

611
Г-203

ПРОФ. Р.Б.ГАРИБЬЯН и Н.Г.МАРКОВ

АНАТОМИЯ
И ФИЗИОЛОГИЯ
ЧЕЛОВЕКА



*учебник
для педагогических
училищ*

У Ч П Е Д Г И З • 1 9 5 5

Проф: Р. Б. ГАРИБЬЯН и Н. Г. МАРКОВ

611

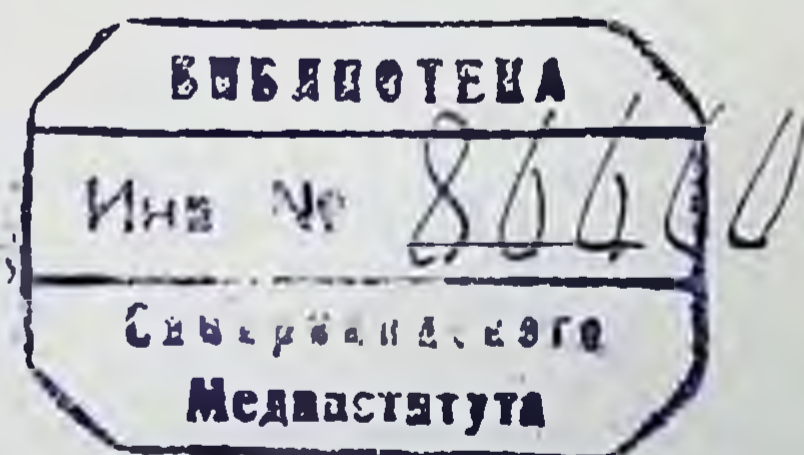
Г-203

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

УЧЕБНИК
ДЛЯ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УЧИЛИЩ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ

*Утвержден
Министерством просвещения РСФСР*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР

Москва — 1955

Курт

ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ

Третье издание настоящего учебника не отличается от второго издания, если не считать небольших исправлений, сделанных в тексте, и уточнений, внесённых в два рисунка.

Как и в предыдущих изданиях, авторы обращаются к учителям и учащимся с просьбой сообщать свои замечания и пожелания, направленные к улучшению учебника и облегчению работы с ним, по адресу: Москва, Чистые пруды, 6, Учпедгиз.

Р. Гарибьян

Н. Марков

THE HISTORY OF THE

... ..

... ..

ВВЕДЕНИЕ

Предмет и методы анатомии и физиологии человека

Анатомия и физиология относятся к биологическим наукам, которые занимаются изучением живых организмов.

Анатомия — это наука о внешних формах и внутреннем строении тела. Строение отдельных органов анатомы изучают в связи с их деятельностью и влияниями, которые на них оказывают другие органы и весь организм в целом. Основным методом, позволяющим познать строение организма, является *наблюдение*, которым пользуются и другие науки. Чтобы проникнуть вглубь организма и выяснить строение внутренних органов, анатом применяет *рассечение*, т. е. вскрытие трупа. Для исследования деталей строения органов анатомы делают через них тонкие срезы, которые изучают под *микроскопом*.

Физиология — это наука о *функциях*, т. е. жизненной деятельности отдельных органов и всего организма в целом.

Изучая функции, физиолог, как и анатом, пользуется методом *наблюдения*. Кроме того, он применяет *опыт*, или *эксперимент*. В опыте деятельность организма протекает в условиях, искусственно создаваемых экспериментатором. Наблюдая происходящие при этом изменения в организме, физиолог судит о функциях изучаемых органов.

Если орган находится в глубине тела и его работа наблюдаться снаружи не может, физиолог применяет *вивисекцию*, т. е. вскрывает *живое* животное и обнажает интересующий его орган. Так, изучая влияние на деятельность сердца нервной системы, вскрывали грудную клетку животного и отыскивали в ней нервы, идущие к сердцу. Наблюдая работу последнего при раздражении электрическим током сердечных нервов, физиологи установили, что один из них тормозит деятельность сердца, а другой, наоборот, ускоряет. При вивисекции организму наносятся тяжёлые повреждения, ход физиологических процессов в нём нарушается, и животное обычно умирает через несколько часов.

В некоторых случаях физиологи изучают деятельность *изолированных*, т. е. вырезанных из организма, органов. В искусственно создаваемых условиях жизнь таких органов можно поддерживать некоторое время, которое необходимо для проведения нужных наблюдений. Однако такой способ исследований не позволяет изучить деятельность органа в зависимости от всех влияний,

действующих на него в организме, и в первую очередь от влияний нервной системы.

Великий русский учёный И. П. Павлов разработал такие способы исследования, которые позволяют сложнейшие процессы жизнедеятельности изучать в нормальном, *целостном* организме. К этим способам относится *фистульная методика*. Она заключается в том, что проток той или иной железы выводится на поверхность тела. При другом способе операции в стенке тела или какого-либо органа (например, желудка или кишечника) делается отверстие, в которое вставляется фистульная трубка, закрываемая пробкой. Через отверстие выведенного наружу протока или через фистульную трубку можно собирать продукты, которые вырабатывает организм животного. Изучая эти выделения при различных условиях жизнедеятельности организма, судят о функциях его органов.

Животное после таких операций быстро поправляется и может жить несколько лет. Это позволяет изучать физиологические функции в совершенно здоровом нормальном организме.

Начало развития анатомии и физиологии

Развитие знаний о строении человеческого тела тесно связано с практическими потребностями медицины, задачей которой является распознавание, лечение и предупреждение болезней. Поэтому первыми анатомами были врачи древнего мира.

С распространением христианства в начале нашей эры развитие медицины было заторможено и даже совершенно остановлено более чем на тысячелетие церковью. Христианство рассматривало человека как «венец творения» и видело в нём прежде всего «божественную бессмертную душу», тело же считало лишь временной «земной оболочкой души». Когда тело умирает, душа, по христианскому учению, обретает блаженную загробную жизнь на небесах; эта жизнь тем лучше и радостней, чем больше страдало на земле тело. Христианские пастыри постоянно призывали к неусыпной заботе о душе, которая очищается и возвышается в страданиях и лишениях, и всячески культивировали пренебрежение к телу, к заботе о нём и лечению его. Навешивание на себя тяжёлых цепей, многочасовое простаивание в них под прямыми лучами солнца или проливным дождём, изнурение голодом и жаждой, пребывание в тёмных и тесных помещениях среди нечистот сделалось идеалом земной жизни.

Эта лживая проповедь аскетизма, т. е. отказа от земных благ, и изнурение тела ради радостей якобы существующего загробного мира была нужна правящим классам и принадлежащему к ним духовенству для борьбы с недовольством угнетённого народа. Обещаниями загробной жизни эксплуататоры одурманивали народ и отвлекали его от протеста против несправедливостей общественного строя.

В соответствии с христианскими представлениями о теле и душе болезни рассматривались то как наказание божие, против которого нельзя бороться, то, наоборот, как знак милости бога, который подвергает тело человека физическим страданиям в короткой земной жизни для того, чтобы даровать бесконечную райскую жизнь его душе после смерти.

Само собой разумеется, что, пока над всей светской жизнью господствовала всевластная христианская церковь, медицина, а следовательно, и анатомия не имели абсолютно никаких условий для своего развития. О вскрытии человеческого тела для его изучения не могло быть и речи. Самая мысль об этом считалась богохульством, ибо человек, как учила церковь, «создан

по образу и подобию божьему». Анатомия в это время владела только теми немногими и часто превратными сведениями, которыми обладали врачи древности.

В эпоху Возрождения, на заре развития капитализма, когда начали расти города, развилось мореплавание и неизмеримо расширились связи между странами, создались условия, благоприятные для распространения различных эпидемий. Количество жертв при некоторых эпидемиях исчислялось десятками и сотнями тысяч людей. Иногда вымирали целые города и области. Страх перед массовыми заболеваниями заставлял людей обращаться за помощью к медицине. Но последняя была бессильна, пока оставалось неизвестным строение человеческого тела.

Нарождающаяся буржуазия была заинтересована в развитии наук. Так, например, нельзя было строить корабли и водить их по морям, не зная механики и астрономии. Приобретаемые людьми точные знания обнаруживали ошибочность многих религиозных представлений и подрывали авторитет церкви.

С падением авторитета церкви облегчается развитие анатомии. К XVI в. относятся первые научные данные о строении многих органов, но анатомы в это время принуждены были для своих работ тайно вырывать трупы на кладбищах. Позднее церковь выдавала крупнейшим университетам специальные разрешения на вскрытие трупов — одного или нескольких в течение года.

В XVII—XVIII вв. запрет на вскрытие человеческих трупов перестал действовать. В наше время подобные вскрытия производит каждый студент, готовящийся стать врачом. Параллельно с облегчением доступа к трупу развивается анатомия; её сведения о строении человеческого тела становятся всё более и более точными и правильными.

В 1628 г. анатомом и врачом Г а р в е е м было открыто кровообращение. Это положило начало физиологии как науки.

Могучим толчком к развитию знаний о строении человеческого тела было открытие в XVII в. микроскопа. В XIX в. техника и оптика достигли такого уровня, что изготавливаемые микроскопы допускали увеличение во много сотен раз. Учёные обнаружили тончайшее строение органов, поняли процессы роста тела, открыли тайну развития человеческого организма из микроскопически малого яйца.

В XIX в. начал широко применяться закон сохранения вещества и энергии, впервые сформулированный М. В. Л о м о н о с о в ы м. Химики доказали возможность получения в лаборатории веществ, содержащихся в живом организме. Наряду с открытием клеточного строения организмов, успехи физики и химии имели исключительно важное значение в развитии физиологии. Благодаря этим успехам химические и физические методы стали широко применяться для познания процессов, происходящих в живом организме.

Развитие анатомии и физиологии в России

Зарождение анатомии и физиологии в России относится к началу XVIII в. При открытии Академии наук в 1725 г. в ней была организована кафедра анатомии человека. В развитии физиологии большую роль сыграла деятельность М. В. Л о м о н о с о в а — великого учёного и основоположника естествознания в России. Особенно важное значение имело открытие им закона сохранения материи и энергии.

С этого времени до наших дней целая плеяда русских учёных работала над самыми разнообразными вопросами анатомии и физиологии. Нет такого отдела в этих науках, в который не был бы сделан вклад русскими учёными.

Особенно бурно развивалось в России естествознание в 60-х годах XIX в. Большое значение в этом имели передовые материалистические идеи В. Г. Белинского, А. И. Герцена, Н. Г. Чернышевского, Н. А. Добролюбова и Д. И. Писарева. К этому времени относится деятельность крупнейших учёных, труды которых получили всемирное признание.

Отец русской физиологии И. М. Сеченов (1829—1905) в своей работе «Рефлексы головного мозга» показал связь психических процессов с деятельностью мозга. Этим разрушалось представление о «божественной душе», которая якобы обуславливает психическую, или душевную, деятельность человека. Рядом блестящих исследований И. М. Сеченов не только возвысил русскую науку, но и оказал громадное влияние на развитие физиологии и психологии во всём мире.

Наиболее крупные успехи достигнуты физиологией в конце XIX и начале XX в. Они связаны с именем И. П. Павлова.

И. П. Павлов ввёл в физиологию новый, *фистульный метод*. Этот метод позволяет изучать жизнедеятельность организма на животном, у которого не повреждены связи, существующие между органами, и не нарушены взаимные влияния, оказываемые ими друг на друга. Фистульный метод открыл перед физиологией широчайшие возможности исследования организма как *целого*.

В конце своей жизни, в 1934 г., И. П. Павлов с законным удовлетворением писал: «. . . я рад, что вместе с Иваном Михайловичем (разумеется Сеченов. — *Авторы*) и полком моих дорогих сотрудников мы приобрели для могучей власти физиологического исследования вместо половинчатого весь нераздельно животный организм. И это — целиком наша русская неоспоримая заслуга в мировой науке, в общей человеческой мысли».

И. П. Павлов укрепил в физиологии *идею нервизма*, высказанную известным русским врачом и учёным С. П. Боткинныи. Под нервизмом подразумевается ведущее значение нервной системы в различных проявлениях деятельности организма. И. П. Павлов утверждал, что нервная система согласует деятельность всех органов; благодаря ей организм является целостным единством. Она же обеспечивает и приспособление организма к постоянно меняющимся условиям его существования.

И. П. Павлов изучал нервную регуляцию кровообращения, заново создал учение о пищеварении, разработал учение о высшей нервной деятельности. Своими методами и идеями он оказал влияние на все отделы физиологии и открыл *новый, павловский этап* в развитии этой науки.

Новаторская деятельность И. П. Павлова, особенно в области изучения функций мозга, встречала постоянное сопротивление со стороны реакционно настроенных учёных. В течение всей своей жизни он вёл неустанную борьбу с *виталистами*, объяснявшими

деятельность организма какой-то таинственной и сверхъестественной «жизненной силой». Ему приходилось бороться и с такими «учёными», которые даже после работ И. М. Сеченова продолжали утверждать, что психическая деятельность человека является проявлением «божественной души» и потому непознаваема. Этих лжеучёных И. П. Павлов иронически называл «душистами».

В борьбе со всякими реакционными взглядами И. П. Павлов отличался высокой принципиальностью и последовательностью. Отстаивая строго научное объяснение наблюдаемых явлений, он не останавливался даже перед разрывом с людьми, с которыми его связывала многолетняя совместная работа в прошлом.

Своими трудами И. П. Павлов приобрёл мировую известность. Его учение о высшей нервной деятельности имеет за рубежом много противников и врагов среди буржуазных учёных. Однако прогрессивно настроенные учёные капиталистических стран видят в этом учении величайшее достижение человеческой мысли. XV Международный конгресс физиологов, отдавая дань заслугам И. П. Павлова перед мировой наукой, избрал его своим президентом и назвал «старейшиной физиологов мира».

Идейное наследство И. П. Павлова велико и многосторонне. Оно оказывает мощное влияние на развитие медицины, психологии, педагогики, биологии, животноводства. Это наследство разрабатывается многочисленными научными коллективами, которые возглавляются учениками И. П. Павлова.

Крупнейший вклад в физиологию нервной системы сделали выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский (1852—1922) и его ученик академик А. А. Ухтомский (1875—1942). Они разъяснили природу многих явлений, происходящих в нервной системе и мышцах.

Очень велики достижения и русских анатомов. Среди них следует назвать Н. И. Пирогова, П. Ф. Лесгафта и В. П. Ворсбьёва.

Выдающийся хирург Н. И. Пирогов (1810—1881), замораживая трупы, делал их твёрдыми. Такие трупы он разрезал на пластины, по которым изучал взаимное расположение органов. Этими исследованиями Н. И. Пирогов положил начало топографической анатомии, которая в настоящее время преподаётся во всех медицинских вузах. Без овладения этой наукой немыслима работа современного хирурга.

Когда анатомы, получившие возможность вскрывать трупы, достаточно полно изучили на них строение человеческого тела, П. Ф. Лесгафт (1837—1909) предложил от «трупной» анатомии перейти к живому человеку, изучая на нём строение органов в связи с их деятельностью. Такой метод исследования был крупным шагом вперёд и положил начало новой науке — функциональной анатомии, которая развивается в трудах многих советских учёных.

Ценный вклад в развитие анатомии сделал талантливый русский учёный В. П. Воробьёв (1876—1937). Он разработал

новые методы приготовления анатомических препаратов. Эти методы позволили изучать разветвления нервных волокон. В. П. Воробьев составил большой анатомический атлас, широко используемый работниками медицины.

Значение анатомии и физиологии человека

Важнейшая задача физиологии, по мнению И. П. Павлова, заключается в отыскании способов *управления функциями* организма и возвращении их нарушенного хода к норме. Говоря другими словами, физиология должна указать пути лечения различных заболеваний и поражений организма. Поэтому наибольшее значение анатомия и физиология имеют для *медицины*. Хирург, чтобы производить операции, должен иметь явное представление о форме и расположении внутренних органов и с абсолютной точностью знать мышцы, связки, сосуды и нервы, проходящие через операционное поле. Анатомией и физиологией соответствующих органов должны в совершенстве владеть врачи-специалисты по уху, горлу, носу, глазу. Данные о ходе различных нервов необходимы невропатологу. Распознать болезнь, установить её происхождение, наметить способы лечения, а также и меры, предупреждающие её появление, врач-терапевт может только в том случае, если обладает знаниями о строении и функциях человеческого организма.

Эти знания играют большую роль и в разработке вопросов *рациональной организации труда*, т. е. создании таких условий, при которых работа, вызывая наименьшее утомление организма, даёт наибольшую производительность.

Не меньшее значение имеют анатомия и физиология для развития *психологии* — науки, изучающей психические процессы, которые являются функцией человеческого мозга.

На данных анатомии и физиологии построены правила *личной и общественной гигиены*. Соблюдение этих правил обеспечивает человеку здоровье, играет громадную роль в предупреждении целого ряда заболеваний. На исследованиях анатомии и физиологии основывается также и *школьная гигиена*. Чтобы установить условия, наиболее благоприятные для развития детей и учебно-воспитательной работы с ними, педагог должен хорошо знать возрастные анатомо-физиологические особенности человеческого организма.

Физическая культура и спорт, которые охватывают у нас широчайшие трудовые массы, тоже основываются на анатомии и физиологии. Не зная, как устроено человеческое тело и каковы его жизненные отправления, нельзя правильно построить систему физических и спортивных упражнений, которые должны воспитать здорового, хорошо сложенного, красивого и жизнерадостного человека — строителя коммунистического общества.

Необходимость знаний о строении и функциях человеческого организма для рациональной организации труда, для развития

психологии, для обоснования гигиенических мероприятий и постановки физкультуры определяет чрезвычайную важность курса анатомии и физиологии человека в профессиональной подготовке педагогов.

Изучающий строение и функции человеческого организма получает правильное представление о сходстве человека с животными и о тех качественных отличиях от них, которые определяют особое место его в природе. Этим разрушается утверждение церкви о якобы имевшем место сотворении человека богом. Изучение физиологии нервной системы приводит к выводу, что психическая деятельность человека является функцией высокоорганизованной материи — мозга. Это разбивает религиозные представления о «божественной душе» и непознаваемости психики человека. Таким образом, курс анатомии и физиологии имеет громадное значение для развития *научно правильного (диалектико-материалистического) мировоззрения*, которое идеологически вооружает педагога для всей его образовательной и воспитательной работы в школе и вне её.

Организм как целое

Организм, по учению И. П. Павлова, представляет собой *целостное единство*. Все клетки, ткани и органы организма *связаны* между собой. Основное значение в осуществлении этой связи имеет *нервная система*. Нет такого участка в организме, в котором не разветвлялись бы нервы. Раздражение их окончаний в одном органе вызывает через центральную нервную систему деятельность других органов. Так, например, раздражение нервных окончаний в полости рта пищей вызывает работу пищеварительных желез. Укол кожи, при котором раздражаются нервные окончания в ней, может вызвать сокращение мышц, изменение работы сердца, нарушение дыхания и т. д. В организме нет таких функций, которые не контролировались бы нервной системой.

Взаимная связь между клетками, тканями и органами осуществляется и *химическим путём* через *кровь*. В неё поступают различные вещества, образующиеся при деятельности органов. Кровь разносит их по всему организму; при этом вещества, выделенные одними органами, вызывают или поддерживают деятельность других органов. Так, например, поджелудочная железа образует и выделяет в кровь вещество, которое действует на функцию печени; под влиянием вещества, поступающего в кровь из надпочечника, изменяется работа сердца, кишечника и т. д. Химическая связь между органами подчиняется контролю нервной системы.

Павловское учение об организме как целостном единстве включает в себя и *неразрывную связь между психическим и телесным*. Это значит, что психическая деятельность зависит не от «божественной бессмертной души», а является функцией высокоорганизованной материи, образующей головной мозг.

Организм и среда

Всякое животное в своём распространении ограничено определённой, иногда очень небольшой областью. Рыбы живут только в воде и не встречаются на суше. Одни из них обитают в быстро текущих горных потоках, другие живут в реках с медленным течением, наконец, третьи встречаются только в заводях и прудах, где почти не наблюдается движения воды. Большинство рыб отыскивают свою пищу в верхних слоях воды, но есть такие виды, которые никогда не покидают дна.

Эта ограниченность распространения отдельных видов объясняется тем, что строение и функции организма всегда приспособлены к строго определённым условиям среды обитания. Всякое изменение условий существования животного вызывает изменение в строении и функциях его органов.

«Организм, — писал И. М. Сеченов, — без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен; поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него, так как без последней существование организма невозможно . . .» Следовательно, понять строение и жизнедеятельность животного можно только при изучении его в единстве с условиями существования.

Человек в своём развитии подчиняется не только биологическим, но и социальным законам.

Около миллиона лет назад животные предки человека перешли к вертикальному положению и в связи с этим развили способность к труду. Трудовая деятельность отразилась на строении и функциях всех органов человека. В первую очередь и больше всего изменился мозг. В связи с общественным трудом развилось мышление и членораздельная речь.

Человек в отличие от животного не имеет границ для своего распространения. Он может жить за полярным кругом, ограждая себя от холода меховыми одеждами и тёплым жилищем, но он не хуже чувствует себя и на экваторе, охраняясь от прямых лучей жгучего солнца лёгкими белыми одеждами. В газонепроницаемых камерах с искусственно поддерживаемым составом воздуха человек опускается в морские глубины и поднимается на такие высоты стратосферы, на которых не могут существовать животные. Во всех этих случаях человек от воздействия природной среды ограждается средой, которая создаётся им искусственно.

Строя пароходы и самолёты, человек как бы продолжает в них свои естественные органы движения и делает доступным для себя преодоление громадных водных и воздушных пространств. При помощи телескопов, биноклей и микроскопов он искусственно обостряет своё зрение, а радио позволяет ему воспринимать звуки, возникающие за сотни и тысячи километров от него.

В процессе трудовой деятельности человеческое общество подчиняет себе природу и приспособливает её к своим потребностям —

это качественно отличает человека от животных. Особенности строения и функций организма человека можно понять только в связи с его *трудовой деятельностью*.

Но человек произошёл от животных. Поэтому как ни велики качественные особенности человека — в строении и функциях организма его и животных имеется очень много сходного.

Различные наблюдения, производившиеся над человеком, показали, что многие закономерности жизнедеятельности высших животных являются действительными и для него. Это позволяет целый ряд вопросов физиологии человека разрешать при помощи экспериментов над животными. Переноса данные таких опытов на человека, нельзя, конечно, забывать качественных особенностей его природы.

Взаимная связь между строением и функциями

Между строением органа и его функцией существует тесная *взаимная зависимость*. Приведём два примера.

Длина кишечного канала животных влияет на скорость прохождения пищи и её переваривание. С другой стороны, в зависимости от характера питания, а следовательно, и деятельности кишечника, может изменяться его длина. Так, если из двух одновременно родившихся животных одно кормить только растительной, а другое — исключительно мясной пищей, то кишечный канал первого из них при своём развитии достигнет большей длины, чем у второго.

При недостаточном развитии мышц, сгибающих руку в локте, их функции ограничены, и человек не может нести физическую работу и поднимать тяжести. Если функцию этих мышц упражнять путём физической работы, сначала более лёгкой, а затем всё более и более тяжёлой, то они начинают развиваться, растут, становятся больше и отчётливо выделяются под кожей плеча. Так, строение мышцы обуславливает её функцию и функция влияет на строение.

Из приведённых примеров следует, что нельзя понять строение органа, не зная его функции. И наоборот, понимание функции возможно лишь при знании строения органа. Такая тесная зависимость между строением органа и его функцией является одной из причин объединения двух наук — анатомии и физиологии — в один учебный предмет.

Строение тела человека

Тело человека делится на голову, шею, туловище и конечности верхние (руки) и нижние (ноги).

В лицевой части головы располагаются ротовое и носовые отверстия; они являются входами в пищеварительный и дыхательный пути. В самом начале пищеварительного пути, в ротовой полости, расположены органы вкуса, которые раздражаются пи-

щевыми веществами, растворёнными в воде. Дыхательный путь начинается носовой полостью; в ней находятся органы обоняния, раздражаемые газообразными соединениями. В голове располагаются органы зрения (глаза) и слуха (уши); при помощи их человек воспринимает световые и звуковые раздражения, действующие из окружающей среды.

В туловище различают грудь, живот и спину. Правую и левую верхние части живота называют подреберьями, а область между ними — подложечной. Правая и левая нижние области живота называются подвздошными.

Верхние конечности делятся на плечо, предплечье и кисть; нижние состоят из бедра, голени и стопы.

Тело человека покрыто кожей; она охраняет организм от проникновения в него бактерий и имеет значение для сохранения постоянства температуры. На коже расположено очень большое количество нервных окончаний, воспринимающих осязательные, болевые и температурные раздражения. Кожа сохранила остатки волосяного покрова, которым обладали животные предки человека.

Под кожей лежит более или менее толстый слой жира. Он защищает внутренние органы от ударов и давления, способствует сохранению тепла в теле, служит запасным веществом, которое расходуется при недостаточном питании (цвет. табл. I, 20).

Под жировым слоем располагаются мышцы и кости. Сокращение мышц вызывает движение костей, в результате чего происходит перемещение тела в пространстве, совершается та или иная работа.

Кожа, жир, мышцы и кости в области туловища образуют как бы стенку, ограничивающую со всех сторон полость тела, заполненную внутренними органами. Эта полость делится на три части: грудную, брюшную и тазовую (цвет. табл. I).

В грудной полости лежит сердце с отходящими от него крупными сосудами, лёгкие и пищевод (цвет. табл. I, 4—9). Брюшная полость отделяется от грудной тонкой мышечно-сухожильной перегородкой — диафрагмой (цвет. табл. I, 12). Под диафрагмой лежит печень (в правом подреберье), желудок (в подложечной области) и селезёнка (в глубине левого подреберья). Ниже этих органов расположены тонкая и толстая кишки (цвет. табл. I, 15, 16, 18, 19). На задней стенке брюшной полости лежат почки. Нижняя часть брюшной полости называется тазовой. В ней находятся конец кишечника и мочевой пузырь (цвет. табл. I, 23).

В толще задней стенки туловища находится позвоночник, в костном канале которого лежит спинной мозг. Кверху позвоночный канал расширяется в полость черепа, занятую головным мозгом.

Все органы можно объединить в следующие системы: скелетно-мышечная, кровеносная, дыхательная, пищеварительная, выделительная, нервная, органов чувств, желез внутренней секреции и органов размножения.

Различаясь по строению и функциям, обладая известной самостоятельностью, все *системы органов* функционируют в самом тесном взаимодействии друг с другом. Организм человека немыслим без какой-либо из них или же без теснейшей связи между ними. Временное выключение даже одной системы вызывает гибель или полную инвалидность человека.

Органы, входящие в систему, отличаются друг от друга анатомическим строением и деятельностью. Так, например, пищеварительная система включает в себя ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, тонкую и толстую кишки. Эти органы имеют разное строение, и в каждом из них протекают только ему свойственные реакции, составляющие в целом процесс пищеварения. То же можно сказать и о нервной системе. В ней различают центральную часть, образованную головным и спинным мозгом, и периферическую, состоящую из черепномозговых и спинномозговых нервов, идущих ко всем органам тела. Деятельность системы возможна лишь при целостности её частей и тесной взаимосвязи между ними.

Органы состоят из различных тканей, которые отличаются по своему строению и функциям. *Тканью* называется совокупность *клеток* и межклеточного вещества, которые объединены общностью происхождения, строения и функций. Различают четыре основных вида тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную. Эти ткани можно встретить во всех органах тела, однако преобладающее значение в каждом из них обычно принадлежит какой-нибудь одной ткани. Так, например, мышцы в основном состоят из мышечной ткани, характерной особенностью которой является сократимость; головной и спинной мозг, а также нервы образованы элементами нервной ткани, которые обуславливают возникновение и распространение особого процесса — нервного импульса, или возбуждения; основная масса кости представлена особым видом соединительной ткани, которая обеспечивает её опорную функцию, и т. д.

І. КЛЕТКА И ТКАНИ

§ 1. Клетка

Строение клетки. Академик Т. Д. Лысенко рассматривает клетку как микроскопически малый орган сложного многоклеточного организма.

Клетки очень различны по своей форме, величине и свойствам. Даже в одной ткани они могут отличаться друг от друга по строе-

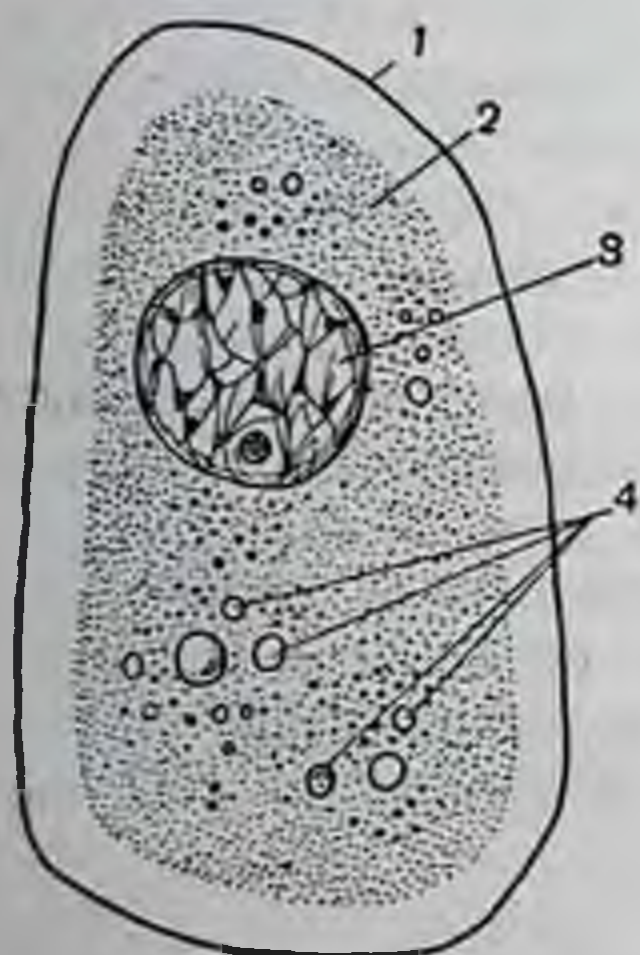


Рис. 1. Строение животной клетки:

1 — оболочка; 2 — протоплазма; 3 — ядро с хроматиновой сетью, глыбками хроматина и круглым ядрышком; 4 — различные включения в протоплазму.

нию и функциям. Но как бы сильно ни отличались различные клетки, они всегда состоят из протоплазмы, ядра и оболочки (рис. 1.)

Протоплазма обладает весьма сложной структурой (строением). При больших увеличениях микроскопа в ней различают ячеистое, зернистое, сетчатое или волокнистое строение. Под влиянием внешних воздействий, а также химических реакций, протекающих внутри самой протоплазмы, эти структуры могут изменяться и переходить одна в другую. Иногда в разных частях клетки протоплазма имеет неодинаковое строение.

Ядро может быть различной формы: шарообразной, овальной, палочковидной, веретенообразной, дольчатой и т. д.

Поверхность ядра покрыта *ядерной оболочкой*, отграничивающей его от протоплазмы. Под оболочкой лежат нити, которые, перекрещиваясь в различных направлениях, образуют ядерную сеть. В

толще нитей имеются зёрнышки. Они состоят из хроматина — вещества, хорошо окрашивающегося специальными красками, и потому получили название *хроматиновых зёрен*. Ядерная сеть состоит из *ахроматина*, т. е. неокрашивающегося вещества. В сети или около неё может быть одно или несколько образований, носящих название *ядрышек*. Все промежутки сети заполнены *ядерным соком*.



Таблица 1. Расположение внутренних органов.

1 — гортань; 2 — трахея; 3 — ключица (поперечный разрез); 4 — верхняя полая вена; 5 — аорта; 6 — правое лёгкое; 7 — левое лёгкое (оттянуто в сторону, чтобы обнажить сердце); 8 — лёгочная артерия; 9 — сердце; 10 — околосердечная сумка; 11 — плевра; 12 — диафрагма; 13 — мышцы (в разрезе); 14 — рёбра (в разрезе); 15 — печень; 16 — желудок; 17 — сальник; 18 — тонкая кишка; 19 — толстая кишка; 20 — кожа и подкожная клетчатка (в разрезе); 21 — слепая кишка; 22 — брюшина — оболочка, выстилающая брюшную полость; 23 — мочевой пузырь.



Ядра разных клеток отличаются друг от друга не только формой, но и большим или меньшим развитием ядерной сети, а также характером распределения хроматина.

Ядро и протоплазма являются обязательными и жизненно важными составными частями клетки. Это доказывается тем, что клетка, искусственно лишённая ядра или протоплазмы, оказывается нежизнеспособной.

Клеточная оболочка имеет вид плотной плёнки, одевающей протоплазму снаружи. Оболочка играет большую роль в проникновении различных веществ внутрь клетки и из неё.

Химический состав. Клетка состоит из очень сложных, содержащих углерод соединений, которые обычно называются *органическими веществами*, так как характерны для живых организмов. Эти соединения делятся на три группы: белки, жиры и углеводы.

Примером *белковых* соединений может служить белок куриного яйца. Это — самые сложные среди известных науке химических соединений. Они состоят из углерода, водорода, кислорода, азота, серы; могут включать в себя и некоторые другие элементы. Молекулы белков содержат тысячи атомов. Белки образуют основную и важнейшую часть клеток живого организма.

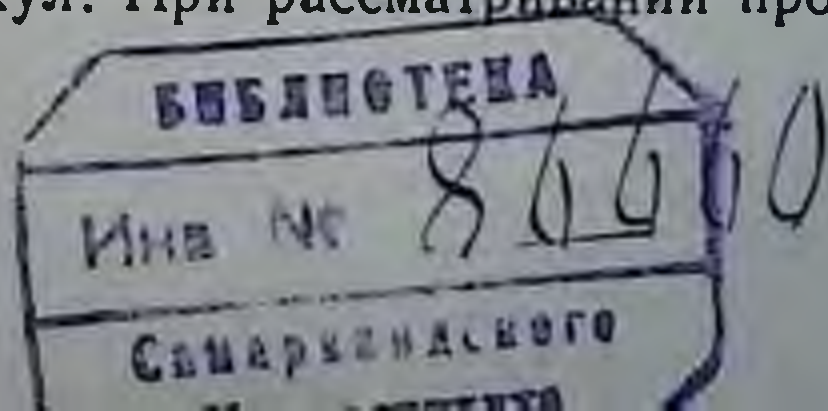
Некоторые *жиры* общеизвестны (сливочное масло, свиное сало, бараний жир и т. д.). Эти соединения состоят из углерода, водорода и кислорода, которые находятся в различных соотношениях.

К *углеводам* относятся крахмал и сахар. Как и жиры, они состоят из углерода, водорода и кислорода, но в молекулах их, как и в молекулах воды, количество атомов водорода всегда вдвое больше, чем кислорода (виноградный сахар — $C_6H_{12}O_6$, свекловичный сахар — $C_{12}H_{22}O_{11}$). Отсюда происходит название этих соединений — углеводы.

Жиры и углеводы отличаются от белков тем, что не содержат в своём составе азота, поэтому их часто называют безазотистыми соединениями.

Органические вещества характеризуются большой сложностью своих молекул, но последние состоят из тех же элементов, которые имеются и в неживой природе. В организме нет элементов, которые отсутствовали бы в неорганических соединениях. Элементарный состав природы, как живой, так и неживой, — един. Из этого можно сделать вывод, что сложные органические вещества первого живого тела образовались из соединений неживой природы. Иными словами это выражается так: живое произошло из неживого.

Органические соединения, образующие клетку, находятся в ней в виде коллоидальных растворов. Обычные (истинные) растворы образованы такими веществами, как, например, поваренная соль и селитра, которые распадаются в воде на отдельные молекулы. Коллоидные растворы образованы веществами, которые в воде распадаются на крупные частицы (в диаметре до 0,0001 мм); последние представляют собой группы молекул. При рассматривании против



света коллоидный раствор кажется мутноватым; его частицы хорошо различимы в ультрамикроскопе. Коллоидный раствор не проходит через полупроницаемые перепонки (например, колбасную шкурку), через которые хорошо проникают истинные растворы.

Помимо органических веществ, в состав клетки всегда входит вода и различные соли, которые относятся к неорганическим соединениям.

Деление клетки. Клетки размножаются путём деления. Различают два вида деления: простое и сложное.

Простое деление в человеческом организме почти не встречается. Оно происходит путём перетяжки ядра и протоплазмы на две части.

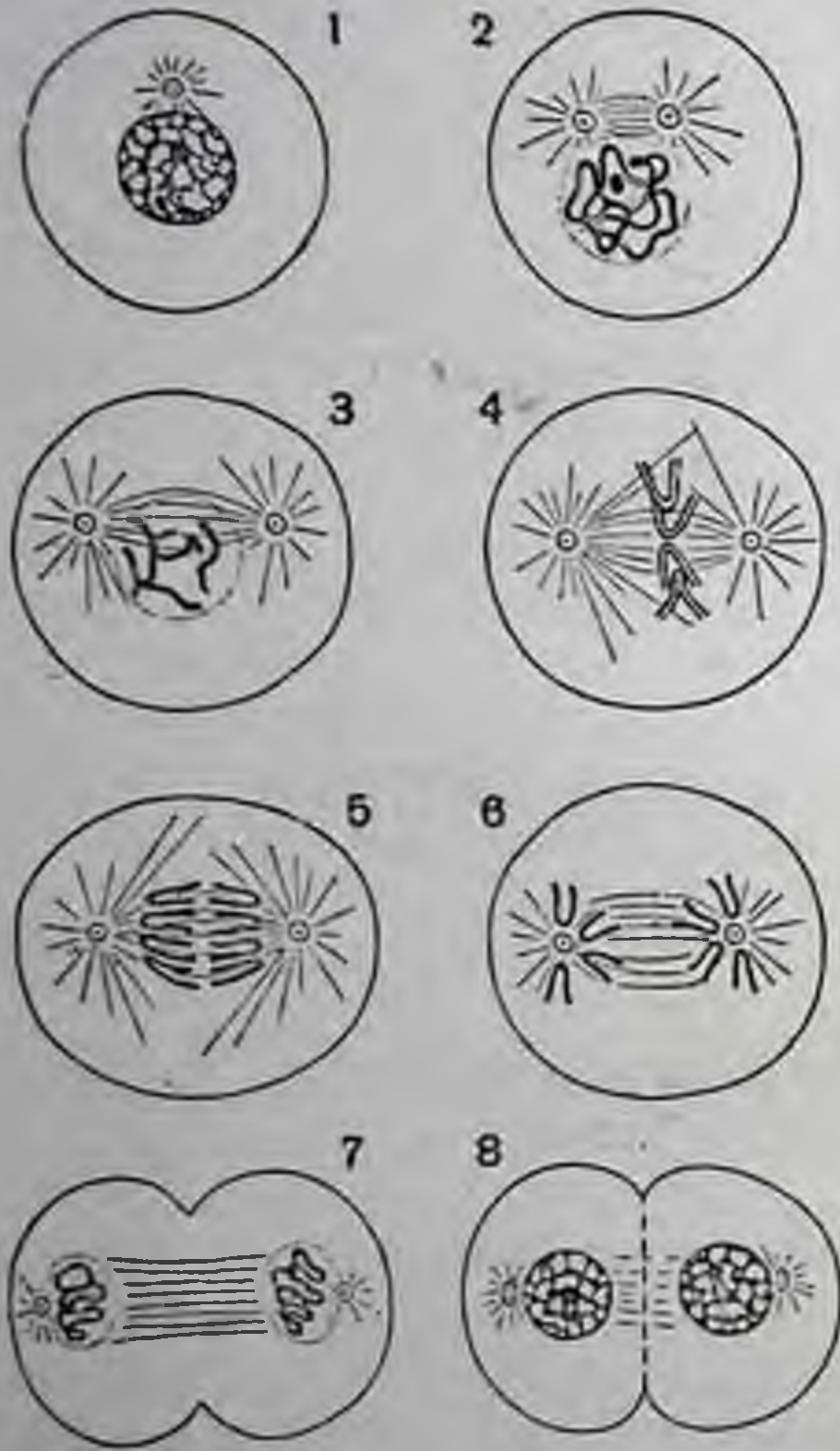


Рис. 2. Схема сложного деления клетки.

Цифрами обозначена последовательность стадий деления.

Клетки человека, как правило, размножаются путём *сложного деления*, в котором различают несколько фаз, наступающих одна за другой в строгой последовательности (рис. 2).

Большую роль в этом процессе играет лежащее вблизи ядра зёрнышко, которое называется *центрозомой*. Перед делением протоплазма вокруг центрозоны приобретает лучистое строение. Затем происходит деление центрозоны на две части, которые расходятся в противоположные концы клетки. Теперь протоплазма образует два лучистых сияния по обоим полюсам клетки. В это время из хроматина ядра формируются *хромосомы*, каждая из которых характеризуется определённой величиной и формой. Хромосомы делятся на равные половинки, расходящиеся к двум полюсам клетки; происходит деление протоплазмы. Образовавшиеся дочерние клетки получают набор хромосом,

совершенно подобный тому, которым обладала материнская клетка.

Развитие организма. Развитие организма начинается с оплодотворённого яйца. Вследствие многократного деления его образуется всё увеличивающаяся группа клеток. Последние возникают также из живого неклеточного вещества. Сначала все клетки одинаковы, затем они начинают всё более и более различаться между собой, в результате чего возникает всё разнообразие их в человеческом

теле. Дальнейшее развитие клеток обуславливает рост образующихся органов и всего организма в целом.

У высших животных и человека способностью дать целый организм обладают только половые клетки. Это дало повод немцу Вейсману разделить все клетки на две группы: половые, или зародышевые, и телесные, или соматические. При этом Вейсман считал, что соматические клетки, образующие тело, служат только футляром, в котором сохраняются зародышевые клетки. Он утверждал, что под влиянием окружающей среды может изменяться лишь тело; на зародышевые же клетки ни внешние условия, ни сам организм никакого воздействия не оказывают.

Из утверждения о неизменности зародышевых клеток вытекает реакционный вывод об отсутствии исторического развития (эволюции) организма.

Современная физиология твёрдо установила, что между всеми клетками организма существует связь, которая поддерживается, как уже указывалось, кровью и через нервную систему. В организме нет такой клетки, которая не находилась бы под влиянием других клеток, а также внешней среды. Эти влияния изменяют состояние и деятельность любой клетки, в том числе и половой. Отсюда следует, что реакционные взгляды Вейсмана в корне неправильны.

Обмен веществ. Протоплазма и ядро клетки образуются из веществ внешней среды, которые поступают в организм через органы пищеварения и приносятся к клетке кровью.

Энергию для своей жизнедеятельности клетка получает от процессов распада (разрушения) веществ, из которых она состоит. В этих процессах существенная роль принадлежит кислороду. Он поступает из внешней среды через органы дыхания и доставляется к клетке кровью. Продукты окисления — воду, углекислый газ и некоторые другие соединения — кровь выносит из клетки к почкам, лёгким и коже, которые выделяют их во внешнюю среду.

Таким образом, через посредство крови между клеткой и внешней средой непрерывно происходит обмен веществами. В результате этого обмена состав клетки постоянно меняется: одни вещества в ней образуются, другие разрушаются. Эта непрерывная цепь изменений, в результате которых происходит саморазрушение и самовосстановление клетки, и характеризует жизнь. Всё, что отличает живое от неживого, — питание, дыхание, рост и т. д. — только различные проявления обмена веществ.

Основным веществом, которое образует протоплазму и ядро клетки, является белок. С этим сложным, неустойчивым в своём составе соединением и связаны все проявления жизни, о которых только что говорилось. Поэтому Ф. Энгельс писал: «Жизнь — это способ существования белковых тел, существенным моментом которого является *постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой*, причём с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка».

Растительные и животные клетки. Все организмы (растительные, животные, человеческий) состоят из клеток. Некоторые организмы образованы из одной клетки, другие — из множества их.

В строении клеток всех живых существ имеется определённое сходство: они состоят из ядра, протоплазмы и оболочки; основным соединением, образующим их, являются белковые вещества.

Однако между клетками растений (рис. 3), животных и человека имеются и отличия. Растительные клетки покрыты оболочкой, состоящей из углеводов; в клетках животных и человека она образована белковыми веществами. Кроме того, в протоплазме растительных клеток, по мере их роста, развиваются *вакуоли* — пузырьки с клеточным соком. В клетках животных и человека при нормальных условиях вакуолей никогда не образуется.

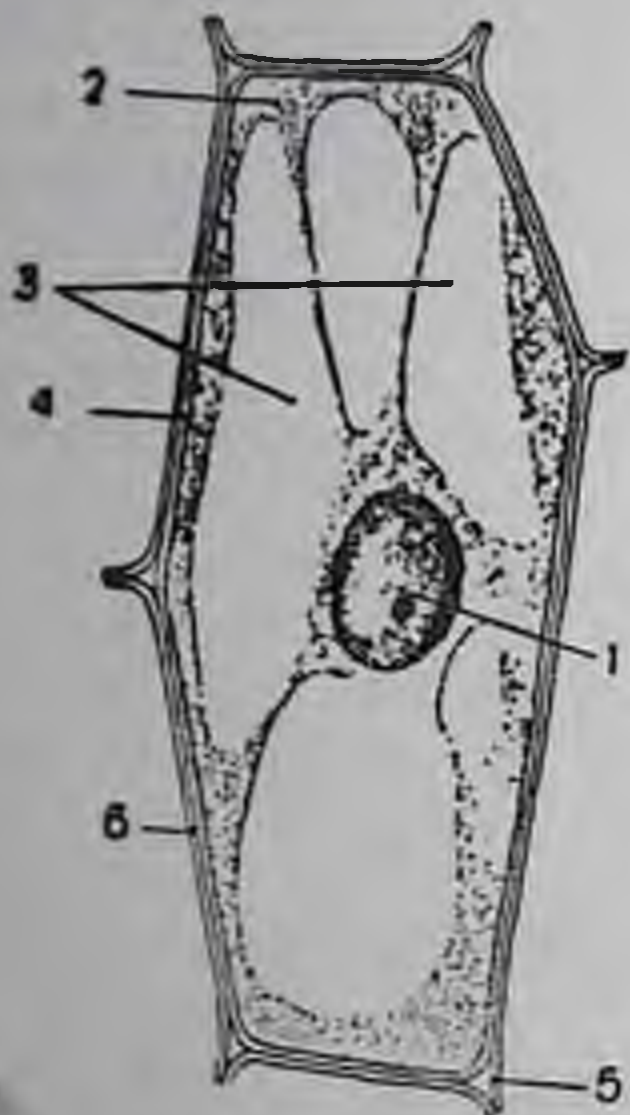


Рис. 3. Строение растительной клетки:

1 — ядро; 2 — протоплазма; 3 — вакуоли, содержащие клеточный сок; 4 — оболочка из клетчатки; 5 — оболочка соседней клетки.

Многие растения имеют в своих клетках зелёные хлорофилловые зёрна. Трудями великого русского учёного К. А. Тимирязева установлено, что хлорофилл участвует в использовании растением солнечной энергии, за счёт которой происходит образование углеводов из углекислого газа и воды. Этот процесс называется *фотосинтезом*. При дальнейших химических превращениях из углеводов получают жиры и белки. При образовании последних растение использует минеральные вещества, поступающие из почвы.

Ни в одной клетке животных и человека не может происходить синтез органических веществ из неорганических и превращение жиров и углеводов в белки.

Поэтому растения являются для животных и человека «поставщиками» веществ, из которых строятся их клетки.

Клеточная теория строения организмов. Современные представления о клетке сложились не сразу.

В 1667 г. физик Роберт Гук, рассматривая в незадолго до того сконструированный примитивный микроскоп тонкие пластинки, вырезанные из пробки, обнаружил, что они состоят из мелких ячеек, похожих на пчелиные соты. Эти ячейки Гук назвал клетками. Клетки пробки мертвы и лишены живого содержимого, поэтому Гук видел только клеточные оболочки.

В дальнейшем многие учёные подвергали микроскопическому изучению самые различные объекты — сначала растительные, а затем и животные. Благодаря наличию оболочек клеточное строение растений было заметно особенно отчётливо. Клеточной обо-

лочке в это время придавали очень большое значение и считали её самой существенной частью клетки.

Усовершенствование микроскопа позволило изучить содержимое клетки, которое оказалось жидким и вязким. Это вещество было названо протоплазмой; на ней в то время сосредоточилось всё внимание учёных; теперь уже её, а не оболочку считали самой важной частью клетки.

