наружной оболочки, врастающие в стенку матки;
Б — четырехнедельный плод:
1 — закладка глаза; *2* — жаберные дуги; *3* — зачаток руки; *4* — зачаток ноги; *5* — сердце;
В — положение плода в матке перед рождением:
1 — пуповина; *2* — оболочки плода; *3* — крестец матери; *4* — плодный пузырь; *5* — тазовая кость матери

Как человек растет. *Рост* человека идет неравномерно. Каждая часть тела, каждый орган развивается по своей программе. Если сравнить рост и развитие каждого из них с бегуном на длинную дистанцию, то нетрудно обнаружить, что в период этого многолетнего «бега» лидер соревнования непрерывно меняется. В первый месяц зародышевого развития лидирует голова. У двухмесячного плода голова по величине превосходит туловище (рис. 100). Это и понятно: в голове находится головной мозг, а он является важнейшим органом, согласующим и организующим сложную работу органов и систем. Так же рано начинается развитие сердца, кровеносных сосудов и печени.

У новорожденного ребенка голова достигает половины своего окончательного размера. До 5–7-летнего возраста идет быстрый прирост массы и длины тела. При этом руки, ноги и туловище растут поочередно: вначале — руки, затем — ноги, потом — туловище. Размер головы в этот период увеличивается медленно.

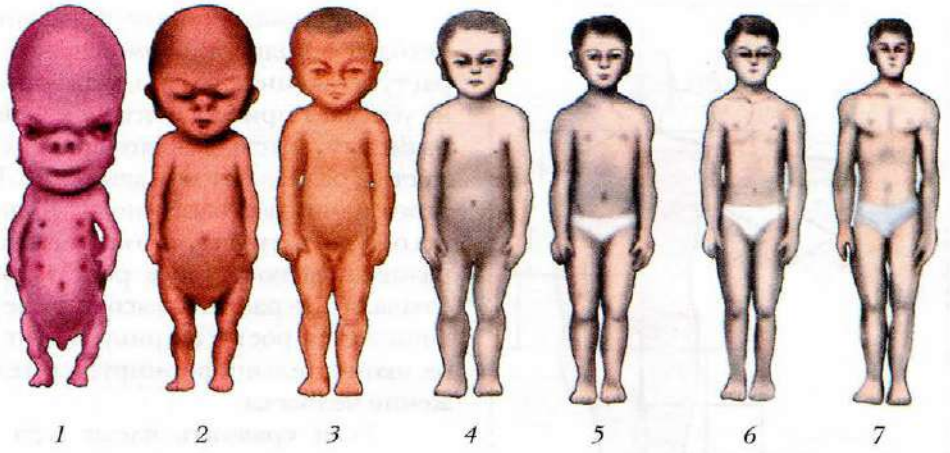


Рис. 100. Изменение пропорций тела с возрастом:
1 – двухмесячный плод; *2* – четырехмесячный плод; *3* – новорожденный; *4* – 2 года; *5* – 6 лет; *6* – 12 лет; *7* – 25 лет

Важным событием в жизни каждого человека является *полуростовой скачок*. Его называют полуростовым потому, что после его прохождения длина тела достигает половины окончательной величины. О том, прошел он или нет, можно судить по так называемому *филиппинскому тесту* (рис. 101). Ребенку предлагают перекинуть руку через макушку головы и дотянуться до противоположного уха. Если это удается, полуростовой скачок прошел. Обычно это бывает в 5–7-летнем возрасте.

Чем же важен этот момент? Во-первых, тем, что изменилось строение грудной клетки и брюшное дыхание сменилось грудобрюшным: человек может дышать не только с помощью диафрагмы, но и используя грудные мышцы. Во-вторых, начали работать сосудосуживающие рефлексы. Теперь организму не нужно вырабатывать много тепла, оно расходуется экономнее: если холодно, кожные сосуды сужаются, и проходящая по ним кровь теряет меньше тепла.

В младшем школьном возрасте от 7 до 10 лет рост идет медленнее. Если раньше более быстро росли руки и ноги, то теперь лидером становится туловище. Оно растет равномерно, так что пропорции тела не нарушаются.

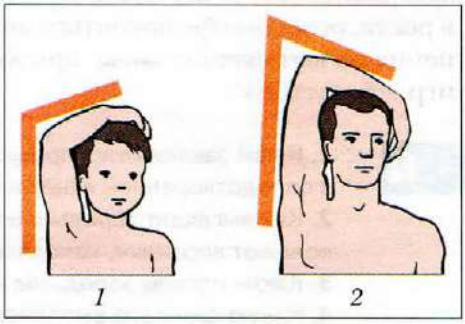


Рис. 101. Филиппинский тест:
1 – отрицательный;
2 – положительный

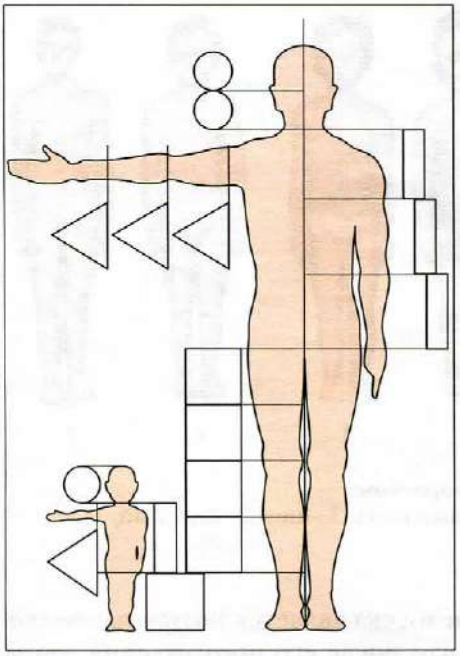


Рис. 102. Диаграмма роста головы, рук, туловища

Следующий ростовой скачок происходит в подростковом возрасте. Руки растут так интенсивно, что организм не успевает приспособиться к их новым размерам, отсюда некоторая неуклюжесть и размашистость движений. После этого начинают расти ноги. Только когда они достигнут своего окончательного размера, включается в рост туловище. Сначала оно растет в высоту, а уже затем начинается рост в ширину. В этот период окончательно формируется телосложение человека.

Если сравнить части тела новорожденного и взрослого человека, то окажется, что размер головы вырос всего в два раза, туловище и руки — стали больше в три раза, длина же ног увеличилась в пять раз (рис. 102).

Наряду с ростом тела идет его *развитие*. Рост и развитие человека у разных людей происходят в разные сроки, поэтому анатомы, врачи, физиологи различают *календарный возраст* и *биологический возраст*. Последний для каждого человека свой. Может случиться, что люди, находящиеся в одном и том же биологическом возрасте, календарно могут различаться на 2–3 года, и это совершенно нормально. Девочки, как правило, развиваются быстрее. У многих мальчиков развитие несколько задерживается, и все это в пределах нормы. Так что тем, кто пока отстает в росте, особенно беспокоиться не стоит. Стимулируют рост различные упражнения на вытяжение: висы, прыжки, работа на перекладине. Из спортивных игр — баскетбол.

1. В чем заключается процесс оплодотворения? Сколько хромосом имеется в оплодотворенной яйцеклетке (зиготе)?

2. Как выглядит зародыш после окончания дробления? Какую функцию выполняют ворсинки, находящиеся на наружной оболочке?

3. Какие органы зародыша и плода формируются в первую очередь?

4. Какую функцию выполняет плацента?

5. В чем заключается закон Геккеля — Мюллера и почему он проявляется лишь частично?

6. О чем может сообщить филиппинский тест?

7. Каковы особенности роста и развития в младшем школьном и в подростковом возрасте?

8. Чем календарный возраст отличается от биологического?

Обобщение

В процессе индивидуального развития зародыш и плод повторяют историческое развитие вида (закон Геккеля – Мюллера). Однако это повторение не является полным, поскольку органы развиваются с разной скоростью. Созревание плода продолжается 40 недель, после чего на свет рождается ребенок. Рост частей тела человека после рождения тоже идет неравномерно. Важным показателем развития организма является появление менструаций у девушек и поллюций у юношей, оно говорит о наступлении биологической зрелости. Календарный возраст исчисляется с даты рождения, биологический отражает степень физического развития субъекта.