Ядро впервые обнаружили в 30-х годах XIX столетия.

В это же время сложилась и клеточная теория строения организмов. Возникновение её связано с именем русского учёного П. Ф. Г о р я н и н о в а (1834). По этой теории все организмы состоят из клеток, с клетками связаны все проявления жизни (питание, дыхание, выделение и т. д.).

В 60-х годах прошлого столетия считалось, что всякая клетка происходит от клетки, а многоклеточный организм развивается из женской половой клетки после её оплодотворения.

Открытие клетки и установление клеточного строения организмов имело первостепенное значение для развития всех биологических наук. Оно позволило выяснить тончайшее строение организмов и показало единство в строении всех живых существ — растений, животных и человека; оно обнаружило анатомическую основу, с которой связаны все жизненные функции; наконец, оно дало возможность изучить процессы возникновения и развития организма. Открытие клеточного строения организмов Энгельс считал одним из величайших завоеваний естествознания.

Существование свободно живущих простейших организмов, состоящих из одной клетки, привело многих учёных к теории, по которой многоклеточный организм рассматривался как «государство» самостоятельных клеток, а его жизнь — как сумма жизней этих клеток. Эта теория неверна потому, что всякий сложный организм представляет собой единое и нераздельное целое, все клетки которого находятся под взаимным влиянием и друг без друга существовать не могут (см. стр. 11).

Исследования известного советского биолога О. Б. Л е п е ш и н с к о й показали, что в состав организма входят не только клетки, но и *живое вещество*, не оформленное в клетки; в процессе развития организма из живого вещества могут образовываться клетки. Работы О. Б. Лепешинской окончательно разбивают теорию организма как клеточного государства; они показывают неправильность утверждения, что клетки развиваются только из клеток.

По современным представлениям, всякое проявление жизнедеятельности организма есть следствие очень сложных взаимодействий между образующими его клетками и неклеточным живым веществом. Важнейшее значение в этом взаимодействии принадлежит у высших животных нервной системе, которая объединяет и регулирует функции всего организма, приспособляя их к меняющимся условиям внешней среды.

§ 2. Эпителиальная ткань

Виды эпителия. Многоугольные клетки в виде пластинок с круглыми ядрами в центре образуют плоский эпителий. Высокие столбчатые клетки с вытянутыми ядрами образуют цилиндрический эпителий. Между плоскими и цилиндрическими клетками существует ряд переходных форм.

Клетки эпителия всегда тесно прилегают друг к другу. Они могут располагаться в один или несколько слоёв, поэтому различают однослойный и многослойный эпителий.

Плоский и цилиндрический эпителий. *Однослойный плоский эпителий* (рис. 4) выстилает замкнутые полости тела (грудную и брюшную).

Многослойный плоский эпителий (рис. 5) образует наружный слой кожи; он встречается в слизистых оболочках ротовой полости

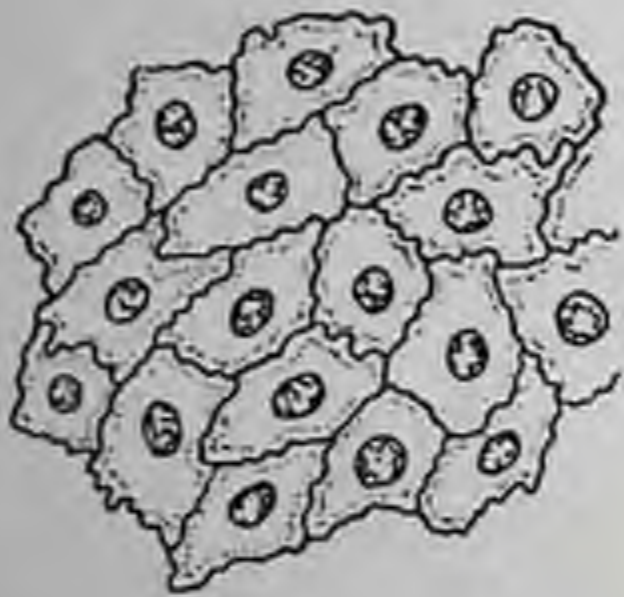


Рис. 4. Однослойный плоский эпителий (вид сверху).

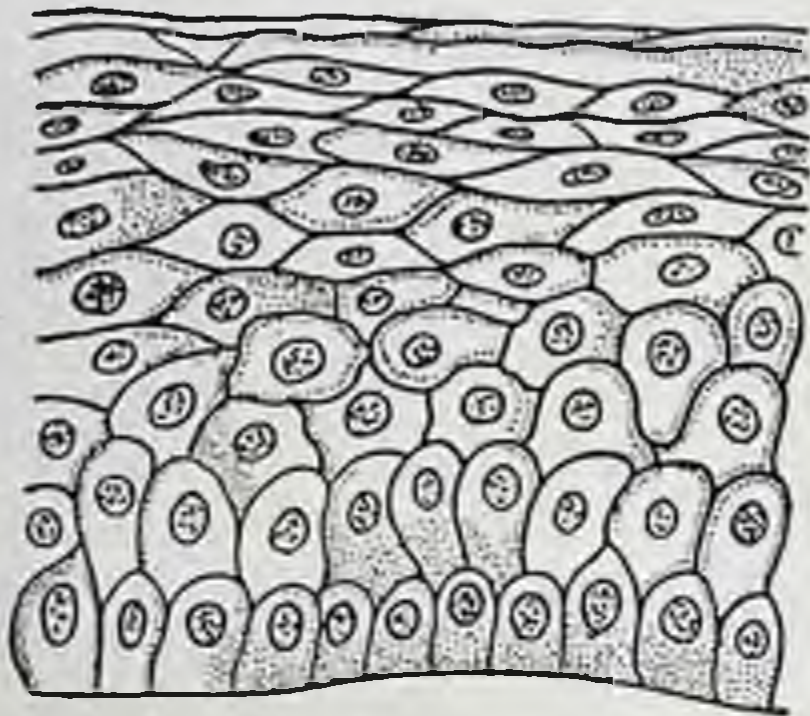


Рис. 5. Многослойный плоский эпителий (вид сбоку).

и глотки. Наиболее глубоко лежащие клетки его имеют обычно цилиндрическую форму, но по мере приближения к поверхности они уплощаются, пока не достигнут формы тонких пластинок.

Однослойный цилиндрический эпителий выстилает большую часть кишечного тракта.

Эпителий кожи и желудочно-кишечного тракта защищает организм от различных вредных влияний внешней среды.

Многослойный цилиндрический эпителий (рис. 6) выстилает верхние дыхательные пути. Клетки его покрыты ресничками, и он называется *мерцательным*. Реснички своими движениями способствуют удалению пыли из дыхательных путей. Защитная роль этого эпителия имеет особенно большое значение у людей, работающих в пыльном воздухе (забойщики в шахтах, рабочие в табачном производстве и т. п.).

Железистый эпителий. Особый вид эпителиальной ткани представляет собой железистый эпителий (рис. 7), который образует железы (щитовидную, потовые, печень и др.).

Цилиндрические клетки этого эпителия вырабатывают вещества, известные под именем *секретов*. Последние имеют различный химический состав. Процесс образования и выделения их носит название *секреции*. В железах внутренней секреции (надпочечник, щитовидная железа и др.) выработанные клетками вещества выде-

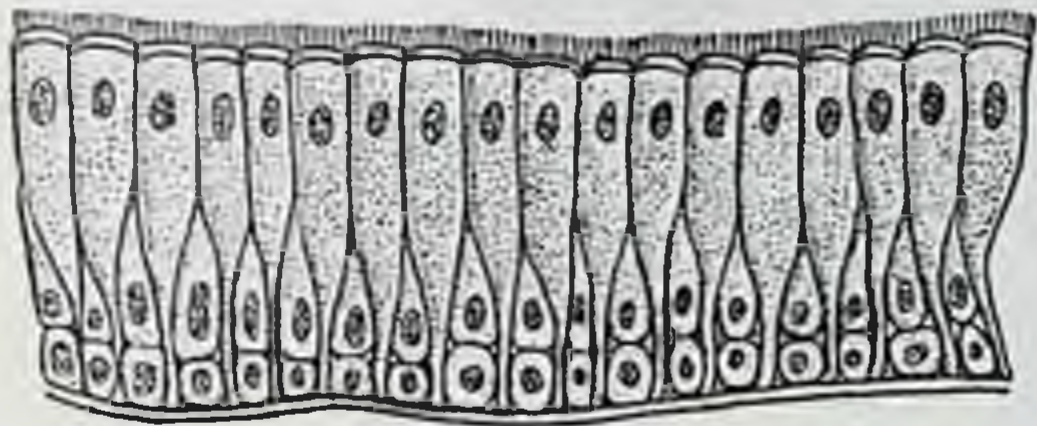


Рис. 6. Многослойный цилиндрический эпителий.

На свободной поверхности клеток мерцательные реснички.

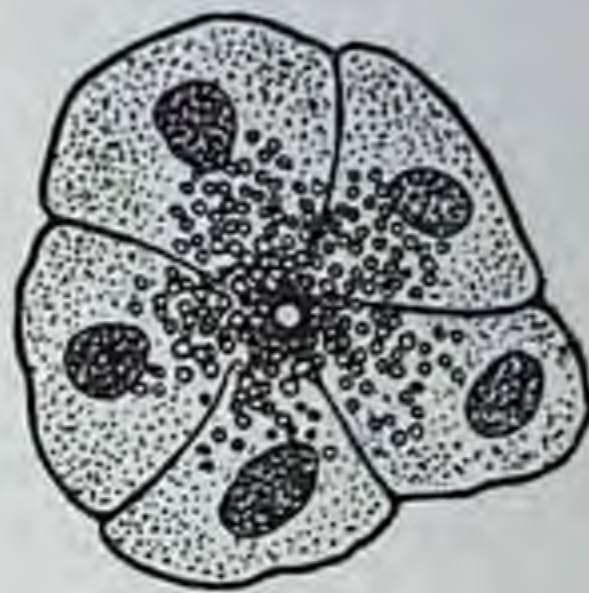


Рис. 7. Железистый эпителий.

В центре просвет тончайшего протока железы. В протоплазме клеток вблизи протока зёрнышки выделяемого секрета.

ляются в кровь, а в железах внешней секреции — в протоки, которые открываются наружу (потовые железы) или во внутренние полости тела (печень, поджелудочная железа).

§ 3. Соединительная ткань

Виды соединительной ткани. Под названием соединительной ткани объединяют целую группу тканей, которые имеют общее происхождение, но очень различны по строению и функциям.

Клетки соединительной ткани никогда не соприкасаются друг с другом и отделены промежуточным веществом, которое они выделяют.

Разные виды соединительной ткани можно разделить на две группы: 1) собственно соединительную ткань и 2) скелетную, или опорную, соединительную ткань.

Собственно соединительная ткань. Собственно соединительная ткань связывает отдельные ткани или органы друг с другом. Кроме того, она выполняет важную защитную функцию. К этой группе относят четыре вида тканей: рыхлую волокнистую, жировую, плотную волокнистую и эластическую волокнистую.

Рыхлая волокнистая соединительная ткань (рис. 8) состоит из легко связанных друг с другом волокон, между которыми расположены немногочисленные клетки. Клетки и волокна погружены во влажную среду.

Различают два типа волокон соединительной ткани. Одни — более тонкие, прямые и гладкие — располагаются пучками; это

клеящие волокна, названные так потому, что при варке дают клей. Другие волокна — более толстые, упругие и не всегда прямые — разбросаны поодиночке; их называют *эластическими*, так как они обладают упругостью.



Рис. 8. Рыхлая волокнистая соединительная ткань

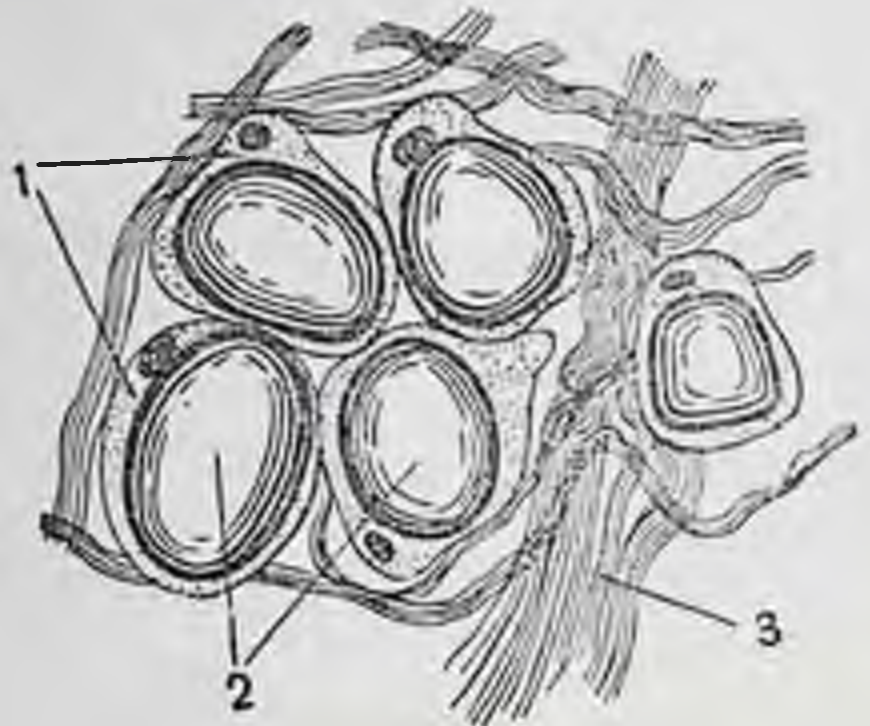


Рис. 9. Жировая ткань:
1—клетки; 2—скопление жира в них; 3 — соединительнотканые волокна вокруг жировых клеток.

Клетки рыхлой соединительной ткани различаются по форме, величине и значению. Одни из них в результате своей деятельности выделяют клеящие и эластические волокна. Другие обладают способностью захватывать инородные вещества, попавшие в ткань, переваривать их и тем самым делать безвредными для организма. Это замечательное свойство клеток открыто великим русским учёным И. И. Мечниковым. Клетки, которые уничтожают инородные тела, И. И. Мечников назвал *фагоцитами* (клетками-пожирателями), а сам процесс уничтожения — *фагоцитозом*.

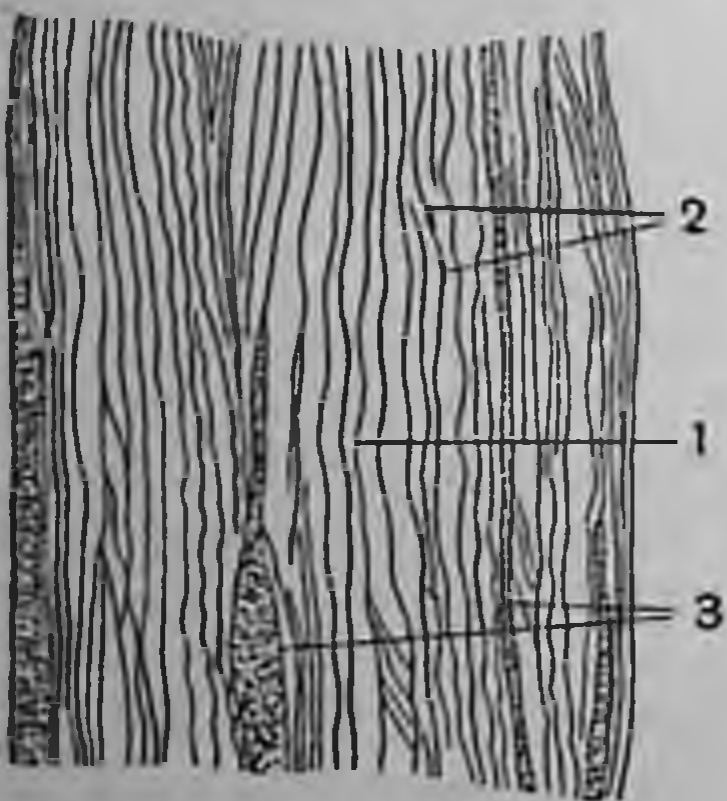


Рис. 10. Плотная волокнистая соединительная ткань:

1 — волокна; 2 — клетки;
3 — прослойка рыхлой соединительной ткани.

Фагоциты имеют неправильную шаровидную форму, которая постоянно меняется благодаря способности их выпускать короткие отростки. Фагоцитозом обладают и некоторые виды лейкоцитов, или белых кровяных телец, которые проникают в рыхлую соединительную ткань из кровеносных капилляров.

Некоторые клетки рыхлой соединительной ткани содержат зёрнышки пигмента.

Жировая ткань (рис. 9) похожа на рыхлую соединительную ткань, но богата клетками, которые наполнены жиром. Она широко распространена в теле, располагаясь вокруг различных органов

и образуя так называемую подкожную жировую клетчатку (цвет. табл. 1, 20).

Плотная волокнистая соединительная ткань (рис. 10) отличается от рыхлой тем, что пучки клейдающих волокон, переплетающихся в разных направлениях, расположены в ней значительно гуще. Эта ткань встречается во многих органах; в частности, она обуславливает прочность и упругость кожи.

Эластическая волокнистая ткань образует связки между органами. Она отличается от плотной волокнистой ткани обилием эластических волокон.

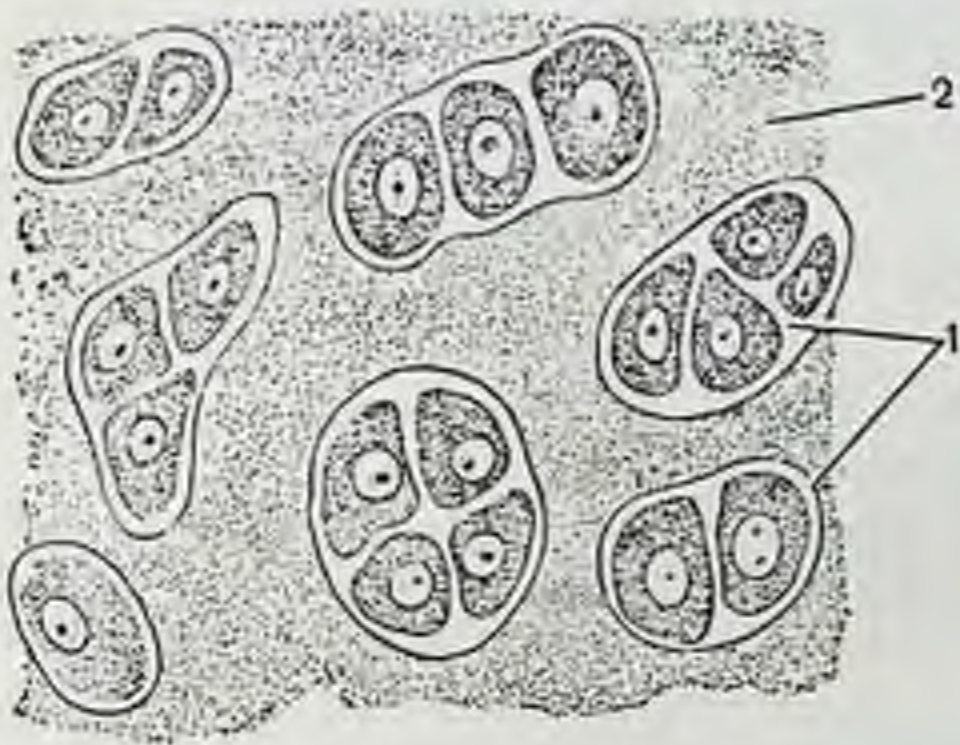


Рис. 11. Хрящевая ткань:

1 — группы хрящевых клеток; 2 — межклеточное вещество.

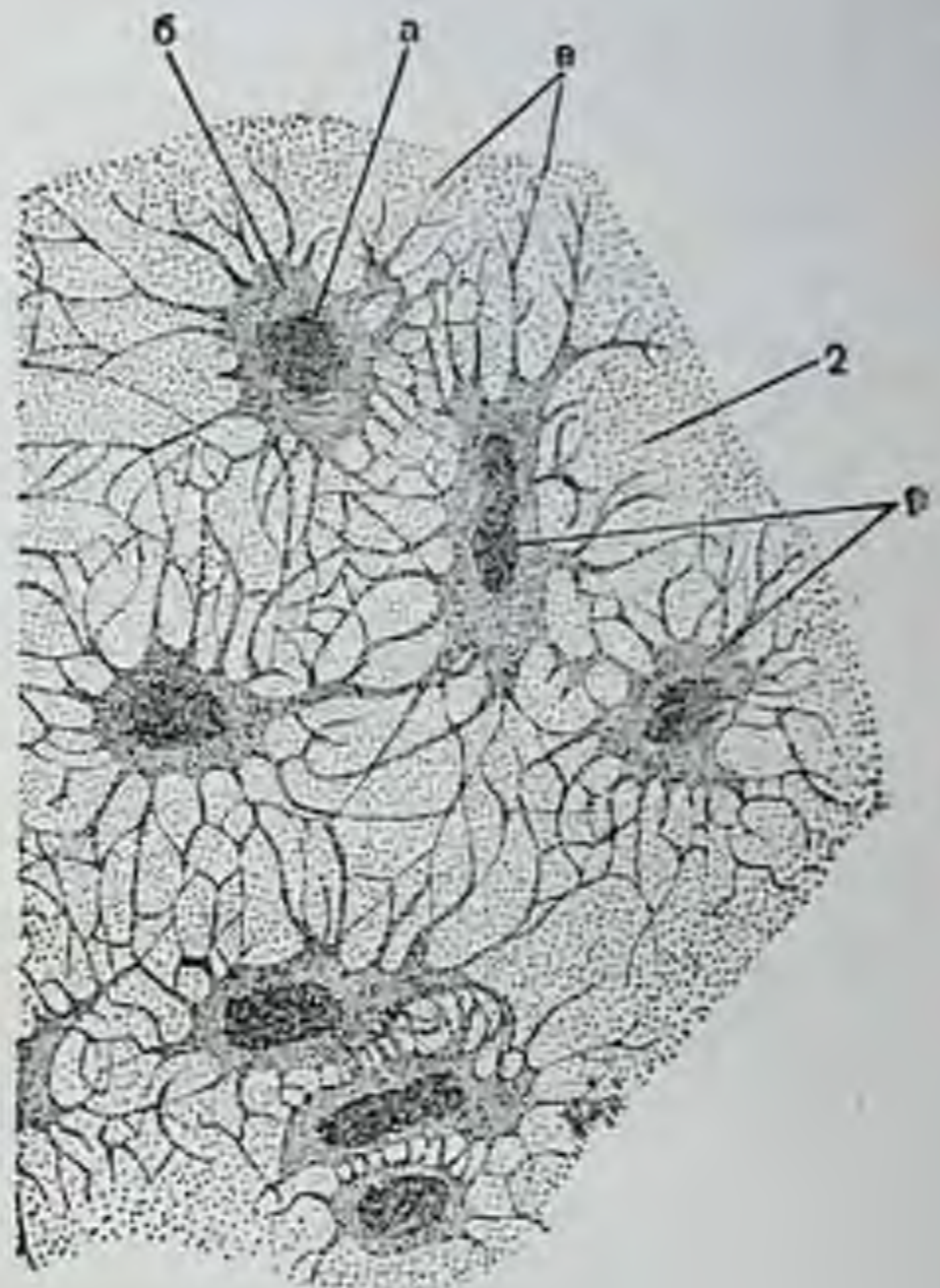


Рис. 12. Костная ткань:

1 — клетки: а) ядро, б) протоплазма, в) отростки; 2 — межклеточное вещество.

Скелетная, или опорная, соединительная ткань. К группе скелетной, или опорной, соединительной ткани относят хрящевую и костную.

Хрящевая ткань (рис. 11) состоит из клеток чаще всего круглой или овальной формы. Они располагаются группами, которые окружены капсулами. Между клетками находится промежуточное вещество. Рост ткани происходит путём размножения клеток внутри капсулы.

Встречается хрящ в гортани, на грудных концах рёбер, суставных концах костей, между телами позвонков и в других местах.

Костная ткань (рис. 12) отличается твёрдостью, которая зависит от входящих в состав её промежуточного вещества неорганических солей, главным образом углекислого и фосфорнокислого кальция.

Эта ткань состоит из костных пластинок, соединённых между собой. Основную массу их составляет промежуточное вещество, которое является продуктом жизнедеятельности костных клеток, находящихся внутри пластинок. Костные клетки относительно малы и соединяются друг с другом большим количеством тоненьких отростков.

Уже на третьем месяце утробной жизни зародыш имеет скелет, в котором позвоночный столб, основание черепа и конечности построены из хряща, а свод черепа и кости лица — из собственно соединительной ткани. Развитие кости на месте соединительной ткани происходит благодаря тому, что особые клетки (костеобразователи) выделяют промежуточное вещество, которое затем пропитывается минеральными солями. Образование кости на месте хряща происходит тоже благодаря деятельности клеток-костеобразователей. Но в этом случае образованию кости предшествует разрушение хрящевой ткани. Полное окостенение скелета у человека заканчивается к 25-летнему возрасту.

§ 4. Мышечная ткань

Различают два вида мышечной ткани: поперечно-полосатую и гладкую.

Строение поперечно-полосатой мышечной ткани. Поперечно-полосатая мышечная ткань (рис. 13) состоит из *волокон* цилиндрической формы,

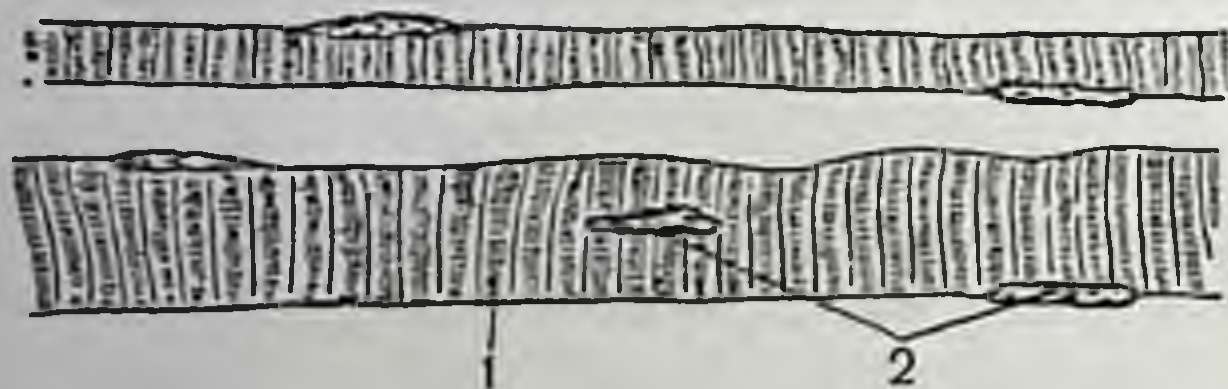


Рис. 13. Поперечно-полосатые мышечные волокна:
1 — протоплазма: 2 — ядра.

дической формы, имеющих длину, достигающую до 10—12 см. Каждое волокно состоит из тончайших *волоконцев* и большого количества *ядер* овальной формы, располагающихся тотчас под его оболочкой. Волокно можно рассматривать как гигантскую многоядерную клетку или как совокупность не отделённых друг от друга клеток.

При рассматривании волокна под микроскопом обнаруживается правильное чередование в нём тёмных и светлых участков, что производит впечатление поперечной полосатости. Это зависит от того, что *волоконца*, образующие мышечное волокно, состоят из веществ, которые неодинаково преломляют свет.

Поперечно-полосатые мышечные волокна собираются в *пучки*, которые, различно располагаясь, образуют скелетные *мышцы* человека.

Сократимость как основное свойство мышечной ткани. На всякое раздражение мышечная ткань отвечает сокращением, при котором происходит укорочение и утолщение её волокон.

В качестве раздражителей, вызывающих сокращение, можно применить щипок, разрез, укол, сдавливание мышцы, электрический ток, а также воздействие кислот, солей, щелочей и т. д. Все эти

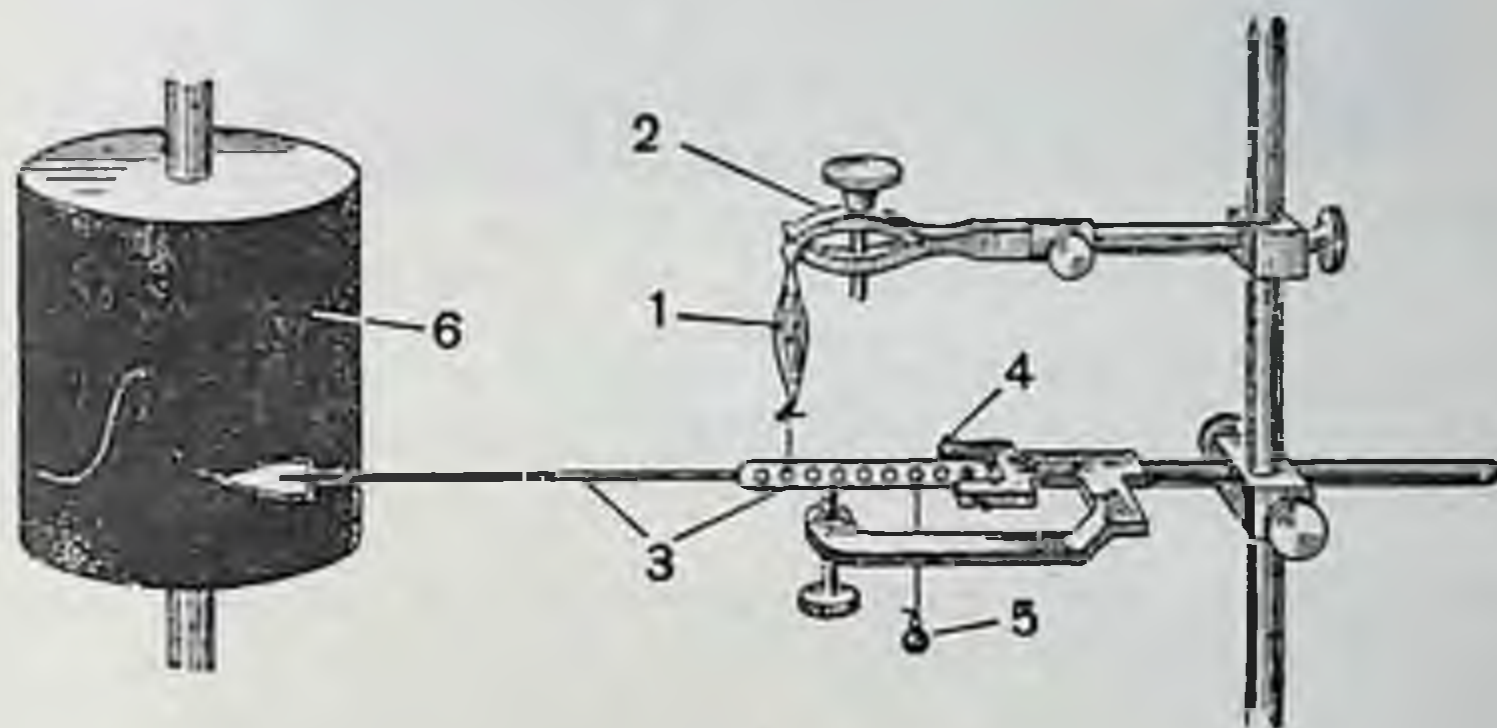


Рис. 14. Схема, показывающая запись на кимографе сокращений мышцы лягушки:

1 — мышца; 2 — зажим для укрепления мышечного препарата; 3 — рычаг для записи на барабане кимографа (6); 4 — ось вращения рычага; 5 — груз, оттягивающий рычаг книзу.

На закопченном барабане кимографа кривая одиночного мышечного сокращения.

раздражители называются *прямыми*, так как прикладываются непосредственно к мышце. Однако они действуют только в искусственных условиях опыта, когда мышца выделена из организма, иначе говоря, изолирована. Если же она находится в организме, то все перечисленные выше раздражители оказывают воздействие на неё только в исключительных случаях.

Естественным, нормальным раздражителем для поперечно-полосатых мышц является процесс возбуждения, поступающий в них из центральной нервной системы по нервам. Раздражение мышцы через нерв называется *непрямым*.

Лучшим объектом для изучения сокращений считается изолированная икроножная мышца лягушки. Один конец мышцы, выделенной из тела животного, неподвижно укрепляют в штативе, другой соединяют при помощи ниточки с тонким рычажком. Острый конец последнего скользит по поверхности закопченного медного цилиндра кимографа, который вращается вокруг своей оси при помощи часового механизма (рис. 14). Пока мышца находится в покое, рычажок, снимая копоть с цилиндра, чертит прямую горизонтальную линию. Укорочение мышцы при её сокращении при-

водит рычажок в движение, и он чертит на закопчённой поверхности вращающегося цилиндра кривую линию.

Поверхности цилиндра в этом опыте касаются ещё два рычажка: один отмечает замыкание и размыкание электрического тока,

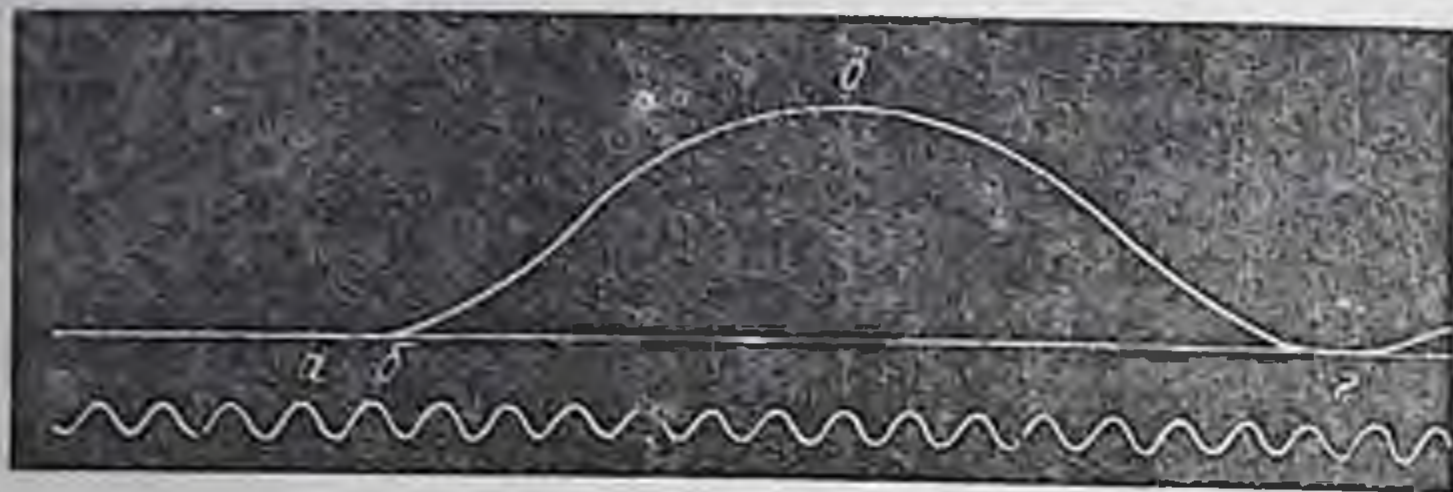


Рис. 15. Кривая одиночного мышечного сокращения:
a — момент раздражения мышцы; *ab* — период скрытого возбуждения; *бв* — период укорочения мышцы; *вг* — период расслабления мышцы.
 Внизу — кривая, каждая волна которой соответствует промежутку времени в 0,01 секунды.

раздражающего мышцу и вызывающего её сокращение; другой чертит кривую времени, каждый изгиб которой соответствует 0,01 секунды.

Коротким электрическим ударом можно вызвать так называемое *одиночное сокращение* мышцы. Анализ кривой этого сокращения (рис. 15) показывает, что от момента раздражения мышцы до начала сокращения её проходит 0,01 секунды — это *скрытый период возбуждения*. Сокращение мышцы выражается подъёмом кривой — это *фаза укорочения мышцы*; по окончании её происходит опускание кривой — *фаза расслабления мышцы*. Каждая из этих фаз длится около 0,05 секунды. Таким образом, одиночное сокращение мышцы продолжается около 0,1 секунды.

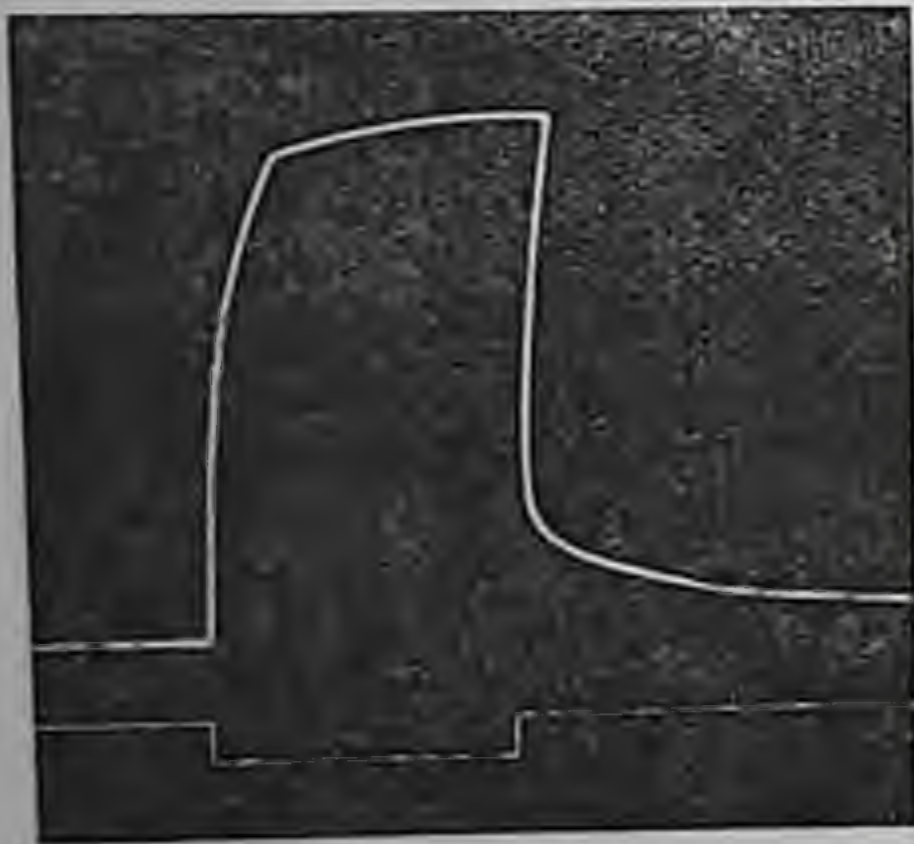


Рис. 16. Кривая тетануса.
 Внизу линия, на которой отмечено раздражение мышцы.

Если икроножная мышца лягушки получает более 20 ударов электрическим током в секунду (удары следуют через промежутки времени меньше 0,05 секунды),

то новое раздражение поступает в мышцу прежде, чем закончится фаза укорочения. В этом случае происходит слияние отдельных сокращений. Наблюдаемое явление получило название *тетануса* (рис. 16). Во время тетануса мышца находится в состоянии длительного сокращения.

Высота тетануса значительно превышает высоту одиночного сокращения, даже самого сильного. Объяснение этому дал выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский. Он показал, что после каждого одиночного сокращения в мышце на очень короткое время остаётся след в виде повышенной чувствительности. Поэтому новое раздражение, действующее тотчас за первым, может вызвать более сильное сокращение.

Поперечно-полосатая мышечная ткань образует скелетные мышцы человека. Сокращение их обеспечивает движение тела в пространстве и перемещение одних частей тела по отношению к другим. При этом движение и работа человека осуществляются благодаря длительным тетаническим сокращениям.

Гладкая мышечная ткань. Гладкая мышечная ткань (рис. 17) распространена во внутренних органах (в селезёнке, стенках мочевого пузыря, желудка, кишок, кровеносных сосудов). Своими сокращениями она изменяет объём этих органов. По строению и физиологическим свойствам гладкая мышечная ткань резко отличается от поперечно-полосатой.

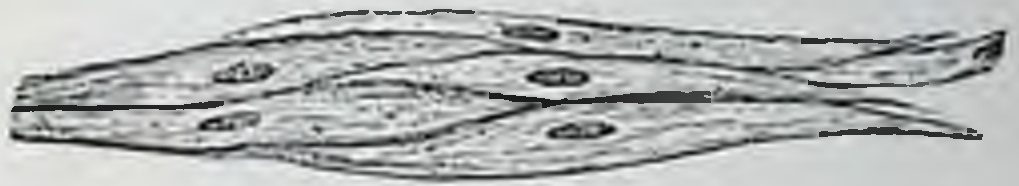


Рис. 17. Гладкая мышечная ткань

Гладкая мышечная ткань состоит из волокон длиной от нескольких микронов до 0,1 мм. Каждое из них представляет собой одну клетку веретенообразной формы, в центре которой лежит палочковидное ядро.

Гладкая мышца способна сокращаться после перерезки нервов, подходящих к ней, и даже будучи вырезана из организма (изолирована). Из этого следует, что естественные раздражители её находятся в ней самой. Ими, повидимому, являются химические соединения, образующиеся в мышце. В естественных условиях сокращение гладких мышц происходит под контролем нервной системы. Скорость сокращения гладкой мышечной ткани в десятки раз меньше, чем поперечно-полосатой.

Мышечный тонус. Все мышцы тела, и поперечно-полосатые, и гладкие, постоянно находятся в состоянии лёгкого сокращения, которое не сопровождается перемещением тела в пространстве или движением его частей. Это сокращение, вызывающее известное напряжение мышц, называется мышечным тонусом.

§ 5. Нервная ткань

Строение нервной ткани. Нервная ткань образуется из нервных клеток, или *нейронов*. Нейрон состоит из тела и отростков.

Тело нейрона может быть круглой, овальной, звездчатой, многоугольной или грушевидной формы (рис. 18). Оно имеет одно ядро, располагающееся, как правило, в центре. Протоплазма нейрона пронизана густой сетью нитей — нейрофибрилл и за-

включает в себе глыбки легко окрашиваемого вещества, которое называется тигроидным (рис. 19).

По количеству отростков различают одно-, двух- и многоотростчатые нейроны. Большинство нейронов является многоотростчатыми. Отростки короткие, сравнительно толстые, богато ветвящиеся называются *дендритами*. Отростки длинные (до одного метра), тонкие и ветвящиеся обычно только на своём конце называются *аксонами*. Многоотростчатые нейроны имеют всегда один аксон и несколько дендритов. Длинные отростки нервных клеток

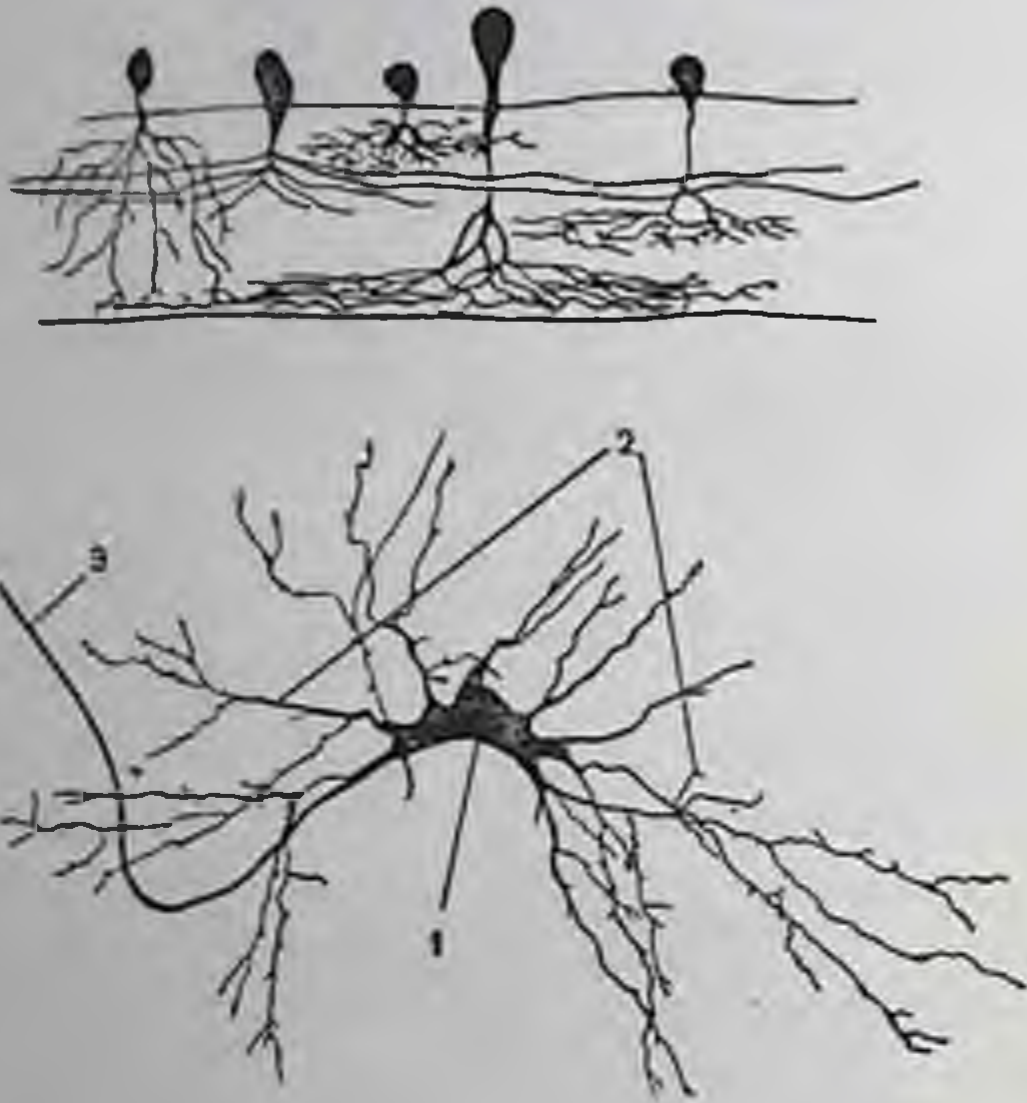


Рис. 18. Нервные клетки разной формы: 1 — тело клетки; 2 — дендриты; 3 — аксон.

образуют *нервные волокна*. Протоплазма отростка с её нейрофибриллами составляет *осевой цилиндр* волокна, который окружён двумя *оболочками*. Внутренняя более толстая оболочка, состоящая из жироподобного вещества, называется *миелиновой*. Наружная оболочка нервных волокон состоит из плоских клеток. Миелиновая оболочка местами прерывается. В этих местах наружная оболочка тесно прилегает к осевому цилиндру, отчего на протяжении нервного волокна образуются как бы перехваты. Часть нервных волокон лишена миелиновых оболочек. Пучки нервных волокон, отходящих от нейронов мозга, образуют нервы.

Возбудимость и проводимость. Основными свойствами нейрона являются возбудимость и проводимость.

Возбудимость проявляется в способности воспринимать раздражение и отвечать на него определённым видом деятельности. Возбудимость — это важнейшее свойство живых клеток. Резко выраженная в нервной ткани, она присуща и другим тканям. Так, мышечная ткань, воспринимая раздражение, отвечает на него сокращением своих волокон, железистый эпителий — выделением секрета. В нейроне в ответ на раздражение возникает процесс возбуждения, который распространяется по нему и нейронам, соединённым с ним. Эта способность передавать возбуждение называется *проводимостью*.

Возбудимость и проводимость нейронов можно доказать экспериментально. Если электрическим током определённой силы раздражать нерв, оканчивающийся в мышце, то последняя сокращается. Это явление можно объяснить только так: электрический ток

вызвал на месте своего приложения изменения, которые привели к возникновению процесса возбуждения; этот процесс не остался на месте, а распространился по нерву до мышцы; мышца, получив раздражение, сократилась.

Если раздражение нерва производить электрическим током очень слабой силы, то возбуждение в нём не возникает и мышца не сокращается. Слабые раздражители, не вызывающие процесса возбуждения, называются *подпороговыми*. Раздражения, достигшие силы, при которой они вызывают возбуждение, называются *пороговыми*. Раздражения большей силы, чем пороговые, называются *надпороговыми*.

Скорость, с которой проводится возбуждение, в нервах различных животных неодинаковая; она тем больше, чем выше по своей организации животное. У одного и того же животного скорость проведения возбуждения в нервах, разветвляющихся во внутренних органах, значительно меньшая, чем в нервах скелетных мышц. Она может быть неодинаковой в разных волокнах одного нерва. Наибольшая скорость проведения в нервных волокнах человека достигает 140 м в секунду.

Односторонность проведения. Хотя волокна способны проводить возбуждение в обе стороны от места раздражения, однако при естественных условиях в организме они проводят его только в одном направлении. Волокна, проводящие возбуждение от периферии тела к центральной нервной системе, называются *центростремительными*, проводящие его в противоположном направлении — *центробежными*.

Возбуждение, распространяющееся по центробежным волокнам, передаётся из центральной нервной системы. Возбуждение, идущее по центростремительным волокнам, возникает на периферии тела в воспринимающих раздражение нервных окончаниях, которые называются *рецепторами*.

Центробежные и центростремительные нервы. Нерв, состоящий из центробежных волокон, называется *деятельным*, так как в результате проведения им возбуждения возникает деятельность органа (сокращение мышцы, выделение железой секрета). Нерв,

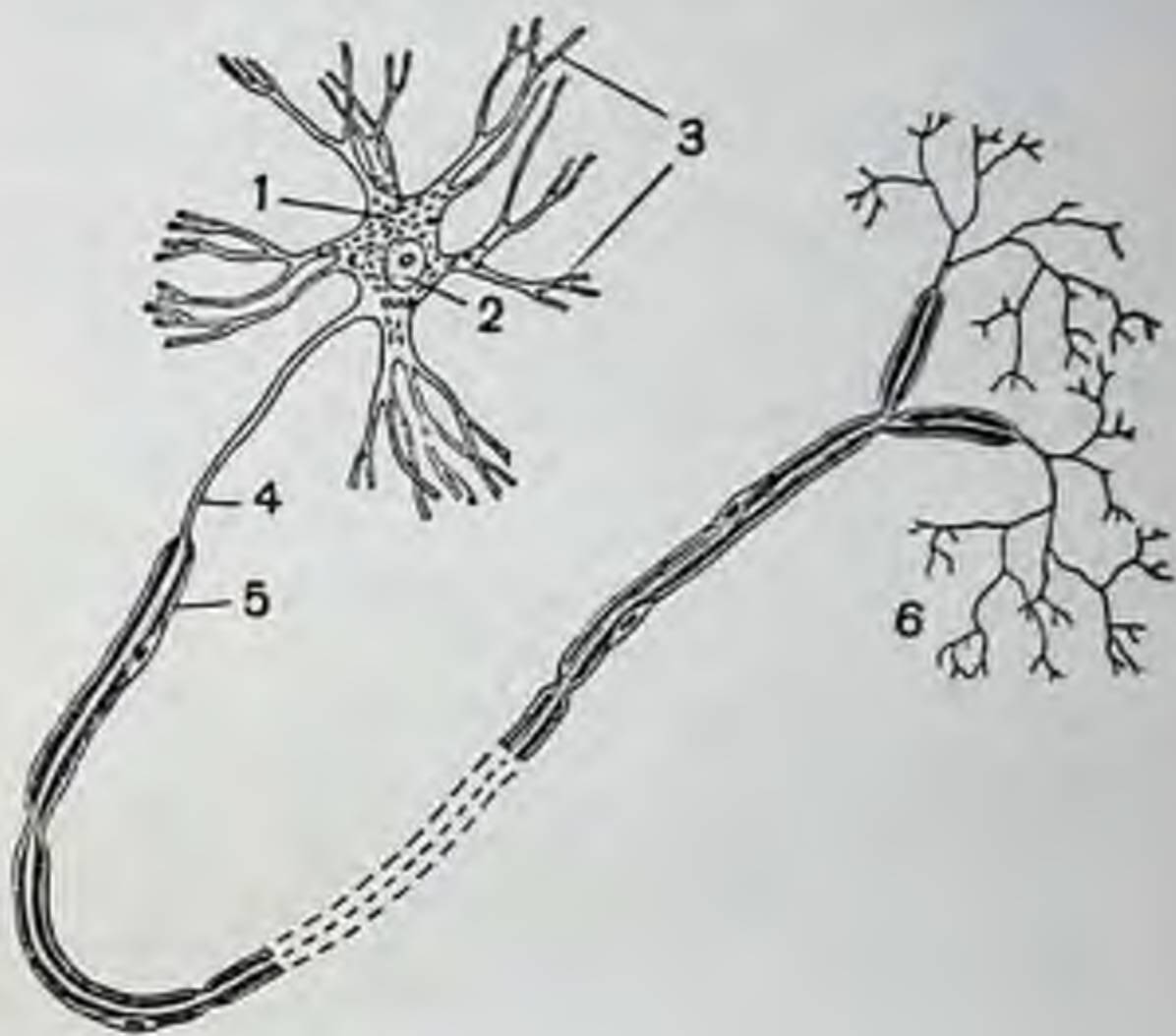


Рис. 19. Схема нейрона:

1 — тело; 2 — ядро; 3 — дендриты; 4 — аксон; 5 — оболочки, образующие вместе с аксоном нервное волокно; 6 — конечные разветвления аксона.

образованный центростремительными волокнами, называется *чувствительным*: он передаёт возбуждение от органов чувств.

И. П. Павлов называл центростремительные нервы «осведомительными», потому что они «осведомляют» центральную нервную систему о различных раздражениях, действующих на организм. Нервы же центробежные И. П. Павлов называл «командными», потому что они передают возбуждения от центральной нервной системы к органам и этим как бы командуют их деятельностью. Если

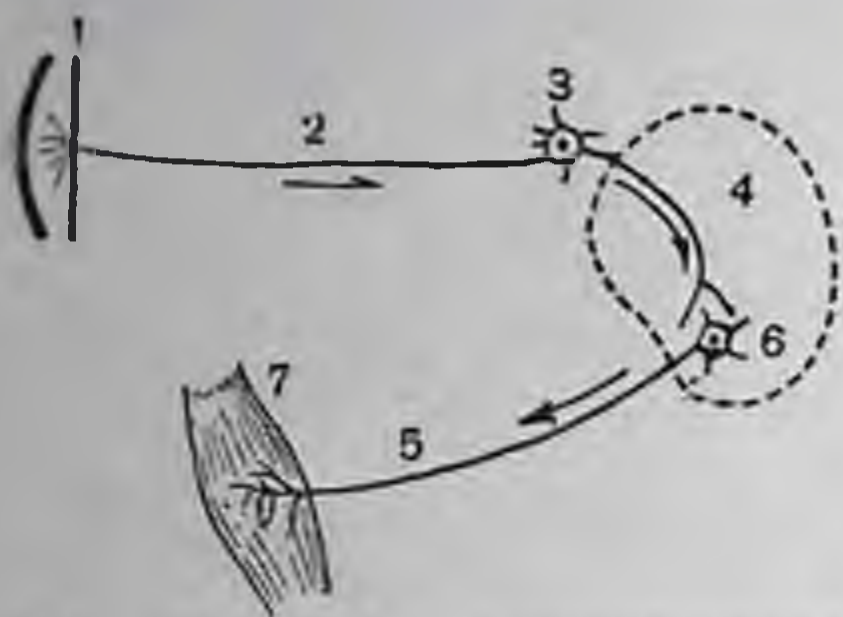


Рис. 20. Схема двухнейронной рефлекторной дуги:

1 — рецептор; 2 — отросток и 3 — тело центростремительного нейрона; 4 — центральная нервная система; 5 — отросток и 6 — тело центробежного нейрона; 7 — мышца с нервным окончанием в ней.

в состав нерва входят волокна центростремительные и центробежные, он называется *смешанным*.

Рефлекс и рефлекторная дуга. При раздражении рецептора в нём возникает процесс возбуждения, который проходит по центростремительному нейрону в центральную нервную систему, т. е. в головной или спинной мозг. Здесь возбуждение с центростремительного нейрона переходит на промежуточный нейрон, а с него на центробежный. По центробежному нейрону возбуждение до-

ходит до органа, вызывая его деятельность. Путь, составленный из этих трех нейронов, носит название *рефлекторной дуги*. Иногда рефлекторная дуга состоит только из двух нейронов — центростремительного и центробежного. В этом случае процесс возбуждения, возникший в рецепторе и дошедший до центральной нервной системы, переходит в ней с центростремительного нейрона непосредственно на центробежный (рис. 20). Деятельность организма, которая вызвана возбуждением, пришедшим в орган от рецептора через центральную нервную систему, называется *рефлексом*. Рефлекс — это ответ центральной нервной системы на раздражение воспринимающих нервных окончаний — рецепторов. Если целостность рефлекторной дуги будет нарушена, осуществление рефлекса станет невозможным.

II. КОСТНО-МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

§ 6. Значение и общее строение костно-мышечной системы

Функции костно-мышечной системы. При любых положениях тела (стоянии, сидении, лежании и т. д.) оно опирается на кости; в этом проявляется опорная функция скелета. Ограничивая своими костями полости, занятые внутренними органами, скелет выполняет защитную функцию. Наконец, скелет имеет значение в движениях тела, так как кости являются своеобразными рычагами, которые приводятся в движение сокращением прикрепляющихся к ним мышц.

Мышцы обуславливают передвижение тела в целом или перемещение отдельных его частей. Всякое движение вызывается сокращением большого количества мышц. Без движения же немыслима жизнь человека. Деятельность человека, начиная от работы грузчика и кончая работой писателя или художника, сопровождается разными видами движения тела. Даже речь человека, т. е. произношение слов, есть результат сокращения мышц дыхательного аппарата и полости рта.

Длительное сокращение мышц обуславливает позу, т. е. определённое положение тела в пространстве, при котором никакого движения не происходит. Длительное сокращение мышц имеет место и во время лежания или спокойного сидения.

Скелет. Скелет человека (рис. 21) имеет такое же строение, как и у высших животных (рис. 22), т. е. он состоит из частей, которые характерны и для скелета млекопитающих. Но, обладая сходством со скелетом животных, скелет человека в любой своей части имеет и отличия. Они развились в связи с переходом наших предков к вертикальному положению и трудовой деятельности.

Скелет человека включает в себя более 200 костей. Соединяя эти кости в группы, соответствующие частям тела, различают скелет черепа, скелет верхних конечностей, скелет нижних конечностей и скелет туловища.

Кости по их форме можно разделить на длинные, короткие, плоские и смешанные.

Длинные кости (бедро, плечо, кости пальцев) отличаются тем, что длина их значительно больше ширины и толщины.

В молодости длинные кости конечностей состоят из трёх частей: цилиндрического тела и двух утолщённых головок (рис. 23). По обим концам тела, между ним и головками, лежат хрящевые

прослойки. Это так называемые *полоски роста*. В этих местах происходит усиленное деление клеток, благодаря которому кости растут в длину. С окостенением этих прослоек разделение кости на три части исчезает, а вместе с ним прекращается и рост её в длину.



Рис. 21. Скелет человека.



Рис. 22. Скелет обезьяны.

Короткие кости (запястные, предплюсневые) характеризуются тем, что длина, ширина и толщина их приблизительно одинаковы.

Плоские кости (тазовые, грудина, лопатка) имеют вид неправильных пластин.

Смешанные кости (позвонки) состоят из частей, которые могут быть отнесены к разным типам костей. Так, например, тело позвонка напоминает короткую кость, а дуга — плоскую.

Кроме костей, в состав скелета входят *хрящи*: ими заканчиваются передние концы рёбер, они лежат между позвонками, покрывают суставные поверхности костей.

Мышцы. К скелету прикрепляются мышцы, которые в основном состоят из мышечной ткани. Они отличны одна от другой по величине, форме и направлению составляющих их волокон. На концах мышцы переходят в сухожилия, которые прикрепляются к костям.

Все мышцы человеческого тела можно разделить на следующие группы: мышцы туловища, мышцы верхних и нижних конечностей, мышцы головы и шеи.

§ 7. Строение и состав костей

Крепость костей. Чтобы выполнять свои функции, кость должна обладать большой крепостью. Исследования показали, что она выдерживает давление, равное 16 кг на квадратный миллиметр своей поверхности. Плечо мужчины можно сломать только тяжестью в 850 кг, а бедро — в 1300 кг. Такая крепость костей зависит от их химического состава и особенностей строения.

Химический состав. Кости состоят из органического вещества оссеина (от латинского слова *os* — кость) и минеральных солей, основную часть которых составляют углекислый и фосфорнокислый кальций. Продержав кость некоторое время в слабой соляной кислоте, можно растворить в ней все минеральные соли. Такая кость состоит из *оссеина*. Она легко сгибается; если достаточно длинна, её можно завязать узлом.

Положив кость на раскалённые угли в печь, можно в ней выжечь оссеин, оставив *минеральные соли*. Минеральная часть кости тверда, обуславливает её форму, но очень хрупка. Попытки согнуть такую кость приводят к разлому её на мелкие кусочки.

Поскольку кость состоит из гибкого оссеина и хрупких минеральных солей, постольку свойства её будут зависеть от количественных соотношений между этими веществами.

Кость зрелого человека содержит две части соли на одну часть оссеина. При таком соотношении составных частей она имеет наибольшую крепость, обладая в то же время и некоторой упругостью.

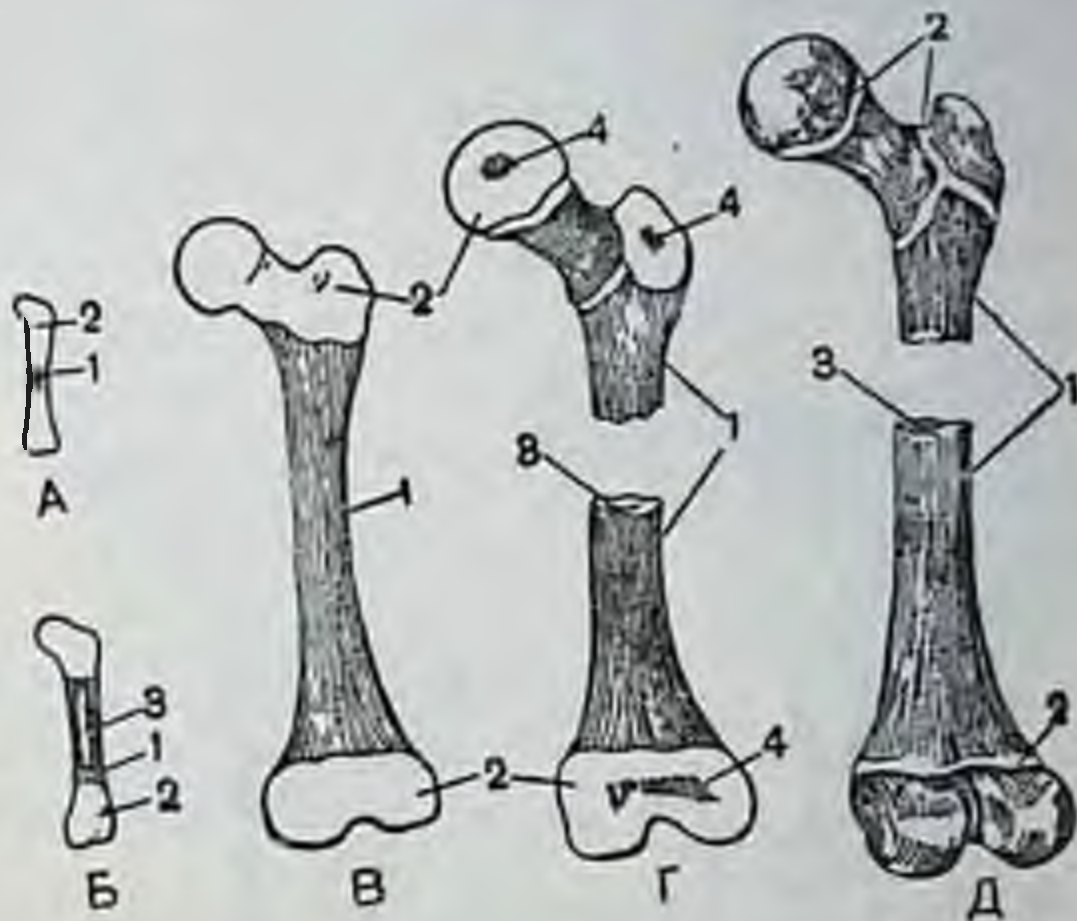


Рис. 23. Бедренная кость:

А — двухмесячного зародыша; Б — трёхмесячного зародыша; В — новорождённого; Г — ребёнка 5—6 лет; Д — подростка 12—14 лет; 1 — костная ткань; 2 — хрящевая часть кости; 3 — полость внутри средней части кости; 4 — островки костной ткани на концах костей.

Чем моложе человек, тем больше в его костях оссеина и тем сильнее они проявляют гибкость за счёт твёрдости и хрупкости. Кости детей настолько гибки, что всегда существует опасность их искривления, которое может остаться на всю жизнь.

К старости в костях начинает увеличиваться количество минеральных солей, и они приобретают хрупкость.

Гигиенические требования в отношении костей ребёнка направлены на охранение их от искривлений, в отношении же костей старика — к предупреждению переломов.

Строение. Поверхность костей покрыта плотным *компактным веществом*. Под ним всегда лежит *губчатое вещество* (рис. 24, А).

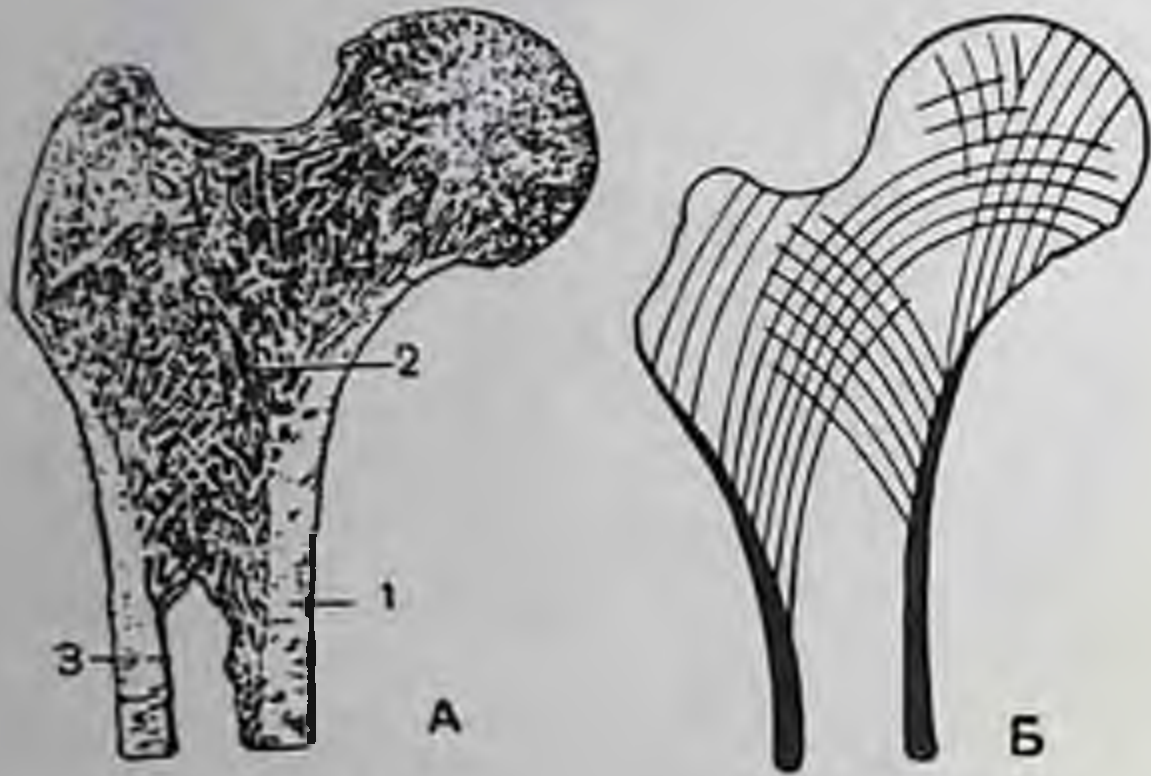


Рис. 24. Верхний конец бедра:
 А — продольный распил: 1 — компактное вещество; 2 — губчатое вещество; 3 — полость кости;
 Б — схема главных направлений, по которым расположены костные перекладины.

Все длинные кости включают в своей средней части *полость*, поэтому их можно сравнить с трубками. При рождении человека полость заполнена красным костным мозгом, который в процессе роста организма заменяется жёлтым костным мозгом, состоящим из жировой ткани.

Трубчатое строение обуславливает нужную для организма крепость костей при затрате на них наименьшего количества материала. Это становится понятным, если вспомнить,

что трубка почти не уступает в крепости стержню, имеющему такой же диаметр. В строительной технике металлические трамвайные мачты и фонарные столбы делают в середине полыми, т. е. имеющими вид труб. Таким способом необходимая крепость достигается при наибольшей экономии материала.

Концы длинных костей, а также плоские и короткие кости полостей не имеют. Под небольшим слоем их компактного вещества лежит губчатое, в котором у взрослого человека содержится красный костный мозг.

Губчатое вещество состоит из множества костных перекладин, расположение которых на первый взгляд кажется случайным. Более внимательное рассмотрение показывает, что они всегда лежат по тем направлениям, по которым кость выдерживает давление тяжести и растяжение мышцами (рис. 24, Б).

Здесь опять интересно провести параллель со строительной техникой. Фермы больших мостов состоят из множества балок и перекладин, сплетение которых кажется случайным. Между тем длина, толщина и направление каждой из них рассчитаны инженерами так, чтобы они несли на себе определённую часть тяжести моста.

Изучение губчатого вещества кости показало, что расположение костных перекладок в нём соответствует тем же принципам механики, которые лежат в основе технических расчётов при постройке мостов.

Если бы кости не имели полостей и губчатого строения, организм тратил бы на их построение гораздо больше материала. Такое целесообразное строение костей сложилось в результате очень длительного исторического развития, в течение которого организм наших далёких предков изменялся под влиянием окружающей среды и приспособлялся естественным отбором к условиям своего существования.

Надкостница. Кости на всём своём протяжении, за исключением поверхностей, которыми они сочленяются друг с другом, покрыты



Рис. 25. Наложение шины при переломе бедра.

тонкой оболочкой — надкостницей. Надкостница состоит из плотной волокнистой соединительной ткани. На внутренней поверхности её лежат клетки, которые, размножаясь делением, обуславливают рост кости в толщину и восстановление при переломах.

Через мелкие отверстия надкостницы в кость проникают питающие её артерии.

Перелом кости. Как ни крепка кость, она может сломаться. Наиболее часто происходят переломы длинных костей рук и ног.

В молодости, благодаря интенсивному размножению клеток внутреннего слоя надкостницы, переломленные кости срастаются очень быстро. У взрослого человека надкостница менее деятельна, и переломы срастаются значительно дольше. Наиболее трудно происходит срастание костей в старости.

Конечность при переломах костей следует привести в совершенно неподвижное состояние. Для этого на неё накладывают шину (рис. 25). Шиной может служить узкая доска, фанерная пластинка, твёрдый картон и т. п. Чтобы предупредить возможность сдвигов в месте повреждения, шина должна проходить через оба сустава кости. Так, например, при переломе костей предплечья шину необходимо заканчивать на плече и кисти.

Повреждённая конечность обкладывается чем-нибудь мягким (ватой, полотенцем) и прибинтовывается к шине туго, но не настолько, чтобы остановить кровообращение. О нормальности последнего в конечности судят по способности ногтя белеть при надавлива-

нии на него пальцем, а затем быстро розоветь, когда давление прекращается. Если ногти посинеют и описанная реакция отсутствует, бинт следует ослабить. Оказав пострадавшему первую помощь, необходимо позаботиться о быстрой доставке его к врачу.

§ 8. Соединение костей

Некоторые кости, образующие скелет, соединяются друг с другом подвижно, другие — полуподвижно, а третьи — неподвижно.

Неподвижное соединение. Первый тип неподвижного соединения костей осуществляется при помощи швов. Различают швы зубчатые и чешуйчатые. *Зубчатый шов* образуется между неровными, изрезанными краями двух костей, причём зубцы одной из них входят в вырезки между зубцами другой (рис. 26).

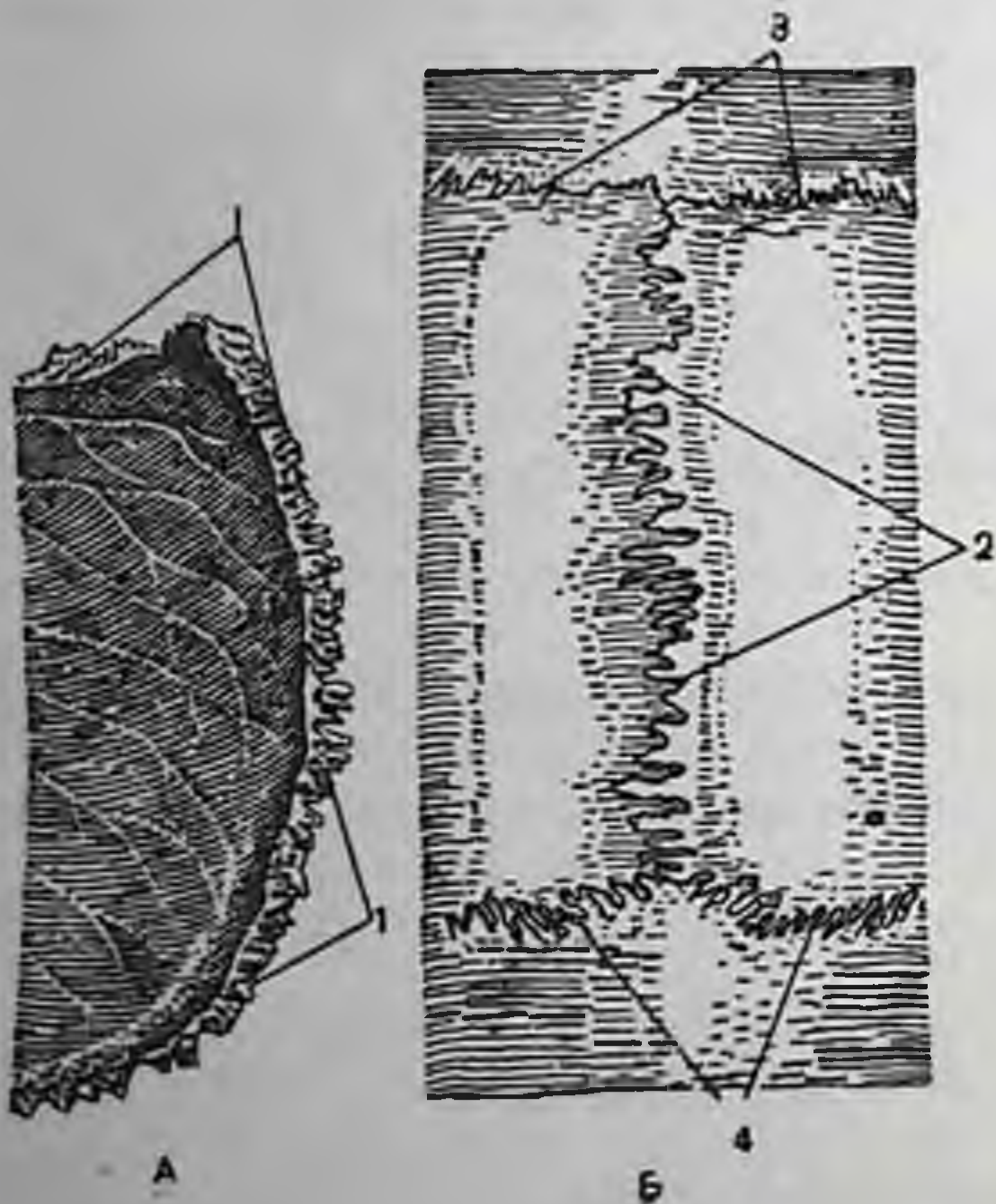


Рис. 26. Соединение костей посредством шва:

А — часть правой теменной кости изнутри; Б — часть крыши черепа; 1 — край теменной кости; 2 — шов между двумя теменными костями; 3 — шов между лобной и теменными костями; 4 — шов между затылочной и теменными костями.

Так соединены друг с другом, например, тела позвонков (рис. 27). Толстые прокладки упругого хряща, лежащие между ними, допускают ограниченную подвижность позвоночника в виде кручения около вертикальной оси, качания вперёд, назад и в стороны.

Подвижное соединение. Подвижное соединение, иначе называемое *суставом*, является наиболее широко распространённым в скелете типом соединения костей (рис. 28).

Так соединены между собой лобная, теменные и затылочная кости черепа. В *чешуйчатом шве* края костей истончены и наложены один на другой; соприкасающиеся поверхности их шероховаты и покрыты бороздками. Такой шов существует между височной и теменной костями.

Вторым типом неподвижного соединения является срастание костей друг с другом. Примером могут служить крестцовые позвонки, слившиеся в одну кость (рис. 33).

Полуподвижное соединение. Полуподвижное соединение осуществляется

Концы костей, образующих суставы, имеют гладкие, как бы отполированные, *суставные поверхности*, которые покрыты белым блестящим *суставным хрящом*. Обычно суставная поверхность одной кости, образующей сустав, выпукла и называется *головкой*, у другой она вогнута и называется *впадиной*. *Суставная сумка* из крепкой соединительной ткани переходит с одной кости на другую, образуя герметически замкнутую *полость сустава*. Она изнутри выстлана оболочкой, выделяющей жидкость. Последняя заполняет полость сустава и играет роль смазки, обеспечивающей свободное скольжение суставных поверхностей. Снаружи суставная сумка окружена укрепляющими её *связками*.

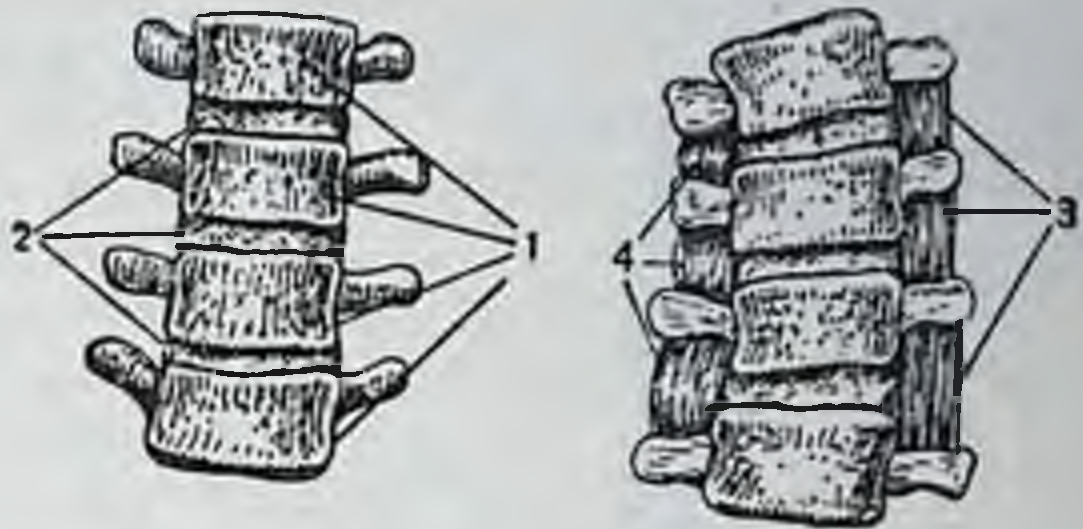


Рис. 27. Соединение костей при помощи хряща:

1 — позвонки; 2 — хрящевые прослойки между ними; 3 — мышцы между позвонками в расслабленном состоянии; 4 — мышцы между позвонками в состоянии сокращения.

По форме суставных поверхностей костей различают суставы плоские, цилиндрические, эллиптические и шаровидные.

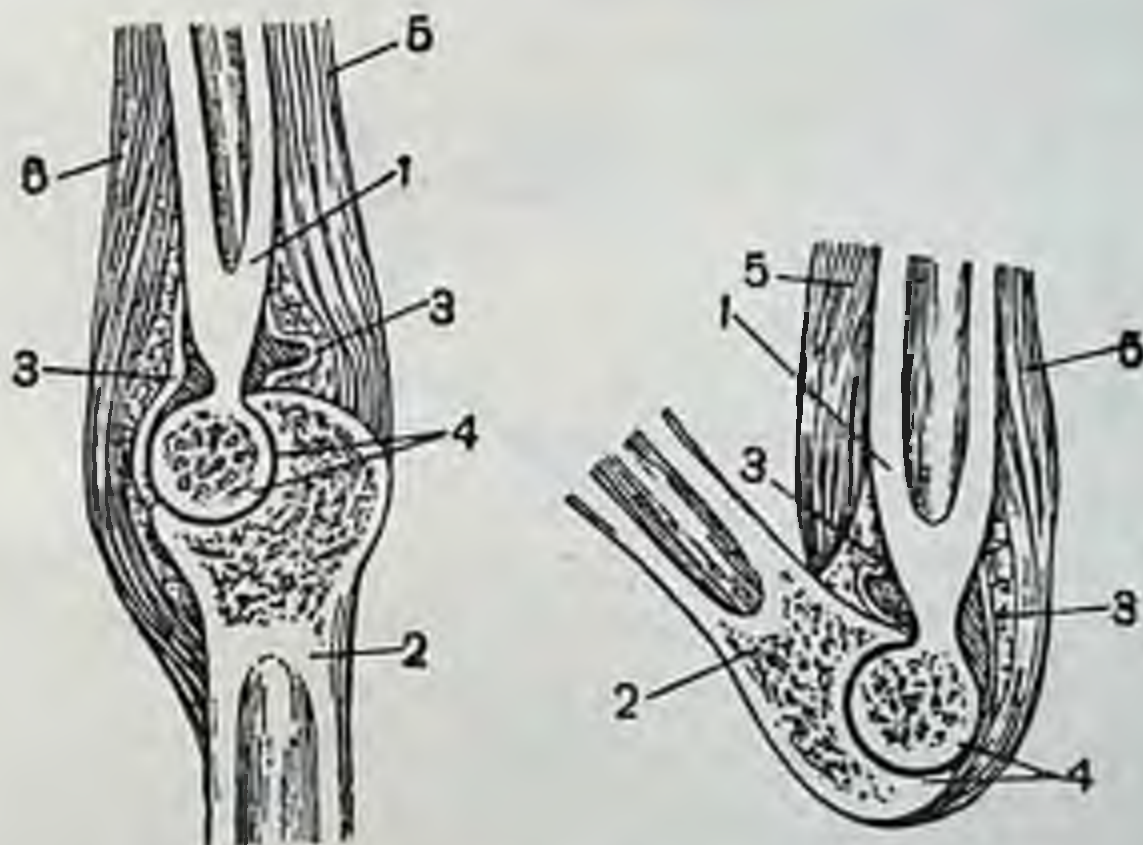


Рис. 28. Локтевой сустав при разгибании и сгибании руки в локте:

1 — плечевая кость; 2 — локтевая кость; 3 — суставная сумка; 4 — хрящ на суставной поверхности костей; 5 — мышцы.

В *плоском* суставе (например, между костями запястья) суставные поверхности обеих костей имеют вид ровных площадок. Такой сустав разрешает лишь небольшую подвижность.

В *цилиндрическом* суставе (например, между фалангами пальцев) головка и впадина сочленяющихся костей представляют собой части поверхности одного цилиндра. Сустав позволяет обычно сгибание и разгибание.

В *эллиптическом* суставе (например, между кистью и предплечьем) суставная головка имеет яйцевидную форму. Движение происходит вокруг двух взаимно перпендикулярных осей.

В *шаровидном* суставе (например, плечевом) суставная головка имеет вид шара, у которого три главные взаимно перпендикулярные оси и много промежуточных. Сустав разрешает все виды движений: сгибание, разгибание, приведение, отведение и вращение.

Движение в суставах. Движение в суставах обуславливается мышцами. Концы мышц переходят в сухожилия из крепкой соединительной ткани (рис. 29). При помощи этих сухожилий мышцы прикрепляются к костям, образующим сустав. При сокращении мышца укорачивается и концы её сближаются. Это приводит к движению костей в суставе.



Рис. 29. Прикрепление мышцы к костям:

1 — одна из мышц, разгибающих пальцы руки; 2 — начало мышцы на нижнем конце плечевой кости; 3 — места её прикрепления к фалангам пальцев; 4 — длинные сухожилия мышцы.

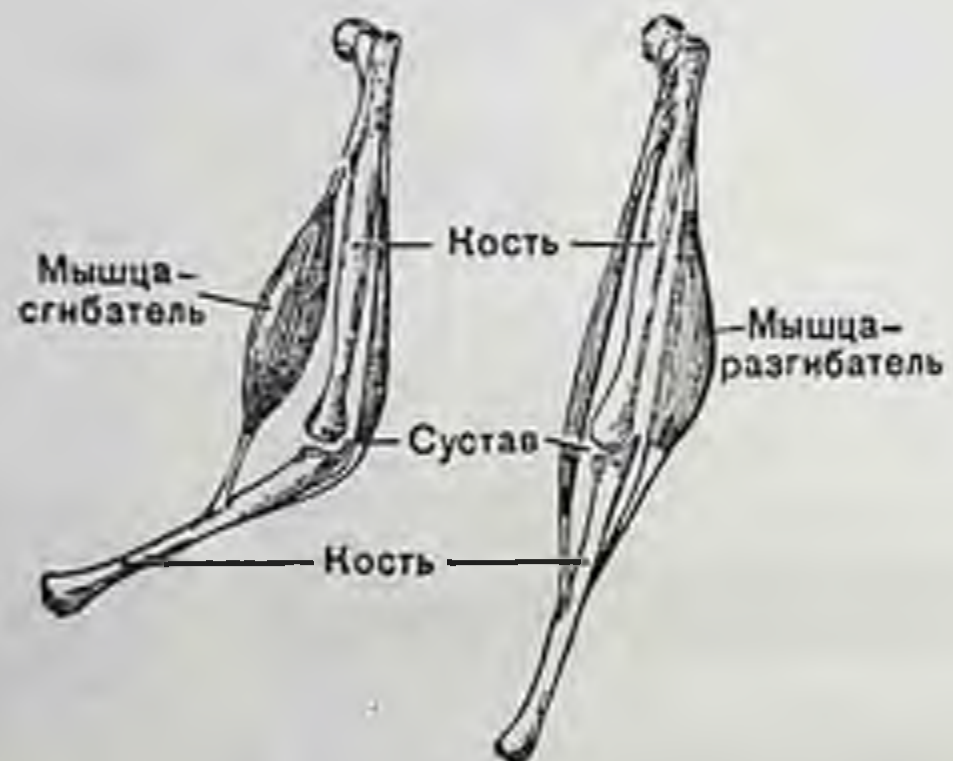


Рис. 30. Схема попеременного сокращения и расслабления мышц-антагонистов.

Две или несколько мышц, вызывающих одно и то же движение (например, сгибание предплечья), называются *синергистами*. Две мышцы, производящие противоположное движение (например, одна — сгибание предплечья, а другая — разгибание), называются *антагонистами* (рис. 30).

Вывих. При резких движениях или неловком поднятии тяжести головка кости может выйти из своей суставной впадины — происходит вывих.

Особенно часты вывихи в суставе между нижней челюстью и височной костью и в плечевом суставе, в котором большая шарообразная головка плечевой кости легко выходит из небольшой ямки

на лопатке. Вышедший из впадины конец кости упирается в суставную сумку, растягивает и выпячивает её, вызывая острую боль.

Первая помощь при вывихе заключается в придании суставу неподвижности путём наложения шины. Вправление кости следует предоставить врачу.

§ 9. Скелет и мышцы туловища

В состав скелета туловища входят позвоночный столб и грудная клетка.

Позвоночный столб. Позвоночный столб состоит из 33 позвонков. Среди них различают: 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 4 копчиковых.

Позвоночный столб человека образует четыре изгиба (рис. 31). В шейной и поясничной частях позвоночника они обращены выпуклостями вперёд, а в грудной и крестцовой — назад. Эти изгибы имеют физиологическое значение. Во-первых, они увеличивают размеры грудной и тазовой полостей; во-вторых, облегчают сохранение телом равновесия и, в-третьих, смягчают толчки при ходьбе, прыжках и беге.

Ни одно из животных таких изгибов в позвоночнике не имеет. Правда, описанная кривизна намечается у человекообразных обезьян. Однако полного развития она достигает только у человека в связи с переходом его к вертикальному положению.

В позвонке различают тело, дугу и семь отростков: пару поперечных, один остистый и две пары суставных; при помощи последних позвонки сочленяются друг с другом (рис. 32). Между дугой и телом имеется большое позвоночное отверстие. При наложении позвонков друг на друга эти отверстия образуют *позвоночный канал*, заключающий в себе спинной мозг.

Крестцовые позвонки срастаются в одну кость, называемую крестцом. *Крестец* имеет форму пирамиды, вершина которой повернута вниз, а основание — вверх (рис. 33). Передняя поверхность крестца, обращённая в полость таза, относительно гладка и вогнута; задняя поверхность выпукла и шероховата, так как к ней прикрепляются сильные мускулы.

Количество копчиковых позвонков непостоянно: чаще их пять, бывает и четыре. Эти позвонки состоят только из тел. Они могут сливаться в одну кость или оставаться свободными.



Рис. 31. Позвоночный столб:
1—шейный, 2—грудной, 3—поясничный, 4—крестцовый и 5—копчиковый отделы.

Эта рудиментарная, т. е. недостаточно развитая и не функционирующая, часть позвоночника является остатком хвоста животных предков человека (рис. 33).

Соединение позвонков происходит при помощи хрящей, расположенных между их телами, и суставов, образованных между суставными отростками. Все соединения укреплены рядом крепких связок. Наибольшей подвижностью позвоночник обладает в области 1-го и 2-го шейных позвонков; движения в остальных частях очень ограничены.

Грудная клетка. Грудные позвонки сочленяются с 12 парами

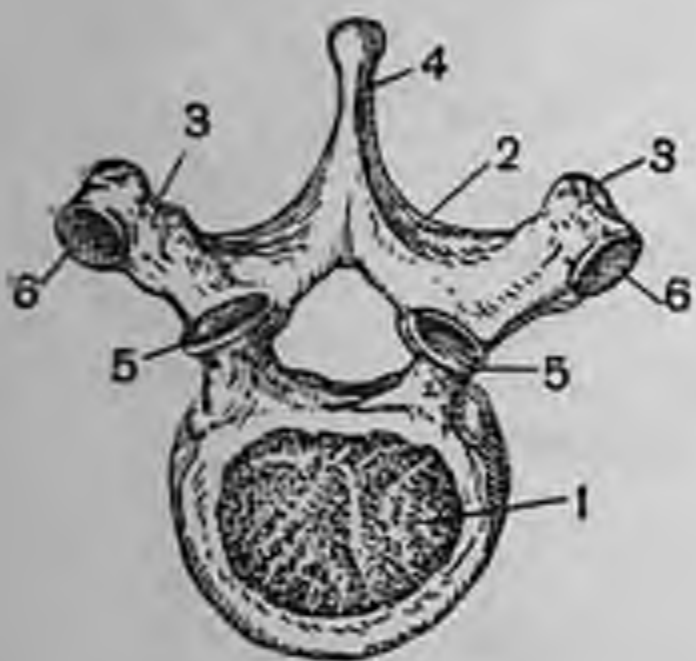


Рис. 32. Грудной позвонок (вид сверху):

1 — тело; 2 — дуга; 3 — поперечные отростки; 4 — остистый отросток; 5 — суставные отростки; 6 — суставные поверхности для соединения с рёбрами.

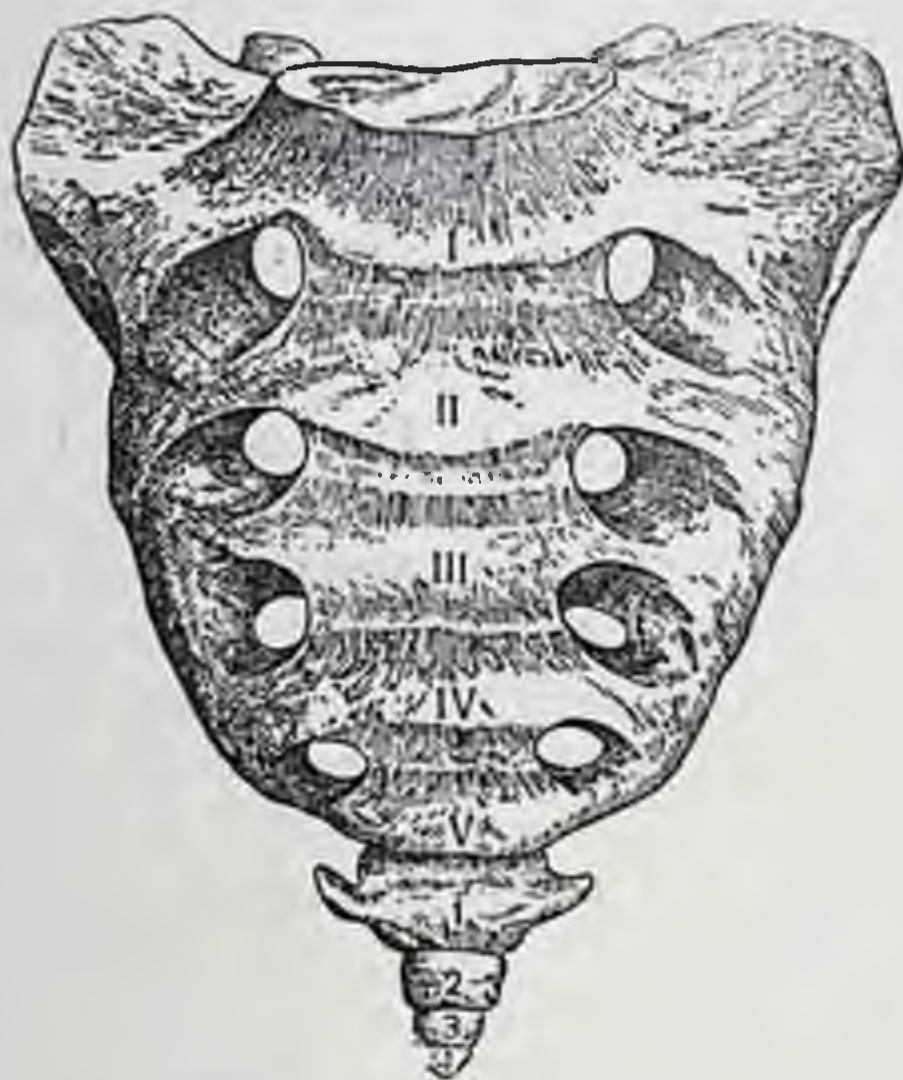


Рис. 33. Крестец и копчик. Римскими цифрами обозначены сросшиеся крестцовые позвонки, арабскими — копчиковые. На поверхности крестца располагаются два ряда крестцовых отверстий, через которые выходят нервы.

рёбер. Верхние 7 пар рёбер, называемые *истинными*, соединяются своими хрящевыми концами с *грудиной*, 8-я, 9-я и 10-я пары рёбер называются *ложными* — они соединяются хрящевыми концами друг с другом, а также с 7-м ребром. 11-я и 12-я пары рёбер короткие и оканчиваются свободно; их называют *колеблющимися*.

Грудная часть позвоночного столба, 12 пар рёбер, рёберные хрящи и грудина образуют грудную клетку, которая представляет собой костную решётчатую коробку (рис. 34).

Верхнее отверстие грудной клетки закрывается в теле человека проходящими внутрь неё трахеей, пищеводом, кровеносными сосудами и нервами. Нижнее отверстие замыкается диафрагмой (рис. 36). Межрёберные промежутки затянуты межрёберными мышцами. Так образуется герметически замкнутая *грудная полость*, вмещающая такие важные для жизни органы, как сердце и лёгкие (цвет. табл. 1, 6, 7 и 9).

Мышцы туловища. Мышцы туловища (цвет. табл. II и III) можно разделить на три группы: 1) приводящие в движение позво-

ночник; 2) приводящие в движение грудную клетку и 3) образующие брюшную стенку.

1. Мышцы, приводящие в движение позвоночник, расположены главным образом на его спинной стороне. Мышцы, лежащие в более глубоких слоях, вызывают своими сокращениями разгибание спины, наклон туловища вправо и влево (рис. 35).