Основные понятия

Рост и развитие: календарный возраст и биологический возраст. Плод, зародыш (плацента, пупочный канатик). Полуростовой скачок. Филиппинский тест.

§ 66 О вреде наркогенных веществ

К *наркогенным*[1] *веществам* относят *никотин, алкоголь, наркотики, токсины* (яды). Многие люди, особенно в молодом возрасте, безжалостно относятся к своему организму. Некоторые подростки, стараясь казаться взрослыми, начинают курить, и постепенно это «баловство» становится привычкой. Наркогенные вещества, к которым принадлежит и никотин, содержащийся в табаке, легко включаются в обмен веществ и вмешиваются в нервную и гуморальную регуляцию, нарушая и ту и другую. Вначале действие этих веществ вызывает неприятные ощущения, но потом человек к ним привыкает, они становятся ему необходимы. Так, у начинающего курильщика могут возникнуть кашель, головокружение, тошнота, доходящая иногда до рвоты, сильная головная боль и пр. В большинстве случаев это полезные рефлексы, позволяющие вывести яд из организма.

По утрам у курящих, как правило, появляется сильный кашель. Ночью человек не курит. Рецепторы, находящиеся в стенках бронхиального дерева

[1] От греч. narkôsis – *онемение, оцепенение;* genês – *рождающий.*

и трахеи, выходят из-под наркоза и снова начинают реагировать на табачный деготь, который осел на их стенках. Кашель выводит мокроту, темную от табачной копоти. Но у курильщика, привыкшего к табаку, начинается реакция на недостаток наркотика. Возникает потребность курить, с которой трудно бывает справиться. Новая затяжка, и кашель проходит, поскольку рецепторы снова попадают в состояние наркоза и перестают реагировать на табачный деготь.

Курение увеличивает опасность заболевания человека раком легких. Среди больных раком легких — 97% курильщиков. Риск этого заболевания тем выше, чем в более молодом возрасте человек пристрастился к табаку.

То, что курить вредно, знают все. Но некоторые подростки рассуждают так: «Если я, не затягиваясь, подержу дым во рту, а потом выпущу через рот или нос, вреда не будет. Ведь газообмен идет в альвеолах легких, а дым туда не попадет».

На первый взгляд такое рассуждение кажется правильным, но надо знать свойства веществ, находящихся в табачном дыме. Никотин, так же как и некоторые лекарственные вещества, например нитроглицерин, валидол, легко всасывается. Не стоит забывать и о том, что в носовой полости есть множество кровеносных капилляров, через которые никотин и другие вещества, содержащиеся в табачном дыме, также попадают в кровь. Кроме того, он прекрасно растворяется в слюне и попадает в желудок, а затем через пищеварительный тракт в кровь.

У курильщиков происходит разрыхление зубной эмали. Никотин и частички табака раздражают стенки желудка, вызывают его воспаление — *гастрит*. Курение создает условия для развития *язвы желудка* и *двенадцатиперстной кишки*. Эти болезни встречаются у курящих людей в 2–3 раза чаще, чем у некурящих. Ядовитые вещества табачного дыма способствуют развитию рака различных органов пищеварительной системы.

Никотин вредно влияет как на легочное, так и на тканевое дыхание. Всосавшись в кровь, никотин поражает нервные узлы, регулирующие работу сердца и сосудов. Вначале они стимулируют работу этих центров, а затем тормозят. В результате начинаются частые сердцебиения, сопровождающиеся перебоями сердечной деятельности. Происходит сужение сосудов сердца и ног. Следствием этого являются сердечные приступы и *перемежающаяся хромота* — резкие спазмы сосудов ног, из-за которых невозможно продолжать движение. Приходится ждать, пока они пройдут и восстановится кровообращение. В запущенных случаях развивается *гангрена*, и ногу приходится ампутировать. Из-за сужения мозговых сосудов снижается память. Субъективное чувство бодрости и повышения работоспособности длится недолго, потом оно сменяется сонливостью, которую курильщик пытается снять новой порцией табачного дыма. Но поскольку это можно сделать далеко не всегда, возникает неудовлетворенная потребность в табаке, из-за которой человек не может ни на чем другом сосредоточиться.

Среди наркогенных веществ особую группу составляют наркотики и токсические вещества – сильнейшие яды, отравляющие организм.

Коварство их состоит в том, что они, быстро включаясь в обмен веществ, нарушают его и становятся для организма необходимыми. После наркотического опьянения, когда наркотик перестает действовать, торможение центров положительных эмоций приводит к резкому возбуждению центров отрицательных эмоций (закон взаимной индукции возбуждения–торможения). При этом наркоман испытывает не только душевный дискомфорт, но и физические страдания. Наступает состояние *абстиненции* (реакция на отмену наркотика). Наркоманы называют это состояние ломкой. Абстиненция сопровождается невыносимой болью в шее, костях, животе, суставах. Снять боль можно лишь введением новой порции наркотика, причем каждый раз все большей и большей дозы. После чего снова начинается ломка. Возникает порочный круг, вырваться из которого наркоману очень трудно. Только упорное лечение у нарколога и врача-психотерапевта дает шанс на излечение.

Алкоголь – тоже опасное наркогенное вещество. Его специфика состоит в том, что он влияет не только на физическое состояние человека, но и на его психику. Известны многие психические болезни, вызываемые алкоголем. Так, патологическое опьянение под действием небольших доз спиртного вызывает у человека состояние, близкое к аффекту, и он становится опасным и для себя, и для окружающих. *Белая горячка* сопровождается угрожающими галлюцинациями, запоем и пр. В состоянии белой горячки алкоголик может выброситься из окна, потому что ему кажется, что его преследуют какие-то фантастические существа.

Очень чутко реагирует на присутствие алкоголя в организме сердце. Нарушается его работа, учащается сердцебиение, появляется одышка, развивается ожирение сердечной мышцы. Человек становится слабым, теряет работоспособность. Алкоголь раздражает слизистые оболочки стенок желудка и других органов пищеварения. Постоянное раздражение приводит к развитию гастрита, язв, рака желудка и других органов. Смешиваясь с пищеварительными соками в желудке, кишечнике, алкоголь затрудняет переваривание пищи, нарушает работу печени. Ее клетки перерождаются, заменяются жировыми клетками. Это приводит к тяжелому заболеванию – *циррозу печени:* она перестает выполнять свои функции. Особенно быстро возникают эти «болезни поведения» у пьющих подростков, так как ткани их пищеварительных органов еще нежные и легкоранимые. Употребление алкоголя быстро приводит к истощению и отравлению организма подростка. При этом задерживаются рост и физическое развитие. Очень тяжело сказывается на потомстве алкоголизм родителей, особенно матери, злоупотреблявшей спиртными напитками во время беременности. *Алкогольный синдром плода* – одно из тяжелейших заболеваний. Страдает не только физическое развитие, но и нервная система, психика, интеллект детей, рожденных от алкоголиков.

1. Какие вещества содержатся в табачном дыме и как они влияют на здоровье?
2. Как влияет курение на дыхательную и пищеварительную системы?
3. Безопасно ли курение без затяжки?
4. Как действует никотин, содержащийся в табачном дыме, на кровеносную и нервную системы?
5. Как развивается пристрастие к табаку и другим наркогенным веществам?
6. Как влияет на здоровье употребление спиртных напитков?
7*. Что такое алкогольный синдром плода? Как он возникает?

Обобщение

Никотин, алкоголь, наркотики и токсические вещества относятся к наркогенным веществам. Они способны нарушать обмен веществ и регуляторные функции нервной и эндокринной систем. При привыкании наркогенные вещества становятся потребностью организма, и человек вынужден прибегать к ним, чтобы избежать абстиненции — болезненной реакции на их отмену. Возникает порочный круг: наркогенное вещество продолжает подрывать здоровье, а отказ от него приводит к новым страданиям. Наркогенную зависимость легче предупредить, отказавшись от наркогенных веществ, чем лечить ее последствия.

Основные понятия

Наркогенные вещества: никотин, алкоголь, наркотики, токсины. Абстиненция. Рак легких. Гастрит. Язва желудка и двенадцатиперстной кишки. Перемежающаяся хромота. Спазмы сосудов. Гангрена. Белая горячка, запой. Цирроз печени.

§ 67 Психологические особенности личности

Темперамент

Люди рождаются неодинаковыми прежде всего потому, что обладают разными *типами нервной системы*, или *темперамента* (рис. 103). В зависимости от выносливости и силы основных нервных процессов возбуждения и торможения И.П. Павлов разделил всех людей на тех, у которых нервная система сильная, и на тех, у кого она слабая и чувствительная.

Люди со слабой нервной системой относятся к *меланхоликам*. Из-за слабости нервных процессов они обладают сравнительно низким уровнем психиче-

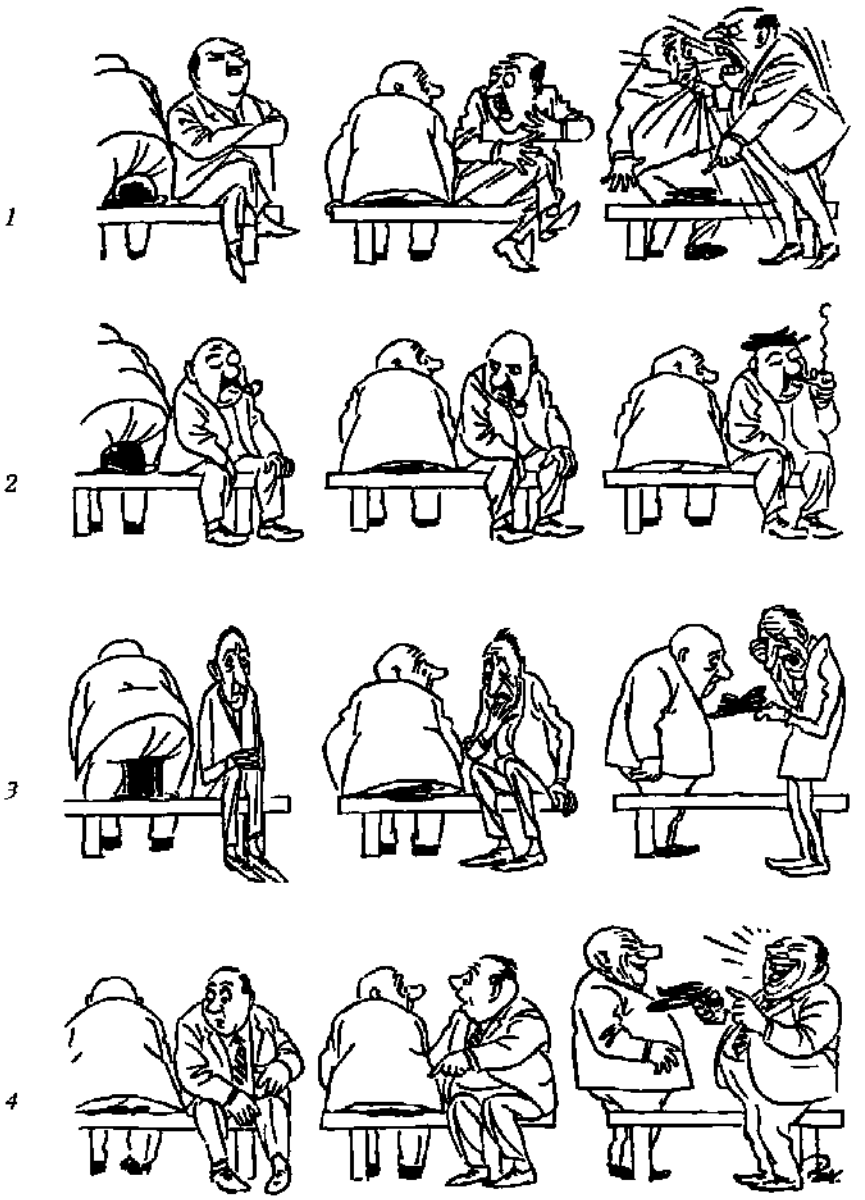


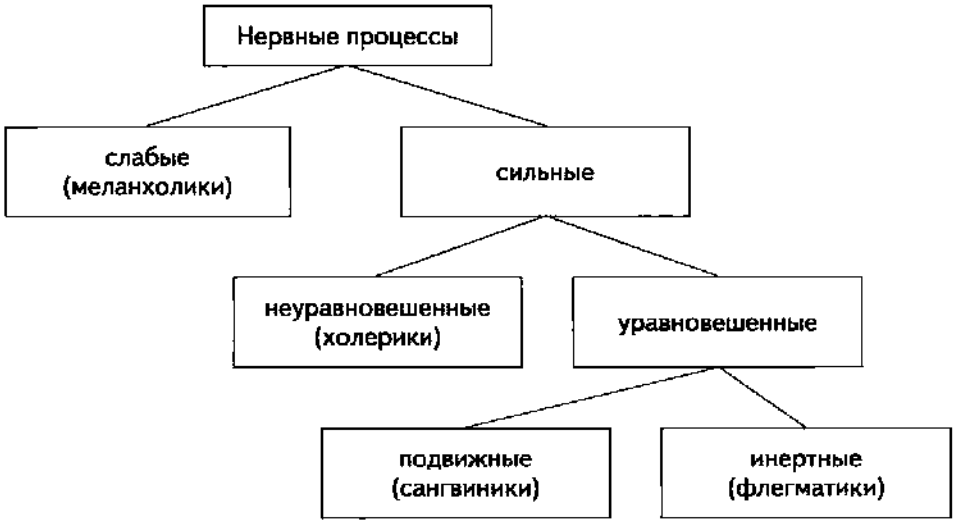
Рис. 103. Четыре типа темперамента в карикатурах датского художника Херлуфа Бидструпа:
1 – холерик; *2* – флегматик; *3* – меланхолик; *4* – сангвиник

ской активности, медлительностью, сдержанностью в движениях. Эмоции их глубоки и устойчивы, но внешне слабо выражены.

Люди с сильной нервной системой различаются по темпераменту. Среди них имеются такие, у которых сильный процесс возбуждения, но слабый процесс торможения. Это, как правило, энергичные, но очень несдержанные люди, нередко агрессивные. Они составляют группу *холериков*, людей с сильной, но неуравновешенной психикой и преобладанием процессов возбуждения.

Среди людей с сильной и уравновешенной нервной системой выделяют сангвиников и флегматиков. У *сангвиников* процессы возбуждения и торможения подвижны, легко сменяют друг друга. У *флегматиков* эти процессы с трудом сменяют друг друга, отличаясь большой инертностью.

Рассмотрите схему, показывающую особенности нервных процессов у людей с разными темпераментами:



Темпераменты не могут быть плохими или хорошими. Так, меланхолический темперамент имели Ч. Дарвин, Н.В. Гоголь, Ф. Шопен. Холерическим темпераментом обладали А.С. Пушкин, В.И. Ленин, А.В. Суворов. К сангвиникам принадлежали А.И. Герцен и немецкий композитор В.А. Моцарт, к флегматикам – полководец М.И. Кутузов и баснописец И.А. Крылов. Все они стали историческими личностями, и темперамент не помешал им, так как под влиянием воспитания многие недостатки темперамента можно преодолеть.

Характер

Под характером понимают совокупность устойчивых черт личности, складывающихся под влиянием воспитания и самовоспитания, деятельности, общения с другими людьми. Характер обусловливает типичную для данного человека манеру поведения. Зная характер человека, в какой-то степени можно предсказать его поступки. Если темперамент является врожденным свойством человека, то характер приобретается в процессе жизни и отражает индивидуальное своеобразие личности.

Экстраверты и интроверты. Если у человека общительный характер, он как бы повернут к другим людям, живет интересами других людей, нередко забывая о собственных неудобствах и нуждах, этот человек относится к *экстравертам*. Такие люди имеют много друзей, быстро приспосабливаются к обстановке, легко входят в любой коллектив и нередко становятся лидерами.

Интроверты сосредоточены на собственных внутренних переживаниях. Они часто эгоистичны, думают только о себе и нередко переоценивают свои возможности. Для них характерны замкнутость, пассивность. Интровертам труднее включиться в новый коллектив, им кажется, что все пристально оценивают их внешность, поступки. Они часто размышляют, что сделали так, а что не так. В результате этого, нередко изнуряющего самоанализа у многих из них теряется уверенность в себе, развивается мнительность.