Разгибатели, сохраняющие вертикальное положение тела, несут очень большую нагрузку. Эти мышцы сильно утомляются у сидящего на уроке школьника. Поэтому спинка скамьи в парте делается низкой; входя в пояс-

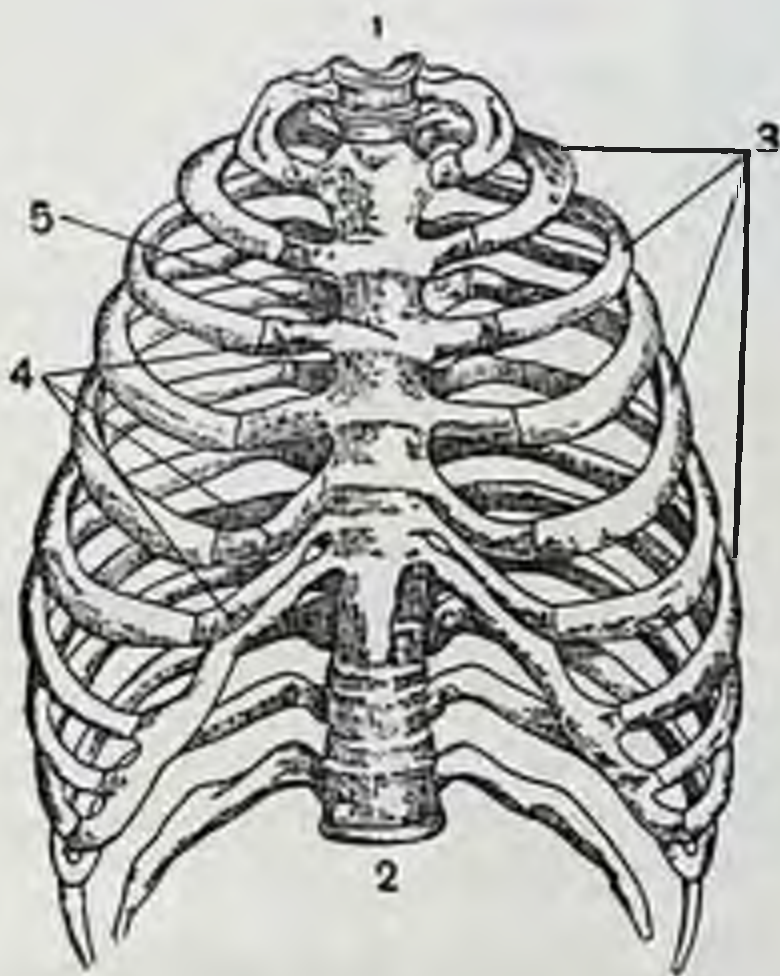


Рис. 34. Грудная клетка:
1 — первый грудной позвонок;
2 — двенадцатый грудной позвонок;
3 — рёбра; 4 — рёберные хрящи;
5 — грудина.

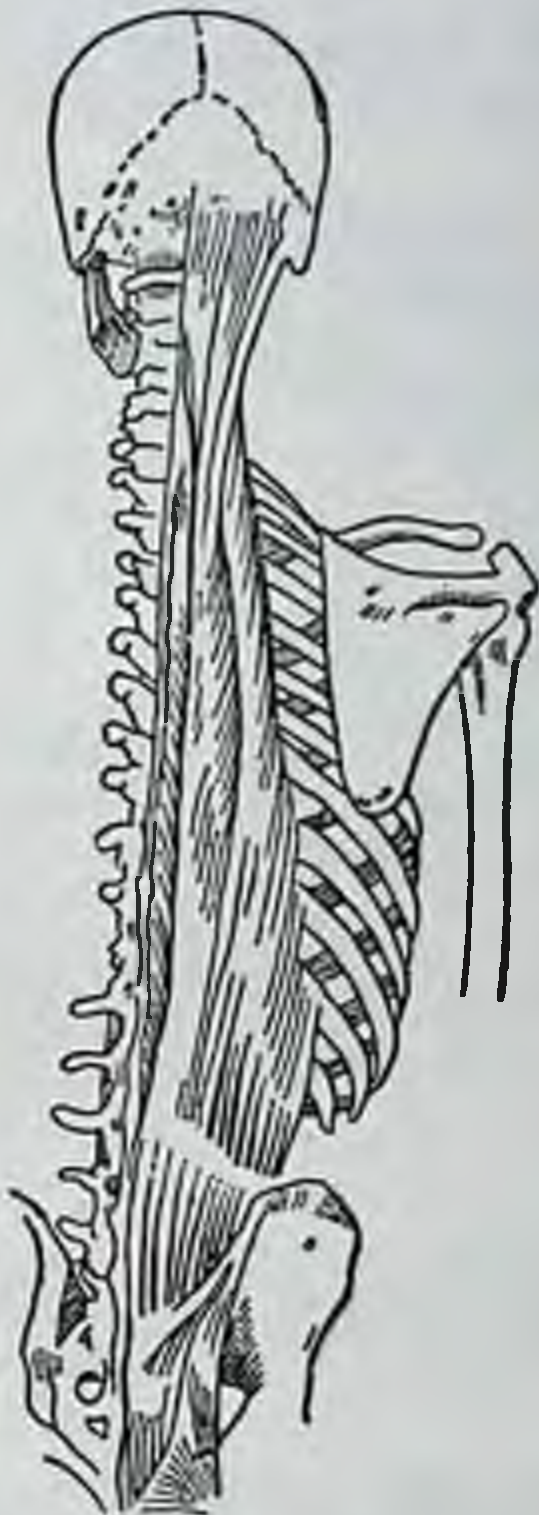


Рис. 35. Глубокие мышцы спины, выпрямляющие позвоночник.

ничный изгиб позвоночника, она подпирает его снизу и облегчает работу этих мышц.

Здесь же следует сказать и о мышцах, лежащих более поверхностно. Своими сокращениями они вызывают движения конечностей и головы.

2. Мышцы, приводящие в движение грудную клетку, расположены между рёбрами и называются *внутренними и наружными межрёберными мышцами*. В связи с разным направлением мышечных волокон внутренние опускают рёбра, а наружные поднимают их.

К мышцам грудной клетки относят и *диафрагму* — плоскую и широкую мышцу с сухожильным центром (рис. 36). Диафрагма

изогнута в виде купола, обращённого выпуклостью вверх. При сокращении мышцы купол опускается и вертикальный размер грудной полости увеличивается.

Наружные межрёберные мышцы и диафрагма обуславливают своим сокращением вдох; поэтому они называются выдыхательными мышцами. Внутренние межрёберные мышцы являются выдыхательными.

3. К мышцам брюшной стенки относятся *прямая, наружная косая, внутренняя косая и поперечная мышцы живота.*

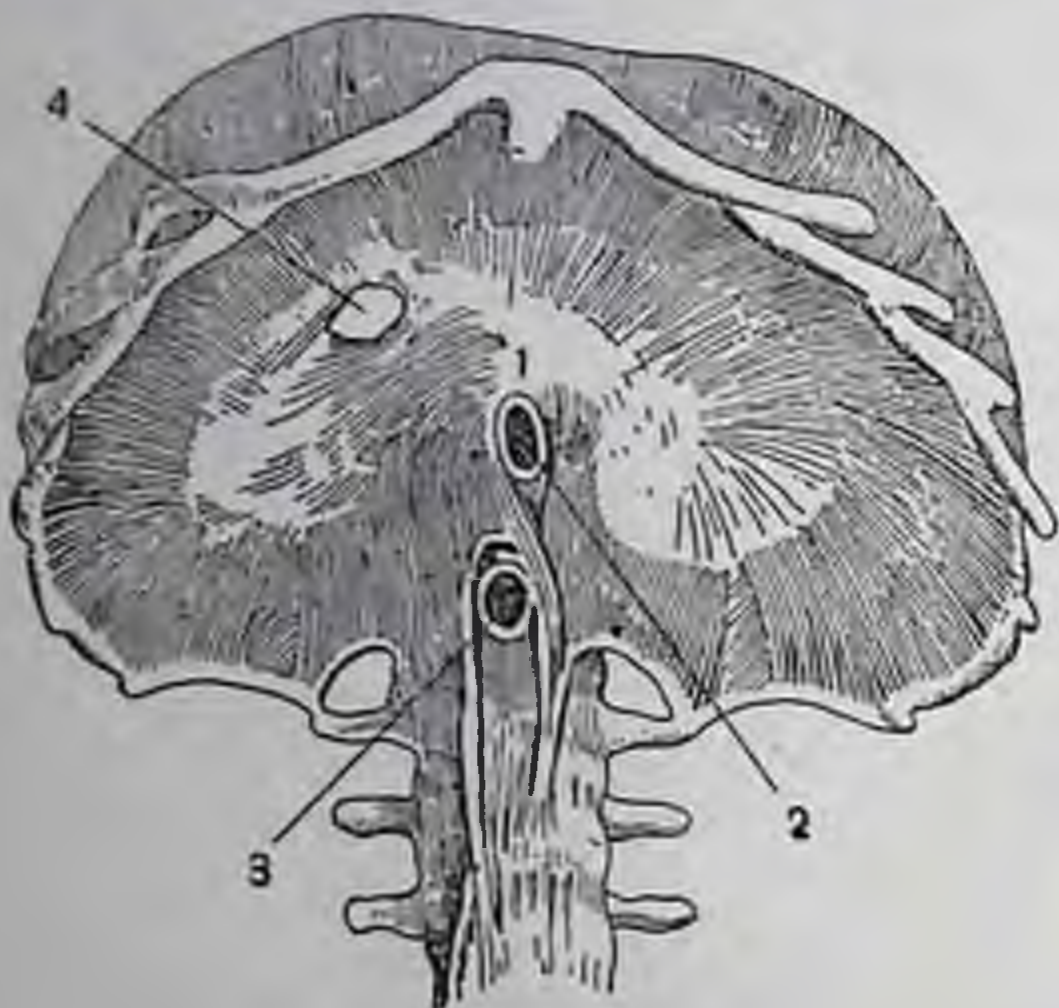


Рис. 36. Диафрагма:

1 — сухожильный центр; 2 — отверстие, через которое проходит пищевод; 3 — отверстие, через которое проходит аорта; 4 — отверстие, через которое проходит нижняя полая вена.

При их сокращении происходит наклон туловища вперёд и в стороны. Однако эти движения возможны в том случае, если неподвижны ноги, при неподвижном туловище происходит движение таза и нижних конечностей.

Мышцы брюшной стенки принимают участие в глубоком выдохе, а поэтому относятся к группе выдыхательных мышц.

§ 10. Скелет и мышцы верхних конечностей

Скелет верхней конечности состоит из плечевого пояса и собственно конечности, или руки (рис. 37).

Плечевой пояс. Плечевой пояс образован двумя лопатками и двумя ключицами.

Лопатка, имеющая форму треугольника, относится к типу широких плоских костей. На задней её поверхности проходит гребень, верхний конец которого сочленяется с ключицей. Верхне-наружный угол лопатки несёт суставную ямку, в которую входит головка плечевой кости.

Ключица представляет собой кость, изогнутую в виде буквы S. Одним своим концом она сочленяется с лопаткой, другим — с грудиной.

Движения в лопаточно-ключичном суставе очень ограничены, но эта ограниченность покрывается возможностью перемещения лопатки вместе с ключицей.

Верхняя конечность. Руку делят на следующие части: плечо, предплечье, состоящее из лучевой и локтевой костей, и кисть.

Плечевая кость — типичная длинная кость. Верхний конец её имеет шаровидную форму и носит название *головки* плеча. Сустав, образованный головкой плечевой кости и суставной впадиной

лопатки, называется плечевым. Он относится к типу шаровидных суставов и является самым подвижным, так как разрешает сгибание, разгибание, приведение и отведение, поворот руки внутрь и наружу. В результате этих движений возможно вращение вытянутой вдоль туловища руки.

На нижнем конце плечевой кости имеется блоковидная суставная поверхность, образующая сочленение с локтевой костью. Над суставной поверхностью спереди и сзади имеются ямки, в которые входят отростки локтевой кости при сгибании или разгибании предплечья. Кнаружи от блоковидной поверхности находится шаровидная головка для сочленения с лучевой костью. Сустав между костями предплечья и плечевой костью называется локтевым.

Лучевая и локтевая кости относятся к длинным. Своими верхними концами они сочленяются с плечевой костью, а нижними — с кистью.

Кроме того, кости предплечья на обоих своих концах сочленяются друг с другом. В этих суставах происходит движение, при котором лучевая кость перекрещивает локтевую и поворачивает кисть ладонью назад.

Кисть образована костями запястья, пясти и фалангами пальцев. *Запястье* содержит восемь костей, расположенных в два ряда. Они сочленяются с костями предплечья, друг с другом и с пястными костями. Эти сочленения разрешают движения в форме сгибания, приведения и отведения. *Пястных костей* пять — по числу пальцев. Большой палец имеет две, а остальные пальцы по три *фаланги*, которые относятся к длинным костям. Первые фаланги (основные) сочленяются с пястными костями и со вторыми фалангами (средними), вторые фаланги — с третьими (ногтевыми).

Переход предков человека к вертикальному положению очень сильно отразился на особенностях строения верхних конечностей. Перестав служить опорой при ходьбе и сделавшись свободными, руки совершенствовались как орудия труда. Это привело к укороч-

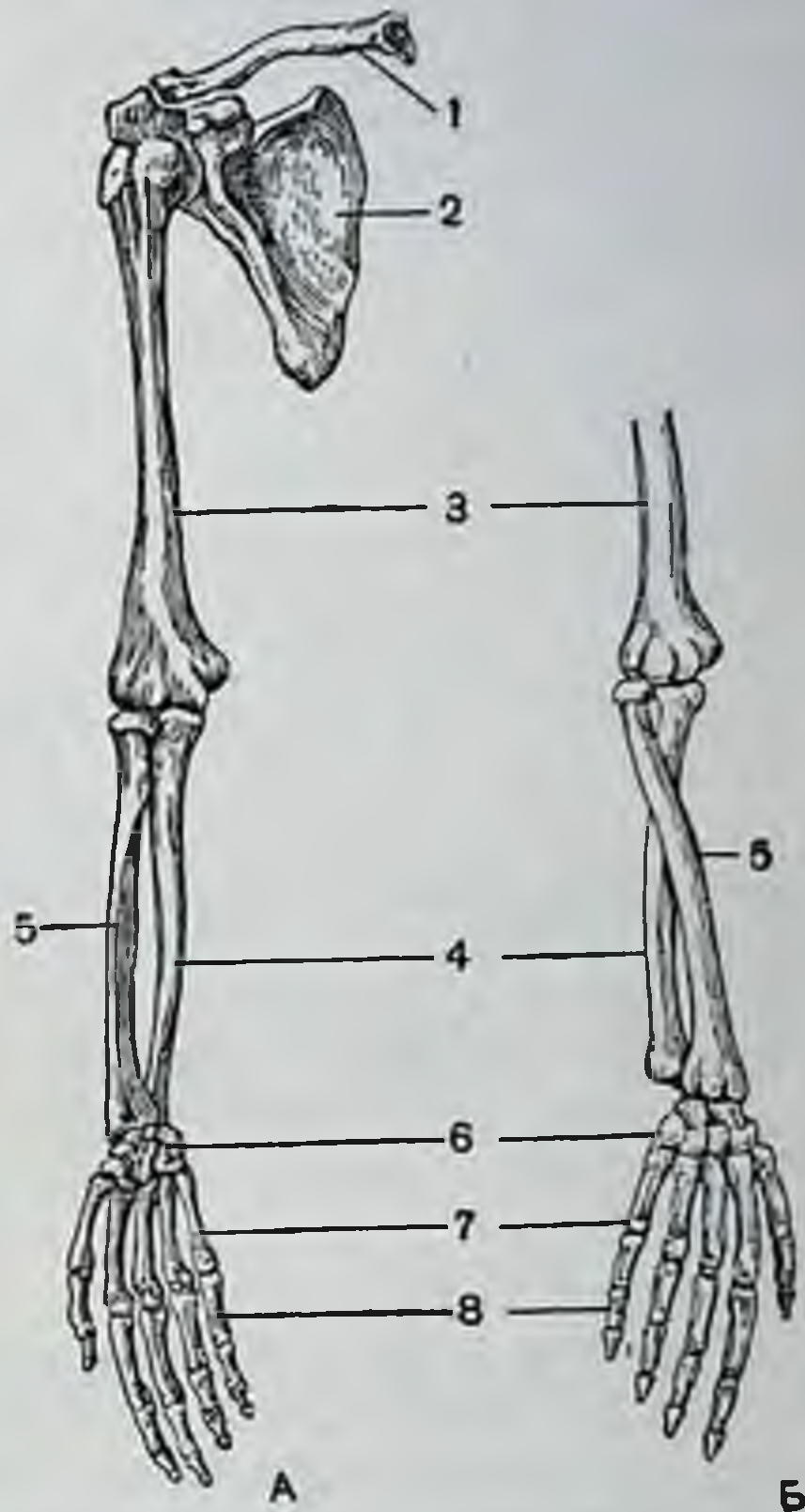


Рис. 37. Скелет верхней конечности при положении кисти ладонью вперед (А) и ладонью назад (Б):
1 — ключица; 2 — лопатка; 3 — плечевая кость; 4 — локтевая кость;
5 — лучевая кость; 6 — запястье;
7 — пясть; 8 — фаланги пальцев.

чению их и сильному развитию пальцев, особенно большого, получившего значительную подвижность и способность противопоставляться остальным.

Мышцы верхних конечностей. Сокращения мышц плечевого пояса и руки вызывают движения в описанных выше суставах. Эти мышцы (цвет. табл. II и III) можно разделить на пять групп: 1) приводящие в движение плечевой пояс, 2) обуславливающие движения в плечевом суставе, 3) приводящие в движение предплечье, 4) приводящие в движение кисть, 5) мелкие мышцы кисти.

1. Мышцы, приводящие в движение плечевой пояс, начинаются на туловище и прикрепляются к лопатке или ключице. Они прижимают лопатку к грудной клетке и обуславливают движение её вверх, вниз, в стороны. Среди этих мышц можно назвать *трапецевидную*.

2. К мышцам, обуславливающим движения в плечевом суставе, относятся *дельтовидная*, *большая грудная* и *широкая мышца спины*. Эти мышцы начинаются на грудной клетке или костях плечевого пояса, а прикрепляются к плечевой кости. Сокращения названных мышц вызывают многообразные движения в плечевом суставе.

3. Мышцы, приводящие в движение предплечье, начинаются на плечевой кости и лопатке, а прикрепляются на локтевой и лучевой костях. Они обуславливают сгибание и разгибание в локтевом суставе. Основными мышцами этой группы являются *двуглавая*, расположенная на внутренней поверхности плеча (сгибатель), и *трёхглавая*, расположенная на наружной поверхности (разгибатель).

4. Мышцы, приводящие в движение кисть, очень многочисленны. На передней поверхности предплечья располагаются мышцы, сгибающие кисть и поворачивающие её ладонью назад; на задней поверхности лежат мышцы, разгибающие кисть и поворачивающие её ладонью вперёд.

5. Мелкие мышцы кисти обуславливают сгибание и разгибание, приведение и отведение пальцев. Эти движения имеют большое значение при любой работе, а также при письме.

§ 11. Скелет и мышцы нижних конечностей

Скелет нижней конечности состоит из тазового пояса, или таза, и собственно конечности, или ноги.

Тазовый пояс. Таз образован парой тазовых костей и крестцом (рис. 38).

Тазовая кость — самая широкая кость скелета. До периода половой зрелости она состоит из трёх костей, отделённых друг от друга хрящом: подвздошной, лонной и седалищной. Постепенно хрящ окостеневаает, и эти кости сливаются в одну. На месте их соединения образуется довольно глубокая ямка — *вертлужная впадина*.

Сочленение между тазовой костью и крестцом имеет очень незначительную подвижность. Сочленение тазовых костей друг с другом образует лонное сращение, которое почти неподвижно.

Полость таза является прямым продолжением брюшной полости. Она разделяется на два отдела: верхний, или большой, и нижний, или малый, таз. В большом тазу расположена часть кишечника, в малом — органы мочеполовой системы и прямая кишка.

В связи с вертикальным положением тела таз человека относительно шире и массивнее, чем таз животных, так как должен поддерживать лежащие над ним органы.

У женщин таз шире, короче и имеет большей величины полость, чем у мужчин. Размеры женского таза имеют значение при родах. Особенно важно расстояние между верхними краями крестца и лонного сращения — *прямой размер входа*. Если этот размер мал, то роды затруднены. В таких случаях извлечение плода производится хирургическим путём через стенку брюшной полости.

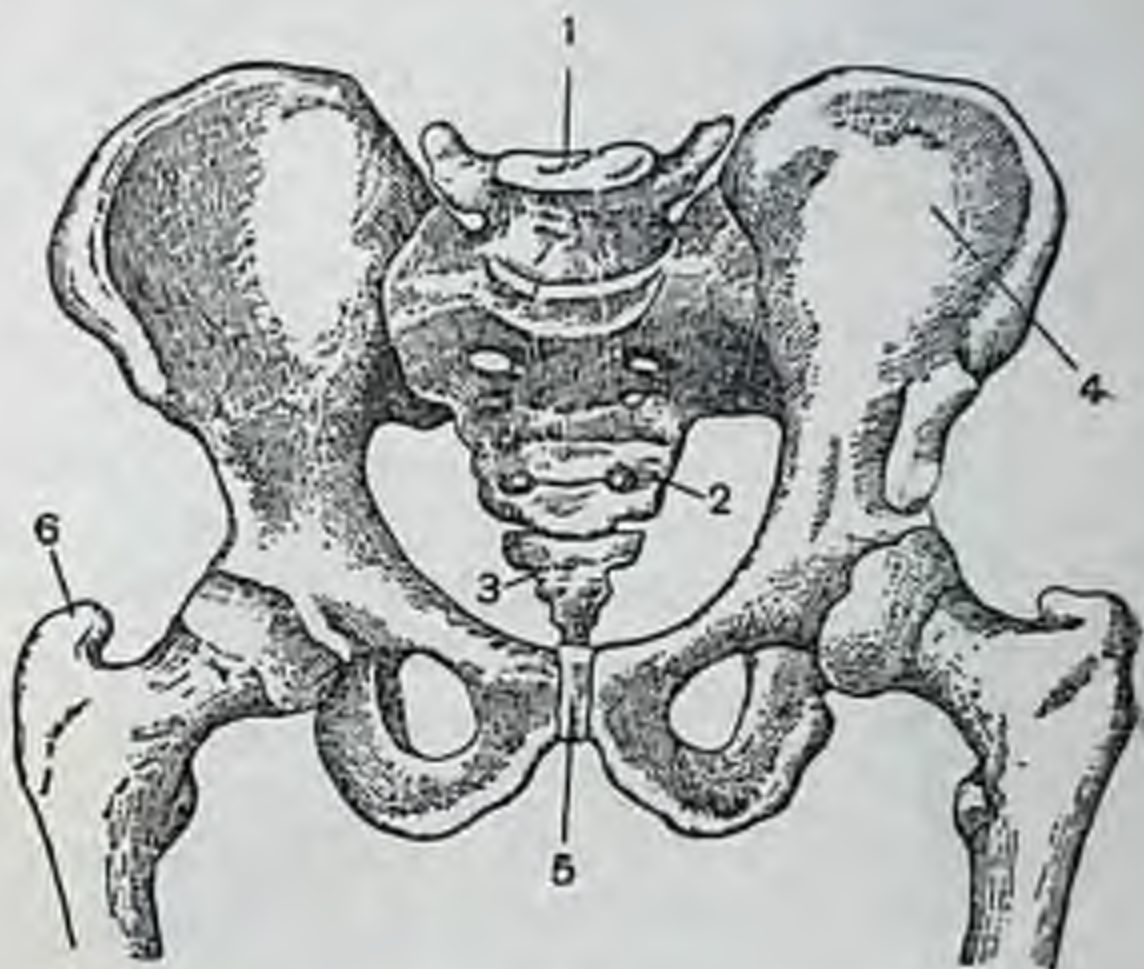


Рис. 38. Таз:

1 — пятый поясничный позвонок; 2 — крестец;
3 — копчик; 4 — тазовая кость; 5 — лонное сращение; 6 — бедренная кость.

Нижняя конечность. Нога состоит из бедра, голени и стопы (рис. 39).

Бедренная кость — самая крупная из длинных костей. Верхний конец её имеет форму шара и называется *головкой*. За головку идёт *шейка*, образующая с цилиндрическим телом кости тупой угол. На месте перехода шейки в тело имеются два бугра — *большой* и *малый вертелы*, они служат местом прикрепления мышц и связок. Нижний конец бедренной кости имеет два выступа, которые называются *мыщелками*. Головка кости входит в вертлужную впадину таза, образуя тазобедренный сустав. Этот сустав по своему типу шарообразный и допускает сгибание, разгибание, приведение, отведение и вращение. Однако подвижность в нём выражена значительно слабее, чем в плечевом суставе.

Голень состоит из *большой* и *малой берцовых костей*. Большая берцовая кость значительно превосходит малую по размерам. Обе имеют форму трёхгранных призм. Концы костей несколько расширены в поперечном направлении и несут суставные поверхности. Малая берцовая кость лежит кнаружи от большой.

Бедренная кость с большой берцовой образуют коленный сустав, в который входит и *коленная чашечка* — маленькая кость треугольной формы, расположенная в сухожилии четырёхглавой мышцы бедра. Коленный сустав допускает лишь сгибание и разгибание.

Стопа образована костями предплюсны, плюсны и фалангами пальцев. Сзади она опирается на пяточный бугор, спереди — на головки плюсневых костей, а средняя часть её несколько приподнята.

Предплюсна имеет семь костей, из которых самыми крупными являются *таранная и пяточная кости* (рис. 40). *Плюсна* состоит из пяти длинных плюсневых костей, которые задними концами сочленяются с когтями предплюсны, а передними — с *фалангами* пальцев.

Берцовые кости образуют с таранной голеностопный сустав, допускающий движения в форме сгибания и разгибания, а также ограниченного приведения и отведения.

Прямохождение человека привело к тому, что различие в строении его рук и ног стало гораздо большим, чем различие между строением передних и задних конечностей у животных. Ноги человека длиннее, чем руки, а кости их значительно массивнее.

Стопа человека отличается от стопы животных тем, что имеет *сводчатую* форму (рис. 40). Это смягчает толчки, получаемые телом при ходьбе. В стопе слабо развиты пальцы, за исключением большого, сильно отличающегося своей величиной от остальных. Предплюсна, наоборот, развита сильно, особенно велика в ней пяточная кость. Все эти особенности строения стопы связаны с вертикальным положением человеческого тела.

Мышцы нижних конечностей. Мышцы нижних конечностей (цвет. табл. II и III) разделяются на следующие группы: 1) приводящие в движение бедро, 2) приводящие в движение голень, 3) приводящие в движение голеностопный сустав и пальцы, 4) мелкие мышцы стопы.

1. Мышцы, приводящие в движение бедро, начинаются на тазе и прикрепляются к бедру. К ним относятся *пояснично-подвздошная, большая, средняя и малая ягодичные* и другие. Эти мышцы обуславливают сгибание и разгибание в тазобедренном суставе, а также поворот бедра кнаружи.



Рис. 39. Скелет нижней конечности:

- 1 — тазовая кость;
- 2 — бедренная кость;
- 3 — коленная чашечка;
- 4 — большая берцовая кость;
- 5 — малая берцовая кость;
- 6 — кости предплюсны;
- 7 — кости плюсны;
- 8 — фаланги пальцев.



Таблица II. Мышцы передней поверхности тела.





Таблица III. Мышцы задней поверхности тела.



2. К мышцам, приводящим в движение голень, относятся такие мышцы, как *четырёхглавая*, расположенная на передней поверхности бедра и разгибающая голень, *двуглавая*, находящаяся на задней его поверхности и сгибающая голень. *Полусухожильная*, *полуперепончатая* и *портняжная* мышцы начинаются на тазовых костях и прикрепляются к берцовым костям. Сокращение этих мышц вызывает одновременное движение в двух суставах: тазобедренном и коленном.

3. Мышцы, приводящие в движение голеностопный сустав и пальцы, расположены на наружной

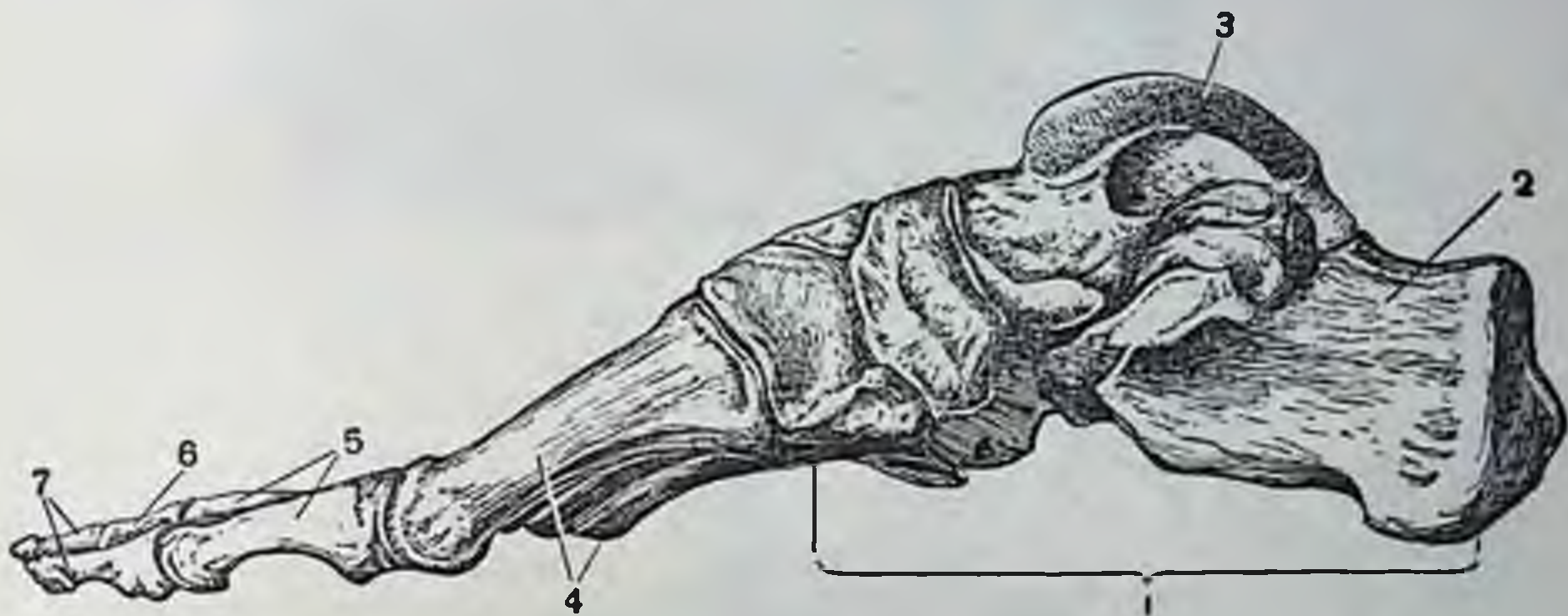


Рис. 40. Стопа:

1 — кости предплюсны, среди них пяточная (2) и таранная (3); 4 — плюсневые кости; 5 — основные фаланги; 6 — средняя фаланга; 7 — ногтевые фаланги.

и задней поверхностях голени. Наиболее крупной среди них является *икроножная мышца*, которая сгибает стопу и поднимает пятку над землёй (приподнимание на носки).

4. Мелкие мышцы стопы, расположенные на её тыле, разгибают пальцы, а лежащие на подошве сгибают их, отводят и приводят.

§ 12. Скелет и мышцы головы

Строение черепа. Скелет головы называется черепом (рис. 41). Он разделяется на две части — мозговую и лицевую.

Мозговая часть черепа имеет форму неправильного шара. Она состоит из восьми плоских костей: *лобной*, двух *теменных*, двух *височных*, *основной*, *затылочной* и *решётчатой*. Эти кости соединены при помощи швов.

Верхняя и боковые поверхности черепа гладки; основание же его имеет различные выступы и шероховатости, служащие местом прикрепления мышц, а также ямки и отверстия, через которые проходят нервы и сосуды. Почти в центре основания имеется *большое затылочное отверстие*, через которое спинной мозг соеди-

Череп человека имеет те же части и кости, что и череп млекопитающих. Существенной особенностью человеческого черепа является чрезвычайно сильное развитие его мозговой части. У млекопитающих она развита значительно меньше лицевой части (часто в несколько раз).

Возрастные и половые особенности черепа. Всё до сих пор сказанное относится к черепу взрослого человека, от которого резко отличаются черепа новорождённого ребёнка и старика.

Череп новорождённого значительно меньше, чем у взрослого человека. Края некоторых костей при соединении их друг с другом смыкаются неполностью, оставляя места, затянутые соединительно-тканной перепонкой. Эти места получили название *родничков*. Различают роднички лобный и затылочный и две пары боковых (рис. 43). Лобный родничок является наибольшим по размерам и зарастает лишь к полутора годам. Наличие родничков и неплотное соединение черепных костей облегчает прохождение головки плода через родовые пути.

Лобная, основная и височные кости новорождённого состоят из двух частей каждая; затылочная кость разделена на четыре части.

Старческий череп характеризуется зарастанием швов между костями и исчезновением зубных лунок после выпадения зубов. Вследствие отсутствия зубов нижняя челюсть оказывается как бы выдвинутой вперёд и вверх, что придаёт старческому лицу своеобразный вид.

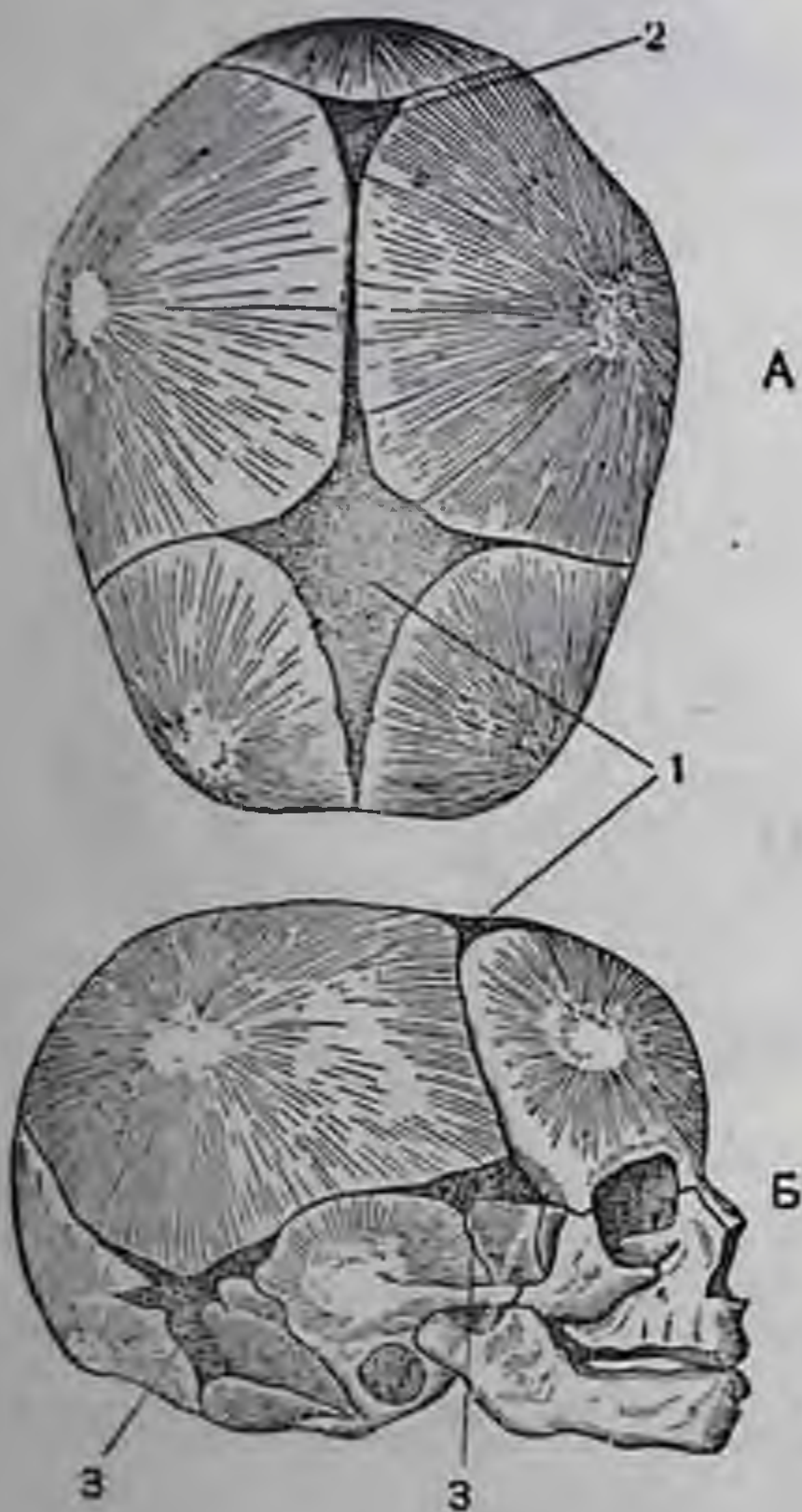


Рис. 43. Череп новорождённого сверху (А) и сбоку (Б):

1 — большой, или лобный, родничок; 2 — затылочный родничок; 3 — боковые роднички.

Половые различия в строении черепа заключаются в том, что мужской череп больше, лицевая часть его развита сильнее, а шероховатости и бугристости; к которым прикрепляются мышцы, выражены в нём значительно резче, чем в женском.

Мышцы головы и шеи. Мышцы головы (цвет. табл. II) можно разделить на: 1) жевательные, 2) мимические и 3) вызывающие движение головы.

1. К жевательным относится несколько мышц. Особо важное значение среди них имеет собственно *жевательная мышца*,

которая начинается на скуловой дуге и прикрепляется к нижней челюсти; её легко прощупать, если стиснуть зубы. Она поднимает нижнюю челюсть. Другие жевательные мышцы выдвигают её вперёд и в стороны.

2. Мимические мышцы прикрепляются к кости только одним своим концом, другим же оканчиваются в коже. Сокращение их вызывает не движение костей, а перемещение отдельных участков кожи.

Назовём некоторые из них: *лобная мышца* поднимает брови и вызывает наморщивание лба, собирая в складки его кожу; *круговая мышца глаза* опускает брови, поднимает кожу щеки, опускает верхнее и несколько поднимает нижнее веко; *мышцы носа* опускают его крылья и суживают ноздри; *круговая мышца рта* выдвигает вперёд губы и складывает их, как при поцелуе.

Сокращение мимических мышц в различных комбинациях обуславливает всё многообразие выражений лица, его мимику.

3. Из мышц, вызывающих движение головы, назовём *грудино-ключично-сосковую*. Она начинается двумя ножками — одной на груди, другой на ключице, а прикрепляется к сосцевидному отростку височной кости. Мышцу легко прощупать на шее, если повернуть голову в сторону. При сокращении мышцы на одной стороне шеи голова наклоняется в сторону сокращённой мышцы, а лицо поворачивается вверх и в противоположную сторону. Одновременное сокращение обеих грудино-ключично-сосковых мышц вызывает запрокидывание головы назад.

§ 13. Работа мышц

Условия нормальной деятельности мышц. При своём сокращении мышца производит механическую работу, перемещая части тела или поднимая груз. Для совершения этой работы она нуждается в энергии. Источником последней является распад сложных органических веществ, входящих в состав мышцы. При этом распаде, происходящем без потребления кислорода, образуются различные вещества, например молочная, фосфорная и другие кислоты. Одни из органических продуктов распада затем окисляются до углекислоты и воды, поэтому работающая мышца нуждается в постоянной доставке кислорода; другие — используются на образование вновь тех веществ, которые необходимы для работы. При сокращении мышц часть освобождённой энергии идёт на механическую работу, а часть выделяется в виде тепла. (Вот почему тело согревается при большой физической работе.)

Кислород и вещества, которые заключают в себе энергию, необходимую мышце, доставляются к ней кровью. Углекислый газ и воду, которые образуются в работающей мышце, кровь выносит к лёгким, коже и почкам.

Возбуждение, вызывающее деятельность мышцы, приходит к ней по центробежным нервам (рис. 44, 3) из центральной нервной

системы. Возбуждение в последней возникает вследствие раздражения окончаний центробежных нервов, которые расположены в коже, сухожилиях, мышцах (рис. 44, 4 и 5) и других органах. Так, например, укол пальца вызывает отдёргивание руки. Колющий предмет раздражает рецепторы кожи (см. стр. 31). Возникшее в них возбуждение передаётся по центробежным нервам в спинной мозг, а отсюда по центробежным нервам в мышцы, которые, сокращаясь, вызывают движение руки. Удар по коленному сухожилию раздражает находящиеся в нём рецепторы. Возникший в них процесс возбуждения передаётся по нервам через спинной мозг в мышцы, сокращение которых приводит к разгибанию ноги в коленном суставе. Из сказанного следует, что деятельность мышцы является рефлекторной (см. стр. 32).

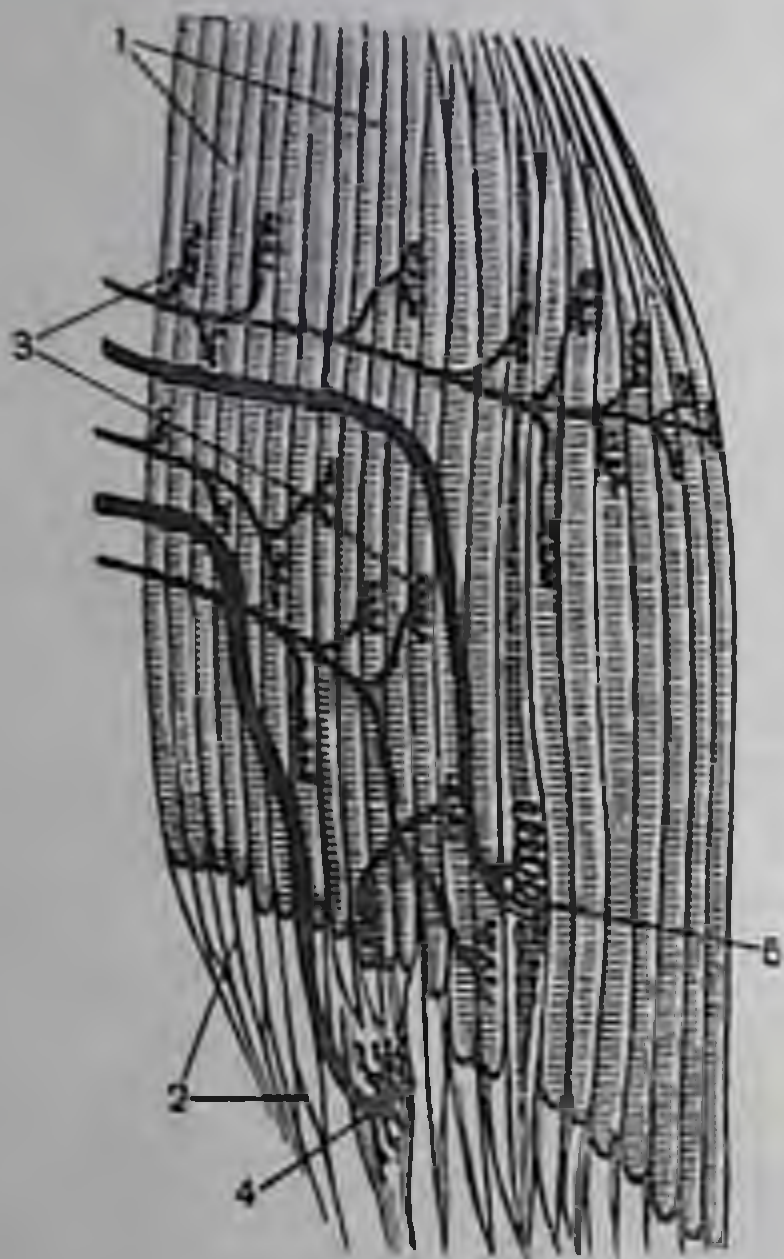


Рис. 44. Нервные окончания в скелетной мышце:

1 — мышечные волокна; 2 — сухожилие мышцы; 3 — окончания центробежных нервных волокон; 4 и 5 — окончания центробежных нервных (чувствительных) волокон в сухожилии и мышце.

Как ни кажутся автоматичными многие движения человека, все они начинаются и кончаются, замедляются и ускоряются под контролем коры головного мозга, с которой связано сознание человека.

Таким образом, деятельность мышцы зависит от нервной системы, а также от работы органов кровообращения, дыхания и выделения.

Работу, производимую мышцей, можно измерить в килограммах. Для этого груз (в килограммах), поднимаемый мышцей, надо помножить на высоту (в метрах) его поднятия.

Работа может быть статической и динамической. *Динамической* называют работу, связанную с движением

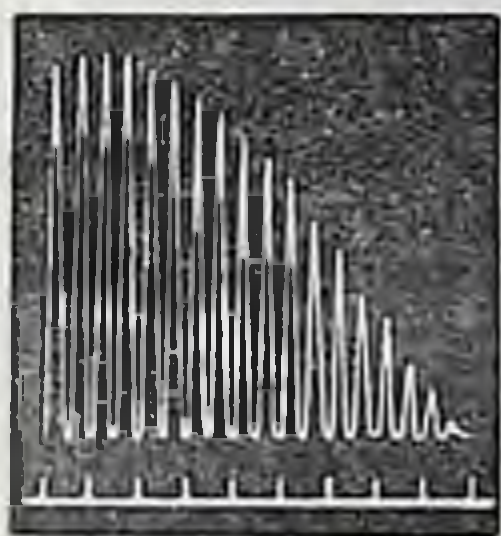
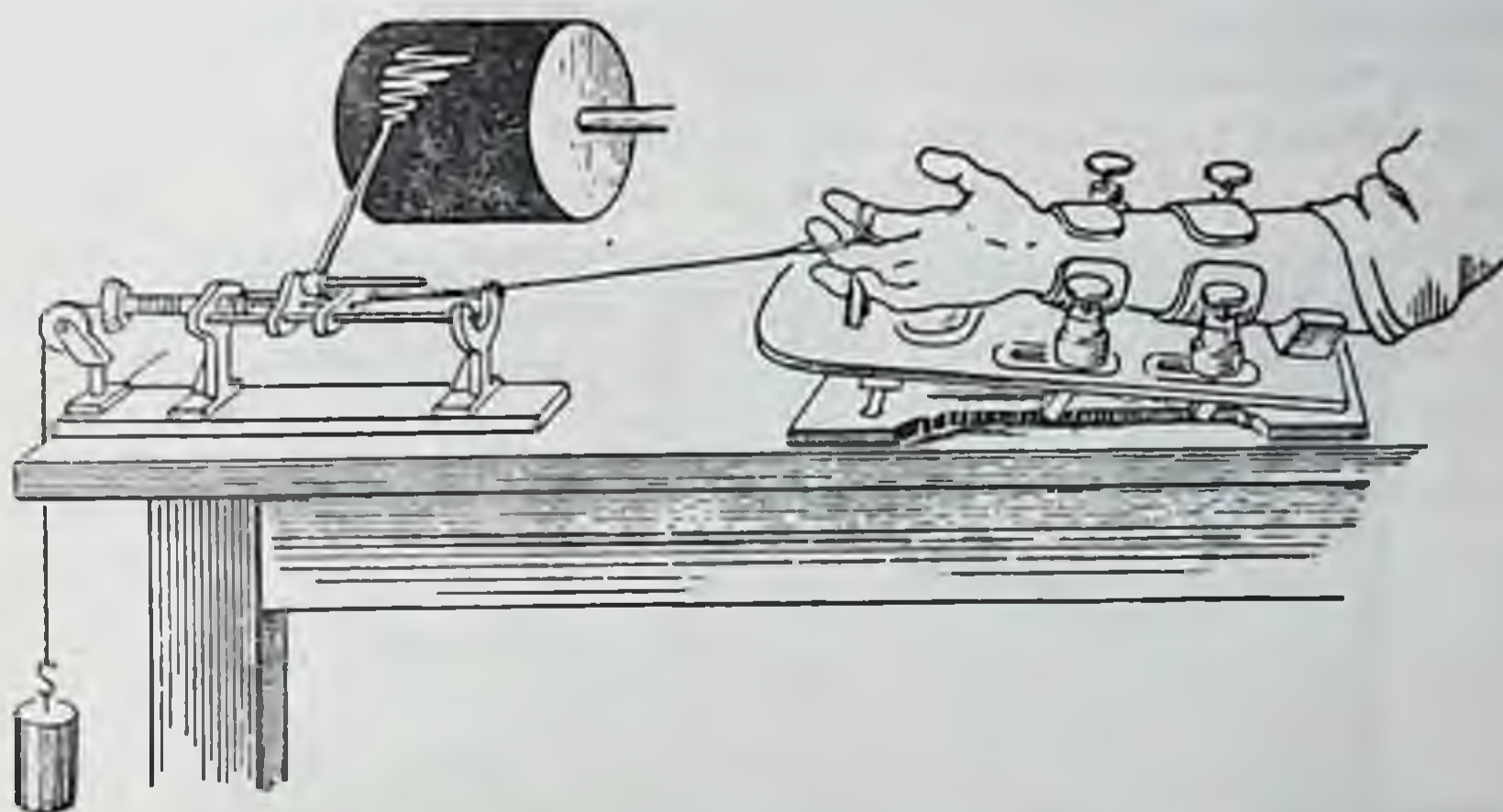
(пилка дров, копка земли); при ней сокращения мышц чередуются с их расслаблением. При *статической* работе (держание груза) мышца находится в непрерывном тетаническом сокращении.