На характер большое влияние оказывают волевые качества человека. Есть люди, способные добиваться своего любой ценой, правдами и неправдами. Они настырны, неуступчивы, не умеют признавать, а тем более исправлять свои ошибки. Им важно настоять на своем даже вопреки делу и здравому смыслу. Эти люди не отличаются гибкостью, не умеют прислушиваться к чужому мнению и часто попадают впросак.

Другая крайность – мягкий характер, уступчивый, внушаемый, легковерный. Для этих людей мнения других значат больше, чем свое собственное. Они нередко соглашаются на все, что им предлагают, и иногда могут, сами того не желая, стать невольными соучастниками противоправного действия.

Каждый человек живет в обществе, где действуют определенные законы, этические нормы, правила поведения. Если они становятся достоянием личности, возникает система ценностей, которая способна регулировать поведение человека и вызывать душевное беспокойство всякий раз, когда по каким-либо причинам он отступает от своих нравственных убеждений. Главным регулятором поведения в этом случае выступает *совесть* как интегральное качество личности. Именно совесть побуждает человека к самосовершенствованию и удерживает от плохих поступков.

Интересы, склонности и способности

Каждый из нас по собственному опыту знает, что не ко всем событиям и предметам мы относимся с равным *интересом*. Одни нас привлекают, другие оставляют равнодушными, третьи вызывают неприязнь. Так, кому-то из вас больше нравится математика, кому-то — гуманитарные предметы или естественные. Этот познавательный интерес — форма проявления потребности в получении важных для человека знаний. Как и любая потребность, познавательный интерес временами обостряется, затем на некоторое время отходит на задний план, обычно после того, как мы получили очередную порцию информации, а потом, через некоторое время, вновь обостряется. При изучении интересной для вас области знаний возникают положительные эмоции. Они обостряют восприятие, память, мысль.

Психологи различают интересы и склонности. *Интерес* — это потребность в определенной информации. *Склонность* — это предрасположенность к определенным видам деятельности. Многие люди интересуются медициной, но далеко не все из них обладают склонностью к работе врача и медсестры.

Интересы не всегда совпадают со склонностями, и это нередко оборачивается трагедией. Как часто бывает, увлекательные рассказы о медиках приводят молодых людей в мединституты, но через некоторое время они понимают, что ошиблись дверью, что им не осилить множества сложных терминов, да и самих медицинских обязанностей. Приходится менять профессию. Обычно такие люди говорят, что у них нет способностей к медицине.

Что же такое способности? *Способностями* называют индивидуальные психологические особенности личности, являющиеся необходимым условием успешного выполнения той или иной деятельности.

Способности складываются из природных задатков, которые развиваются и совершенствуются в процессе деятельности в избранной области. Поясним это примером.

Для успешной игры на фортепьяно нужно, чтобы у человека были сильные руки, большие кисти, длинные пальцы с крепкими суставами, музыкальный слух, хорошая моторика, чувство ритма. Если человек имеет соответствующие задатки, ему будет легче овладеть музыкальным инструментом, чем тому, у кого этих задатков нет. Возможности неспособного человека будут значительно ограничены, если его пальцы едва-едва дотягиваются до октавы, но и с ними можно научиться играть простые пьесы, не требующие высокой техники. Из способного человека может выйти хороший пианист, если он будет ежедневно заниматься и не пожалеет на это труда. Воспринимать мелодию на слух, читать с листа, бегло играть гаммы без обучения невозможно. И если лентяй с блестящими способностями будет мало работать, то он вскоре превратится в лентяя с весьма сомнительными способностями, потому

что все, что не развивается, деградирует. Это биологический закон, равно проявляющийся и в работе мышц, и в работе мозга.

Но чтобы способности к какому-то делу проявились, необходимо, чтобы существовало само это дело. Конечно, и в XVII в. нашлись бы люди, способные заниматься радиотехникой и быть неплохими программистами, но тогда не было ни радио, ни компьютеров, и эти способности никак проявиться не могли.

Абсолютно неспособных людей нет, каждый к чему-то способен, но раскрыться способности могут лишь в том случае, если человек найдет для себя подходящее дело. Тогда он будет счастлив сам и сможет принести наибольшую пользу другим и всему обществу в целом.

Рано или поздно перед каждым человеком встает задача, кем стать, как найти специальность, которая помимо морального удовлетворения давала бы известный материальный достаток. К сожалению, человек рождается лишь с задатками, не предназначенными для определенного дела. Если пчела генетически приспособлена быть либо маткой, либо рабочей пчелой или трутнем в зависимости от набора генов и последующего вскармливания, то человек такой четко очерченной программы не имеет. Он может приобрести любую специальность, и в этом его большое преимущество, поскольку с развитием техники появляются новые отрасли науки, искусства и промышленности, которых несколько лет назад просто не существовало. Каждая из них требует своего набора способностей. Наличие задатков позволяет в процессе жизни развить именно те, которые помогут овладеть новым делом или компенсировать недостатки, которыми обладали даже великие люди.

При выборе специальности приходится сочетать личные интересы и склонности с теми рабочими местами, которые предоставляет общество. Найти себя — важная и нелегкая задача для каждого человека.

Обычно в молодости человеку хочется получить престижную профессию. Кто из мальчиков не мечтал стать космонавтом, летчиком, знаменитым каскадером или музыкантом? Однако проходит время, и человек выбирает себе более скромную профессию с учетом своих способностей и склонностей, материального достатка, семейных возможностей.

Путь к будущей специальности лежит через школу. Перед каждым школьником открывается широкий выбор возможностей. Можно пойти на работу после окончания девятилетки. Работа, по всей видимости, не будет квалифицированной, зато не потребует длительного обучения и принесет нужный достаток семье. Необходимое среднее, а то и высшее образование при желании можно получить позже, через систему заочного обучения. Можно после школы пойти в институт или в армию и получить специальность там. В любом случае включение человека в общественную жизнь даст ему возможность быть материально независимым, содержать семью, а в будущем иметь обеспеченную старость.

Желаем вам найти свой путь и свое дело в жизни. А для этого нужно одно главное условие, которое выражено в девизе древнегреческого философа Сократа: «Познай себя!»

?

1. Чем различаются темперамент и характер?
2. Охарактеризуйте экстравертов и интровертов.
3. Как сказываются на характере волевые качества человека?
4. В чем различие между интересами человека и его склонностями? Всегда ли эти свойства личности совпадают?
5. Что такое способности и каковы условия их развития?
6*. Найдите на карикатурах датского художника Х. Бидструпа меланхолика, холерика, сангвиника и флегматика и расскажите об особенностях их высшей нервной деятельности.

Обобщение

Темперамент, характер, интересы и склонности, способности составляют психологические особенности личности. Темперамент основан на типологических врожденных особенностях нервной системы.
Под характером понимают совокупность устойчивых черт личности, складывающихся под влиянием воспитания и самовоспитания.
Интересы личности — это форма проявления познавательных потребностей, определенная направленность сознания на получение информации в определенной области знаний. Склонность — это предрасположенность к определенным видам деятельности. Интересы и склонности не всегда совпадают.
Под способностями понимают индивидуальные психические свойства личности, являющиеся необходимым условием успешного выполнения той или иной деятельности. Способности складываются из природных задатков и развиваются в процессе обучения и трудовой деятельности в избранной области.

Основные понятия

Темпераменты: меланхолик, холерик, флегматик, сангвиник. Характер: экстраверты, интроверты. Интересы. Склонности. Способности. Совесть.

Проверьте себя

Ответьте на вопросы и выполните задания

1. Сколько хромосом имеют половые клетки человека, а сколько соматические?
2. От чего зависит пол ребенка?
3. Рассмотрите рис. 94, найдите место, где изображен процесс овуляции. Определите по схеме, через сколько дней он происходит со дня начала предшествующей менструации.
4. Рассмотрите рис. 95. Найдите органы, входящие в мужскую половую систему и не входящие в нее.
5. Разберите по рис. 97 этапы оплодотворения. Скажите: какой пол будет у родившегося ребенка, если половая хромосома сперматозоида Y?
6. Как происходит развитие зародыша до образования плаценты?
7. Почему закон Геккеля — Мюллера, утверждающий, что в индивидуальном развитии повторяется историческое развитие вида, осуществляется лишь частично?
8. Рассмотрите рис. 99, 100 и объясните, почему формирование органов происходит неравномерно и как это сказывается на пропорциях тела.
9. В чем различие наследственных и врожденных заболеваний?
10. Чем опасны венерические заболевания и СПИД?
11. Как влияют на организм табакокурение и алкоголь?
12. Как действуют наркотики на организм?
13. Какие свойства человеческой личности (темперамент, характер) определяются наследственностью, а какие приобретаются в общении с другими людьми, в результате воспитания и самовоспитания?
14. Какой тип высшей нервной деятельности характерен для темперамента: меланхолика? холерика? сангвиника? флегматика?
15. Что такое характер? Как происходит его формирование?
16. Какое влияние интересы, склонности и способности оказывают на выбор профессии?

Дополните утверждения

1. Зародыш становится плодом после образования ...
2. Яйцеклетка развивается в пузырьке, называемом ...
3. Отторжение внутренней поверхности стенки матки, сопровождающееся кровотечением, называется ... Она происходит, если яйцеклетка оказалась ...
4. Перемежающаяся хромота является следствием ...

Отметьте верные высказывания

1. В яйцеклетке человека содержится 23 хромосомы.
2. Во всех сперматозоидах человека присутствует Y-хромосома.
3. Овуляция у девушек сопровождается кровотечением.
4. Опухание молочных желёз у мальчиков и появление секрета — результат гормональной перестройки при половом созревании и лечения не требует.
5. Благодаря наружным ворсинкам, расположенным на оболочке, зародыш укрепляется в стенке матки и получает из нее питательные вещества.
6. Многососковость у двухмесячного плода говорит о том, что предки человека могли одновременно вскармливать более двух детенышей.
7. Твердый шанкр является симптомом СПИДа и гонореи.
8. Люди меланхолического темперамента имеют слабый тип высшей нервной деятельности.
9. Экстраверты — общительные люди, живущие интересами других людей, нередко в ущерб своим собственным интересам.

Выберите правильный ответ

1. Оплодотворение происходит ...
   а) в матке;
   б) в маточной трубе;
   в) в яичнике;
   г) в семенных пузырьках.
2. Оплодотворенная яйцеклетка называется ...
   а) сперматозоидом;
   б) плодом;
   в) зиготой;
   г) зародышем.
3. Болезни, возникающие при нарушении генного аппарата, называются ...
   а) врожденными;
   б) наследственными;
   в) венерическими.
4. Люди, обладающие сильной нервной системой, уравновешенной, но малоподвижной, относятся ...
   а) к сангвиникам;
   б) к флегматикам;
   в) к меланхоликам;
   г) к холерикам.

Мясо ли «дикое мясо»?

Случалось ли вам видеть вокруг вросшего ногтя большого пальца ноги целую гроздь красной ткани, которую в народе называют «диким мясом»? Мы уже говорили, что далеко не всегда бытовые названия совпадают с научными. Попробуем разобраться и в этом.

Мясо — это товарное название пищевого продукта, в состав которого входят скелетные мышцы домашних животных, употребляемых в пищу. Если речь идет о живом животном, то слово «мясо» не употребляется, говорят о мышцах или мускулах, что одно и то же. Мышца — это русский термин, мускул — латинский.

Наросты, о которых мы говорили, к мышечной ткани никакого отношения не имеют. Это разросшаяся соединительная ткань. Вы знаете о свойстве соединительной ткани замещать ткани других видов, если они выходят из строя. Но эти ткани никогда не заменяют функции утраченных тканей. «Дикое мясо» не может сокращаться, как сокращаются мышцы. Шрамы на коже никогда не загорают, так как они состоят тоже из соединительной ткани и не обладают свойствами эпидермиса кожи человека. Печень алкоголика, больного циррозом печени, тоже состоит из соединительной ткани. Она включает много жировых клеток, но она не может выполнять функции клеток печени: образовывать желчь, устранять ядовитые вещества, преобразовывать глюкозу в гликоген, создавать заменимые аминокислоты, которых не хватает в организме. Больной циррозом — человек, являющийся глубоким инвалидом.

Таким образом, грозди соединительной ткани, образующиеся иногда на поврежденной коже человека, никакого отношения к мышечной ткани не имеют, и называть их «диким мясом» ошибочно.

Почему при подъеме тяжестей лучше приседать, чем нагибаться?

Чтобы лучше понять, в чем суть, возьмите две шашки, вырежьте круг такого же диаметра из поролона и зажмите его между двумя шашками. Получилась модель, показывающая два позвонка и межпозвоночный хрящевой диск, находящийся между телами «позвонков». С задней стороны от них проходит спинно-мозговой канал со спинным мозгом. Что же происходит, когда мы наклоняемся вперед? Передняя часть спинно-мозгового диска сплющивается, а задняя выбухает в сторону спинно-мозгового канала, туда, где находится спинной мозг. Несомненная угроза его травмы. К счастью, это происходит достаточно редко. Гораздо чаще защемляются передние и задние корешки спинно-мозговых нервов, что вызывает резкие боли.

Рис. 104. Поднимание тяжестей

При приседании позвоночник остается прямым, и нагрузка распределяется равномерно между передней и задней частями позвонков. В этом случае выбухания позвоночных дисков не происходит и угроза травмирования значительно снижается (рис. 104).

Фокус с монетой

Поднимите одну руку над головой, а вторую опустите вниз. Подержите так руки одну минуту, а потом положите обе руки на стол. Рука, которая была наверху, — белая, поскольку венозная кровь быстро стекла вниз. Рука, которая находилась внизу, покраснела, потому что крови в ней приходилось двигаться против силы тяжести, и она застоялась в венах около венозных клапанов, которые не давали ей возможности стекать вниз, т. е. двигаться в противоположном направлении. Вот на этом явлении и строится секрет фокуса.

Вы говорите, что можете отгадать, в какой руке монета у кого-нибудь из ваших друзей. Вы отвернетесь, а он должен зажать монету в руке, поднять ее над головой и произнести заклинание. Надо придумать такое заклинание, чтобы прошло нужное время. После этого он кладет руки на стол — одну с монетой, другую без нее. Монета в том кулаке, который белее.

Человеческий организм и его обитатели

В экологии есть такой термин — «организменная среда». Это среда, которую используют другие организмы для своего местожительства. В этом отношении человек не исключение. Уже в первые минуты после рождения микроорганизмы заселяют полости, граничащие с внешней средой. В коже наряду с другими микроорганизмами поселяется белый стафилококк. Он питается выделениями кожи и защищает ее от проникновения гноеродных микроорганизмов. Он наш симбионт, полезный сожитель. В полости рта живет более 20 видов микроорганизмов, в верхних дыхательных путях — более 9, но особенно их много в кишечнике. Среди них кишечная палочка, микробы молочнокислого брожения и многие другие. Они синтезируют некоторые витамины, расщепляют тростниковый и молочный сахар, выполняют и другие полезные функции. Но главное, они не дают возможности занять свое место гнилостным микробам. Заметим, что кроме микроорганизмов в кишечнике живут амебы, жгутиковые, инфузории и другие простейшие. Среди них есть как полезные, так и далеко не безобидные формы, например дизентерийная амеба. К счастью, она бывает далеко не у всех людей.

Бесконтрольное употребление антибиотиков уничтожает наряду с вредной и полезную микрофлору, и это отрицательно сказывается на нашем здоровье. Развивается болезнь дисбактериоз. Чтобы ее излечить, применяют культуры бактерий. Кстати, первый, кто обратил внимание на этот способ оздоровления, был И.И. Мечников, он справедливо считал, что в болгарской простокваше содержится много полезных микробов, которые успешно конкурируют с болезнетворными и приносят человеку большую пользу.

Среди сожителей человека есть и довольно крупные формы – плоские и круглые черви-паразиты. Заражение ими происходит не только через грязные руки, но и через финнозное мясо (содержащее финны – личинки ленточных червей).

Каждый человек имеет свой собственный набор микроорганизмов, и что для одного является безопасным, то для другого может оказаться роковым. Речь идет о бацилло- и вирусоносителях. Иммунитет этих людей достаточен для того, чтобы справиться с этими микробами, не дать им размножиться до критической величины, но он не в силах уничтожить возбудителей болезни полностью, и, попав к другому человеку, они могут вызвать заболевание.