Физиология рабочих движений изучалась И. М. Сеченовым, который напечатал две крупные работы: «Физиологические основы продолжительности рабочего дня» и «Очерк рабочих движений человека». Этими работами И. М. Сеченов положил начало науке, носящей название физиологии труда.

Ритм и нагрузка. Работа зависит от нагрузки мышцы и ритма её сокращений.

На рис. 45 изображён эргограф для изучения работы мышц пальца при подъёме им груза. В этом приборе палец продевается

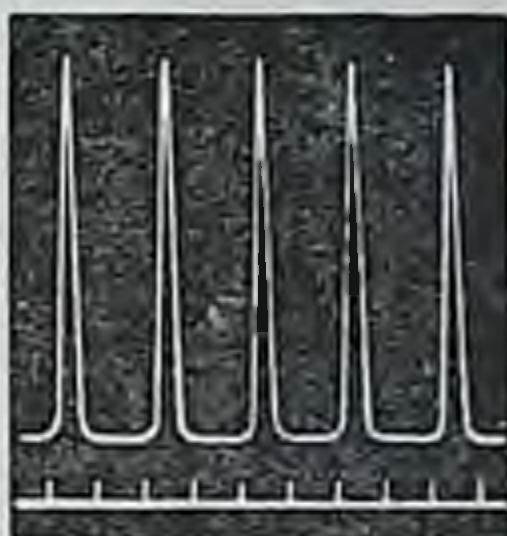
в петлю металлического тросика или шнура, который перекинут через блок и прикреплён к грузу. При сокращении мышц пальца груз поднимается, а при расслаблении их опускается. Движения пальца особым образом записываются на закопчённой поверхности вращающегося барабана кимографа в виде прямых линий, длина которых равна высоте поднятия груза. Эти линии составляют так называемую *эргограмму*.



1



2



3

Рис. 45. Эргограф (вверху) и эргограммы (внизу):

1 — эргограмма при максимальной частоте движений пальца; 2 и 3 — эргограммы при более редких движениях пальца (2 — в начале работы, 3 — через 10 минут). При редких сокращениях утомление мышцы долго не развивается.

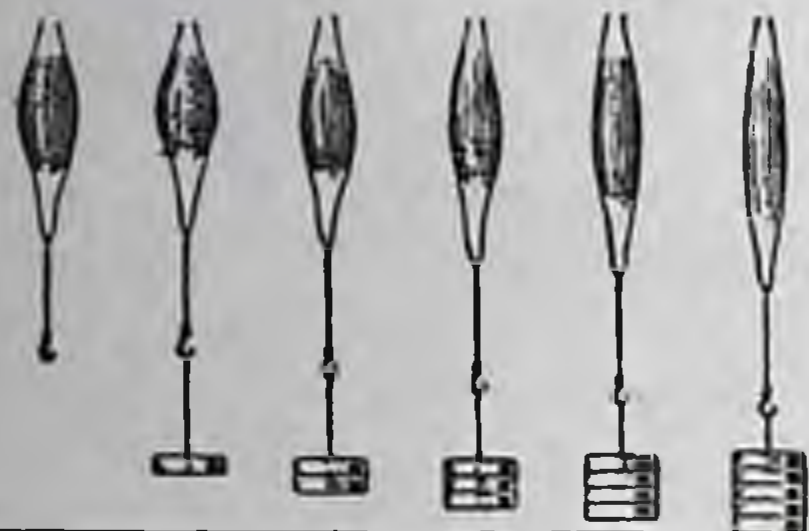
Повесив на тросик груз определённого веса, начинают производить сгибание пальца через правильные промежутки времени. Сначала палец производит полное сгибание, затем сгибания его становятся всё слабее и слабее и, наконец, прекращаются из-за утомления мышц. Умножая общую длину линий эргограммы на вес груза, определяют работу, произведённую мышцами пальца до их утомления.

Меняя вес груза на тросике, можно установить, как нагрузка влияет на работу мышцы. Оказывается, что увеличение до известного предела нагрузки повышает механическую работу мышцы.

После того как этот предел достигнут, дальнейшее увеличение нагрузки приводит к уменьшению производимой работы (рис. 46).

Таким же образом определяли и влияние ритма на работу. При этих исследованиях меняли не вес груза, а промежутки времени, через которые сокращались мышцы пальца. Сравнение эргограмм при разных ритмах показало, что очень частые и очень редкие сокращения мышц обуславливают меньшую величину работы, чем сокращения средней частоты.

Так, было установлено, что наиболее производительна работа мышц при средней нагрузке и среднем ритме сокращений.



Груз в гр.	0	100	200	300	400	500
Высота подъёма в мм	6	7	5	3	1½	0
Работа в грамм-сантим.	0	700	1000	900	600	0

Рис. 46. Схема, показывающая зависимость работы мышцы от величины груза.

необходимости и важности производимой работы значительно повышают работоспособность человека. Поэтому труд в социалистическом обществе, где он является делом чести, славы, доблести и геройства, значительно производительнее, чем труд в капиталистических странах.

Утомление мышц. Работа всякой мышцы даже в самых благоприятных условиях нагрузки и ритма постепенно уменьшается и, наконец, вовсе прекращается. Это прекрасно видно на приведённых эргограммах: длина линий, соответствующих высоте поднятия груза, с каждым сокращением мышц становится всё короче и короче. Понижение работоспособности обусловлено наступающим утомлением.

Утомление сопровождается чувством усталости. Держа какой-нибудь груз на вытянутой руке, человек испытывает усталость и желание опустить его. Усилием воли человек преодолевает усталость и может продержаться груз некоторое время. Но приходит момент, когда мышцы расслабляются и рука опускается. Это результат чрезмерного утомления мышц. Чем больше тренирован человек в физической работе, тем позднее наступает утомление. Поэтому для

Средние величины нагрузки и ритма неодинаковы у разных людей. У лиц физического труда и спортсменов они значительно выше, чем у людей, не занимающихся физической работой и спортом. Каждый человек может путём упражнения мышц увеличить пределы этих величин и, следовательно, повысить свою работоспособность.

Исключительно большая роль в производительности труда принадлежит сознанию. Интерес, целенаправленность, понимание

повышения работоспособности человека и борьбы с утомлением большое значение имеют спортивные упражнения.

Утомление мышцы можно наблюдать не только в организме при длительной работе, но и при сокращении вырезанной из тела изолированной мышцы. Наиболее удобны для этого мышцы лягушки. Опыты с ними показывают, что утомление зависит от накопления в них продуктов распада, а также от истощения запасов сложных органических веществ, служащих источником энергии для мышечного сокращения. Если мышца прекращает работу и находится некоторое время в состоянии полного покоя, то кровь

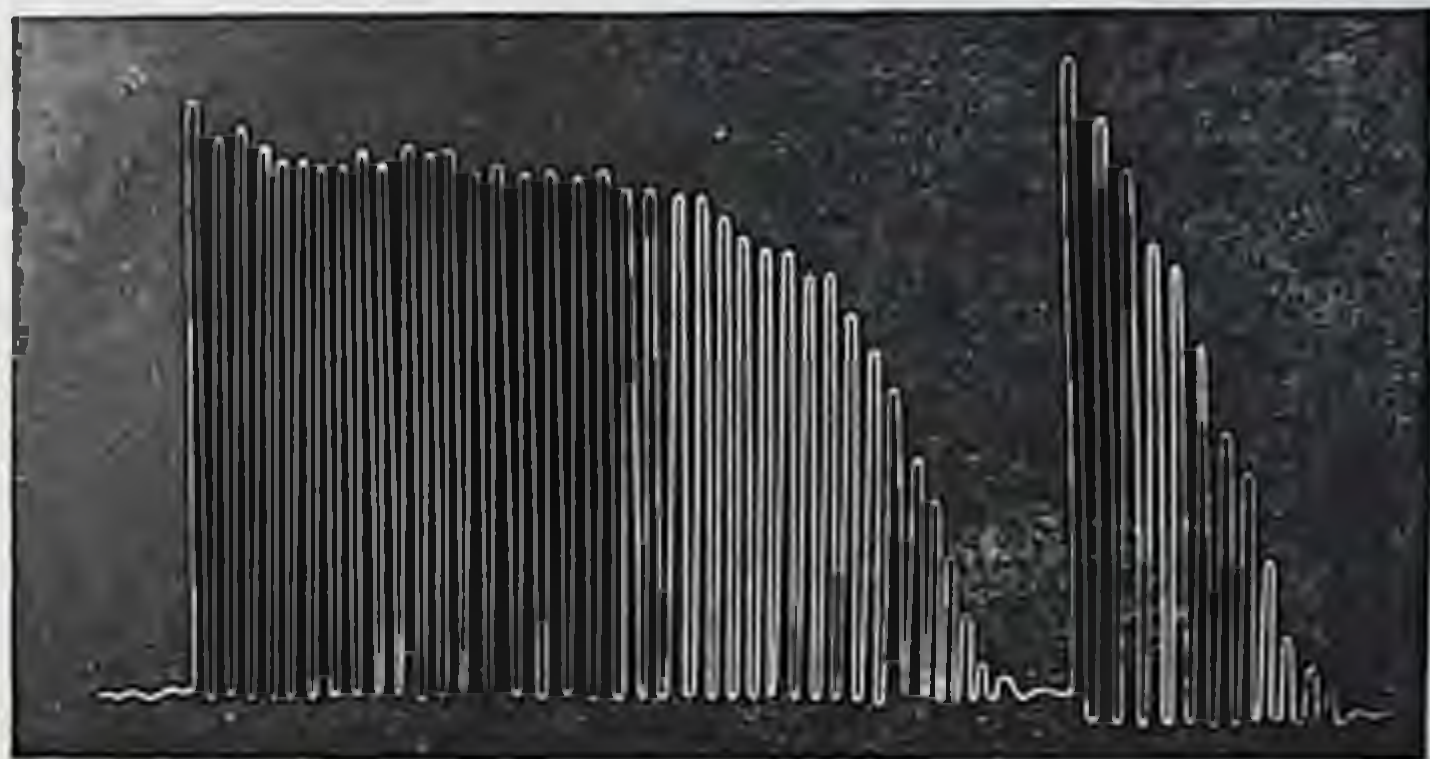


Рис. 47. Две кривые утомления (эргограммы), записанные у экзаминатора до и после приёма им в течение 6 часов зачётов у студентов.

быстро выносит из неё «засоряющие» продукты распада и доставляет ей питательные материалы. Утомление проходит, и мышца вновь приобретает способность сокращаться и производить работу.

Однако утомление мышц в организме не может быть сведено только к тем причинам, которые действуют в изолированной мышце. В основном утомление организма объясняется не столько явлениями, происходящими в мышце, сколько изменениями в нервной системе, которая представляет собой наиболее утомляемую часть организма.

Утомлению у человека может способствовать угнетённое состояние нервной системы, отсутствие интереса к работе и т. д. Приведённые на рис. 47 эргограммы показывают, как влияет на утомление мышцы состояние нервной системы.

Работоспособность человека в течение дня сначала поднимается, потом некоторое время держится на определённой высоте, а затем начинает снижаться вследствие утомления. Правильный подбор ритма сокращений и нагрузки мышц не только повышает производительность труда, но и значительно отодвигает время, когда наступает утомление.

Сложность движений. Как бы нам ни казались просты отдельные виды движения тела, они являются очень сложными, если детально рассмотреть физиологические механизмы, лежащие в основе их. Так, например, в акте ходьбы различают четыре момента: 1) человек, опираясь на левую ногу и поддерживая на ней всё туловище, заносит правую вперёд; 2) занесённая вперёд правая нога касается пяткой земли, левая же ещё полностью от земли не оторвалась, человек опирается на обе ноги; 3) правая нога становится опорной и на неё переносится вся тяжесть туловища; 4) левая нога освобождается и заносится вперёд (рис. 48).

В каждом из этих моментов принимает участие большое количество мышц, отличающихся друг от друга по силе, направлению волокон и действию, которое они производят при сокращении. Одни мышцы образуют группы синергистов, другие, вызывая противоположное действие, являются их антагонистами. Так, например, на задней стороне бедра расположены

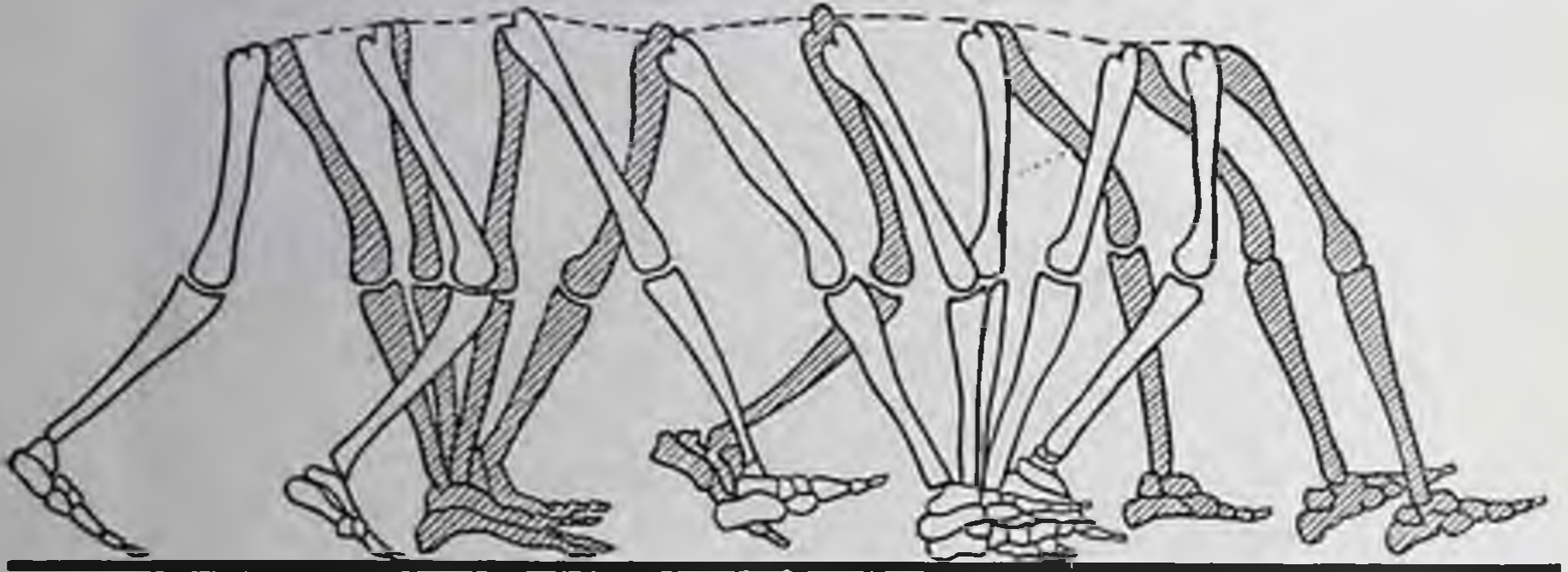


Рис. 48. Движение ног при ходьбе.

синергисты, вызывающие сгибание голени в коленном суставе, а на передней стороне бедра лежат их антагонисты, так как они разгибают голень.

В акте ходьбы принимают участие не только мышцы ног, но и мышцы, расположенные в других частях тела, так как своим сокращением они обеспечивают равновесие тела.

В отдельные моменты ходьбы одни мышцы сокращаются, другие расслабляются; одни сокращаются сильнее, другие — слабее, причём мышцы, образующие одну группу синергистов, одновременно начинают и кончают свои сокращения. Строгая согласованность деятельности многих синергистов и антагонистов обеспечивает нужное направление, силу, скорость и размерность ходьбы. Малейшее изменение в сочетании сокращённых и расслабленных мышц вызывает изменения и в акте ходьбы. Согласованность в деятельности мышц обеспечивается нервной системой.

Одновременно с работой мышц изменяются кровообращение, дыхание и внутриклеточные химические процессы в разных органах и тканях.

Таким образом, кажущаяся простота ходьбы обусловлена весьма сложной, согласованной и точной деятельностью костно-мышечной, кровеносной, дыхательной и других систем органов, находящихся под контролем нервной системы.

§ 14. Гигиена костно-мышечной системы

Гигиена — это наука, которая выясняет условия внешней среды, необходимые для нормальной жизнедеятельности человеческого организма, и разрабатывает мероприятия для сохранения его здоровья.

Гигиена детского скелета. Человек рождается с очень гибким скелетом. Попытки некоторых родителей научить грудного ребёнка

садиться до 6-месячного возраста или ходить до 10—11-месячного возраста являются, несомненно, вредными и могут вызвать ненормальное искривление позвоночника и костей нижних конечностей.

В школьном периоде очень отрицательно действует чрезмерная нагрузка на позвоночный столб и тазовые кости. В это время большое значение для развития позвоночника имеет конструкция парты и её размеры: они должны быть такими, чтобы обеспечивать нормальную посадку учащегося. Не меньшую роль играет устранение скованности и длительной неподвижности на уроках.

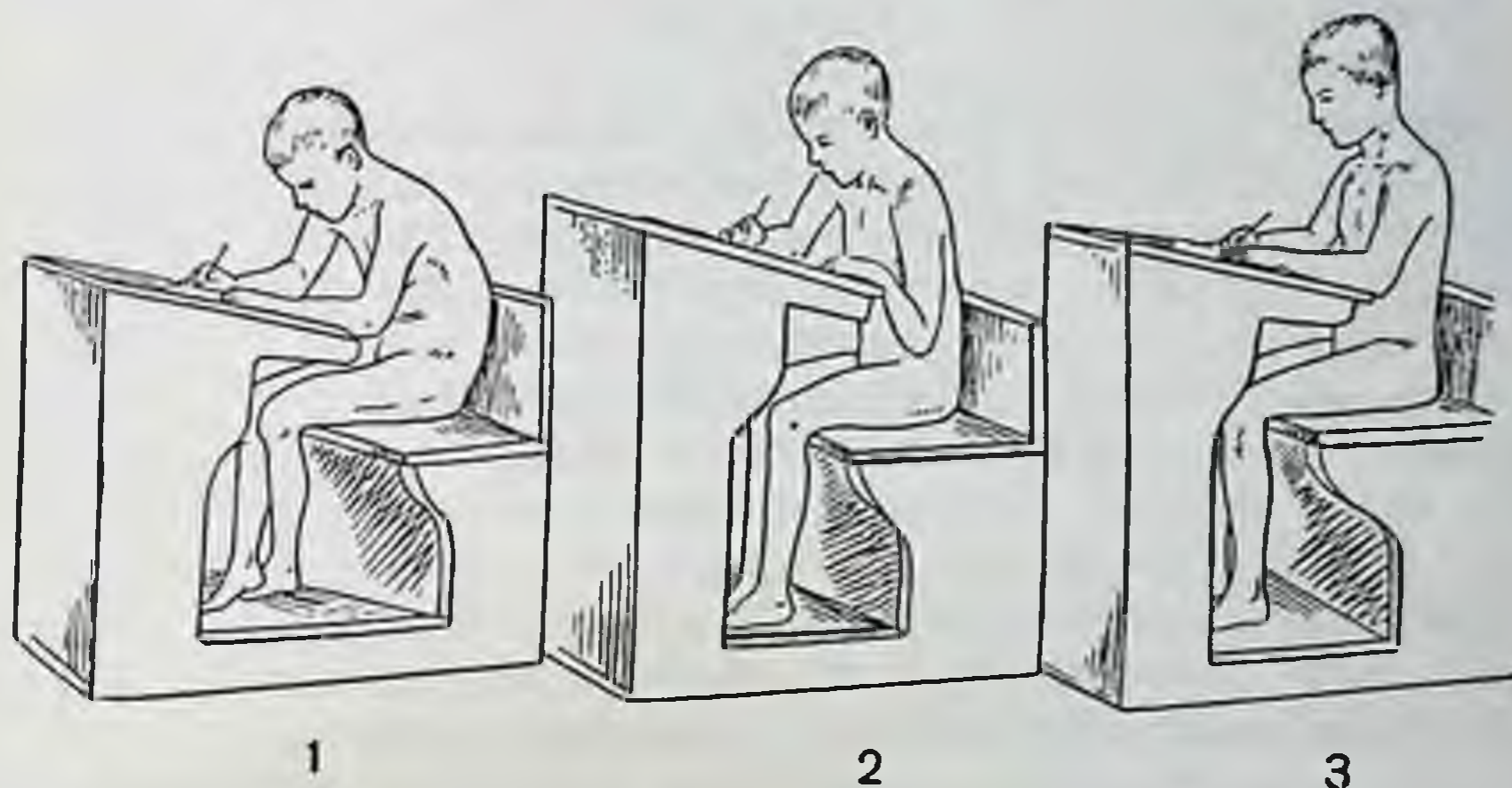


Рис. 49. Неправильная посадка при слишком низком столе парты (1) и слишком высоком (2). Нормальная посадка (3) при правильно подобранном размере парты.

Особое внимание следует уделять рабочей позе ученика за партой (рис. 49). Посадка считается правильной в том случае, если:

- 1) ребёнок сидит без напряжения;
- 2) грудная часть позвоночного столба не сгибается, а поясничная часть его опирается на спинку скамьи;
- 3) ноги свободно касаются пола;
- 4) голень образует прямой угол с бедром;
- 5) грудь не прижимается к крышке парты;
- 6) оба плеча находятся на одной высоте и
- 7) предплечья рук свободно лежат на крышке парты.

Гигиена детской мускулатуры. Мышцы детей тоньше и обладают более широкими и короткими сухожилиями, чем у взрослого человека. Окраска их бледнее. Они содержат больше воды, но меньше белков, жиров и минеральных солей.

Рост, развитие и увеличение силы мышц идёт у детей очень медленно и постепенно. Исключение составляет период полового созревания, когда эти процессы значительно ускоряются.

Сначала развиваются крупные мышцы, затем мелкие. К моменту поступления в школу ребёнок свободно владеет своими мышцами, но точные движения производит с большим трудом. Между 8 и 12

годами развивается точность, ловкость и разнообразие движений. После 15 лет быстро развивается мелкая мускулатура, а с ней точность мелких движений («ручная умелость»).

В развитии мускулов дошкольников большую роль играют различные подвижные игры. Мускулатуру учащихся начальной школы следует развивать путём физических упражнений, в которые вовлекаются большие группы мышц, — ходьба, бег, прыжки, лазание. Упражнения, связанные с однообразным положением или требующие выносливости и силы, в этом возрасте недопустимы.

Хорошо на развитие мускулатуры ребёнка 7—10 лет влияет неустойчивая физическая работа на чистом воздухе.

Значение спорта в развитии костно-мышечной системы. Условием, обеспечивающим хорошее развитие костно-мышечной системы юношей и девушек, является спорт. Чтобы представить себе его значение, достаточно сравнить стройного, здорового, сильного и жизнерадостного юношу-физкультурника с хилым, слабым юношей, игнорирующим спорт. Предъявление обоим одной и той же физической нагрузки обнаруживает большую выносливость первого перед вторым. Незначительная физическая работа, иногда даже обычная прогулка, для хилого и слабого юноши является чрезмерной нагрузкой, которая вызывает утомление; для здорового — она служит отдыхом, мобилизирующим на деятельность нервную и мышечную системы и весь организм.

Надо отказаться от взгляда, будто для людей умственного труда не важно иметь крепко сложенную костно-мышечную систему. Следует помнить, что состояние центральной нервной системы в очень значительной степени определяется теми импульсами, которые поступают в неё из разных частей тела и в особенности из мышечной системы.

Благотворное влияние на костно-мышечную систему и весь организм оказывает спорт и в зрелом возрасте.

Особые гигиенические правила должен соблюдать человек в старости. Кости старика содержат большое количество минеральных солей и хрупки. Старик должен избегать падений, ударов и даже резких движений, так как они могут вызвать перелом костей.

В любом возрасте необходима тренировка костно-мышечной системы, но способы и формы её должны соответствовать возрастным особенностям и состоянию здоровья человека. Работа и физическая культура являются лучшими формами укрепления организма.

Впервые подлинно научно вопрос о значении физической культуры был поставлен русским анатомом П. Ф. Лесгафтом. Он разработал целую систему физических упражнений, укрепляющих мышцы и влияющих на правильное развитие всего организма. Для проведения своих идей в жизнь П. Ф. Лесгафт организовал в конце прошлого столетия курсы для подготовки преподавателей гимнастики. Эти курсы ныне реорганизованы в Ленинградский институт физической культуры имени П. Ф. Лесгафта.

III. КРОВЬ И КРОВООБРАЩЕНИЕ

§ 15. Кровь

Значение крови. Значение крови заключается в том, что она: 1) приносит клеткам питательные вещества и кислород; 2) выносит из клеток продукты распада, образующиеся в результате их жизнедеятельности; 3) поддерживает связь между органами, перенося от одних к другим вырабатываемые ими вещества; 4) участвует в защите организма от бактерий, вызывающих различные болезни.

Кровь является *внутренней средой* организма, омывающей его клетки. Она устанавливает связь между последними и внешней средой, доставляя из неё клеткам различные вещества, необходимые для их развития и жизнедеятельности. Кровь обладает относительным постоянством состава и свойств, но вместе с тем, как и весь организм, непрерывно испытывает влияние внешней среды.

Хотя температура воздуха, окружающего человека, меняется, температура крови в нормальных условиях сохраняется на постоянном уровне — около $38,5^{\circ}$. Количество вводимой в организм воды колеблется от самых различных причин, но содержание её в крови почти постоянно. Несмотря на возможные изменения в питании, количество сахара в крови обычно равно $0,1—0,12\%$, т. е. $1—1,2$ г на 1 л.

Относительное постоянство состава и свойств крови создаёт и относительное постоянство условий существования клеток, для которых она является внутренней средой. Насколько это важно, можно судить по тому, что всякое резкое изменение в составе и свойствах крови вызывает тяжёлые нарушения в организме.

Кровь имеет жизненно важное значение для организма. Потеря животным половины своей крови влечёт за собой смерть. Вливание крови людям, потерявшим её при ранениях, оказывает благотворное действие.

Количество и состав крови. Количество крови в организме в среднем равно $\frac{1}{13}$ веса тела, что для взрослого человека составляет около 5 л.

Кровь, собранная на холоду (чтобы она не свёртывалась) в пробирку и некоторое время постоявшая, образует два слоя. Верхний слой представляет собой желтоватую жидкость, называемую *плазмой крови*. Нижний слой состоит из *форменных элементов*, или *клеток*, трёх видов: эритроцитов, или красных кровяных телец, лейко-

цитов, или белых кровяных телец, и кровяных пластинок (цвет. табл. IV, Г).

Плазма. Плазма составляет 60% всего объёма крови. В её состав входит 92% воды, около 7% белков, до 1% минеральных солей (преимущественно NaCl), до 0,12% сахара и небольшое количество жиров, продуктов распада и веществ, выделяемых в кровь клетками желез внутренней секреции.

Плазма имеет слабощелочную реакцию, которую постоянно удерживает на одном и том же уровне.

Эритроциты. Эритроциты — это маленькие безъядерные клетки, имеющие форму двояковогнутого диска с диаметром около 7 и толщиной около 2 микронов (цвет. табл. IV).

Будучи безъядерными клетками, эритроциты довольно быстро разрушаются. Продолжительность их жизни точно не установлена, но, вероятно, в среднем составляет около 30—40 дней. Разрушение эритроцитов происходит в печени и селезёнке. Некоторые подсчёты показывают, что каждую секунду гибнет около 10 млн. этих клеток.

1 куб. мм крови взрослого человека содержит до 4,5—5 млн. эритроцитов. Если все эритроциты человека сложить в один ряд, то длина последнего достигнет 200 тыс. км. Ниткой такой длины можно пять раз обмотать земной шар по экватору.

Физиологическая роль эритроцитов определяется наличием в их составе гемоглобина. *Гемоглобин* — это соединение белка с гемом — особым красящим веществом, содержащим железо. Это соединение обладает большой способностью связывать кислород. Когда кровь проходит через капилляры лёгкого, гемоглобин образует непрочное химическое соединение с кислородом — *окси-гемоглобин*.

Незначительная величина эритроцитов является приспособлением, которое обеспечивает быстрое соединение гемоглобина с кислородом. Чем мельче части, на которые раздроблен предмет, тем больше их общая поверхность. Поэтому, имея очень маленькие размеры, эритроциты обладают громадной общей поверхностью. Химическая же реакция идёт тем энергичнее, чем больше поверхность соприкосновения реагирующих тел.

Кровь, насыщенная оксигемоглобином, называется *артериальной*. Она переносит оксигемоглобин из лёгких в ткани, где он отдаёт кислород и превращается вновь в гемоглобин. Кровь, в которой оксигемоглобин перешёл в состояние восстановленного гемоглобина, называется *венозной*.

Кислород, принесённый эритроцитами в ткани, используется клетками на окислительные процессы, при которых происходит распад органических веществ. При этом освобождается энергия, необходимая для работы мышц, сердца, пищеварительного канала, головного мозга и т. д.

Количество эритроцитов в крови человека колеблется в зависимости от физиологического состояния организма, а также от различных заболеваний.

Для подсчёта эритроцитов из пальца берётся определённое количество крови (обычно 20 куб. мм) и разводится в 100 раз специальным раствором. Капля разведённой крови помещается в специальную счётную камеру из стекла, которая разделена на квадратики площадью в $\frac{1}{400}$ кв. мм. Толщина слоя крови в камере равна $\frac{1}{10}$ мм. Таким образом, объём крови на квадратике составляет $\frac{1}{4000}$ куб. мм. Камеру ставят в микроскоп и производят подсчёт эритроцитов на нескольких десятках квадратиков. Если среднее количество эритроцитов, приходящихся на один квадратик, умножить на 4000, а затем на 100 (разведение крови), то можно определить их количество в 1 куб. мм крови.

Лейкоциты. Величина лейкоцитов колеблется от 7 до 15 микронов. Количество их равно 6—8 тыс. в 1 куб. мм крови.

Форма лейкоцитов (цвет. табл. IV) очень изменчива, так как протоплазма их постоянно переливается по отросткам, которые то выпячиваются, то втягиваются. При этом они совершают активные амёбондные движения, могут протискиваться между клетками сосудистой стенки и выходить в ткани. В различных органах тела можно встретить лейкоцитов, передвигающихся по межклеточным пространствам.

Лейкоциты обладают способностью к *внутриклеточному пищеварению*. Они обтекают отростками различные органические частицы, заключают их в свою протоплазму и подвергают разложению.

Значение лейкоцитов было выяснено крупнейшим русским учёным И. И. Мечниковым, который впервые наблюдал фагоцитоз — «пожирание» и переваривание ими бактерий.

При порезе кожи в организм могут проникнуть бактерии. Тогда к этому месту стекаются целые полчища лейкоцитов, которые ведут борьбу с бактериями. Вокруг пораненного места возникает воспалительный процесс и образуется нарыв. Если борьба лейкоцитов оканчивается их победой, нарыв ликвидируется. Гной, вытекающий из него, состоит из лейкоцитов, часть которых погибает при защите организма.

Где бы в тело человека ни проникли бактерии, сейчас же к этому месту стекаются лейкоциты. Это объясняется тем, что они химически притягиваются веществами, которые бактерии выделяют в результате своей жизнедеятельности.

Лейкоцитами уничтожаются не только бактерии, но и разрушающиеся клетки организма. Иногда лейкоциты «пожирают» целые органы, которые потеряли значение для организма, — так исчезает хвост у головастика лягушки.

Лейкоциты собираются и около различных инородных тел, проникающих в организм. Для примера может быть указано скопление их около занозы. Когда образовавшийся нарыв разрывается, вместе с гноем из тела удаляется и заноза.

Открытие И. И. Мечниковым фагоцитоза имело огромное значение в развитии медицины, так как послужило основанием для современного *учения об иммунитете*, т. е. невосприимчивости организма к заразным заболеваниям.

Кровяные пластинки. Кровяные пластинки представляют собой маленькие, легко распадающиеся тельца, количество которых



И. И. Мечников (1845—1916).

в 1 куб. мм крови доходит до 300—400 тыс. Строение этих телец в связи с лёгкой разрушаемостью их изучено недостаточно хорошо.

Кровяные пластинки имеют очень большое значение в процессе свёртывания крови.

Кроветворные органы. На место постоянно разрушающихся эритроцитов в кровь поступают новые. Образуются они из особых обладающих ядрами клеток. При делении последние теряют свои ядра и превращаются в эритроциты. Местом нахождения материнских клеток эритроцитов является *красный костный мозг*, который у взрослых людей заполняет губчатое вещество костей (см. стр. 36).

Лейкоциты размножаются путём деления, которое происходит в селезёнке, лимфатических узлах и костном мозгу. *Селезёнка* является довольно крупным органом, лежащим в глубине левого подреберья. *Лимфатические узлы* представляют собой расширения лимфатических сосудов (цвет. табл. VI). Они состоят из небольших скоплений особого вида соединительной ткани и обильно разбросаны по всему телу; особенно много их в различных впадинах (подмышечной, паховой и др.).

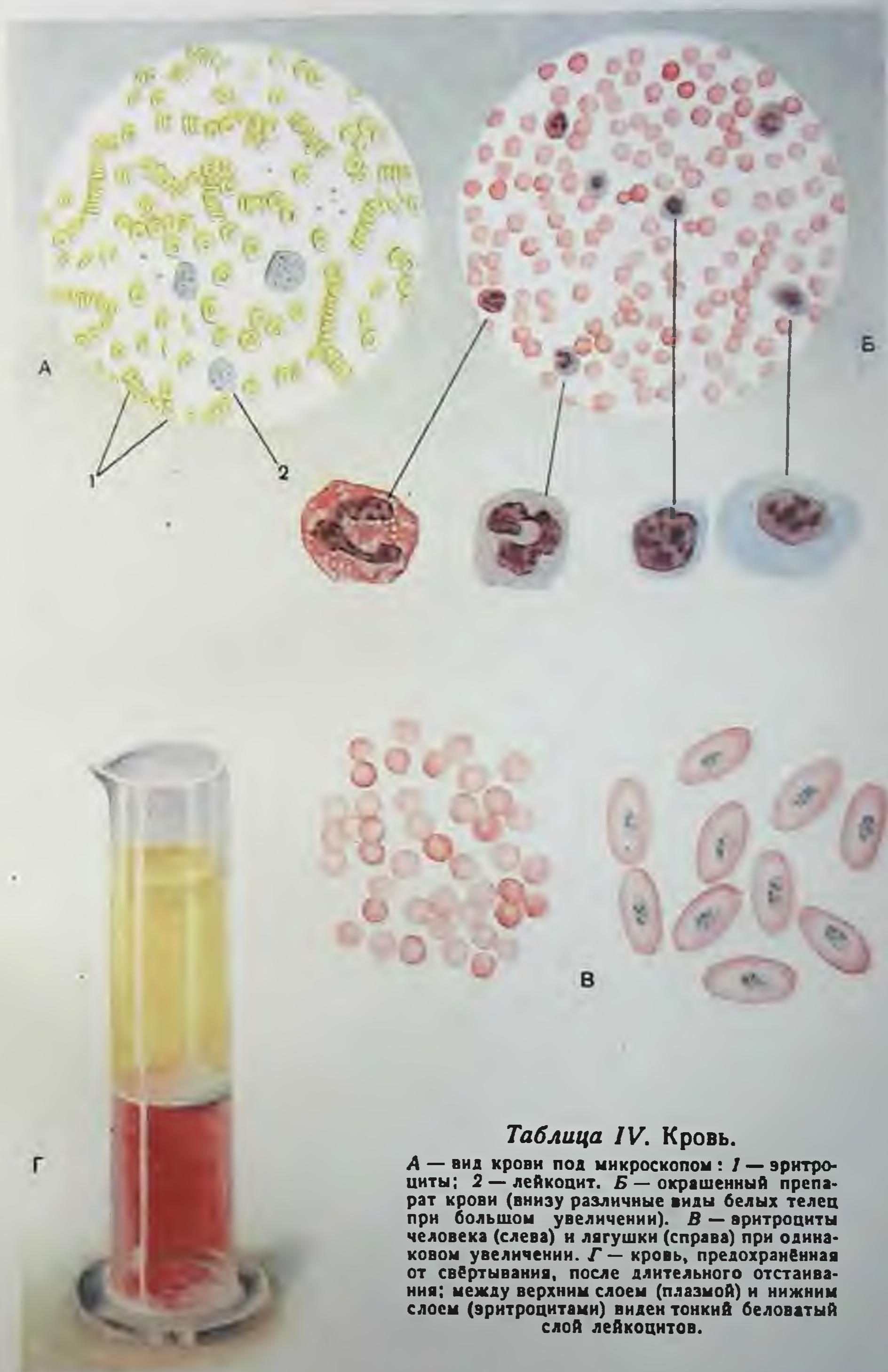


Таблица IV. Кровь.

А — вид крови под микроскопом: 1 — эритроциты; 2 — лейкоцит. Б — окрашенный препарат крови (внизу различные виды белых телец при большом увеличении). В — эритроциты человека (слева) и лягушки (справа) при одинаковом увеличении. Г — кровь, предохранённая от свёртывания, после длительного отстаивания; между верхним слоем (плазмой) и нижним слоем (эритроцитами) виден тонкий беловатый слой лейкоцитов.



Органы, в которых образуются форменные элементы крови, называются кроветворными.

Малокровие. Если в крови человека сильно уменьшается количество эритроцитов или падает содержание в них гемоглобина, то развивается малокровие. При этой болезни доставка клеткам кислорода уменьшается. Больной делается апатичным; у него бледнеют покровы (например, кожа лица) и слизистые оболочки (глаза, полости рта); появляется слабость и головокружение; уменьшается внимательность, падает работоспособность.

Одной из причин малокровия является недостаточная деятельность красного костного мозга. Лучшим средством для её возбуждения служат препараты, получаемые из сырой печени животных.

§ 16. Свёртывание крови

Процесс свёртывания. Кровотечение при поранении мелких сосудов обычно скоро прекращается. Это объясняется тем, что кровь, вытекающая из ранки, образует сгусток, закупоривающий повреждённые сосуды. Процесс превращения жидкой крови в сгусток называется свёртыванием.

Если выпускаемую из сосудов кровь взбивать пучком тоненьких палочек так, как хозяйка взбивает белок яйца, то на их концах появляются тоненькие волокна белка, носящего название фибрина. Последний и образует сгусток, который закупоривает пораненные сосуды. Дефибрированная, т. е. лишённая фибрина, кровь уже не свёртывается, как бы долго она ни сохранялась.

Свёртывание крови было изучено русским учёным Ш м и д т о м. Оно наступает в результате превращения растворимого в ней белка — *фибриногена* в нерастворимый — *фибрин*. Этот процесс происходит под влиянием *тромбина*, который образуется в тех случаях, когда разрушаются кровяные пластинки. Разрушение же последних происходит всегда при выпускании крови из сосудов.

Свёртывание крови возможно только в тех случаях, когда она содержит соли кальция. Если к ней прибавить соль лимонной кислоты, то из крови осаждаётся нерастворимый кальций. Такая кровь уже не свёртывается и остаётся долгое время жидкой. Этим воспользовались для изготовления консервированной крови, употребляемой в медицине для переливаний больным и раненым.

Значение свёртывания. Способность крови свёртываться имеет громадное значение: она спасает организм от больших потерь при кровотечениях. Во время Великой Отечественной войны на фронте широко применялся препарат тромбина, который способствовал быстрому свёртыванию крови на поверхности ран.

Некоторые люди страдают гемофилией. При этой болезни кровь лишена способности свёртываться. Малейшее ранение вызывает у гемофилика настолько большую потерю крови, что он может умереть.

Первая помощь при кровотечениях. Свёртывание крови быстро останавливает небольшое кровотечение. Если оно велико, приходится принимать особые меры.

Иногда остановке кровотечения способствует наложение самой простой повязки. В случаях повреждения крупных сосудов следует применять давящую повязку, т. е. тугое забинтовывание раны, на которую накладывается толстый слой стерилизованного (обезвреженного от бактерий) бинта. На окружающее рану место кладут пузырь со льдом—холод суживает кровеносные сосуды и этим уменьшает кровопотерю.

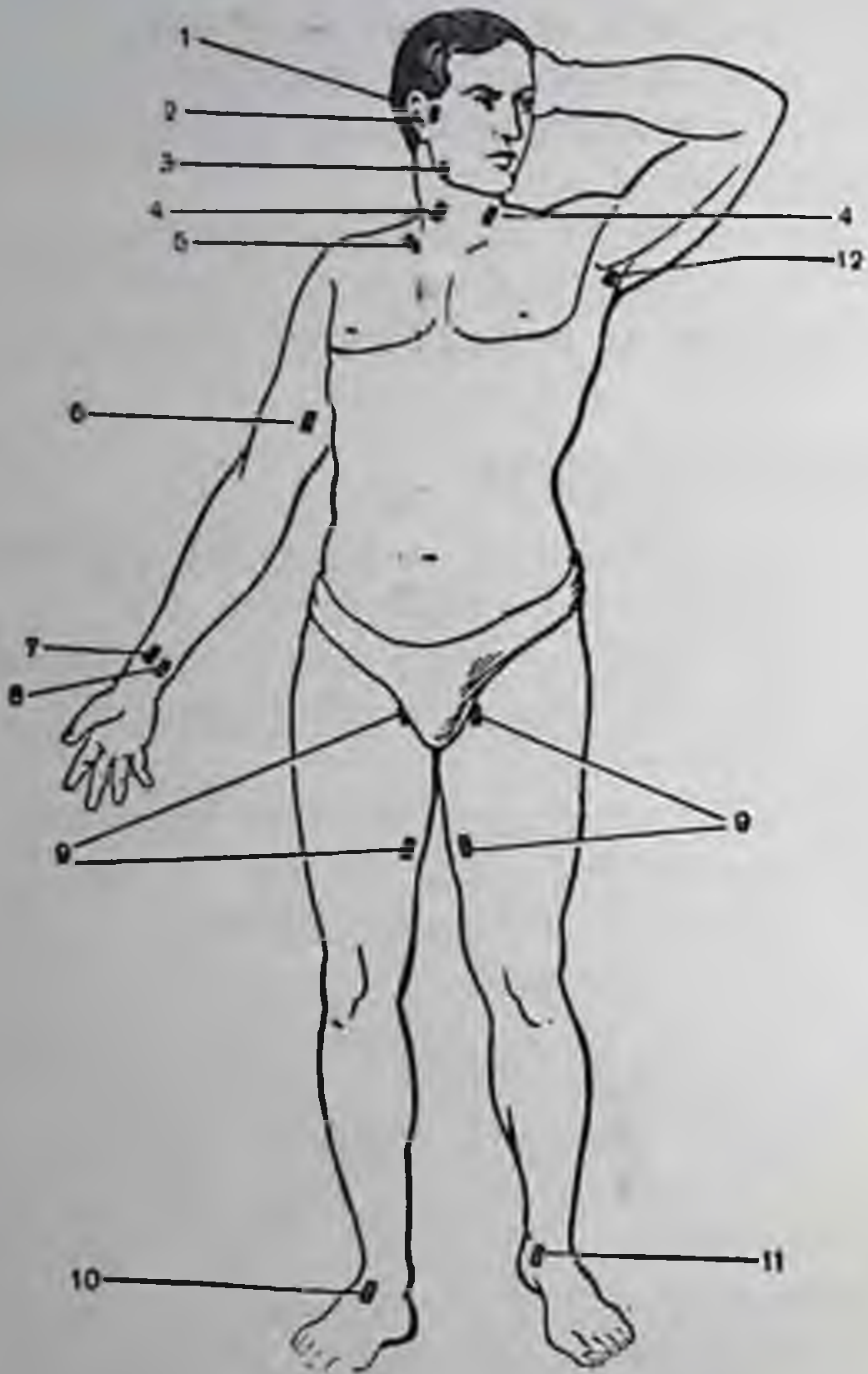


Рис. 50. Места прижатия важнейших артерий при кровотечении:

1 — затылочной; 2 — височной; 3 — нижнечелюстной; 4 — сонной; 5 — подключичной; 6 — плечевой; 7 — лучевой; 8 — локтевой; 9 — бедренной; 10 — передней большеберцовой; 11 — задней большеберцовой; 12 — подмышечной.

Если давящая повязка и лёд не помогают, прижимают пальцами крупные сосуды, несущие кровь к ране (рис. 50).

При поранении больших сосудов наиболее верным способом остановки кровотечения является применение жгута. Обычно его накладывают на конечности. Жгут можно сделать из простого носового платка, которым конечность охватывается выше раны; концы его закручиваются на палочку. Жгут прекращает кровоснабжение в той части конечности, которая расположена ниже него. Поэтому пострадавший должен быть доставлен к врачу не более как через час-полтора, в противном случае может произойти омертвление конечности.

§ 17. Переливание крови

Группы крови. При очень многих заболеваниях, а также при значительных потерях крови применяют её переливание.

Однако надо иметь в виду, что эритроциты одного человека, помещённые в плазму крови другого, могут склеиться. Изучение

этого явления привело к установлению у людей четырёх групп крови. Эритроциты людей I группы не склеиваются в крови людей всех остальных групп. Эритроциты людей II группы склеиваются в крови I и III групп. Эритроциты III группы склеиваются в крови I и II групп. Наконец, эритроциты IV группы склеиваются под влиянием крови людей I, II и III групп.

Переливание крови. Чтобы сделать переливание безопасным и полезным мероприятием, врач должен знать группу, к которой относится по крови его пациент, и руководствоваться следующим:

1) переливание крови лучше всего производить от человека одноимённой группы;

2) кровь I группы может переливаться людям любой группы;

3) кровь II и III групп может переливаться людям одноимённой группы, а также людям IV группы;

4) кровь IV группы может переливаться только людям этой же группы (рис. 51).

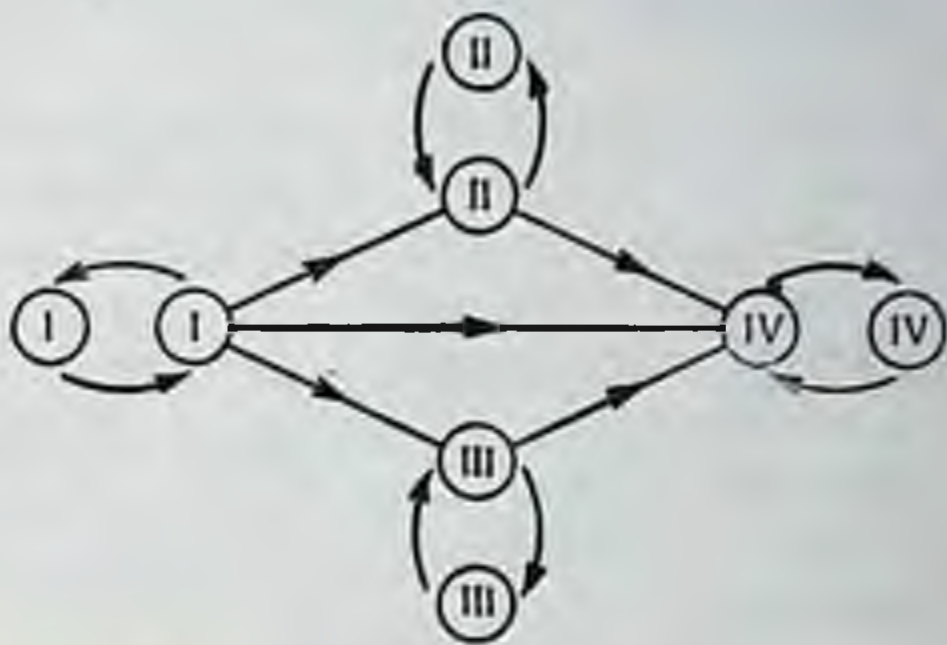


Рис. 51. Схема, в которой стрелками показана совместимость кровяных групп у человека

Достижения в области переливания крови. Первая книга, посвящённая переливанию крови,

написана русским учёным А. М. Филомафитским ещё в 40-х годах прошлого века. Над изучением вопросов, связанных с этой проблемой, в Советском Союзе работает ряд научно-исследовательских институтов.

Непосредственное переливание крови человеку от человека очень затруднительно, поэтому врач должен иметь некоторый запас её. Чтобы она не теряла своих свойств в течение более или менее длительного хранения, её консервируют путём прибавки солей лимонной кислоты.

Во время Великой Отечественной войны сотни тысяч советских людей, работавших в тылу, отдавали свою кровь на донорских пунктах. Её консервировали и в громадных количествах ежедневно доставляли самолётами в прифронтовые госпитали. Благодаря хорошей организации этого дела были спасены жизни многих и многих бойцов.

Установлено, что плазму крови человека можно высушивать способами, при которых не разрушаются белки и не теряется их свойство растворяться. Если к такому препарату добавить определённое количество дистиллированной воды, то получается раствор, совершенно тождественный по своему составу с плазмой крови; его используют для вливания в кровеносные сосуды при кровопотерях. Сухая плазма может долго храниться, её легко перевозить.

Для лечения в тылу врага раненых партизан, которых обеспечить свежей кровью было затруднительно, транспортировалась высушенная плазма крови.

Сейчас особыми методами обрабатывается плазма крови животных. После этой обработки её можно вводить большими количествами в кровеносные сосуды человека без вреда для него.

§ 18. Иммунитет

Инфекционные болезни. Некоторые бактерии, проникая в тело человека и размножаясь в нём, вызывают различные, но характерные для каждого их вида нарушения в жизнедеятельности организма, что приводит к заболеванию. Такие бактерии — возбудители болезней — называются болезнетворными. Вызванные ими болезни известны под именем инфекционных, или заразных, так как могут передаваться от одного человека к другому.

Однако проникновение в организм болезнетворных бактерий далеко не всегда влечёт за собой заболевание. Такая невосприимчивость организма к той или иной болезни называется *иммунитетом*.

Эта невосприимчивость зависит, во-первых, от фагоцитарной способности лейкоцитов (см. стр. 63) и некоторых других клеток; во-вторых, от образования в организме особых веществ, получивших название *иммунных тел*, которые препятствуют развитию бактерий или вызывают их гибель. Открытие фагоцитоза и разъяснение его роли при образовании иммунитета принадлежит русскому учёному И. И. Мечникову.

Естественный иммунитет. В организме человека, заболевшего какой-нибудь заразной болезнью, например брюшным тифом, образуются иммунные тела, которые препятствуют распространению и развитию проникшего в организм заразного начала.

Эти иммунные тела сохраняются у человека и после выздоровления. Они играют очень важную защитную роль, уничтожая заразное начало, проникающее в организм. Благодаря наличию иммунных тел человек второй раз тифом обычно не заболевает, а если и заболевает, что бывает весьма редко, то переносит его легко.

Иммунные тела *специфичны*. Это значит, что тела, образовавшиеся при заболевании брюшным тифом, защищают организм от заразного начала только этой болезни; от других болезней они не могут предохранить. При заболевании скарлатиной в организме образуются иммунные тела, действующие только на возбудителей этой болезни. То же относится к дифтерии, кори, коклюшу, оспе и т. д.

Невосприимчивость, полученная в результате предшествовавшего заболевания, называется *приобретённым иммунитетом*.

Есть заболевания, против которых организм не может выработать длительного иммунитета. К ним относится часто повторяющийся у человека грипп.

Некоторые люди обладают иммунитетом по отношению к той или иной болезни, не переболев ею. Такой иммунитет называется врождённым. *Врождённый иммунитет* объясняется высокоразвитой фагоцитарной способностью клеток и наличием в организме иммунных тел уже при рождении.

Приобретённый и врождённый иммунитеты являются двумя формами естественного иммунитета.

Искусственный иммунитет. Иммунитет можно выработать искусственно. Для этого делают предохранительные прививки, при которых вводят в организм здорового человека ослабленных возбудителей болезни.

Для прививки оспы берётся небольшое количество жидкости из оспенных пузырьков телёнка. Эта жидкость, содержащая ослабленное заразное начало оспы, вводится в организм человека. Происходит заражение и лёгкое заболевание (недомогание, повышение температуры), при котором вырабатываются иммунные тела. Если в такой искусственно иммунизированный организм впоследствии проникнут вполне жизнеспособные возбудители натуральной оспы, иммунные тела воспрепятствуют их распространению и развитию.

Можно в организм человека ввести уже готовые иммунные тела, которые образовались в теле животного. Лошадь, заражённая дифтерией, накапливает в своей крови иммунные тела, обезвреживающие яд дифтерийных бактерий. Из крови такой лошади удаляют форменные элементы и фибрин. Полученная бесцветная жидкость называется *кровяной сывороткой*. Если её ввести в организм человека, образуется искусственный иммунитет.

Иммунитет, приобретённый в результате прививки оспы, называется *активным*, так как он образуется в результате активной реакции организма на проникших в него возбудителей заболевания. Иммунитет, полученный от введения в организм иммунных тел, называется *пассивным* и обычно сохраняется не более нескольких месяцев.

Влияние на иммунитет состояния организма. Невосприимчивость к той или иной болезни никогда не бывает абсолютной.

Чрезмерная работа, недостаточное питание, простуда или тяжёлые душевные потрясения могут настолько ослабить организм, что его сопротивляемость болезнетворным бактериям сильно понизится. В таких случаях может произойти заболевание даже при наличии естественного или искусственного иммунитета.

Очень большое значение в развитии иммунитета имеет нервная система и особенно кора головного мозга, так как сопротивляемость заболеваниям, как только что указывалось, зависит от душевного состояния человека.

Лечебная сыворотка. Сыворотку, полученную от животного, имеющего в крови иммунные тела, применяют не только для предохранения человека от заболевания, но также и для лечения. Своевременное введение такой сыворотки в организм заболевшего,

например дифтерией, останавливает развитие болезни и вызывает быстрое выздоровление.

Кровяная сыворотка, содержащая большое количество иммунных тел, облегчающих заболевшему организму борьбу с бактериями, называется лечебной.

§ 19. Кровообращение

Органы кровообращения. Для осуществления своих функций кровь должна находиться в непрерывном движении. Остановка последнего вызывает смерть, так как некоторые органы, и в первую очередь мозг, очень чувствительны к недостатку питательных веществ и кислорода. Значение органов кровообращения и заключается в том, что они поддерживают непрерывность тока крови в организме.



Рис. 52. Строение кровеносных сосудов:

поперечный разрез крупной артерии (1), крупной вены (2) и мелкой вены (3).

Органы кровообращения состоят из сердца и кровеносных сосудов. Сердце представляет собой мускульный мешок, а сосуды образуют замкнутую, чрезвычайно сильно разветвленную систему трубок, имеющих разный диаметр. Наиболее широкий из этих сосудов — аорта — имеет диаметр до нескольких сантиметров, поперечник наиболее мелких сосу-

дов исчисляется микронами. В системе кровеносных сосудов различают артерии, вены и капилляры (рис. 52).

Сердце можно сравнить с насосом, который выбрасывает в артерии через определённые промежутки времени кровь и сообщает ей некоторую скорость движения. Сердце сплошной перегородкой делится на две половины — правую и левую (цвет. табл. V, 1 и 2). Каждая половина состоит из двух сообщающихся отделов — предсердия и желудочка. Таким образом, сердце имеет четыре камеры: *правое предсердие и правый желудочек, левое предсердие и левый желудочек.*

Артерии представляют собой толстостенные кровеносные сосуды, по которым кровь, выбрасываемая сердцем, распределяется между всеми органами тела. В стенках артерий различают три слоя: внутренний и наружный из соединительной ткани и средний мышечный. Кроме того, стенки содержат много эластических волокон.

Вены — это кровеносные сосуды, по которым кровь, оттекающая от органов тела, собирается снова в сердце. Стенки вен построены так же, как и стенки артерий, но обладают меньшим количеством эластических волокон. В отличие от артерий, внутри вен имеются кармановидные клапаны. Кровь, идущая по направлению к сердцу, прижимает их к стенкам вен; при обратном движении крови клапаны закрываются и преграждают ей путь.

Капиллярами называют тончайшие сосуды, связывающие мелкие артерии с мельчайшими венами. Длина капилляров 0,5 мм, а диаметр колеблется между 0,008 и 0,01 мм. Через их стенки, состоящие из одного слоя плоских клеток, совершается процесс обмена веществ между кровью и клетками тела.

Большой круг кровообращения. Из левого желудочка сердца кровь поступает в самый крупный артериальный сосуд, носящий

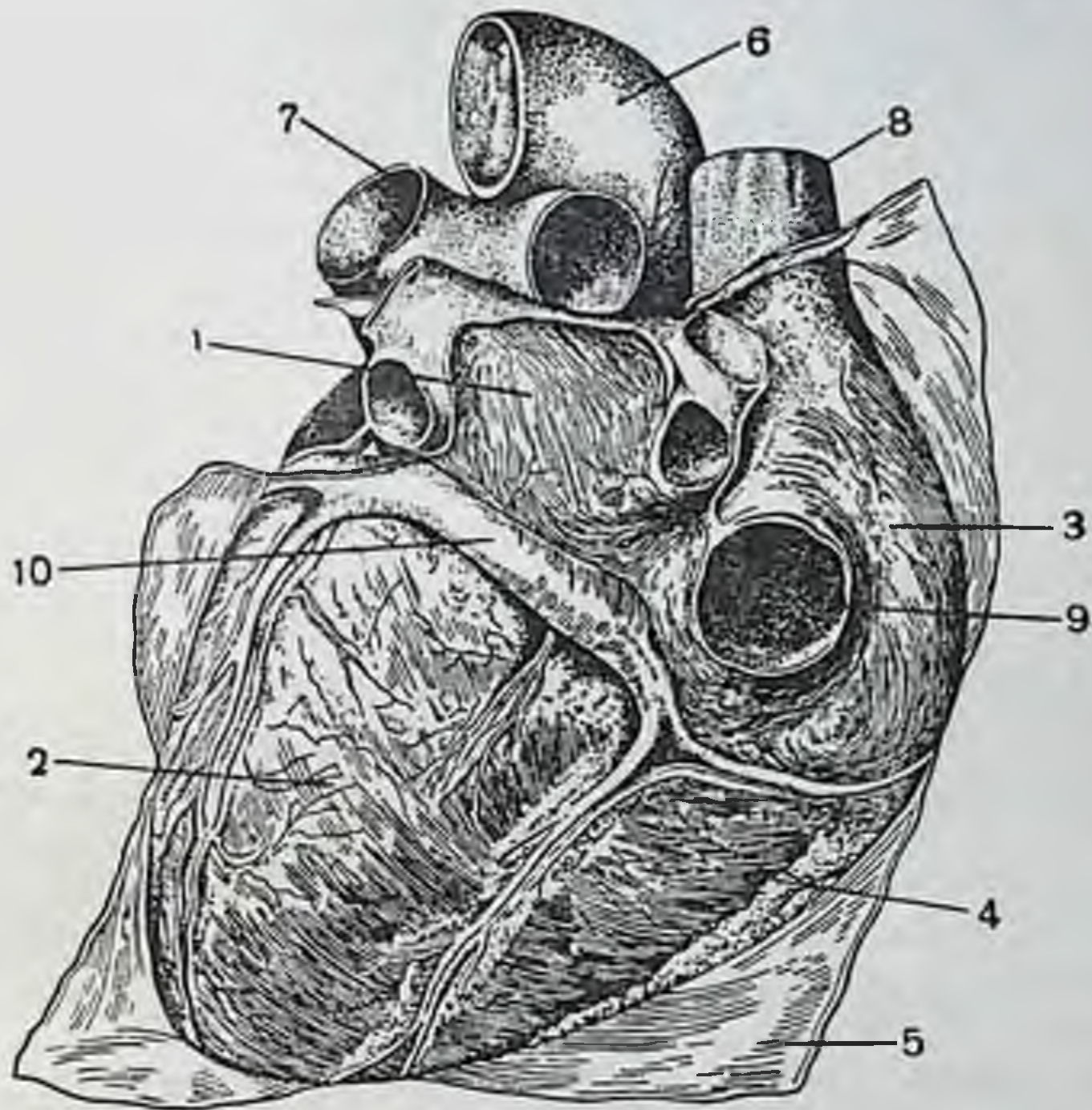


Рис. 53. Вид сердца сзади:

1 — левое предсердие с входящими в него лёгочными венами; 2 — левый желудочек; 3 — правое предсердие; 4 — правый желудочек; 5 — отвёрнутые в сторону края вскрытой околосердечной сумки; 6 — аорта; 7 — лёгочная артерия; 8 — верхняя полая вена; 9 — нижняя полая вена; 10 — венечные сосуды сердца.

название *аорты* (рис. 53). Образовав вблизи сердца крутой изгиб — *дугу*, аорта идёт вниз по грудной, а затем брюшной полости.

От самого начала аорты отделяются две *венечные артерии*, которые разветвляются в стенках самого сердца. От дуги аорты отходят три большие артерии: *левая общая сонная* (к голове), *левая подключичная* (к руке) и *безымянная*, которая делится на *правую общую сонную* и *правую подключичную*.

Нисходящая часть аорты, проходя через полость тела, отдаёт от себя *межрёберные* и *поясничные артерии* (к стенкам тела), *артерии к желудку*, *кишечнику*, *селезёнке*, *почкам*, *мочевому пузырю* и т. д. На уровне четвёртого поясничного позвонка аорта распадается на две *общие подвздошные артерии*, которые идут к нижним конечностям.

Каждая из названных артерий, войдя в орган, делится на всё более и более мелкие сосудики, которые переходят, наконец, в массу мельчайших капилляров. Последние пронизывают всё наше тело, поэтому укол булавкой в любом месте вызывает повреждение их и появление капельки крови. Если все капилляры человека сложить концами друг с другом, то получится трубка длиной около 100 тыс. км.

Из капилляров кровь собирается в небольшие вены, которые, сливаясь друг с другом, образуют всё более и более крупные сосуды, лежащие рядом с уже названными артериями. Две самые широкие вены, носящие название *верхней* и *нижней полых вен*, впадают в правое предсердие. Сюда же открываются своими отверстиями и *венечные вены*, несущие кровь от мышечной стенки сердца.

Кровь, выброшенная левым желудочком в аорту, проходит через всё тело человека и поступает в правое предсердие. Часть кровеносной системы, которая начинается из левого желудочка аортой и заканчивается впадающими в правое предсердие полыми венами, называется большим кругом кровообращения (цвет. табл. V). Через капилляры этого круга клетки тела получают кислород и питательные вещества и удаляют углекислый газ и другие образующиеся в них продукты распада.

Малый круг кровообращения. Из правого предсердия кровь поступает в правый желудочек, из которого она выбрасывается в *лёгочную артерию*. Последняя делится на две ветви, одна из которых идёт к правому, а другая — к левому лёгкому. Там обе артерии разветвляются, распадаясь в конце концов на капилляры. От капилляров начинаются мелкие вены, которые путём слияния образуют четыре *лёгочные вены*, впадающие в левое предсердие.

Кровь, выброшенная из правого желудочка в лёгочную артерию, проходит только через лёгкие и поступает в левое предсердие. Часть кровеносной системы, начинающаяся выходящей из правого желудочка лёгочной артерией и заканчивающаяся впадающими в левое предсердие четырьмя лёгочными венами, называется малым, или лёгочным, кругом кровообращения (цвет. табл. V). Через стенки капилляров этого круга кровь выделяет принесённый от клеток углекислый газ и поглощает кислород.

Открытие кровообращения. С древних времён и до XVII в. существовало совершенно неправильное представление, что кровь образуется в печени, поступает из неё в сердце и разносится затем по всему телу.

Научно правильное представление о кровообращении было установлено в XVII в. английским анатомом и физиологом В. Гарвей. Оно сохранилось без изменений вот уже более трёхсот лет. Замечательно, что представление о движении крови по замкнутой системе трубок Гарвей составил в то время, когда капиллярных сосудов никто ещё не видел, так как микроскоп был изобретён несколько позже.

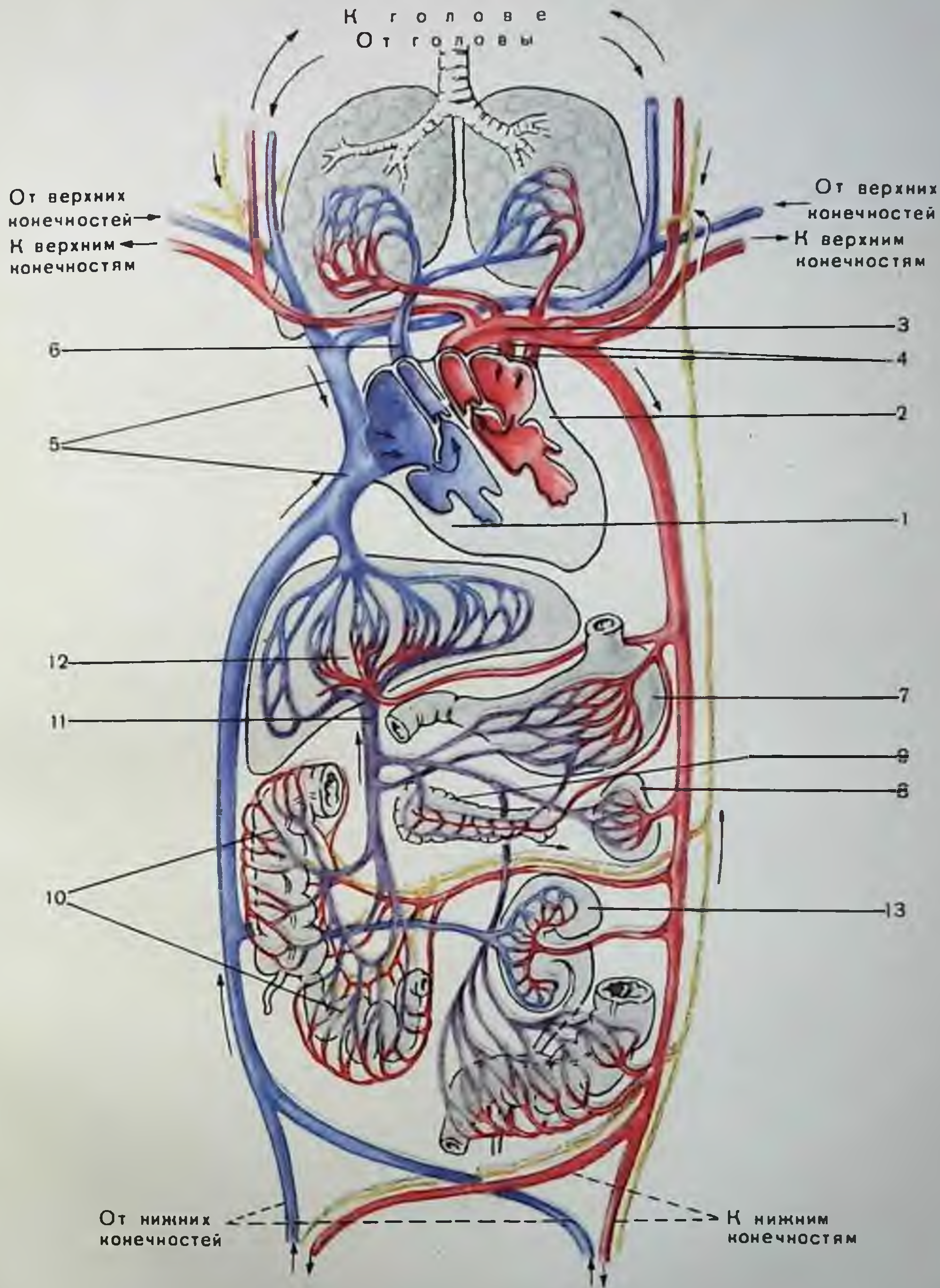


Таблица V. Схема кровообращения и лимфообращения.

Красным обозначены сосуды, по которым течёт артериальная кровь; синим—сосуды с венозной кровью; лиловым цветом обозначена система воротной вены; жёлтым показаны лимфатические сосуды.

1 — правая половина сердца; 2 — левая половина сердца; 3 — аорта; 4 — лёгочные вены;
5 — верхняя и нижняя полая вены; 6 — лёгочная артерия; 7 — желудок; 8 — селезёнка;
9 — поджелудочная железа; 10 — тонкие и толстые кишки; 11 — воротная вена; 12 — печень;
13 — почка.



Заслуга Гарвея не только в том, что он открыл кровообращение. Он показал несостоятельность представлений древних учёных, которым слепо верили, считая их книги непогрешимыми. Гарвей указал науке широкую дорогу экспериментов и наблюдений в природе. Он писал: «... анатомы должны учиться и учить не по книгам, а препаровкой, не из догматов учёности, но в мастерской природы».

§ 20. Работа сердца

Строение сердца. Сердце расположено в грудной полости (цвет. табл. I, 9). Оно имеет форму конуса, основание которого находится против второго, а вершина — против пятого межрёберных промежутков (рис. 54).

Стенка сердца состоит из поперечно-полосатой мышцы, которая сокращается непроизвольно, т. е. помимо нашей воли. В предсердиях мышечная стенка гораздо тоньше, чем в желудочках. Стенка левого желудочка намного толще правого. Это объясняется тем, что предсердия, перекачивающие кровь в желудочки, выполняют самую малую работу, а левый желудочек, нагнетающий кровь в большой круг кровообращения, — самую большую работу.

Внутренняя и наружная поверхности сердца выстланы соединительнотканными оболочками. Наружная оболочка состоит из двух слоёв и называется околосердечной сумкой (цвет. табл. I, 10).

Проход между предсердием и желудочком закрывается клапаном, который состоит из створок и называется поэтому створчатым (рис. 55). В правой половине сердца клапан — *трёхстворчатый*, а в левой — *двустворчатый*. Створки клапана представляют собой тонкие, но плотные плёнки, хорошо сопротивляющиеся растяжению. От краёв их отходят сухожильные нити, которые прикрепляются к внутренней стенке желудочка (рис. 56).

Кроме створчатых, сердце имеет ещё *полулунные клапаны*: в аорте на границе её с левым желудочком и в лёгочной артерии на границе её с правым желудочком (рис. 57).

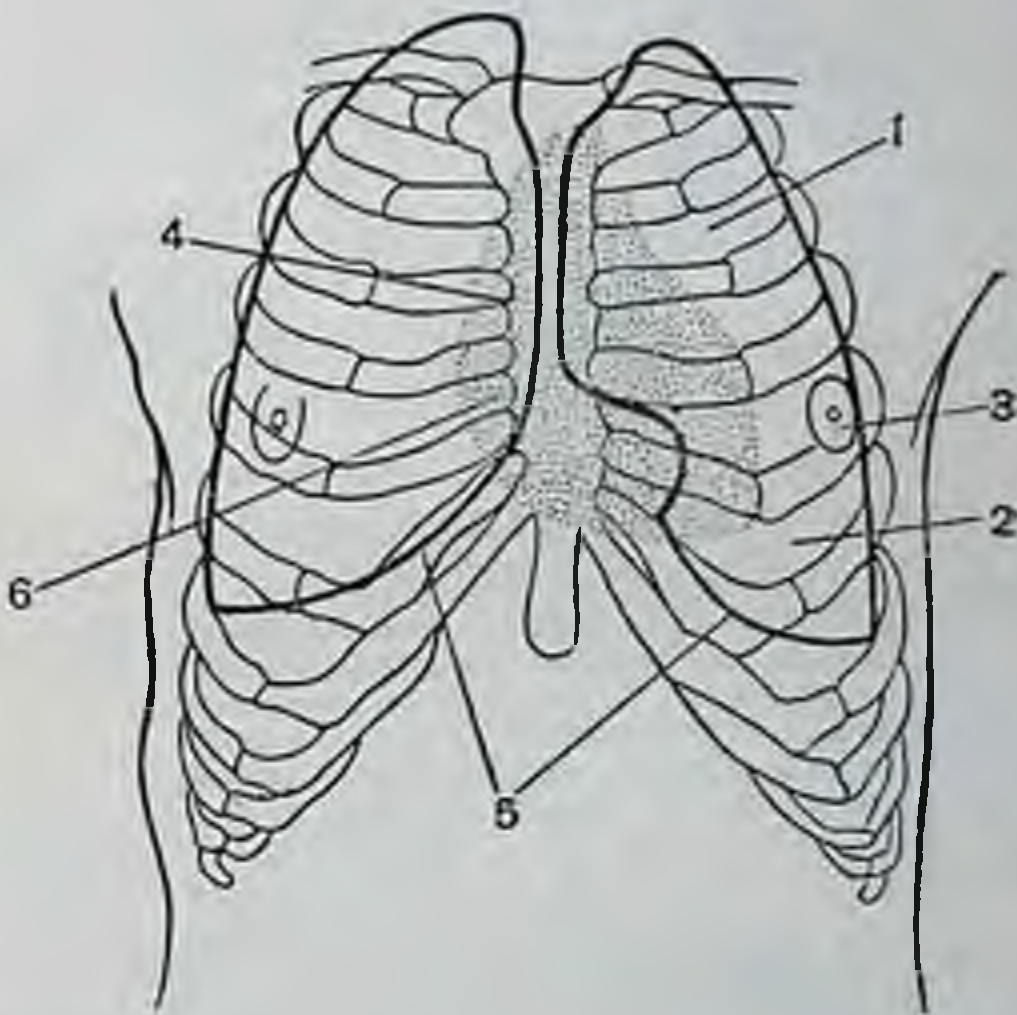


Рис. 54. Схема, показывающая расположение сердца в грудной полости:

1 — 2-й межрёберный промежуток; 2 — 5-й межрёберный промежуток; 3 — сосок; 4 — правый край грудины; 5 — граница лёгких; 6 — область, занятая сердцем (обозначена точками).

Ритм сердечных сокращений. Через верхнюю и нижнюю полые вены кровь поступает в правое предсердие, а через лёгочные вены — в левое предсердие. Мышцы всего сердца в это время расслаблены и находятся в состоянии покоя;

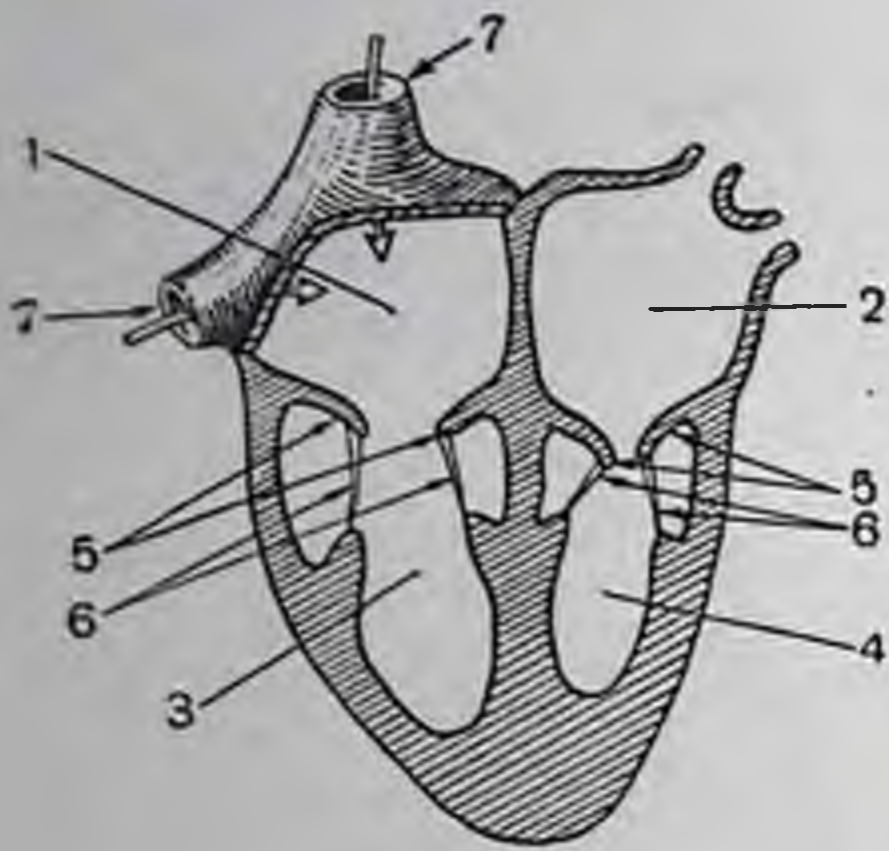


Рис. 55. Створчатые клапаны между предсердиями и желудочками (схема):

1—правое предсердие; 2—левое предсердие; 3—правый желудочек; 4—левый желудочек; 5—клапаны; 6—сухожильные нити, не позволяющие клапанам прогнуться в сторону предсердий; 7 — верхняя и нижняя полые вены.

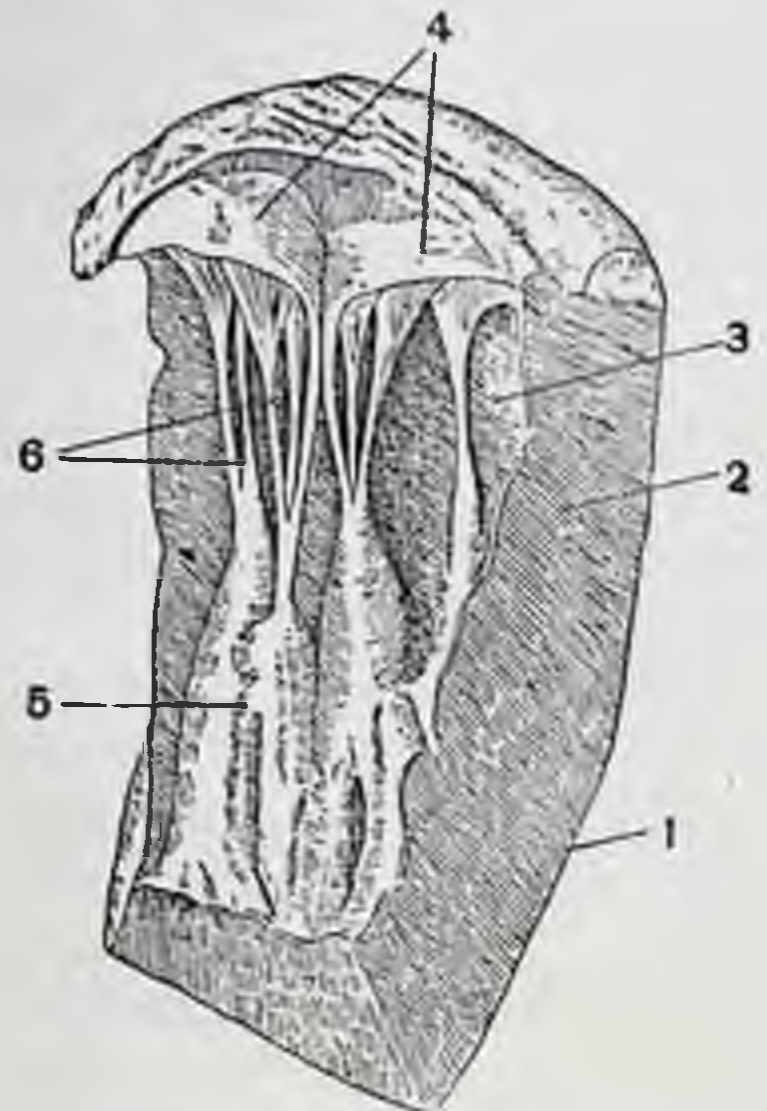


Рис. 56. Двустворчатый клапан сердца:

1 — наружная оболочка сердца; 2 — мышечная стенка сердца; 3 — внутренняя оболочка сердца; 4 — двустворчатый клапан; 5 — сосочковый мускул; 6 — сухожильные нити.

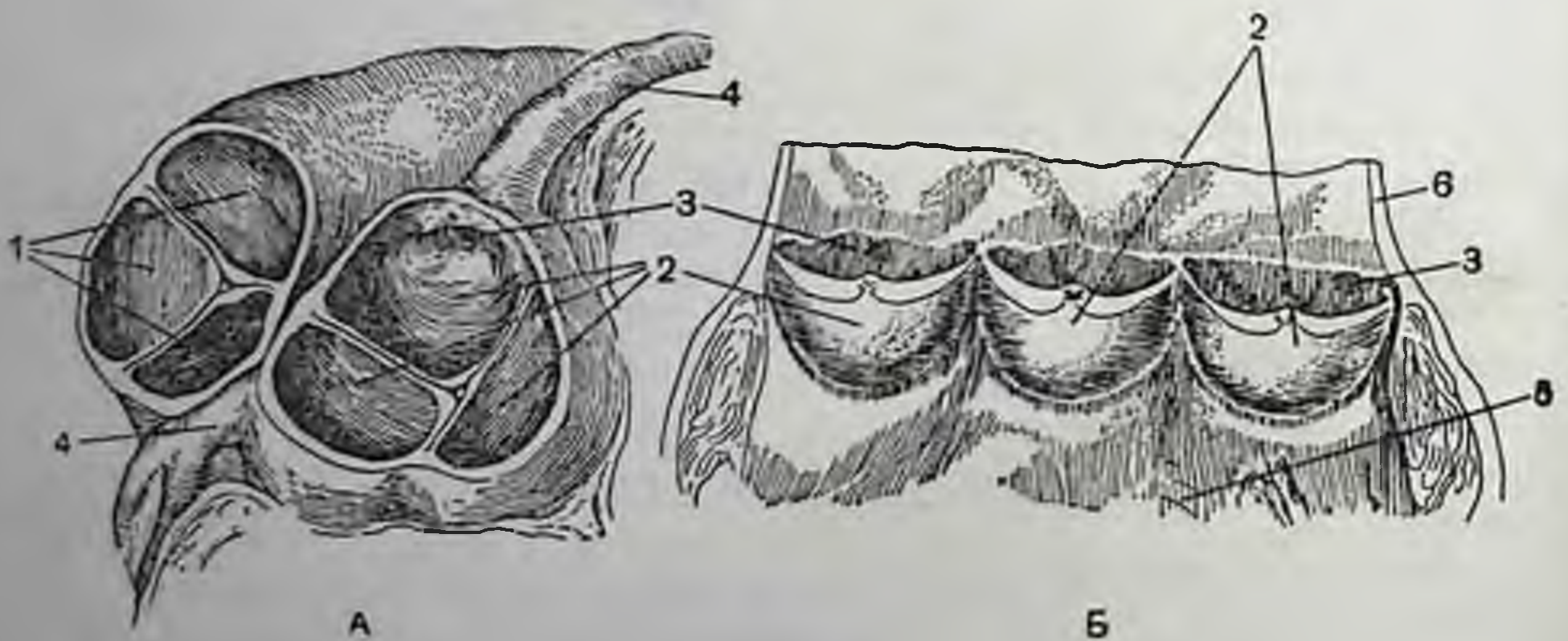


Рис. 57. Полулунные клапаны:

А — вид сверху; Б — вид на разрезанном сосуде; 1 — клапан между правым желудочком и лёгочной артерией; 2 — клапан между левым желудочком и аортой; 3 — отверстие венечной артерии; 4 — венечные артерии; 5 — стенка желудочка; 6 — стенка аорты.

створчатые клапаны открыты, и кровь без задержки перетекает в желудочки. В следующий момент происходит одновременное сокращение обоих предсердий, и остатки крови выбрасываются в желудочки.

Вытолкнув кровь, предсердия расслабляются. Тотчас начинается одновременное сокращение обоих желудочков, в самом начале которого створчатые клапаны закрываются. Так как натяжение сухожильных нитей не позволяет створкам клапанов продавиться в сторону предсердий, желудочки оказываются герметически замкнутыми. В результате продолжающегося сокращения желудочков в их полостях резко нарастает давление крови. Когда это давление становится выше, чем давление в аорте и лёгочной артерии, полулунные клапаны открываются и кровь из желудочков поступает в большой и малый круги кровообращения. Преодолевая давление крови в аорте и лёгочной артерии, сердце производит большую работу.

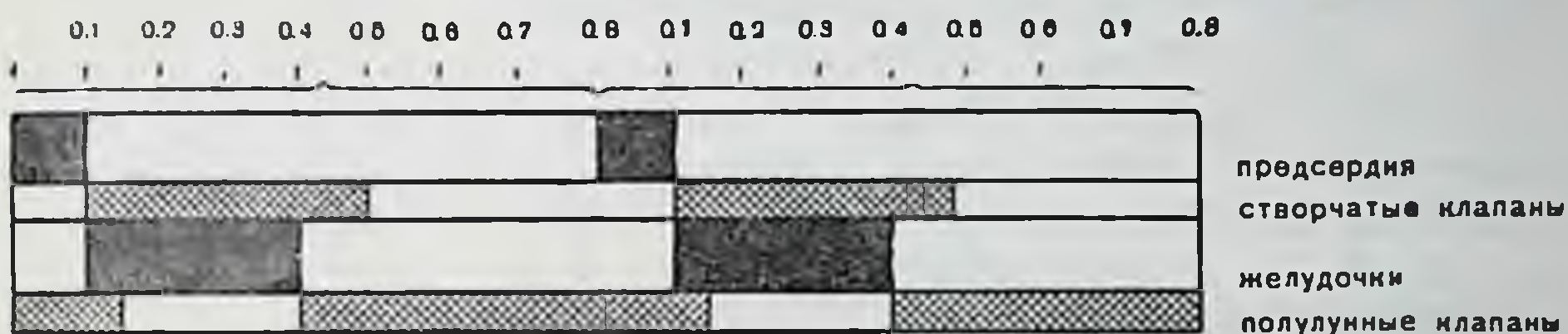


Рис. 58. Фазы сокращения сердца.

Штриховкой обозначены периоды закрытия клапанов. Зачерченные промежутки соответствуют периодам сокращения предсердий и желудочков. Цифры наверху показывают время в десятых долях секунды.

Вслед за сокращением желудочков наступает их расслабление. В течение некоторого времени всё сердце находится в покое. Этот период называется *общей паузой сердца*.

За паузой сердца следует сокращение предсердий, затем сокращение желудочков, общий покой и так в течение всей жизни человека.

Сердце взрослого человека сокращается в течение минуты от 60 до 90 раз, в среднем 75 раз. Следовательно, один цикл сокращения совершается в течение 0,8 секунды. Из этого времени сокращение предсердий занимает 0,1 секунды, желудочков — 0,3 секунды, а общая пауза сердца длится 0,4 секунды. Следовательно, в течение всего цикла предсердия 0,1 секунды работают, а 0,7 секунды отдыхают; желудочки работают 0,3 секунды, а отдыхают 0,5 секунды (рис. 58).

Когда под влиянием различных причин частота сердечных сокращений увеличивается, время каждого цикла уменьшается. Последнее происходит главным образом за счёт укорочения продолжительности общей паузы сердца.

Количество крови, выбрасываемой сердцем за одно сокращение, называется *ударным объёмом крови*. У здорового человека оно составляет для каждого желудочка в среднем 70 куб. см.

Количество крови, выбрасываемой сердцем в течение минуты, называется *минутным объёмом крови*. Считая количество сокраще-

ний в минуту за 75, а ударный объём — 70 куб. см, можно определить минутный объём крови, перемножив эти цифры. Он составит 5250 куб. см для одного желудочка.

Внешние проявления деятельности сердца. В 5-м межрёберном промежутке кожа ритмично, т. е. через правильные периоды времени, то выпячивается, то, наоборот, втягивается. Это явление зависит от так называемого *сердечного толчка*. Толчок объясняется тем, что сердце при сокращении увеличивает свой переднезадний размер, делается упругим и ударяется о переднюю стенку грудной полости.

Приложив ухо к груди, можно услышать два последовательно повторяющихся тона. *Первый тон* низкий и протяжный, *второй тон* высокий и короткий. Тоны вызываются захлопыванием клапанов и колебанием мышечных волокон при сокращении сердца.

Врачи широко используют исследование сердечного толчка и выслушивание тонов для определения заболеваний сердца.

Работа сердца при покое и при различной деятельности. Сон — это состояние максимально возможного покоя, при котором потребность клеток в кислороде и в питательных веществах становится минимальной. В это время уменьшается и работа сердца: оно реже сокращается и при каждом сокращении меньше выбрасывает крови.

Уже с первыми резкими движениями тела (при вставании с постели) сердце увеличивает свою работу. По мере того как усиливается деятельность человека, нарастает и работа его сердца.

Сердце увеличивает свою работу двумя путями: 1) учащением сокращений, 2) повышением ударного объёма крови. В случаях очень напряжённой физической работы частота сокращений может удвоиться, ударный объём крови — утроиться, и вся работа сердца увеличивается в 6 раз против совершаемой при покое организма.

Способность сердца усиливать свою деятельность обеспечивает возрастающие при физической работе потребности клеток в кислороде и питательных веществах.

Работа сердца у тренированного и нетренированного человека. Допустим, что у двух людей, находящихся в состоянии покоя, сердце делает 75 сокращений в минуту и выталкивает при каждом сокращении 75 куб. см крови. Минутный объём крови у них будет равен 5,6 л. Если один человек хорошо тренирован, а другой не тренирован, то при одной и той же работе их сердца будут вести себя неодинаково.

Оба сердца могут удвоить частоту сокращений. Ударный же объём нетренированное сердце может увеличить в 1,5 раза, а тренированное в 3 раза. В конечном итоге первое увеличит работу в 3 раза, а второе — в 6 раз.

Тренировка сердца. Большую нагрузку сердце получает не только при физической работе человека. Немалые требования предъявляются к нему при заболеваниях и повышении температуры. Очень часто причиной смерти человека является не болезнь, от которой его лечат, а остановка сердца, не справившегося с повышенной нагрузкой. Поэтому тренировка сердца имеет огромное

значение. Прекрасными формами её являются прогулка, ходьба, бег, катание на коньках и лыжах, ежедневные физкультурные зарядки.

Физические упражнения, тренирующие сердце, должны производиться с учётом половых, возрастных и индивидуальных особенностей человека, поэтому над ними должен быть контроль врача.

Переутомление сердца. Скелетные мышцы утомляются и требуют длительного отдыха уже после нескольких часов работы. Сердечная мышца работает в течение всей жизни. Это объясняется идеальным ритмом сокращений, при котором происходит очень правильное чередование работы (сокращение) и отдыха (расслабление) мышцы.

Ряд факторов может нарушить этот ритм. К ним относится непосильный физический труд, ночная умственная работа, введение в организм большого количества жидкостей (воды, чая), чрезмерное увлечение спортом, употребление сердечных ядов (кофеина в кофе и чае, никотина в табаке) и т. д. Ускоряя ритм сердечной деятельности, эти факторы увеличивают рабочую нагрузку сердца и могут привести к его переутомлению.

Переутомление выражается в ослаблении деятельности сердечной мышцы: она реже сокращается и сильно уменьшает ударный объём крови. Это ухудшает кровоснабжение органов, что приводит к общей слабости и может вызывать обмороки и потерю сознания.

Человек с переутомлённым сердцем не способен к физическому труду, и для него очень опасны заболевания, связанные с повышением температуры.

В периоде развития организма, т. е. до 25 лет, сердце наиболее чувствительно ко всему, что нарушает его работу. Особенно нуждается в самом внимательном устранении всякой перегрузки в работе сердце детей.

§ 21. Регуляция работы сердца

Изолированное сердце. Если из тела лягушки вынуть сердце, перерезав все сосуды, на которых оно как бы висит, то такое изолированное сердце будет некоторое время сокращаться. Это время можно увеличить, оставив в сердце небольшое количество крови. Непрерывно пропуская через него при помощи специального прибора питательный раствор¹, можно заставить сердце сокращаться несколько суток.

В 1902 г. русский учёный профессор А. А. Кулябко впервые вызвал сокращения изолированного сердца человека после его смерти. Для того чтобы «оживить» сердце, А. А. Кулябко пропускал через сосуды, снабжающие кровью его мышцу, питательный

¹ Раствор содержит NaCl, KCl, CaCl₂ и NaHCO₃, т. е. соли, входящие в состав крови.

раствор, нагретый до температуры тела ($37,0^{\circ}$) и обогащенный кислородом.

Если вырезанное из тела сердце сокращается, то причину его деятельности надо искать в нём самом. Она заключается в том, что процессы обмена веществ, протекающие в сердце, приводят к образованию химических соединений, которые возбуждают сердечную мышцу, вызывая её сокращение.

В условиях целого организма работа сердца регулируется нервной системой.

Нервная регуляция. К сердцу подходят две пары нервов: блуждающие и симпатические. Эксперименты по раздражению и перерезке их у животных (собак, кроликов, кошек) показали, что блуждающий нерв тормозит, т. е. замедляет и ослабляет сердечную деятельность, а симпатический, наоборот, возбуждает, т. е. усиливает и ускоряет её.

Ослабляющий и усиливающий нервы были открыты И. П. Павловым, который доказал, что они изменяют питание сердца и этим самым влияют на его работоспособность. Нервы, действующие на питание и обмен веществ (см. стр. 19), называются *трофическими*.

Противоположное действие импульсов, проходящих по блуждающему и симпатическому нервам, приводит к тому, что самые незначительные изменения в раздражении этих нервов очень точно регулируют работу сердца.

По центростремительным нервам (см. стр. 31) в мозг непрерывно поступают импульсы от органов чувств, от сокращающихся при работе мышц, от функционирующих внутренних органов. Эти импульсы могут в мозгу перейти на любые центробежные пути, в том числе и на волокна блуждающего и симпатического нервов, которые идут к сердцу.

Таким образом, на работу сердца оказывают воздействие и внешняя среда, и состояние самого организма, вызывая рефлекторное (см. стр. 32) усиление или ослабление его деятельности, приводя её в строгое соответствие с потребностями отдельных органов и всего организма в целом.

Гуморальная регуляция. Вещества, выделяемые различными органами в кровь (см. стр. 11), могут оказывать влияние и на работу сердца. Так, например, *адреналин* — секрет надпочечных желез — вызывает учащение и усиление сердечных сокращений; *холин*, образующийся в различных тканях организма, напротив, замедляет сердечные сокращения.

Регуляция работы органа химическими раздражителями, переносимыми кровью, называется *гуморальной*, т. е. осуществляемой через жидкость (гумор — жидкость).

Гуморальная регуляция находится под контролем центральной нервной системы. Под влиянием различных изменений в состоянии последней (при работе, боли, испуге, радости и т. д.) выделение адреналина, холина и других веществ может увеличиваться или

уменьшаться, а в зависимости от этого усиливается или ослабляется и деятельность сердца.

Ряд веществ, образующихся в организме, медицина использует в качестве лекарств, усиливающих сердечную деятельность.

§ 22. Движение крови в сосудах

Причина движения крови. Давление крови в аорте равно 150—180 мм ртутного столба. По мере ветвления аорты и артерий давление постепенно падает. В наиболее мелких артериях оно составляет около 40 мм, а в капиллярах снижается до 10—20 мм ртутного столба. Вены имеют ещё меньшее кровяное давление; в тех частях полых вен, которые находятся в грудной полости, оно становится даже отрицательным (ниже атмосферного). Постепенное уменьшение кровяного давления по мере разветвления сосудистой системы объясняется всё увеличивающимся сопротивлением, которое оказывают току крови стенки сосудов (трение о них частиц крови).

Разность давления крови в различных сосудах является основной причиной, обуславливающей её движение по всей кровеносной системе.

В венах, расположенных ниже сердца, движение крови затруднено подъёмом её против силы собственной тяжести. Здесь имеются дополнительные факторы, облегчающие это движение; к ним относятся: 1) отрицательное давление в грудной полости, которое понижается при каждом вдохе и как бы присасывает кровь к сердцу; 2) сокращение диафрагмы, сдавливающей брюшные внутренности и их вены; 3) сокращение скелетных мышц, сжимающих расположенные в них вены.

Сокращение диафрагмы и скелетной мускулатуры помогает движению крови, но не определяет его направления. Последнее зависит от клапанов, которые находятся на внутренней поверхности вен (рис. 59). Эти клапаны, способные открываться только в сторону сердца, делают невозможным движение крови в противоположном направлении.