Источником заболеваний могут стать и открытые водоемы, если в них мыть овощи и купаться в запрещенных местах. Во время плавания вода часто попадает в рот или в нос, и если в ней имеются, например, холерные вибрионы, то заболевание холерой вам гарантировано.

Итак, среди существ, населяющих наш организм, есть друзья и есть враги. Это следует помнить при лечении антибиотиками и другими антимикробными препаратами, надо знать, что микрофлора одного человека может оказаться опасной для другого, и не пользоваться вещами других людей, не есть из общей посуды, короче, соблюдать правила гигиены.

Свойства молока

Домашняя лабораторная работа*

Налейте молоко в стакан и слегка взболтайте: свежее молоко не прилипает к стенкам, а оставляет белый след, который вскоре исчезает. Прокисшее молоко прилипает к стенкам. Появление в молоке частичек, которые тянутся в виде нитей, говорит об ослизнении молока. Такое молоко в пищу непригодно.

Обратите внимание на цвет молока. Он должен быть белым с кремовым или голубоватым оттенком. Синеватость молока говорит о попадании в него бактерий, а красноватость может быть из-за попадания в молоко крови, микроорганизмов или из-за нестандартного корма.

Подготовьте к работе микроскоп. Сначала препарат (разбавленное молоко) просматривают при малом увеличении, затем – при большом.

Под микроскопом в образце молока видно большое количество жировых капель, заключенных в белковую оболочку. При нагревании молока эти капли частично разрушаются: белок свертывается, а жировые капли склеива-

ются друг с другом, объединяются и вместе с остатками белка всплывают наверх, образуя пенку.

В цельном молоке белковые молекулы жировых капель образуют компактные образования. Длинная белковая молекула свернута в клубок. При нагревании клубки развертываются в нити, они спутываются друг с другом, образуя пленку. Жир легче воды и всплывает наверх.

При скисании молока под действием кисломолочных бактерий молочный сахар преобразуется в молочную кислоту, которая вызывает свертывание белка и разрушение части жировых капель. Они поднимаются вверх, сливаются между собой и вместе с белковыми молекулами образуют сметану. Параллельно с этим казеиноген, белок, растворенный в молоке, превращается в студенистую массу другого белка – казеина. При спокойном скисании он образует простоквашу, а при резком нагревании превращается в хлопья.

Если сметану или сливки сбивать, жировые капли теряют белковые оболочки и склеиваются между собой, образуя масло.

О пенках и сбежавшем молоке

Отчего молоко «убегает»? К моменту начала кипения всю поверхность обычно занимает пенка и герметически запечатывает закипающую жидкость. Пар же под пенкой продолжает накапливаться по мере нагревания. В момент кипения он сбрасывает пенку, молоко поднимается вверх, и, если хозяйка вовремя не подоспеет, все содержимое кастрюли будет выплеснуто.

Почему молочную посуду надо сначала мыть холодной, а потом горячей водой

В горячей воде жировые капельки плавятся и жир пристает к стенкам. Удалить его трудно. Холодная вода не нарушает целостности жировых капель. Они легко смываются, конечно, если посуда не стояла долго немытой и молоко не успело присохнуть к стенкам. В свернувшемся молоке содержится белок казеин, который можно использовать в качестве клея. Понятно, что удалить его холодной водой нелегко, да и горячей он отмывается с трудом.

О ферментах

Ферменты – белки-катализаторы – осуществляют многочисленные превращения веществ в организме, иногда ускоряют химические реакции в тысячи раз. Ферменты встречаются повсюду: в растениях, грибах, микроорганизмах и в организмах животных и человека. Люди давно научились использовать их. С помощью ферментов делают сыры, многие лекарства. Их включают в состав стиральных порошков, для того чтобы легче отмывались белковые и жировые загрязнения. Ферменты расщепляют их, и они переходят в мыльный раствор.

Ферментов, расщепляющих перекись водорода, много в мышцах, крови, печени, а вот на поверхности кожи их нет.

Если вы порезались, залейте ранку 3%-ным раствором перекиси водорода. Ферменты крови быстро разложат ее на воду и кислород. Образующаяся пена очистит ранку от грязи, а выделяющийся кислород уничтожит большую часть микробов.

Ферменты, разлагающие перекись водорода, имеются и в стенках ротовой полости. Чтобы образовалась пена, достаточно в стакан с водой влить одну-две чайные ложки 3%-ного раствора перекиси. Запомните: неразведенный раствор перекиси для полоскания рта использовать нельзя, можно повредить слизистую оболочку. Вообще, с перекисью водорода надо обращаться с осторожностью. Концентрированная перекись ведет себя как едкая кислота и может повредить не только слизистые ткани, но даже кожу.

Почему ферменты теряют активность при кипячении?

Возьмите клубень картофеля, одну из половинок разрежьте на мелкие кусочки, а вторую сварите. В один стакан с перекисью водорода добавьте кусочки сырого картофеля, а в другой — вареного. Как следует встряхните стаканы. В первом стакане появится шапка пены, а во втором вода помутнеет от крахмала, но пены не будет: фермент не работает. Это и неудивительно. Ведь фермент — белок, а белки при кипячении свертываются и «выходят из строя». Вот теперь и подумайте, будут ли активны ферменты, если мыльный порошок, где они есть, использовать при кипячении белья.

Об узорах на подушечках пальцев

Посмотрите на подушечки пальцев ваших рук, и вы увидите четкие узоры. Многочисленные бороздки образуют причудливые рисунки. Это так называемые папиллярные линии. Эти линии индивидуальны для каждого человека, поэтому по ним можно узнавать людей, как по фотографии в паспорте. Зачем же нужны эти бороздки? Ведь не для того же они существуют, чтобы по ним отыскивали преступников!

Попробуйте определить рельеф поверхности шурупа ладонями и подушечками пальцев руки. Пальцы ощущают рельеф значительно лучше. Это потому, что в глубине бороздок на подушечках пальцев располагаются многочисленные рецепторы кожи. Благодаря наличию бороздок их здесь гораздо больше, чем на ладонях, а чем больше рецепторов приходится на единицу поверхности кожи, тем более четкое ощущение от предмета мы получаем. Заметим, что самые чувствительные осязательные органы человека — это подушечки пальцев и язык. Подушечки пальцев для человека, распознающего природу материала, с которым он работает, так же значимы, как вкусовые сосочки языка, распознающего пищу.

О тепле и холоде

Одни рецепторы кожи воспринимают холод, другие — тепло, третьи — давление, четвертые — прикосновение и т. д. Для того чтобы убедиться, что рецепторы прикосновения и холода различны, достаточно провести по тыльной стороне руки остро заточенным карандашом. Грифель холоднее кожи (температура комнаты обычно около 20 °С, а температура кожи ладони около 36 °С). Возбуждение тактильных рецепторов даст нам возможность почувствовать скольжение карандаша, а рецепторы, воспринимающие холод, будут лишь периодически сообщать об изменении температуры кожи в местах прикосновения, да и то лишь в том случае, если мы наткнемся на точку холода, т. е. на то место, где располагаются эти рецепторы.

Рецепторы тепла обнаружить несколько сложнее. Во-первых, потому что острие придется нагреть примерно до 40 °С (выше не надо, так как горячий предмет вызывает боль). Во-вторых, потому что точек, воспринимающих тепло, меньше. Так, на 1 $см^2$ кожи кисти приходится 1–5 холодовых точек и только 0,4 тепловых.

Не верь глазам своим — иллюзия

Взгляните в окно. Сделайте движение головой, и вам покажется, что предметы, видимые сквозь стекло, меняются, приходят в движение. Это оптическая иллюзия, или обман глаз. Оконное стекло редко бывает абсолютно ровным. На одних участках оно потолще, на других потоньше, из-за чего свет на разных участках стекла преломляется по-разному. Это и является причиной иллюзии.

Иллюзий, вызванных физическими явлениями, достаточно много, и о них полезно знать. Так, предметы, находящиеся в пробирке с водой, выглядят увеличенными и деформированными. Так же выглядят и рыбки, плавающие в шарообразных аквариумах. Настоящие любители предпочитают аквариумы с плоскими стенками, в них искажений меньше.