Кровь поступает в артерии периодически — во время сокращений левого желудочка, но течёт по сосудам непрерывной струёй. Объясняется это следующим: каждая порция крови, выброшенная

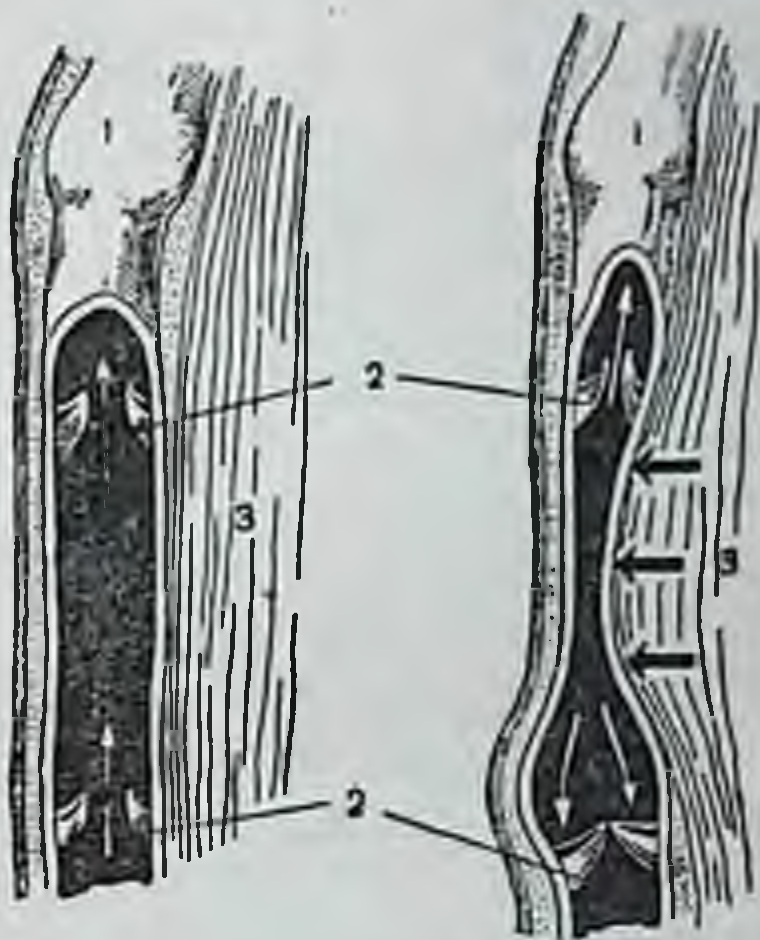


Рис. 59. Схема действия венозных клапанов.

Слева мышца расслаблена, справа — сокращена; 1 — вена, нижняя часть которой вскрыта; 2 — венозные клапаны; 3 — мышца. Черные стрелки — давление сократившейся мышцы на вену; белые стрелки — движение крови в вену.

в аорту, вызывает растяжение её стенок; в периоды отдыха сердца растянутые стенки вследствие своей упругости давят на кровь, вызывая движение её вперёд.

Пульс. Периодические расширения аорты, которые обусловлены периодическим поступлением в неё крови из левого желудочка, распространяются в виде волны по всем артериям. Эти волны, вызываемые повышением давления от поступающих в аорту новых порций крови, называются пульсовыми, или просто пульсом.

В местах, где артерии лежат на кости и проходят непосредственно под кожей (лучевая и височная артерии, артерии тыла стопы), пульс можно прощупать, а у некоторых людей и видеть.

Врачи считают пульсовые удары, чтобы определить количество сокращений сердца в минуту. Это возможно потому, что периодические колебания стенок артерий зависят от поступления в аорту новых порций крови, что происходит при сокращении левого желудочка.

Скорость тока крови. Скорость движения крови в разных частях кровеносной системы различна: она велика в крупных артериях (до 50 см в секунду), гораздо меньше в больших венах (до 20 см в секунду) и совершенно незначительна в капиллярах (около 0,5 мм в секунду). Если сравнить отдельно взятые суммы диаметров всех артерий, вен и капилляров тела, то окажется, что русло вен в два раза, а русло капилляров в сотни раз шире, чем русло артерий.

Кровеносные сосуды образуют замкнутую систему. Поэтому в единицу времени через все артерии, все капилляры и все вены протекает одинаковое количество крови. При этих условиях скорость движения является величиной, обратно пропорциональной поперечному сечению русла; она будет наименьшей в капиллярах, а наибольшей — в артериях. Движение крови в сосудах можно сравнить с движением воды в реке: когда русло реки суживается, скорость течения увеличивается; в широких местах, напротив, скорость течения уменьшается соответственно расширению русла.

Большая скорость движения крови в артериях обуславливает её быструю оборачиваемость в организме и достаточное снабжение клеток питательными веществами и кислородом. Малая скорость тока крови в капиллярах, имеющих длину всего в 0,5 мм, обеспечивает достаточное время для обмена веществ между кровью и клетками.

§ 23. Кровоснабжение организма

Кровоснабжение органов при разных условиях. Различные органы могут получать то больше, то меньше крови даже в том случае, если деятельность сердца не изменяется.

Во время физической работы резко усиливается кровоснабжение мускулатуры, что увеличивает её работоспособность. После сытного обеда пищеварительный аппарат, повышающий свою деятельность, снабжается большим количеством крови, чем в периоды

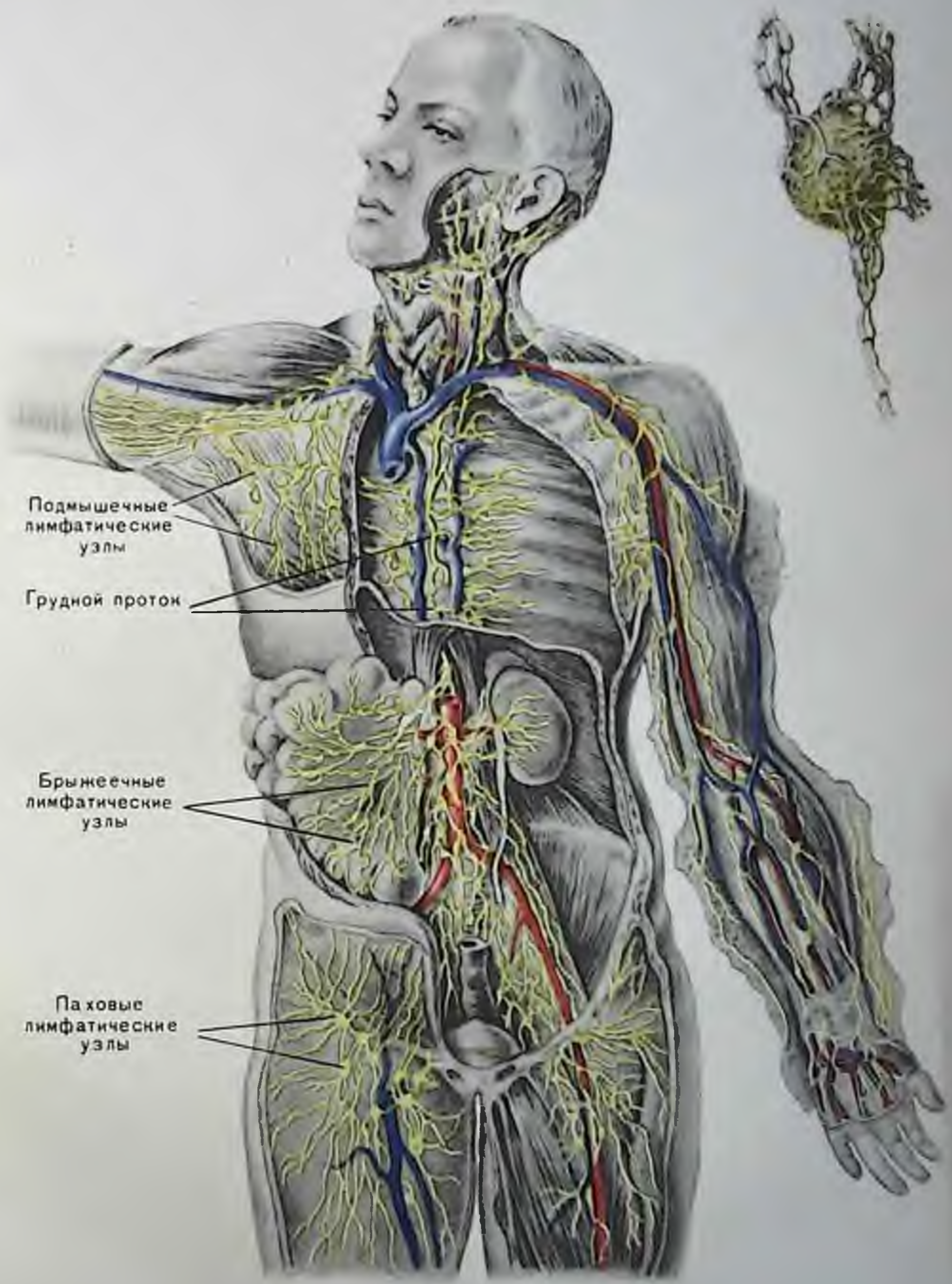


Таблица VI. Лимфатическая система.

Желтым цветом нанесены лимфатические сосуды и узлы различных частей тела, красным цветом обозначены артерии, а синим — вены. В правом верхнем углу нарисован лимфатический узел с входящими и выходящими лимфатическими сосудами.



покоя; это способствует лучшему перевариванию и всасыванию питательных веществ. В жаркий, знойный день через кожу протекает больше крови, что увеличивает теплоотдачу и препятствует перегреванию организма; в холодную погоду при ослабленном кровоснабжении кожи уменьшается отдача тепла, и организм предохраняется от охлаждения.

Кровоснабжение органов зависит от состояния в них кровеносных сосудов. Расширение последних усиливает кровоснабжение, сужение — уменьшает (рис. 60).

Обычно в организме одни органы работают, а другие находятся в состоянии покоя, поэтому за счёт усиленного кровоснабжения одних органов ослабляется приток крови в другие. Такое перераспределение крови, постоянно происходящее в организме, имеет очень существенное физиологическое значение: при неизменном общем количестве крови оно даёт возможность усиленного снабжения ею всех работающих органов.

Кровяные депо. Важную роль в перераспределении крови в организме играют кожа, селезёнка, печень, лёгкие и некоторые другие органы. В них скопляется значительное количество крови, которая не принимает участия в циркуляции; поэтому перечисленные органы получили название кровяных депо, или запасных резервуаров крови.

В некоторых случаях (тяжёлая работа, кровопотери, психические переживания и т. п.) кровяные депо, вследствие сокращения мышечных элементов в них, могут выбрасывать часть своей крови в общий круг кровообращения, что увеличивает количество циркулирующей в организме крови. Особенно большое значение это имеет при кровопотерях.

§ 24. Регуляция движения крови в сосудах

Рефлекторные влияния на величину просвета сосудов. Сужение и расширение артерий и вен происходит благодаря сокращению и расслаблению гладких мышц, которые образуют кольцеобразный слой в стенках этих сосудов. К мышцам подходят нервные волокна. Раздражение одних волокон вызывает сокращение мышц и сужение сосудов, раздражение других приводит к расширению сосудов.

Если у кролика раздражать электрическим током шейный симпатический нерв, то кольцевые мышцы сосудов уха сокращаются, сосуды суживаются и ухо бледнеет. Перевязка этого нерва прекращает поступление импульсов, поддерживающих сокращённое состояние мышц, сосуды расширяются, и ухо животного краснеет.



Рис. 60. Капилляры в расширенном (1) и суженном (2) состоянии.

Возбуждение к мышцам сосудов приходит из *сосудодвигательного центра*, расположенного в продолговатом мозгу. Раздражение же самого центра вызывается нервными импульсами, которые могут поступать в него от различных органов. Так, например, укол пальца иногда может вызвать хорошо заметное побледнение лица. Причина этого в том, что возбуждение, возникшее в нервных окончаниях кожи, дошло до сосудодвигательного центра, и он начал посылать в увеличенном числе импульсы, которые вызвали сокращение мышц сосудов лица. Сосудосуживание в приведённом случае произошло рефлекторным путём (см. стр. 32).

Наряду с сужением сосудов может происходить и рефлекторное расширение их. Так, например, повышение кровяного давления в аорте или сонной артерии раздражает особые нервные окончания, лежащие в стенке аорты и в месте разветвления общей сонной артерии на наружную и внутреннюю. Возникший здесь поток импульсов притекает к сосудодвигательному центру. В ответ на полученное раздражение центр посылает импульсы, которые вызывают расслабление мышц и расширение сосудов. В результате происходит выравнивание повысившегося кровяного давления, т. е. возвращение его к исходному уровню.

Импульсы, возникающие в дуге аорты и в разветвлении общей сонной артерии, достигают и сердечного центра, лежащего в головном мозгу. Отсюда они направляются по волокнам блуждающего нерва к сердцу и вызывают рефлекторное замедление его работы. Это также понижает кровяное давление. Так осуществляется автоматическая регуляция кровяного давления и поддержание его на постоянном уровне. Весь описанный механизм может быть назван рефлекторной саморегуляцией кровяного давления.

Капилляры тоже могут суживаться и расширяться, хотя в стенках их и нет гладких мышц.

Химические влияния на величину просвета сосудов. Изменение просвета сосудов происходит под влиянием веществ, поступающих в кровь из различных органов. Уже упоминавшийся адреналин, выделяемый надпочечниками, вызывает сужение артерий. Другие вещества, в частности образующиеся в работающих мышцах, вызывают расширение кровеносных сосудов мышц и усиление их кровоснабжения.

Некоторые сосудосуживающие и сосудорасширяющие вещества (адреналин, кофеин и др.) находят применение в медицине

§ 25. Особенности кровеносной системы детей

Кровь. Дети имеют относительно больше крови: у новорождённого она составляет 14,7% веса тела, у взрослого человека — 7—8%.

Кровь детей содержит меньше фибриногена и труднее свёртывается. Поэтому детей следует оберегать от различных поранений.

Фагоцитоз у детей выражен слабо. Отчасти этим объясняется большая подверженность их инфекционным заболеваниям.

Сердце. Мышечные волокна детского сердца меньше развиты, чем у взрослого, отличаются нежностью и относительно малой толщиной. В связи с этим сила сокращения сердца детей мала, хотя размеры его относительно больше, чем у взрослых.

Сердце детей сокращается чаще, а крови выбрасывает меньше, чем у взрослых: пульс новорождённого доходит до 140 в минуту, а ударный объём крови выражается в 3 куб. см. Кругооборот крови происходит быстрее: у новорождённого он занимает 12 секунд, а у взрослого — 22 секунды.

Детское сердце обладает очень высокой возбудимостью и сильно изменяет свою деятельность под влиянием факторов, которые не оказывают влияния на взрослого. Часто это изменение держится некоторое время после того, как устранена вызвавшая его причина.

Вместе с тем сердце детей в некоторых случаях (например, при заболеваниях) проявляет большую выносливость, чем сердце взрослых людей. Повидимому, это объясняется более обильным кровоснабжением сердечной мышцы, что обеспечивает лучшее питание её. Имеет значение и отсутствие в детском сердце изменений, которые возникают у взрослых в результате перенесённых заболеваний, курения, употребления алкоголя и т. д.

Тренировка сердца, имеющая столь большое значение для здоровья взрослого человека, является обязательным условием нормального развития детского организма. Однако тренировать детское сердце надо с большой осторожностью: перегрузка его может вызвать изменения, приводящие к различным заболеваниям.

Сосуды. В период полового созревания рост кровеносных сосудов отстаёт от роста сердца. Сердце значительно увеличивает свою работу, чтобы преодолеть сопротивление относительно узкой системы сосудов и нормально снабдить кровью растущий организм. Кровяное давление в этом возрасте повышается, что часто приводит к нарушению сердечного ритма. Перегрузка подростка спортивными упражнениями, физической работой и т. п. может легко привести к переутомлению сердца и заболеванию его.

§ 26. Лимфа и лимфообращение

Лимфа — внутренняя среда организма. Обмен веществ между кровью и клетками происходит через посредство *межтканевой жидкости*, или *лимфы*. Она омывает все клетки и представляет собой внутреннюю среду организма. Из лимфы клетки получают кислород и питательные вещества, которые проникают в неё из крови; в лимфу они отдают углекислоту, мочевины и другие продукты. Количество лимфы у человека определяется примерно в 20 л.

Образуется лимфа в межклеточных пространствах из плазмы крови. Она содержит в себе белки, жиры, углеводы, продукты распада и соли. Однако эти вещества находятся в ней в количествах несколько иных, чем в крови (так, в ней меньше белков).

Состав и свойства лимфы относительно постоянны. Это обуславливает и относительное постоянство условий существования клеток.

Лимфа, выпущенная из лимфатического сосуда, свёртывается так же, как и кровь, образуя сгусток. При стоянии в сгустке происходит отделение жидкой части от плотной, которая является более рыхлой, чем в крови, что объясняется относительно меньшим содержанием в лимфе белка фибриногена.

Ряд веществ при введении их в кровь вызывает усиление лимфообразования. Такие вещества называются лимфогонными. Они увеличивают проницаемость стенок капилляров, что способствует выходу плазмы крови в межтканевые щели.

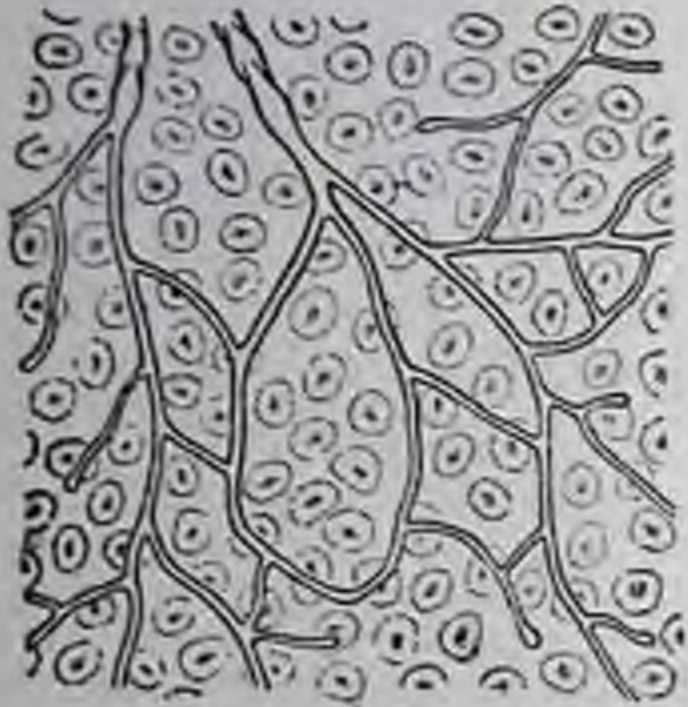


Рис. 61. Начало лимфатических сосудов в тканях (схема).

Движение лимфы. Лимфа находится в постоянном движении, которое происходит по сосудам лимфатической системы (цвет. табл. VI).

Эта система начинается *межтканевыми щелями*, которые имеют микроскопическую величину и неправильную форму. От них начинаются слепые концы *лимфатических капилляров*, переходящих затем в *лимфатические сосуды* (рис. 61). Последние проходят через *лимфатические узлы* и собираются во всё более и более крупные сосуды, которые образуют в конце концов два ствола:

1) *правый лимфатический проток*, собирающий лимфу от сердца, правого лёгкого, правой верхней конечности и правой половины головы и шеи, и 2) *грудной лимфатический проток*, который несёт лимфу от остальных частей тела. Оба протока в верхней части грудной полости впадают в вены большого круга кровообращения (цвет. табл. V). По своему строению лимфатические сосуды напоминают вены, но имеют более тонкие стенки.

Основной причиной движения лимфы является разность давления в различных частях лимфатической системы: в мелких сосудах оно составляет около 10 мм ртутного столба, у места впадения грудного протока в вену — около нуля. Движению способствует присасывающее действие грудной полости при вдохе и сокращение скелетных мышц, сдавливающих лимфатические сосуды.

Значение лимфы. Значение лимфатической системы не ограничивается её ролью в обмене веществ, она имеет и другие функции.

Располагающиеся на протяжении всей системы узлы играют роль фильтров: они задерживают распространение попавших в организм микробов. В этом сказывается защитная функция узлов.

Лимфатическая система начинается капиллярами от межтканевых щелей, оканчивается протоками, впадающими в вены. Такое строение делает её дополнительной системой оттока жидкости от клеток; в этом отношении она дополняет функции венозной системы.

IV. ДЫХАНИЕ

§ 27. Значение и строение дыхательного аппарата

Значение органов дыхания. В организме постоянно и непрерывно происходит распад белков, жиров и углеводов, сопровождаемый окислением, при котором сложные молекулы органических веществ присоединяют кислород и расщепляются. Распад веществ связан с освобождением энергии, используемой на согревание тела и различные физиологические процессы. Необходимый для окислительных реакций кислород поступает в организм через органы дыхания и доставляется клеткам кровью. В результате этих процессов в клетках организма образуется углекислый газ, который уносится из них кровью и выделяется через органы дыхания.

Процессы, связанные с поглощением кислорода и выделением углекислого газа, объединены под названием газообмена. В осуществлении *газообмена* между атмосферным воздухом и организмом заключается значение органов дыхания.

Полость носа. Дыхательная система начинается полостью носа, которая состоит из правой и левой половин, разделённых носовыми раковинами на узкие носовые ходы (см. стр. 51).

Носовые ходы покрыты эпителием. Реснички его задерживают и своим движением выводят наружу пыль, которая всегда имеется в поступающем воздухе.

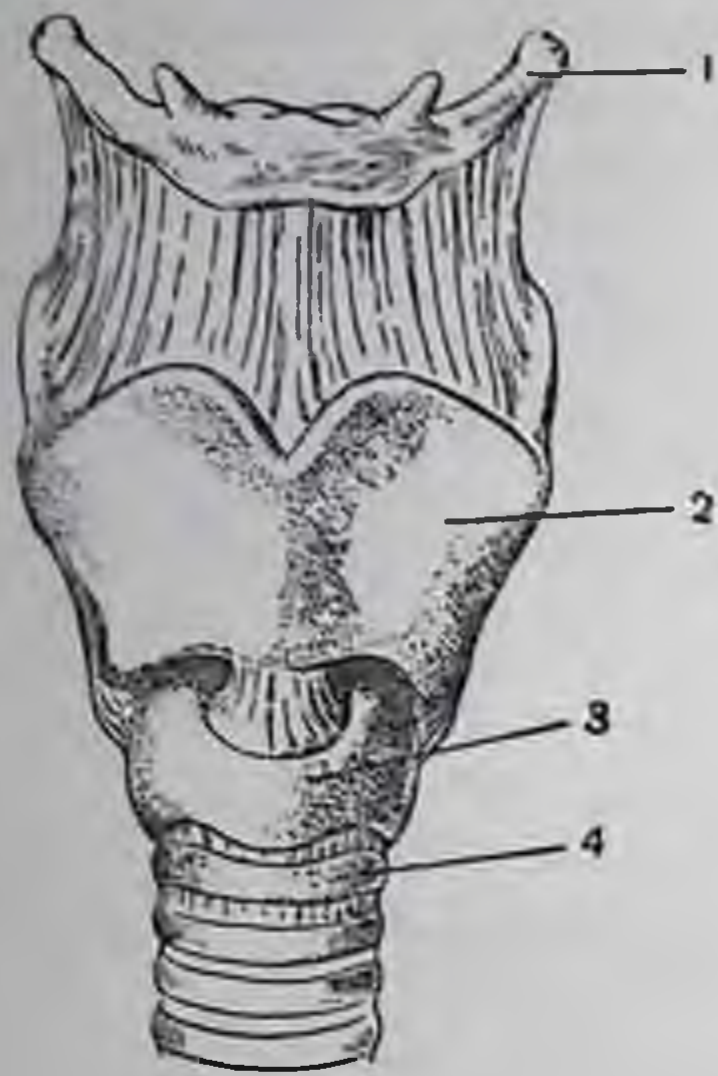
Поверхность носовых ходов богато снабжена кровеносными сосудами. Протекающая по ним кровь согревает вдыхаемый воздух.

В слизи носовой полости имеются лейкоциты. Благодаря своей фагоцитарной способности они уничтожают бактерий, которые содержатся во вдыхаемом воздухе. Губительно действует на последних и слизь, выделяемая железами носовой полости. Эта слизь, понижая жизнедеятельность бактерий, уменьшает опасность их для организма.

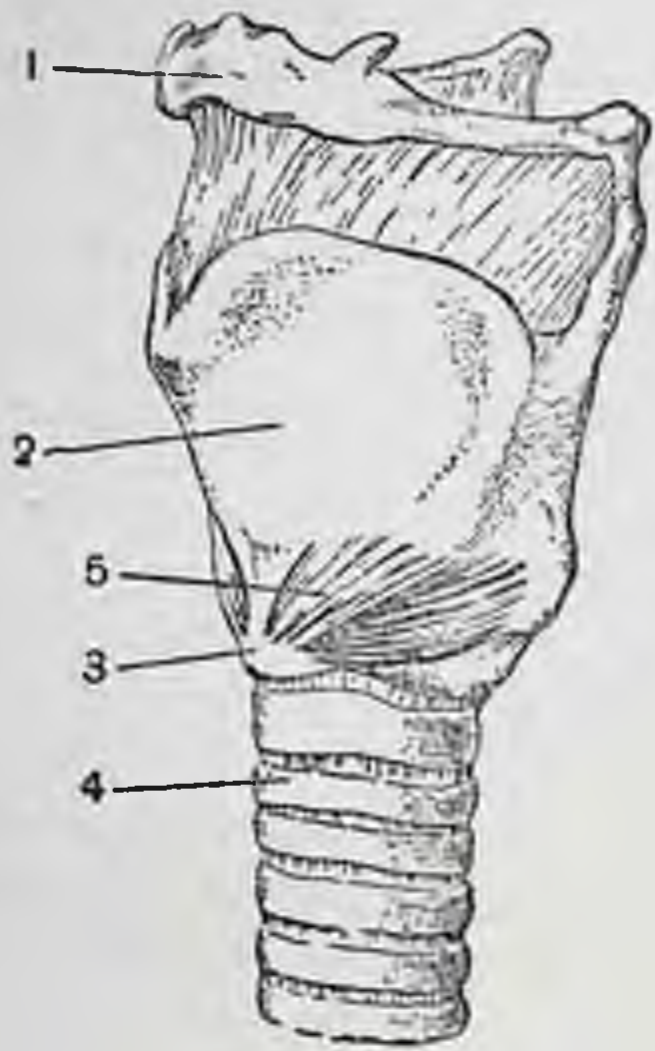
Если воздух поступает в лёгкие через ротовую полость, то в ней он не может так очищаться, согреваться и обезвреживаться, как в носовой полости. Поэтому дышать следует через нос, а не через рот.

Из носовой полости воздух проходит через хоаны (см. стр. 51) в полость *носоглотки*, от которой начинается очень важная часть дыхательной системы — *гортань*.

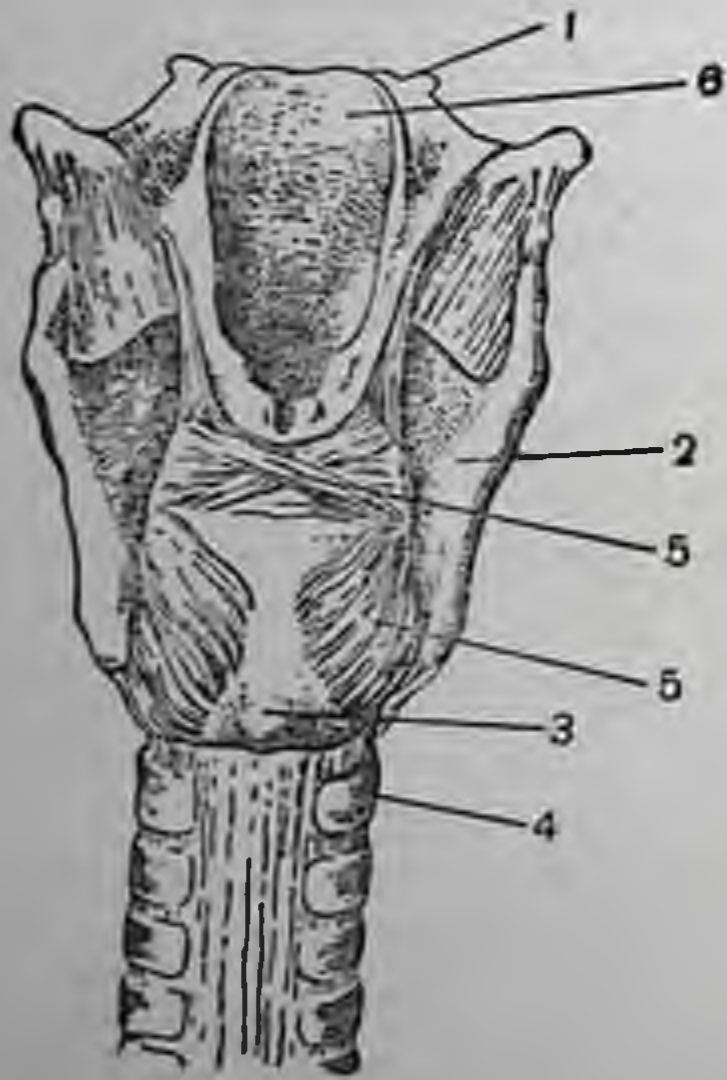
Гортань. Гортань занимает на шее пространство против 5-го—7-го шейных позвонков. В стенке её имеются три больших непарных



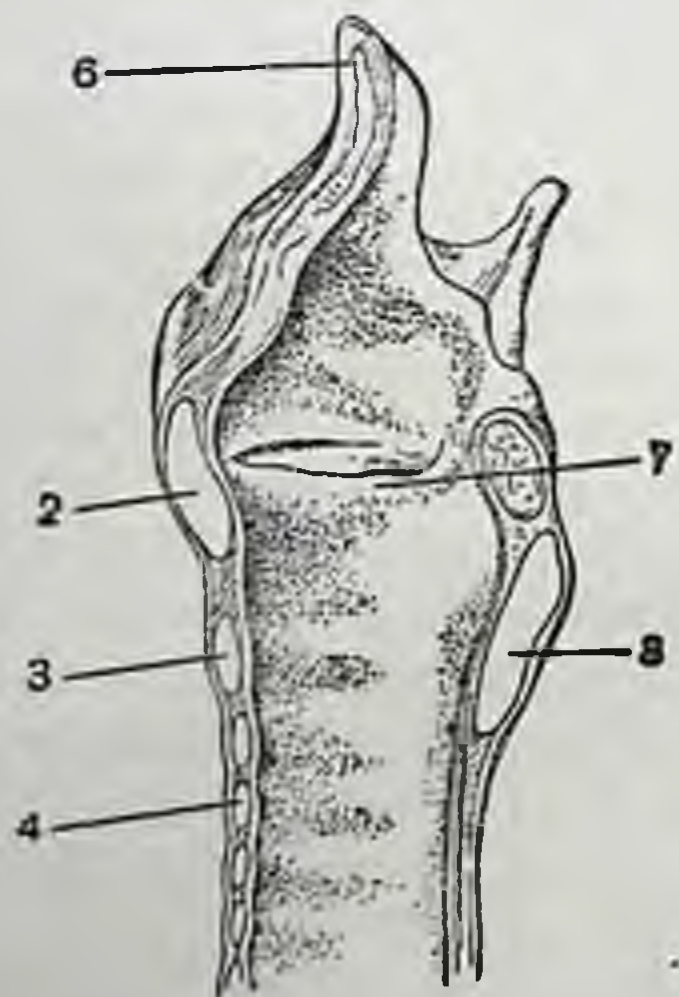
А



Б



В



Г

Рис. 62. Гортань. Вид спереди (А), сбоку (Б), сзади (В).
в разрезе (Г):

1 — подъязычная кость; 2 — щитовидный хрящ; 3 — перстневидный хрящ; 4 — хрящи трахей; 5 — мышцы гортани; 6 — надгортаник; 7 — голосовые связки.

и три малых парных хряща. Наиболее крупный из них, называемый *щитовидным*, легко прощупывается на передней поверхности шеи. Над ним находится другой большой хрящ — *надгортанник* (рис. 62).

Сочленяясь друг с другом при помощи суставов и связок, хрящи гортани приводятся в движение рядом поперечно-полосатых мышц, имеющих различное направление волокон. Внутренняя полость гортани выстлана слизистой оболочкой. В наиболее узком месте полости расположены *голосовые связки*, колебания которых, производимые проходящим воздухом, рождают звук.

Пройдя гортань, воздух попадает в *трахею*.

Трахея. Трахея представляет собой трубку, которая имеет длину около 10—12 см. В стенках её лежат 15—20 неполных хрящевых колец, обращённых свободными концами назад. Между кольцами, расположенными одно над другим, а также между свободными концами их натянута соединительнотканная перепонка, содержащая гладкие мышечные волокна.

Ограничивая трахею спереди и с боков, хрящи поддерживают постоянным её просвет. Если бы их не было, то небольшое надавливание на шею при застёгивании кофточки или рубашки прерывало бы дыхание. Отсутствие хряща в задней стенке трахеи обеспечивает свободное прохождение пищи по пищеводу, который лежит позади трахеи.

Бронхиальное дерево. Нижний конец трахеи разделяется на два *бронха*, которые проходят в правое и левое лёгкие. Внутри лёгких бронхи отдают от себя ветви, которые многократно делятся, образуя так называемое бронхиальное дерево (цвет. табл. VII). Самые тонкие разветвления этого дерева называются *бронхиолами*. Последние заканчиваются тонкостенными *альвеолярными ходами*, на стенках которых находятся выпячивания, называющиеся *альвеолами*.

Крупные бронхи имеют в своих стенках хрящевые кольца, мелкие же лишены хряща и имеют стенки, снабжённые кольцевым мышечным слоем.

Трахея и бронхи выстланы слизистой оболочкой, которая покрыта мерцательным эпителием. Движение волосков эпителия имеет защитное значение, так как препятствует проникновению в лёгкие пыли и других инородных тел. В слизистой оболочке имеется много слизистых желёзок.

Лёгкие. Лёгкие заполняют почти всю грудную полость (цвет. табл. 1, 6 и 7, рис. 54). Правое лёгкое больше по объёму, чем левое. Каждое из них делится бороздами на доли: правое — на три, а левое — на две. В небольшом пространстве между лёгкими — *средостении* — расположено сердце, крупные кровеносные и лимфатические сосуды, пищевод и зобная железа.

Лёгкое имеет форму конуса, основание которого обращено вниз и несёт вогнутость, соответствующую выпуклому куполу диафрагмы.

Снаружи лёгкое покрыто соединительнотканной оболочкой — *плеврой*, которая состоит из двух листков — один непосредственно покрывает лёгкое, другой выстилает внутреннюю стенку грудной полости (цвет. табл. I, 11). Между обоими листками находится *плевральная щель*, содержащая незначительное количество жидкости.

В каждом лёгком имеется до нескольких миллионов альвеол с общей поверхностью в 60—120 кв. м. Такая громадная поверхность является весьма важным условием поступления в кровь больших количеств кислорода. Эпителий альвеол однослойный, поэтому толщина их стенок не более нескольких микронов. Это тоже благоприятствует газообмену.

§ 28. Механизм дыхания

Воздух, находящийся в лёгких, постоянно сменяется. Смена происходит во время вдоха и выдоха (рис. 63).

Вдох. Вдох вызывается расширением грудной полости, которое обуславливается сокращением мышц.

Когда сокращаются наружные межрёберные мышцы, происходит поворачивание и поднятие рёбер, что влечёт за собой увеличение

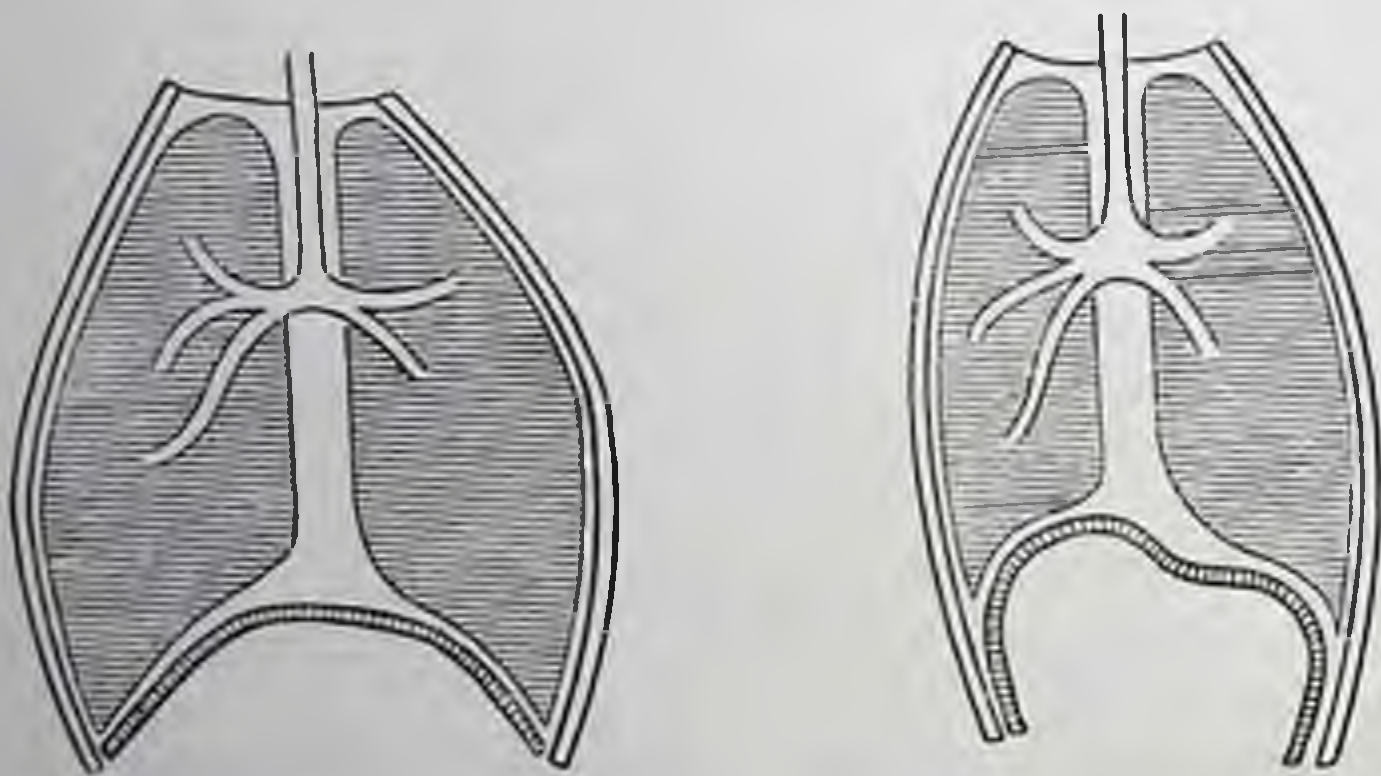


Рис. 63. Схема положения грудной клетки и диафрагмы при вдохе (слева) и выдохе (справа)

грудной полости в переднезаднем и боковом направлениях. Сокращение диафрагмы делает её купол, обращённый в грудную полость, более плоским. Это приводит к увеличению размера грудной полости в вертикальном направлении.

Между грудной стенкой и поверхностью лёгких находится плевральная щель с отрицательным давлением. Поэтому увеличение объёма грудной полости вызывает пассивное растяжение лёгких и делает большей их ёмкость. Увеличение объёма лёгких приводит к тому, что давление воздуха в них должно упасть ниже атмосфер-

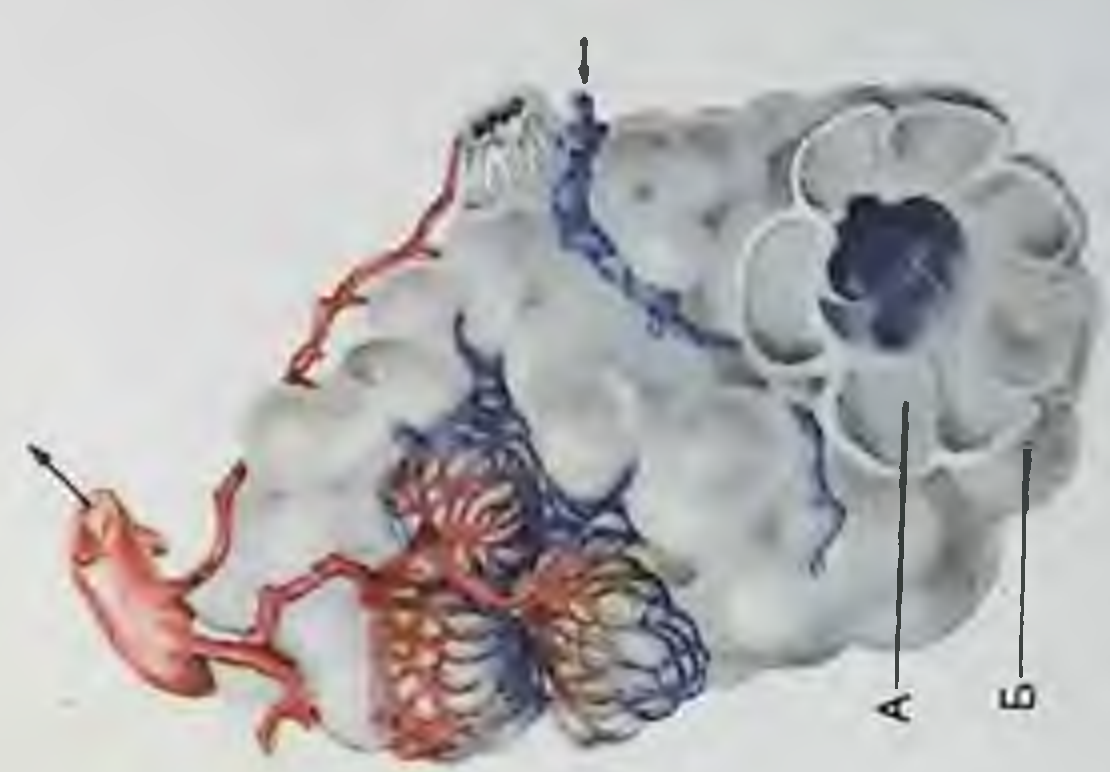
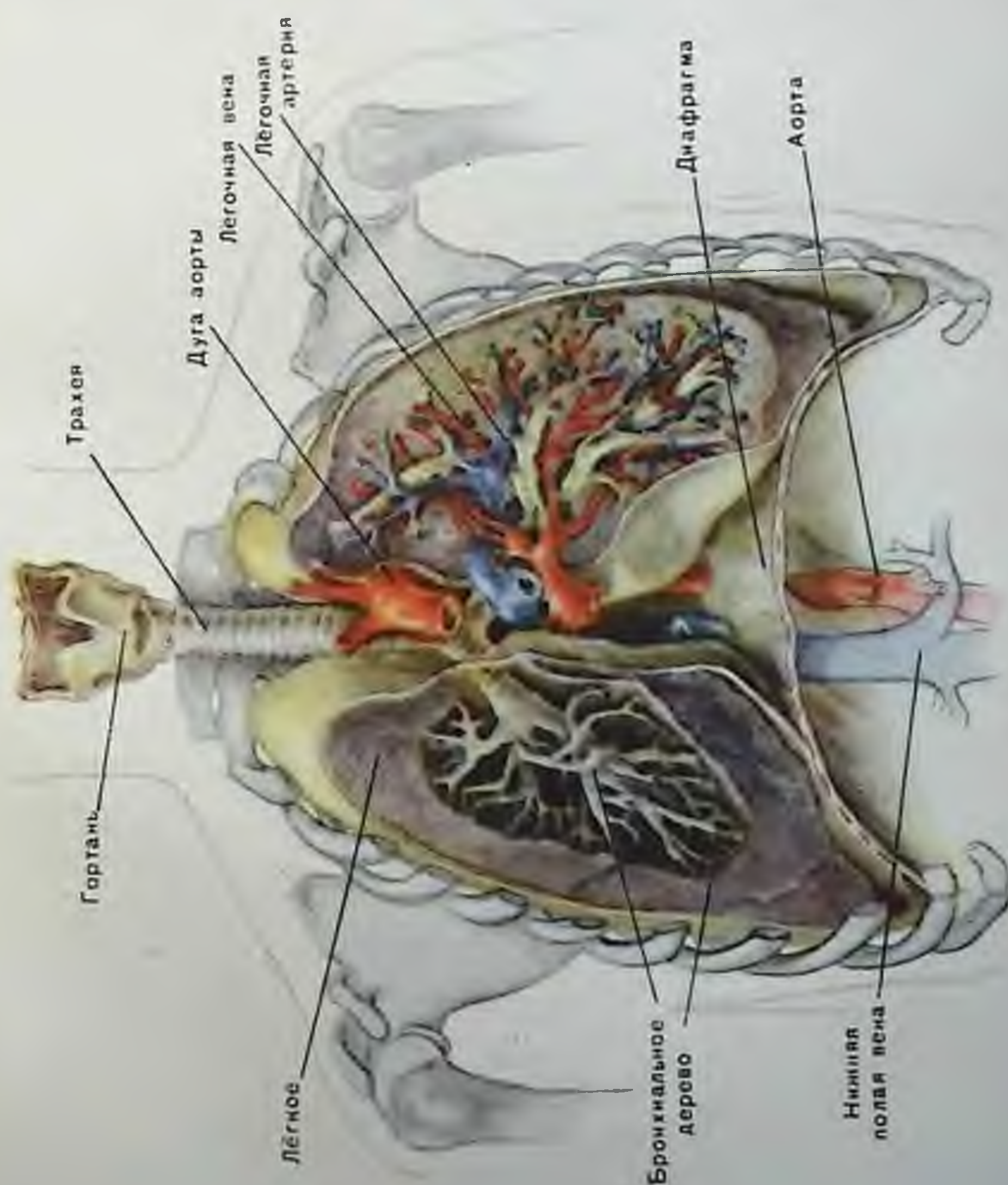


Таблица VII. Органы дыхания.

Слева нарисованы альвеолярные ходы: **А** — альвеолы с внутренней поверхнос.и; **Б** — альвеолы с наружной поверхнос.и. На трёх альвеолах показана капиллярная сеть.

ного. Вследствие этого наружный воздух проникает в лёгкие, т. е. происходит вдох.

Выдох. Выдох происходит вследствие уменьшения объёма грудной полости. Последнее вызывается расслаблением мышц, сокращённых при вдохе.

Расслабление наружных межрёберных мышц влечёт за собой опускание рёбер, отчего уменьшаются размеры грудной полости в переднезаднем и боковом направлениях. Когда расслабляется диафрагма, брюшные органы, давящие на неё снизу, делают её купол более выпуклым, что уменьшает грудную полость в вертикальном направлении.

Уменьшение размеров грудной полости приводит к уменьшению ёмкости лёгких, к увеличению внутрилёгочного давления и к движению воздуха из лёгких наружу.

Можно сказать, что вдох является процессом активным: он вызывается сокращением мышц. Выдох есть процесс пассивный, так как связан с расслаблением мышц.

Модель грудной полости. Механизм дыхания можно легко понять из рассмотрения модели, изображённой на рис. 64. Модель представляет собой стеклянную бутылку с вырезанным дном, которое затянуто плотной резиной. В горлышко бутылки вставляется пробка, через которую проходит стеклянная трубка. На трубке, вставленной в трахею, висят лёгкие животного. Внутри лёгких, поскольку они при помощи трубки сообщаются с внешней средой, давление равно атмосферному.

Если оттянуть книзу резиновое дно бутылки, то давление внутри неё станет ниже атмосферного. Создаётся разность между давлением в лёгких и давлением вокруг них (внутри бутылки). Разность давлений вызовет расширение лёгких. Сила эта для ткани лёгких является внешней, поэтому растяжение их происходит пассивно.

Стеклянную бутылку можно сравнить с грудной полостью. Изменение давления в бутылке при оттягивании резины книзу соответствует изменению давления в плевральной щели при сокращении диафрагмы.

Глубокий вдох и глубокий выдох. При глубоком вдохе грудная полость расширяется больше, чем при спокойном. Это происходит оттого, что сокращаются не только наружные межрёберные мышцы и диафрагма, но и ряд дополнительных мышц.