Большое число оптических обманов связано с иллюзиями перспективы. Чем дальше находится какой-либо предмет, тем меньше его изображение на сетчатке, а потому дальние предметы кажутся более мелкими.

Впервые в живописи стали использовать перспективу художники Возрождения. Они не только изображали далекие предметы уменьшенными, но и показывали дымку, которая всегда окутывает объекты, находящиеся у горизонта. Иллюзию перспективы можно увидеть на рис. 105. Последняя из одинаковых фигур на фоне сходящихся линий кажется более крупной.

Надо отметить, что иллюзией перспективы пользуются музыканты и театральные режиссеры. Так, в знаменитом похоронном марше Шопена приближение траурной процессии показано постепенным усилением звучания музыки, а удаление — ее постепенным стиханием. Так что иллюзиям подвержены и слух, и другие органы чувств.

Оригинально использовал иллюзию перспективы К.С. Станиславский в последней сцене спектакля «Анна Каренина». В полной темноте загорались три точки: одна вверху, две внизу по бокам. Размеры треугольника при нарастающих звуках увеличивались, они становились всё ярче и ярче. Казалось, что поезд сейчас наедет на зрителя. Все это сопровождалось нарастающим грохотом, так что зрителям становились вполне понятными переживания Анны в последние минуты жизни.

Интересна иллюзия сходящихся и расходящихся стрелок. Трудно поверить, что отрезки, показанные на рис. 106, одинаковы. Расходящиеся стрелки оптически увеличивают отрезки, а сходящиеся — их уменьшают. То же происходит и с восприятием кругов. Если стрелки направлены наружу, круг кажется больше, если внутрь — меньше.

Рис. 105. Иллюзия перспективы

Особенно показательна иллюзия установки. Благодаря сформировавшейся доминанте мы видим то, что привыкли видеть. Посмотрите на рис. 107. На первый взгляд кажется, что изображена кора больших полушарий головного мозга с традиционными извилинами и бороздами. Но приглядитесь внимательно, и вместо борозд и извилин вы

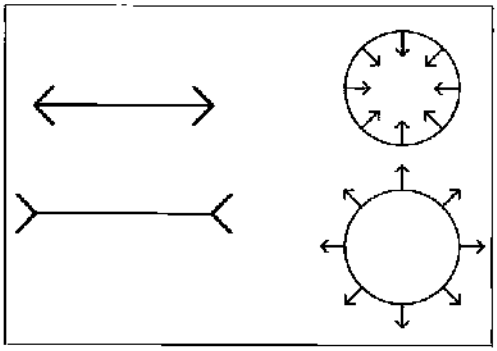


Рис. 106. Иллюзия сходящихся и расходящихся стрелок

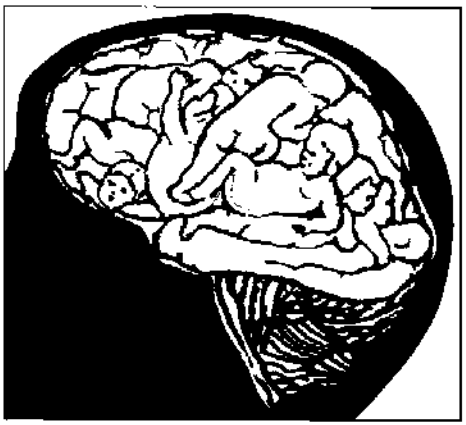


Рис. 107. Иллюзия установки: головной мозг (найдите в рисунке извилин коры другое изображение — играющих детей)

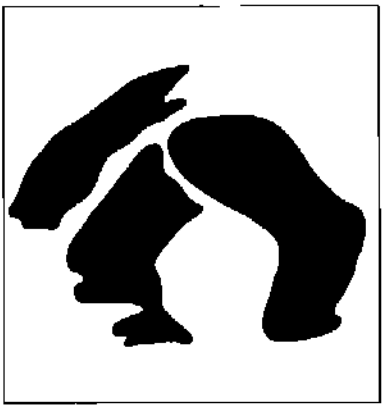


Рис. 108. Три пятна
(силуэт кролика)

Рис. 109. Найдите собаку

увидите группу играющих детей, тела которых сплелись в кучу малу. Примеры таких иллюзий жизнь преподносит довольно часто, и теперь вы понимаете, почему человек, обжегшийся на молоке, дует на воду.

В иных случаях предварительная установка помогает нам осмыслить объект и увидеть в нем то, что мы до сих пор не замечали. Посмотрите на три пятна (рис. 108), далеко не каждый увидит в них силуэт кролика. Слово играет в нашем восприятии далеко не последнюю роль. Оно помогает увидеть предметы, которые хорошо замаскированы. Попробуйте найти на рис. 109 собаку. Пятна ее окраса отходят к фону, что делает фигуру незаметной. Потребуется немало усилий, чтобы разглядеть изображение.

Оглавление

Введение. Биологическая и социальная природа человека 3

Глава 1. Организм человека. Общий обзор 6

§ 1. Науки об организме человека 6
§ 2. Структура тела. Место человека в живой природе 10
§ 3. Клетка: строение, химический состав и жизнедеятельность 15
§ 4. Ткани 20
§ 5. Системы органов в организме. Уровни организации организма. Нервная и гуморальная регуляции 25

Глава 2. Опорно-двигательная система 34

§ 6. Скелет. Строение, состав и соединение костей 34
§ 7. Скелет головы и туловища 40
§ 8. Скелет конечностей 45
§ 9. Первая помощь при травмах: растяжении связок, вывихах суставов, переломах костей 48
§ 10. Мышцы 51
§ 11. Работа мышц 55
§ 12. Нарушения осанки и плоскостопие 57
§ 13. Развитие опорно-двигательной системы 62

Глава 3. Кровь. Кровообращение 68

§ 14. Внутренняя среда. Значение крови и ее состав 68
§ 15. Иммунитет 73
§ 16. Тканевая совместимость и переливание крови 77
§ 17. Строение и работа сердца. Круги кровообращения 79
§ 18. Движение лимфы 84
§ 19. Движение крови по сосудам 86
§ 20. Регуляция работы сердца и кровеносных сосудов 91
§ 21. Предупреждение заболеваний сердца и сосудов 93
§ 22. Первая помощь при кровотечениях 95

Глава 4. Дыхательная система 101

§ 23. Значение дыхания. Органы дыхания 101
§ 24. Строение легких. Газообмен в легких и тканях 103
§ 25. Дыхательные движения 106
§ 26. Регуляция дыхания 108

§ 27. Болезни органов дыхания и их предупреждение. Гигиена дыхания ... 111
§ 28. Первая помощь при поражении органов дыхания ... 115

Глава 5. Пищеварительная система ... 122

§ 29. Значение пищи и ее состав ... 122
§ 30. Органы пищеварения ... 125
§ 31. Зубы ... 129
§ 32. Пищеварение в ротовой полости и в желудке ... 131
§ 33. Пищеварение в кишечнике. Всасывание питательных веществ ... 134
§ 34. Регуляция пищеварения. Гигиена питания ... 138
§ 35. Заболевания органов пищеварения ... 141

Глава 6. Обмен веществ и энергии ... 147

§ 36. Обменные процессы в организме ... 147
§ 37. Нормы питания ... 149
§ 38. Витамины ... 153

Глава 7. Мочевыделительная система ... 157

§ 39. Строение и функции почек ... 157
§ 40. Предупреждение заболеваний почек. Питьевой режим ... 159

Глава 8. Кожа ... 163

§ 41. Значение кожи и ее строение ... 163
§ 42. Нарушения кожных покровов и повреждения кожи ... 165
§ 43. Роль кожи в терморегуляции. Закаливание. Оказание первой помощи при тепловом и солнечном ударах ... 168

Глава 9. Эндокринная система ... 173

§ 44. Железы внешней, внутренней и смешанной секреции ... 173
§ 45. Роль гормонов в обмене веществ, росте и развитии организма ... 174

Глава 10. Нервная система ... 178

§ 46. Значение, строение и функционирование нервной системы ... 178
§ 47. Автономный (вегетативный) отдел нервной системы ... 181
§ 48. Нейрогормональная регуляция ... 184
§ 49. Спинной мозг ... 186
§ 50. Головной мозг: строение и функции ... 190

Глава 11. Органы чувств. Анализаторы 196
§ 51. Как действуют органы чувств и анализаторы 196
§ 52. Орган зрения и зрительный анализатор 198
§ 53. Заболевания и повреждения глаз 201
§ 54. Органы слуха и равновесия. Их анализаторы 203
§ 55. Органы осязания, обоняния, вкуса 208

Глава 12. Поведение и психика 213
§ 56. Врожденные формы поведения 213
§ 57. Приобретенные формы поведения 215
§ 58. Закономерности работы головного мозга 218
§ 59. Биологические ритмы. Сон и его значение 222
§ 60. Особенности высшей нервной деятельности человека. Познавательные процессы 224
§ 61. Воля и эмоции. Внимание 227
§ 62. Работоспособность. Режим дня 232

Глава 13. Индивидуальное развитие организма 238
§ 63. Половая система человека 238
§ 64. Наследственные и врожденные заболевания. Болезни, передающиеся половым путем 241
§ 65. Внутриутробное развитие организма. Развитие после рождения 244
§ 66. О вреде наркогенных веществ 249
§ 67. Психологические особенности личности 252

Приложение 261

Учебное издание

Драгомилов Александр Григорьевич
Маш Реми Давидович

Биология

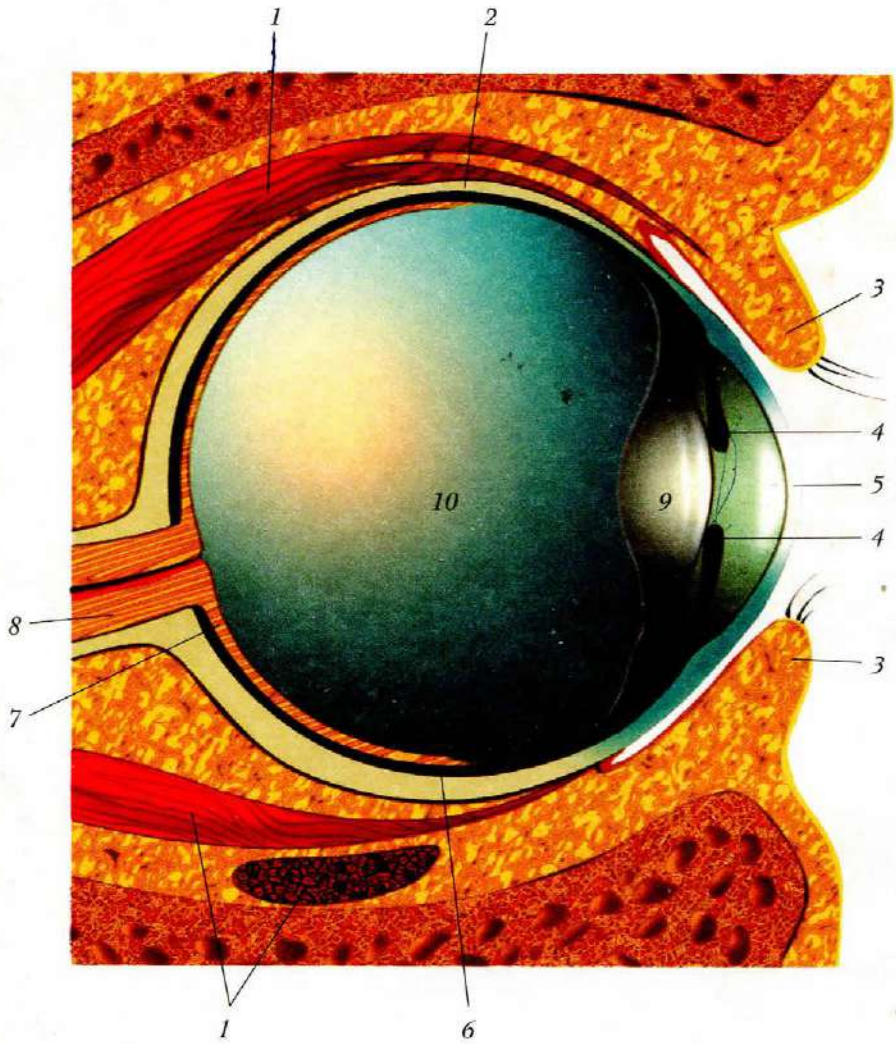
Учебник
для учащихся 8 класса
общеобразовательных учреждений

Редакторы *И.Н. Баженова, Н.Ю. Никончук*
Художественные редакторы *Е.В. Чайко, Ю.Н. Маркаров*
Внешнее оформление *Е.В. Чайко*
Художники *Л.Я. Александрова, О.Н. Мальцев*
Компьютерная верстка *Н.П. Горловой*
Технический редактор *М.В. Плешакова*
Корректоры *В.А. Коротаева, Н.М. Богачева*

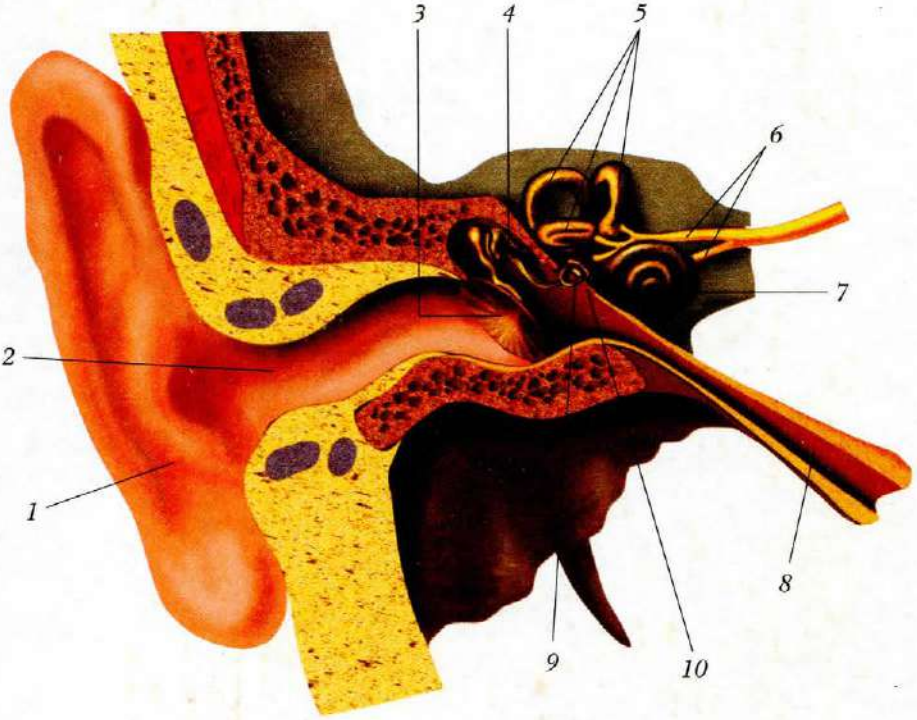
Подписано в печать 20.02.07. Формат 70×90/16
Гарнитура Baskerville. Печать офсетная
Бумага офсетная № 1. Печ. л. 17,0
Тираж 40 000 экз. Заказ № 74

ООО Издательский центр «Вентана-Граф»
127422, Москва, ул. Тимирязевская, д. 1, корп. 3
Тел./факс: (495) 611-15-74, 611-23-59
E-mail: info@vgf.ru
http://www.vgf.ru

Отпечатано в ОАО «ПИК „Офсет“»
660075, г. Красноярск, ул. Республики, 51
Тел.: (3912) 23-57-81. E-mail: pdo@pic-ofset.ru



Глаз:
1 – мышцы глаза; *2* – белóчная оболочка (склера); *3* – веки с ресницами; *4* – радужная оболочка; *5* – роговица; *6* – сосудистая оболочка; *7* – сетчатка; *8* – зрительный нерв; *9* – хрусталик; *10* – стекловидное тело



Орган слуха и вестибулярный аппарат:
1 – ушная раковина; *2* – наружный слуховой проход; *3* – барабанная перепонка; *4* – слуховые косточки среднего уха (молоточек, наковальня, стремечко); *5* – полукружные каналы; *6* – слуховой и вестибулярный нервы; *7* – улитка; *8* – слуховая труба; *9* – перепонка овального окна; *10* – перепонка круглого окна