При глубоком выдохе сокращаются внутренние межрёберные мышцы, а также мышцы брюшной стенки (см. стр. 44). Последние

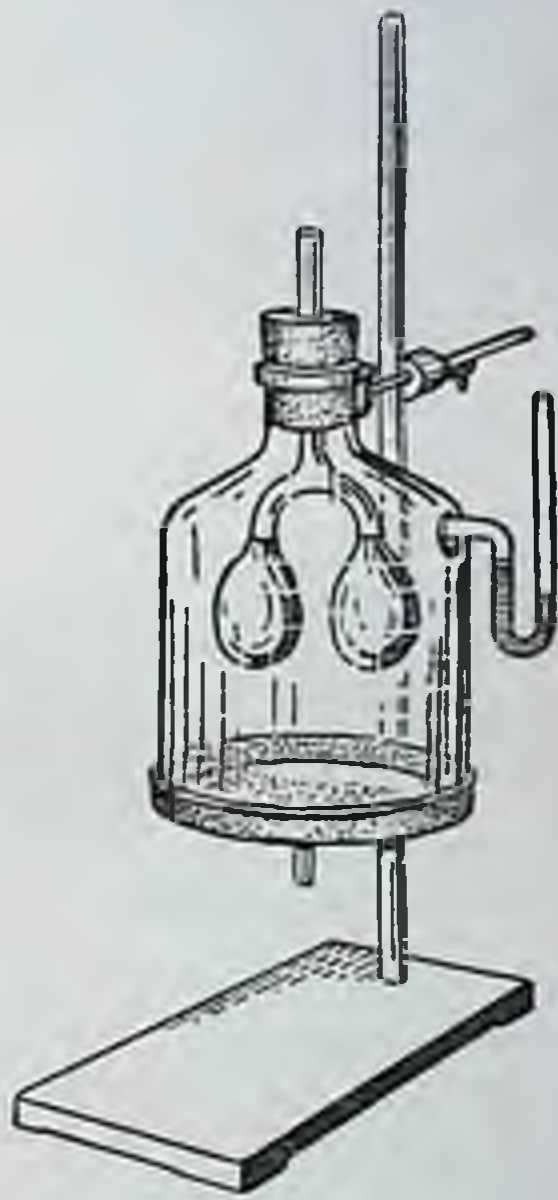


Рис. 64. Модель грудной полости

сжимают брюшные органы, которые давят на диафрагму и увеличивают её выпуклость, обращённую в грудную полость. Этим уменьшается высота, а следовательно, и объём грудной полости.

Глубокий вдох отличается от спокойного только количеством сокращающихся мышц. Глубокий выдох отличается от спокойного тем, что является активным, а не пассивным актом.

§ 29. Лёгочная вентиляция

Дыхательный объём. Объём вдыхаемого и выдыхаемого воздуха можно измерить при помощи спирометра.

Спирометр (рис. 65) состоит из двух цилиндров: наружного, наполненного водой, и погружённого в него вверх дном внутреннего.

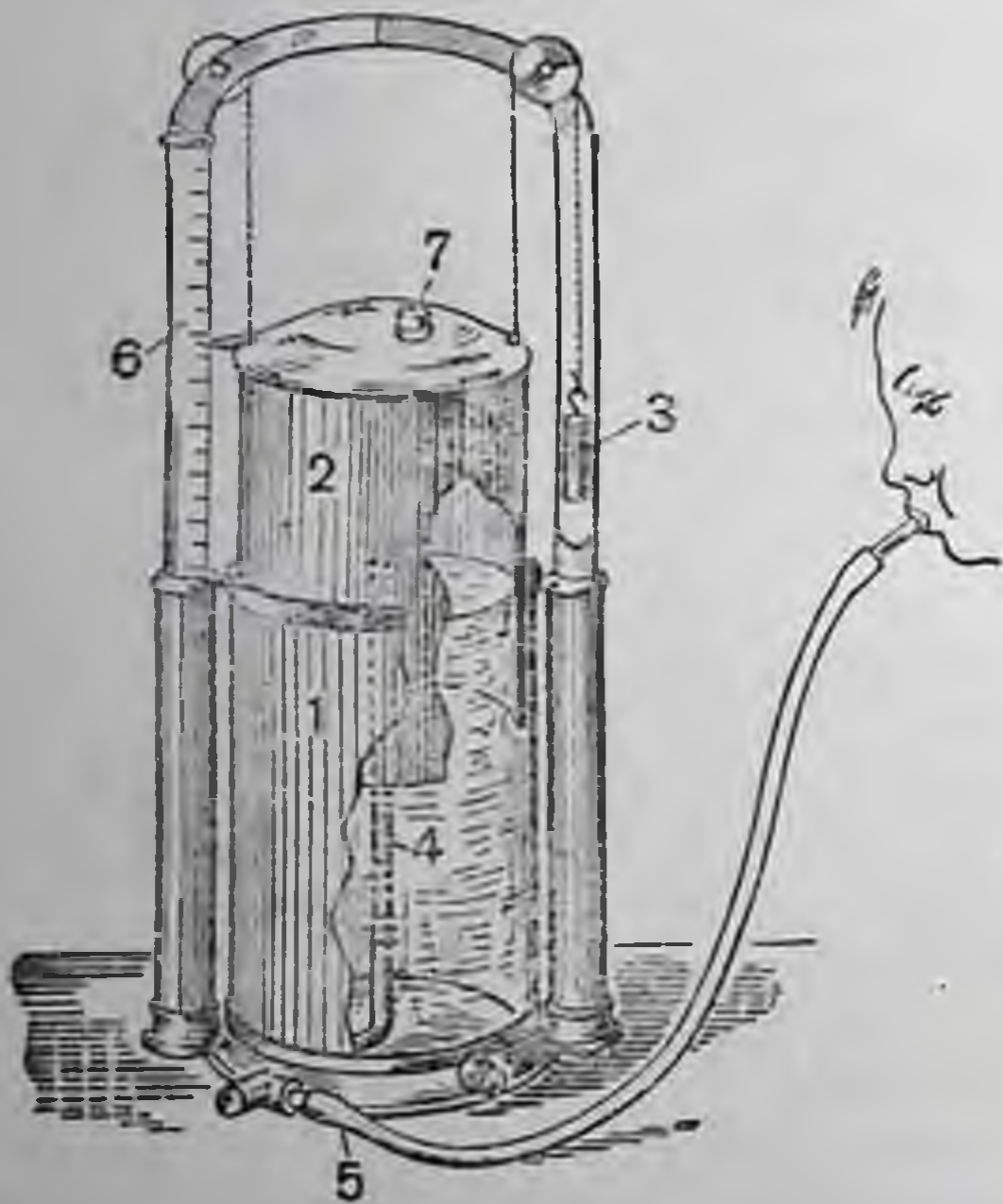


Рис. 65. Спирометр:

1 — наполненный водой наружный цилиндр, внутри которого находится второй цилиндр (2); 3 — груз, уравнивающий внутренний цилиндр (2); 4 — трубка, через которую выдыхаемый воздух попадает внутрь спирометра (внутренний конец трубки находится выше уровня воды); 5 — резиновая трубка с мундштуком; 6 — шкала для определения объёма выдохнутого в спирометр воздуха; 7 — пробка.

Внутренний цилиндр при изменении давления воздуха под ним поднимается и опускается вдоль шкалы, на которой нанесены деления. Через дно внешнего цилиндра проходит трубка, один конец которой открывается во внутренний цилиндр, а другой — заканчивается мундштуком. При дыхании через мундштук внутренний цилиндр будет подниматься и опускаться. Деления на шкале покажут количество вдыхаемого и выдыхаемого воздуха в кубических сантиметрах.

При обычном спокойном дыхании человек вдыхает и выдыхает около 500 куб. см воздуха. Это количество воздуха носит название дыхательного объёма. Величина его у новорождённого около 20 куб. см, у детей от 8 до 14 лет — около 350 куб. см; к 16 годам она поднимается до 500 куб. см.

Частота дыхательных движений. Количество дыхательных движений, производимых в течение одной минуты, зависит от возраста и пола.

Новорождённый делает 50—60 дыхательных движений в минуту; пятилетний ребёнок — 25. К 18 годам количество вдохов и выдохов падает до 14—16 в минуту, что является нормой и для взрослого человека.

Большое количество дыхательных движений у детей объясняется более интенсивным обменом веществ и большей, чем у взрослых, потребностью организма в кислороде. Эта повышенная потребность в кислороде при меньшем, чем у взрослых, дыхательном объёме удовлетворяется увеличением частоты дыхательных движений.

У женщин дыхательные движения всегда несколько чаще, чем у мужчин.

Лёгочная вентиляция. Непрерывно происходящая смена воздуха в лёгких называется лёгочной вентиляцией.

Зная количество дыхательных движений в минуту и дыхательный объём, легко высчитать количество воздуха, которое проходит через лёгкие за определённый период времени. У взрослого человека оно составляет 7—8 л в минуту.

При оценке лёгочной вентиляции надо помнить, что при вдохе 150 куб. см воздуха всегда задерживаются в так называемом вред-

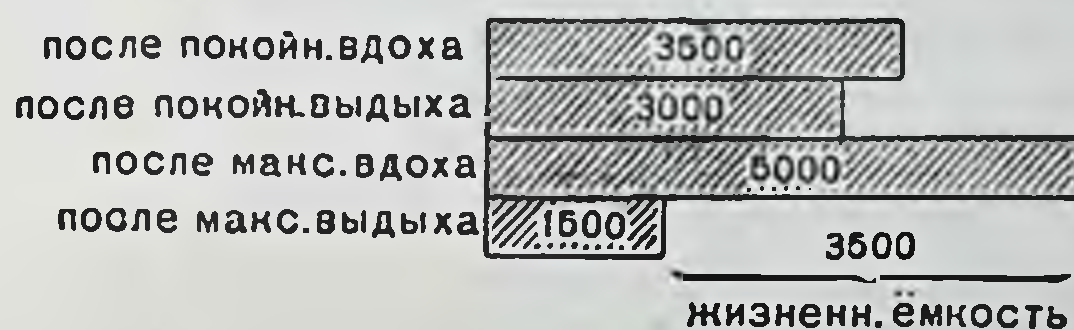


Рис. 66. Количество воздуха (в куб. см) в лёгких.

ном пространстве, к которому относятся полость носа, носоглотки, гортань, трахея и бронхи.

При выдохе этот воздух выходит наружу и заменяется воздухом из лёгких, который по сравнению с атмосферным имеет больше углекислого газа и меньше кислорода. При следующем вдохе этот уже использованный воздух первым входит в лёгкие. Таким образом, наличие вредного пространства приводит к тому, что из каждых 500 куб. см вдыхаемого воздуха 150 куб. см имеют состав худший, чем атмосферный воздух.

Жизненная ёмкость лёгких. При глубоком дыхании объём воздуха, сменяемого в лёгких при каждом дыхательном движении, значительно превышает 500 куб. см.

Максимальное количество воздуха, которое человек может выдохнуть после самого глубокого вдоха, называется жизненной ёмкостью лёгких. Для взрослых людей она колеблется в довольно широких пределах — от 2 тыс. до 6 тыс. куб. см, а иногда и больше (рис. 66).

Величина жизненной ёмкости лёгких является одним из важнейших показателей физического развития и может быть увеличена путём тренировки дыхательной мускулатуры.

После максимально возможного глубокого выдоха в лёгких всё ещё остаётся около 1500 куб. см воздуха, который называется остаточным. Общее количество воздуха в лёгких равно сумме жизненной ёмкости и остаточного объёма.

Дыхание при покое и деятельности. В состоянии относительного покоя человек делает 14—16 дыхательных движений в минуту и при каждом из них сменяет около 0,5 л воздуха.

При всякой деятельности, особенно при физической работе, затраты организмом энергии повышаются. В результате этого усиливаются окислительные процессы и увеличивается расход кислорода. Этот расход покрывается за счёт того, что дыхательные движения становятся чаще и глубже.

Человек, имеющий хорошо тренированную дыхательную мускулатуру и большую жизненную ёмкость лёгких, удовлетворяет возросшие потребности организма в кислороде главным образом за счёт увеличения глубины дыхания (дыхательного объёма). Это увеличивает выносливость по отношению к длительному физическому напряжению.

Нетренированный человек усиливает снабжение организма кислородом главным образом путём увеличения частоты дыхательных движений. При очень частом дыхании количество сменяемого воздуха (дыхательный объём) настолько уменьшается, что человек начинает задыхаться и принуждён прекратить работу.

Ребёнок ведёт себя, как нетренированный взрослый человек: при возрастании потребности в кислороде у него сильно увеличивается частота дыхательных движений и в гораздо меньшей степени — их глубина.

Для тренировки дыхательных мускулов и увеличения жизненной ёмкости лёгких можно рекомендовать физический труд, ежедневные прогулки, физкультурные зарядки и такие виды спорта, как бег, катание на лыжах, гребля на лодках, плавание.

§ 30. Газообмен

Газообмен в лёгких. Атмосферный воздух, вдыхаемый человеком, содержит около 79% азота, около 21% кислорода, 0,03% углекислого газа и ряд так называемых инертных газов, присутствующих в ещё меньших количествах. Воздух, выдыхаемый из лёгких, содержит 16% кислорода и около 4% углекислого газа; количество азота и инертных газов в нём не изменяется. Кроме того, выдыхаемый воздух всегда насыщен водяными парами.

Изменение состава воздуха объясняется газообменом, который происходит в лёгких между кровью и воздухом, пришедшим из атмосферы в альвеолярные ходы. Этот газообмен обеспечивает постоянное обогащение крови кислородом и непрерывное выведение из неё углекислого газа.

При относительном покое человека из альвеолярного воздуха переходит в кровь около 500 л кислорода в сутки. Количество углекислого газа, выделяющегося из крови в альвеолярный воздух, составляет около 400 л. Эти количества значительно нарастают, если человек из состояния покоя переходит к какой-либо деятельности.

Газообмен между альвеолярным воздухом и кровью происходит через перегородку, которая состоит из однослойных эпителиальных стенок альвеолярных ходов и капилляров. Толщина этой перегородки очень незначительна — около 4 микронов, что чрезвычайно благоприятно для перехода газов.

Переход кислорода из альвеолярного воздуха в кровь, а углекислого газа — в противоположном направлении объясняется законом *диффузии*. По этому закону, газ всегда передвигается из того пространства, где его давление больше, в то пространство, где оно меньше. Давление же, приходящееся на долю каждого из газов, содержащихся в воздухе (например, кислорода или углекислого газа), зависит от давления атмосферного воздуха и процентного содержания в нём данного газа.

Атмосферный воздух содержит 21% кислорода, воздух же в лёгочных альвеолах имеет около 15% этого газа. Кровь, идущая по капиллярам лёгкого, содержит значительно меньше кислорода. Поэтому давление кислорода в альвеолярном воздухе выше, чем в крови, и кислород переходит через стенки альвеол и капилляров в кровь.

Что касается углекислого газа, то содержание, а следовательно, и давление его в альвеолярном воздухе значительно меньше, чем в венозной крови, идущей по капиллярам лёгкого. Поэтому углекислый газ переходит через стенки капилляров и альвеол в воздух, находящийся в лёгких, и вместе с ним выдыхается наружу.

Венозная кровь, отдав в лёгких углекислый газ и обогатившись кислородом, превращается в артериальную. Поступив в артерии большого круга кровообращения, она разносится ко всем тканям и клеткам тела.

Транспорт газов. Перенос газов кровью совершается благодаря тому, что кислород и углекислый газ образуют непрочные химические соединения с некоторыми веществами, входящими в её состав.

Гемоглобин, являющийся составной частью эритроцитов, обладает большим сродством с кислородом и связывает его, давая непрочное химическое соединение — оксигемоглобин. Последний и переносит кислород от лёгких к тканям.

Углекислота, которая транспортируется венозной кровью в лёгкие, содержится в кровяной плазме и эритроцитах в виде легко разрушающихся соединений.

Газообмен в тканях. В тканях постоянно идут окислительные процессы, при которых потребляется кислород. Вследствие этого свободного кислорода в них нет. Кровь же, проходящая через ткани, содержит много этого газа. Последний отщепляется от оксигемоглобина и по закону диффузии выходит из крови через стенку капилляров в лимфу, а из неё в ткани.

Поскольку в теле всё время происходят окислительные процессы, постольку ткани богаты углекислым газом. Артериальная же кровь, притекающая к ним, содержит его намного меньше.

По закону диффузии углекислый газ будет проходить из тканей в окружающую их лимфу, а из неё в кровь.

Кровь, прошедшая через ткани, лишается части кислорода, обогащается углекислым газом и превращается в венозную кровь. По венам большого круга кровообращения она направляется в правую половину сердца, а затем в лёгкие, где происходит превращение её в артериальную.

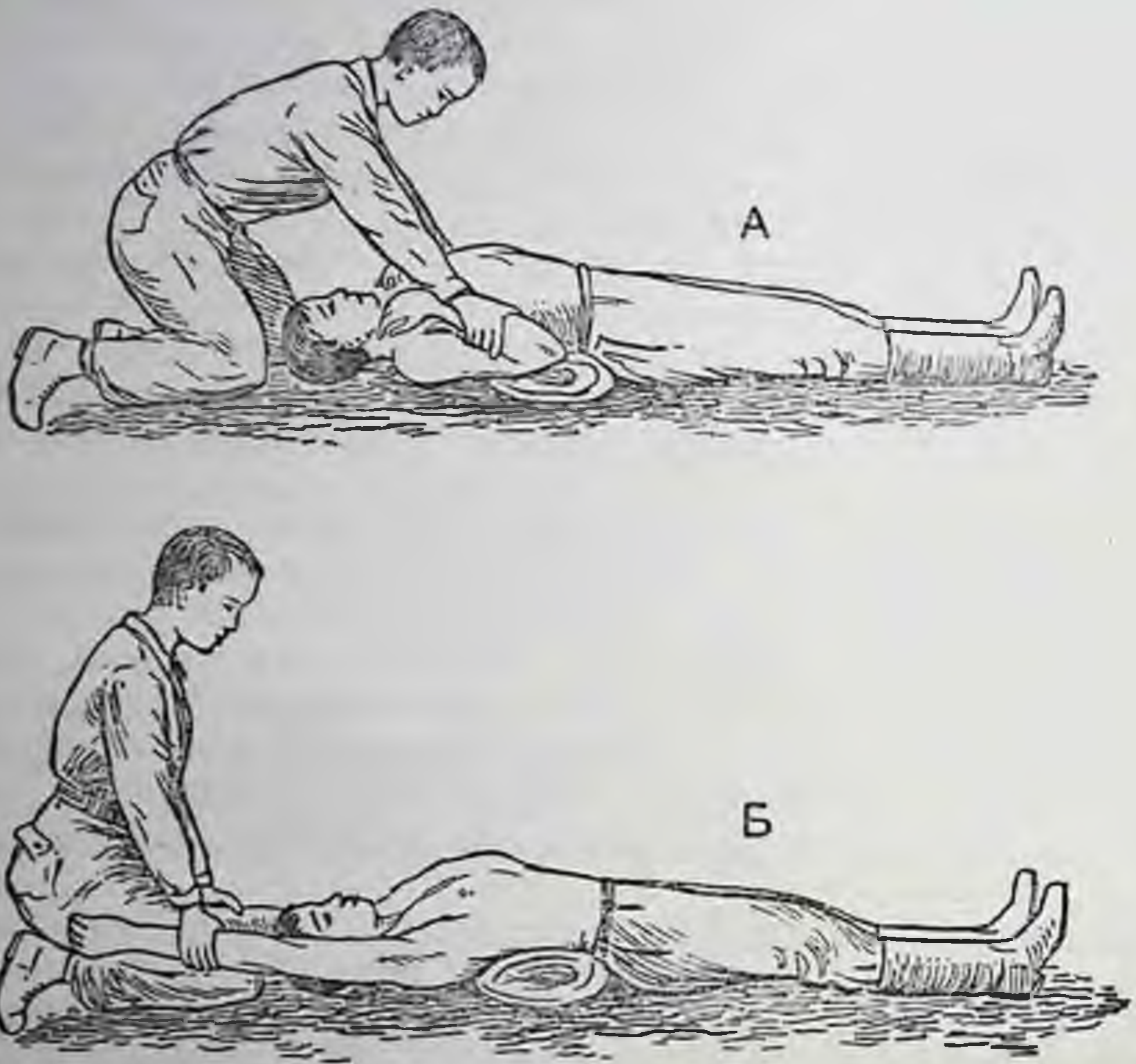


Рис. 67. Искусственное дыхание: А — выдох; Б — вдох.

Отравление угарным газом. При некоторых условиях гемоглобин крови теряет способность связывать кислород. Так бывает, например, при соединении гемоглобина с угарным газом (окисью углерода), который образуется в результате неполного сгорания в печи дров, угля и т. п. Достаточно человеку вдохнуть 1 л этого газа, чтобы наступила смерть от прекращения тканевого дыхания.

При лёгком отравлении, для того чтобы улучшить газообмен и ускорить распад соединения угарного газа с гемоглобином, рекомендуется вынести отравленного на свежий воздух и производить *искусственное дыхание* (рис. 67).

Для этого пострадавшего кладут на спину и расстёгивают у него ворот и пояс. Под лопатки следует положить какой-нибудь мягкий свёрток. Затем один из оказывающих помощь вытягивает

у пострадавшего язык и удерживает его в своих пальцах при помощи чистого носового платка. Второй оказывающий помощь становится на колени у головы отравленного, захватывает его руки у локтя и без насилия прижимает их к боковым сторонам груди. Сосчитав до трёх, он должен поднять руки пострадавшего кверху и закинуть их за голову. После повторного счёта до трёх руки вновь прижимаются к груди и т. д.

Лица, производящие искусственное дыхание, испытывают значительное физическое напряжение, поэтому должны время от времени сменяться.

Спасти жизнь при тяжёлом отравлении угарным газом можно лишь переливанием пострадавшему крови, т. е. доставкой организму гемоглобина, способного связывать кислород.

§ 31. Регуляция дыхания

Дыхательный центр. Регуляция дыхания производится дыхательным центром, который находится в головном мозгу. Разрушение участка мозга с этим центром влечёт за собой прекращение дыхания и смерть.

Сокращения дыхательных мышц вызываются импульсами, приходящими к ним из дыхательного центра по нервам. Деятельность же последнего изменяется под влиянием возбуждений, притекающих к нему с периферии, а также в зависимости от состава крови.

Нервная регуляция. Внезапный укол кожи, резкий неприятный запах, выстрел и многие другие раздражители внешней среды могут рефлекторно изменить дыхание.

В каждом из перечисленных случаев возбуждение с периферии может дойти до дыхательного центра. В первом случае, при уколе булавкой, оно возникает в рецепторах кожи (см. стр. 31), распространяется по спинномозговым нервам до спинного мозга, а по нему достигает дыхательного центра; во втором случае возбуждение идёт к головному мозгу по обонятельному нерву, а в третьем — по слуховому.

Всякое возбуждение дыхательного центра изменяет нервные импульсы, посылаемые им к дыхательной мускулатуре, а это приводит к изменению дыхания — его учащению и углублению или, напротив, ослаблению и замедлению.

Любой центростремительный нерв может служить путём передачи возбуждения с периферии к дыхательному центру. Поэтому количество раздражителей, влияющих на дыхание, очень велико. Особенно важное значение для регуляции дыхания имеют центростремительные нервные волокна, окончания которых расположены в самих лёгких.

При спадении лёгких во время выдоха происходит механическое раздражение чувствующих окончаний блуждающих нервов, которые находятся в стенках альвеол. Возникающие при этом нервные импульсы притекают в дыхательный центр и возбуждают его.

Последний посылает импульсы к дыхательным мышцам, которые сокращаются и вызывают вдох.

При растяжении лёгких во время вдоха в стенках альвеол механически раздражаются другие окончания блуждающего нерва. Возникшее в них возбуждение достигает дыхательного центра и затормаживает его. Вследствие этого из него перестают идти импульсы к дыхательным мышцам, и последние расслабляются, что влечёт за собой выдох.

Дыхание человека по его желанию может быть задержано и ослаблено или, напротив, учащено и усилено. Дыхание изменяется также во время речи и пения. Следовательно, дыхательный центр

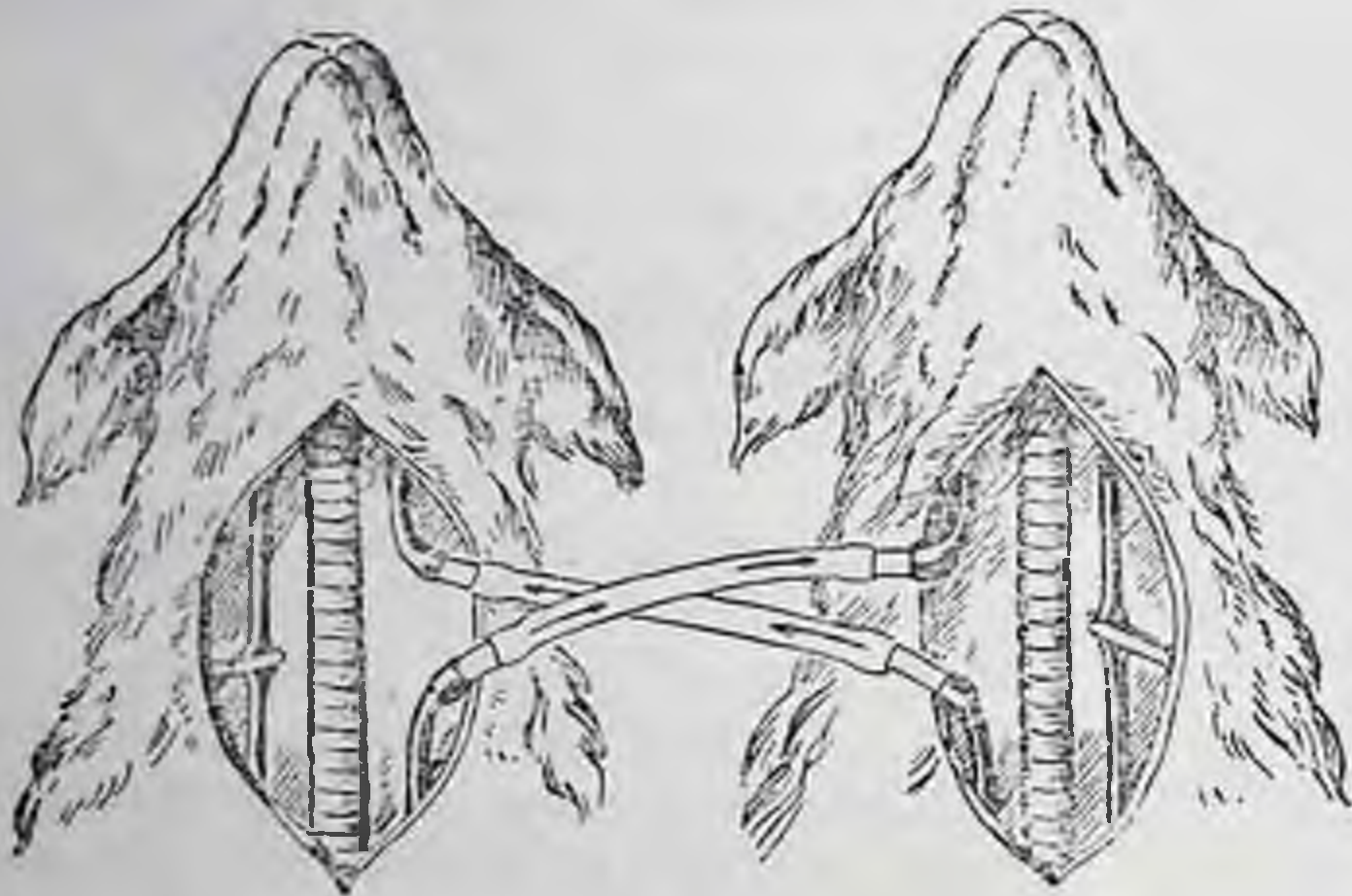


Рис. 68. Опыт с перекрёстным кровообращением у двух собак.

и его деятельность подчинены коре больших полушарий головного мозга.

Химическая регуляция. Кроме рефлекторной, существует и химическая регуляция дыхания.

Химическим раздражителем дыхательного центра является образующаяся в нём углекислота. Если содержание последней в крови увеличивается, то углекислота из дыхательного центра не может перейти в кровь. Происходит возбуждение центра, в результате которого возникает вдох.

При вдохе углекислый газ выделяется из крови, содержание его в ней уменьшается. Дыхательный центр получает возможность выделить в кровь накопившуюся в нём углекислоту. Это ведёт к уменьшению возбудимости центра и выдоху.

В период выдоха в дыхательном центре и в крови вновь накапливается углекислота, и описанный процесс повторяется.

При всяком усилении мышечной деятельности в крови увеличивается количество углекислоты, выход её из дыхательного центра в кровь затрудняется, происходит возбуждение центра, учащаются и усиливаются дыхательные движения. После прекращения мышеч-

ной деятельности дыхательный центр быстро освобождается от избытка углекислоты, и человек переходит к нормальному дыханию.

Доказательством химической регуляции дыхания может служить опыт с перекрёстным кровообращением (рис. 68). В этом опыте сонные артерии, идущие к головам двух собак, перерезаются на одной стороне шеи и соединяются трубочками (стеклянными или металлическими) так, что кровь из центрального конца сонной артерии одной собаки переходит в периферический конец артерии другой собаки. Сонные артерии противоположной стороны шеи зажимаются. Вследствие этого голова первой собаки получает кровь из тела второй, а голова второй — из тела первой.

Если зажать трахею у первой собаки, то у второй начинается одышка. Результат опыта объясняется следующим образом: зажатие трахей у первой собаки привело к накоплению избыточной углекислоты в крови, омывающей головной мозг второй собаки; поэтому у неё произошло сильное возбуждение дыхательного центра и возникла одышка.

§ 32. Борьба за чистый воздух

Проветривание помещений. Повышенное содержание углекислого газа в воздухе отрицательно отражается на работоспособности человека. Так, например, у школьников при длительном пребывании в плохо проветриваемом классе снижается внимание, ухудшается память, появляется вялость, общая слабость и очень быстрая утомляемость.

Школа должна вести систематическую борьбу за нормальный состав воздуха в своих помещениях, особенно классных. Для этого класс должен иметь такой объём, чтобы на каждого ученика приходилось не менее 5 куб. м воздуха. Последний в течение часа должен сменяться трижды. Один раз он сменяется благодаря естественной вентиляции, которая идёт через поры в стенах. Вторая смена воздуха обеспечивается за счёт постоянного притока его из коридора, в котором во время уроков должно быть открыто окно. Третья смена производится путём проветривания класса во время перемен. Проветривание можно производить через фрамуги, форточки, а самое лучшее — путём открывания окна; для этого одно из окон в классе следует держать незамазанным всю зиму. В тёплые дни открывать окна следует и во время уроков.

Борьба с пылью в школе. В воздухе различных помещений, в том числе и школьных, всегда присутствует пыль. Попадая в дыхательные пути и откладываясь в них, она вызывает воспалительные процессы в полости носа, гортани, трахеи и бронхов.

В воздух классов пыль попадает с обуви учащихся, проникает через открытые окна; она отрывается в виде мельчайших частичек с пола, со стен и от разных предметов, находящихся в помещении.

Для борьбы с пылью участки, прилегающие к школе, должны озеленяться, асфальтироваться и несколько раз в течение дня поли-

ваться водой. В вестибюлях школы должны раскладываться маты и мягкие коврики для обтирания ног.

Количество предметов в классе необходимо довести до самого необходимого минимума. Пыль с полов, парт, шкафа и учительского стола должна ежедневно обтираться влажной тряпкой. Ежедневно следует мыть полы, а ежемесячно — парты, шкафы, электрическую арматуру и т. п.

Производственная пыль. На фабриках, заводах и шахтах в воздух попадают мельчайшие частицы, отрывающиеся от производимых продуктов, — металлическая, каменноугольная, табачная, бумажная пыль.

Проникая через органы дыхания в тело человека, эта пыль откладывается в лёгких, ухудшая их деятельность. Кроме того, она может вызвать отравление организма.

В целях борьбы с производственной пылью на предприятиях устраивается очень сложная система вентиляторов, отсасывающих пыль от мест её образования.

Прогулки на свежем воздухе. Обилие пыли в воздухе закрытых помещений со всей остротой ставит вопрос о необходимости ежедневных прогулок, во время которых человек пребывает на чистом воздухе. При жизни в больших городах эти прогулки лучше всего совершать в парках, на бульварах, в местах с обильной зеленью. Очень полезны выезды за город.

Озеленение городов и рабочих посёлков. Громадное значение в борьбе за чистый воздух имеет озеленение городов и рабочих посёлков. Деревья заслоняют дома от пыли и улучшают состав воздуха, так как зелёная масса их поглощает громадное количество углекислого газа, выделяемого заводами, фабриками, людьми, и обогащает воздух кислородом.

Посадки деревьев и кустарников в городах приняты в последние годы характер массовых кампаний, в которые вовлекаются все трудящиеся. Очень важно участие в этих кампаниях и школьников.

Капельная и пылевая инфекции. При резких дыхательных движениях из полости рта и носа вылетает громадное количество мельчайших капелек слизи и слюны. Эти капельки настолько малы, что легко удерживаются в воздухе во взвешенном состоянии. В капельках часто находятся громадные количества бактерий — возбудителей гриппа, дифтерии и других болезней.

Проникновение воздуха, который выдохнут больным, в дыхательные пути здорового человека может вызвать так называемую капельную инфекцию. Поэтому при чихании и кашле следует подносить к лицу носовой платок, на который будет осаждаться вся масса капельных выделений.

Бактерии, попавшие в воздух, могут осесть на пылевые частицы, всегда присутствующие в нём. В этом случае возможна пылевая инфекция. Так происходит заражение туберкулёзом. В борьбе с распространением его люди, имеющие открытую форму этой болезни, изолируются в специальных больницах и санаториях

V. ПИЩЕВАРЕНИЕ

§ 33. Значение пищеварительных процессов

Значение пищи. Ежедневно в пищеварительный тракт человека поступают пищевые продукты — мясо, рыба, хлеб, крупы, картофель, овощи, масло. Они содержат в своём составе различные количества питательных веществ — белков, жиров, углеводов. В них имеются также и минеральные соли.

Поступающие в организм питательные вещества используются на образование новых клеток, что имеет особо важное значение у растущего организма, и на восстановление постоянно разрушающихся тканей (эритроцитов крови, слущивающегося эпителия кожи и слизистой оболочки кишечника и т. п.).

Вещество клеток, построенное из поступивших питательных материалов, в процессе жизни распадается и высвобождает заключённую в нём энергию, которая тратится при движении, кровообращении, работе мозга и т. д.

Таким образом, значение пищи заключается в том, что она содержит строительный материал для организма и является источником энергии для его жизнедеятельности.

Значение пищеварения. Питательные вещества (белки, жиры и многие углеводы) не проходят через стенки кишечника и кровеносных сосудов, а следовательно, и не могут доставляться клеткам организма. В процессе пищеварения сложные органические вещества распадаются до таких соединений, которые образуют истинные растворы, легко поступающие в клетки.

Процессы, идущие в пищеварительном тракте, могут быть разделены на три группы: 1) физические и 2) химические изменения пищи; 3) всасывание продуктов расщепления, образовавшихся в результате этих изменений.

Физические изменения пищи состоят в раздроблении, размельчении и растворении различных составляющих её веществ.

Химические изменения пищи заключаются в расщеплении сложных веществ на простые. Белки расщепляются до аминокислот, которые являются как бы кирпичиками, слагающими сложные белковые молекулы. Жиры распадаются до глицерина и жирных кислот, а углеводы (крахмал, свекловичный сахар и др.) до глюкозы. Все эти химические изменения происходят под воздействием так называемых ферментов.

Всасывание представляет собой процесс поступления в кровь и лимфу продуктов расщепления питательных веществ.

Ферменты. В неживой природе известны вещества, получившие название катализаторов. Они одним своим присутствием увеличивают скорость химических реакций.

В живом организме также имеются вещества, которые увеличивают скорость химических реакций во много раз. Такие биологические катализаторы называются ферментами.

Ферменты ускоряют реакцию, присутствуя в минимальных количествах. Они действуют только в определённых температурных границах. Температура в 37—38° является для их действия наиболее благоприятной; при нагревании до 100° они разрушаются.

Ферменты характеризуются высокой специфичностью: каждый из них действует только на строго определённое химическое соединение и ускоряет только одну происходящую с ним реакцию. Так, например, пепсин ускоряет расщепление белка на пептоны и альбумозы, но не может вызывать распада жиров или углеводов.

Ферменты принимают участие не только в пищеварительных реакциях. Они действуют в самых различных процессах расщепления. В частности, под их влиянием происходит уже упоминавшийся распад органических веществ в клетках, при котором высвобождается энергия.

Ферменты вызывают не только разложение. При их участии в клетках происходит и синтез веществ, доставляемых кровью.

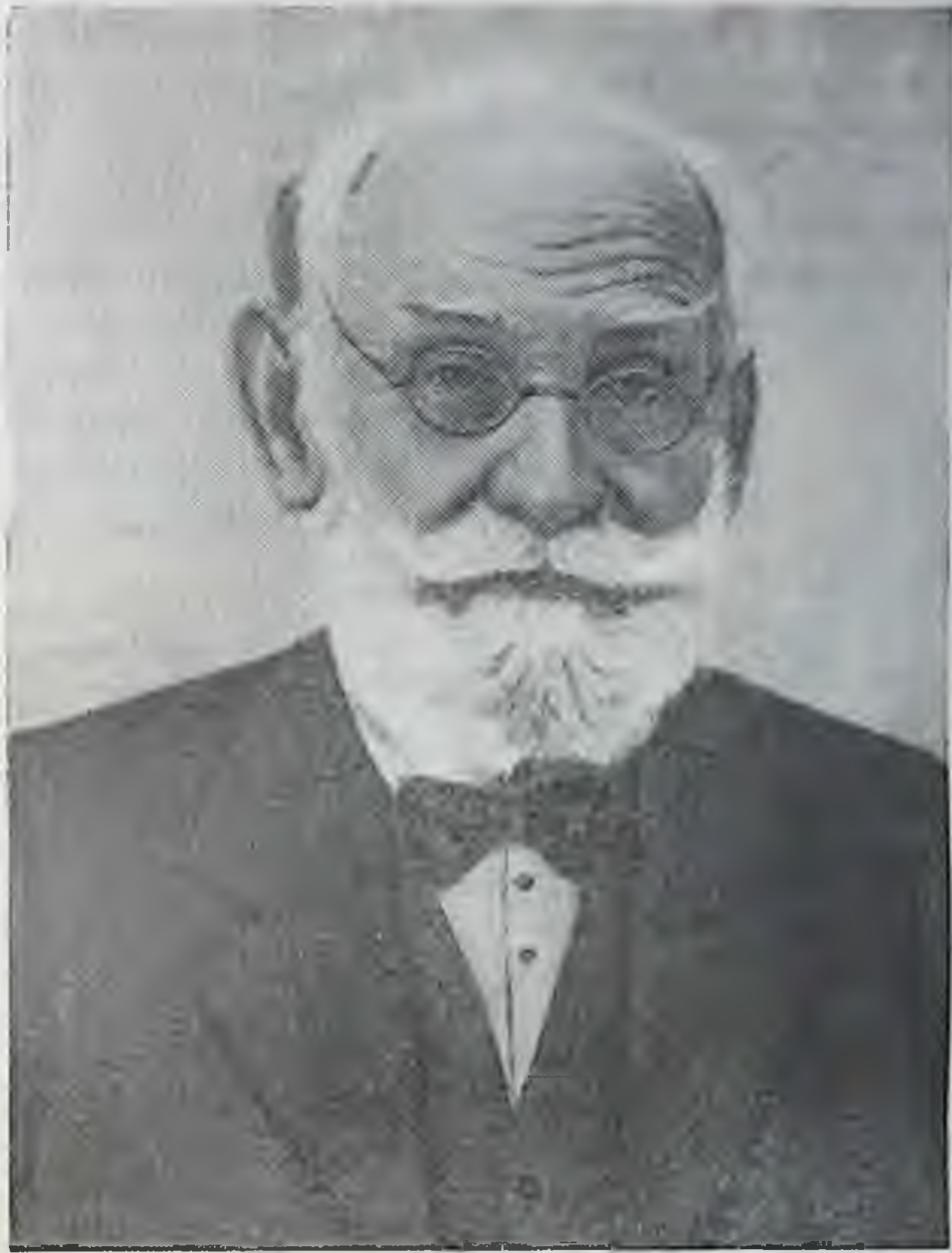
И. П. Павлов и его классические исследования в области пищеварения. Шестьдесят-семьдесят лет назад наука обладала только разрозненными сведениями о деятельности пищеварительного тракта. В настоящее время учение о пищеварительных процессах считается одним из наиболее хорошо разработанных отделов физиологии. Общепризнанным создателем этого учения является гениальный русский физиолог Иван Петрович Павлов.

И. П. Павлов родился в 1849 г. в Рязани. Пятнадцатилетним подростком он был принят в Рязанскую духовную семинарию. Под влиянием передовых идей Чернышевского, Добролюбова и Писарева И. П. Павлов оставил семинарию и в 1870 г. поступил на естественное отделение физико-математического факультета Петербургского университета.

По окончании университета И. П. Павлов перешёл на 3-й курс Медико-хирургической академии, которую закончил в 1879 г.

Научно-исследовательскую работу в области физиологии И. П. Павлов начал очень рано, с первых лет пребывания в университете. Дважды за свои студенческие работы он удостоивался награждения золотой медалью. Одна медаль ему была присуждена в университете, а другая — в академии.

После окончания академии И. П. Павлов в течение ряда лет заведовал физиологической лабораторией в клинике знаменитого русского врача С. П. Боткина. Здесь он опубликовал выда-



И. П. Павлов (1849—1936).

ющуюся работу об иннервации сердца, в которой показал способность симпатического нерва усиливать деятельность сердца.

С 1891 г. И. П. Павлов начал руководить работами физиологического отдела Института экспериментальной медицины. В лабораториях этого института он продолжал начатые ещё в клинике С. П. Боткина исследования деятельности пищеварительного тракта. Здесь наш великий физиолог разработал свою знаменитую фистульную методику исследования. Эта методика, как уже говорилось, разрешает на здоровой, совершенно оправившейся от операции собаке изучать функции органов, расположенных в глубине тела и обычно недоступных для непосредственного наблюдения.

Накладывая фистулы на различные отделы пищеварительного тракта, И. П. Павлов получил возможность исследовать такие процессы, которые до него никто наблюдать не мог. Это позволило ему заново создать всё учение о пищеварении. Исследования Павлова в этой области и его книга «Лекции о работе главных пищеварительных желез» являются классическими.

§ 34. Пищеварение в ротовой полости

Ротовая полость. Пищеварительный аппарат человека построен так же, как и млекопитающих. Начинается он ротовой полостью, которая выстлана слизистой оболочкой, содержащей большое количество мелких желёзок.

К органам ротовой полости относят язык, зубы и три пары крупных слюнных желез, открывающихся в неё своими протоками.

В ротовой полости происходит физическое изменение пищи путём измельчения и перетирания и начинается химическое изменение её под воздействием слюны.

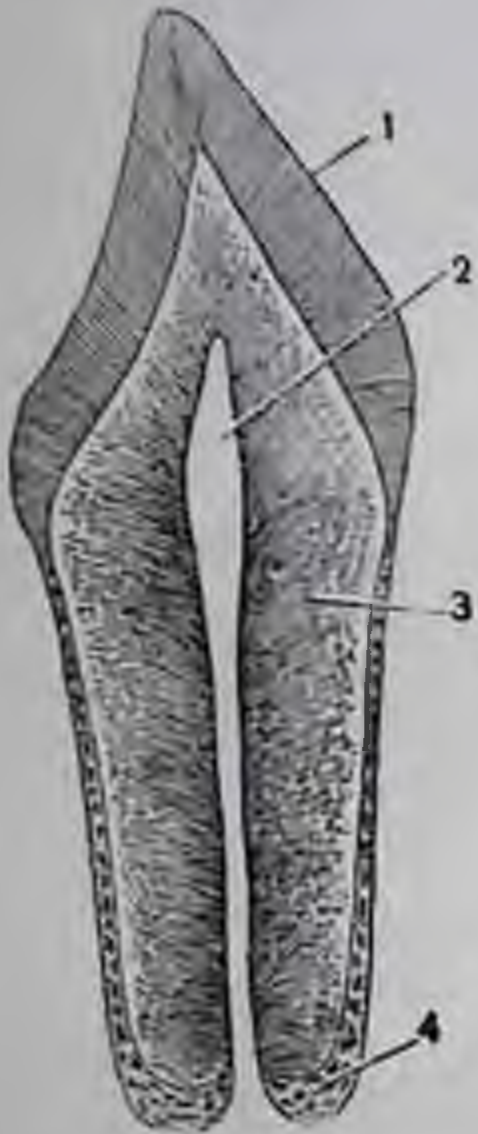


Рис. 69. Строение зуба на разрезе:
1—эмаль; 2—полость зуба; 3—дентин;
4—цемент.

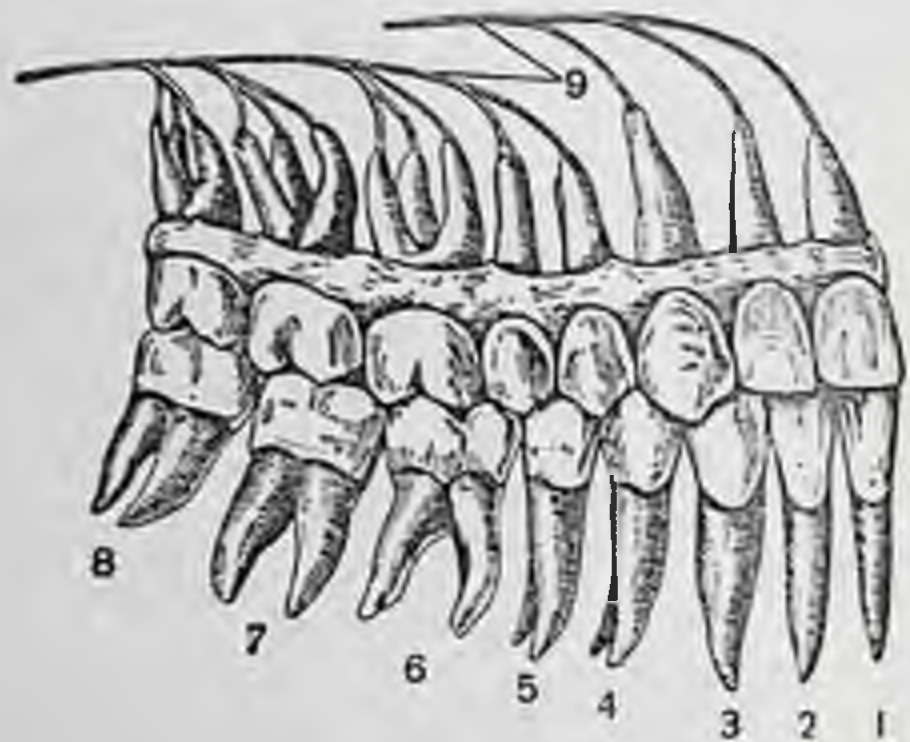


Рис. 70. Зубы человека:
1 и 2 — резцы; 3 — клык; 4 и 5 — малые коренные зубы; 6, 7 и 8 — большие коренные зубы (последний из них — зуб мудрости); 9—ветви нервов, входящие в корни зубов.

Язык. На поверхности языка и в слизистой оболочке полости рта имеется большое количество воспринимающих нервных окончаний — вкусовых рецепторов (см. стр. 31). Когда они раздражаются пищей, в них возникает процесс возбуждения, который проводится в центральную нервную систему. При этом у человека возникают вкусовые ощущения, очень важные для определения пригодности принятой пищи.

Язык передвигает пищу к зубам при разжёвывании. Когда измельчённые частицы её склеиваются слюной, язык принимает участие в образовании пищевого комка. Наконец, он помогает передвижению последнего в глотку.

Зубы. Раздробление и перетирание пищи производится зубами при жевании. Жевание — это движение нижней челюсти, происходящее вследствие сокращения жевательной мускулатуры (см. стр. 52).

Каждый зуб имеет коронку, шейку и корень. Основную массу зуба составляет дентин, покрытый в коронке эмалью, а в корне — цементом. Внутри зуба имеется полость, заполненная рыхлой соеди-

нительной тканью, которая снабжена большим количеством кровеносных сосудов и нервов (рис. 69).

Взрослый человек имеет 32 зуба, по 16 в каждой челюсти (рис. 70). По форме и по функциям зубы делятся на *резцы* (8), *клыки* (4), *малые коренные* (8) и *большие коренные* (12). Последние большие коренные зубы получили название *зубов мудрости*. Они могут или совсем не появиться, или прорезываются к 18—25-летнему возрасту.

Ребёнок рождается без зубов. Прорезывание их у детей начинается с 6-месячного возраста и заканчивается обычно к двум годам. Эти

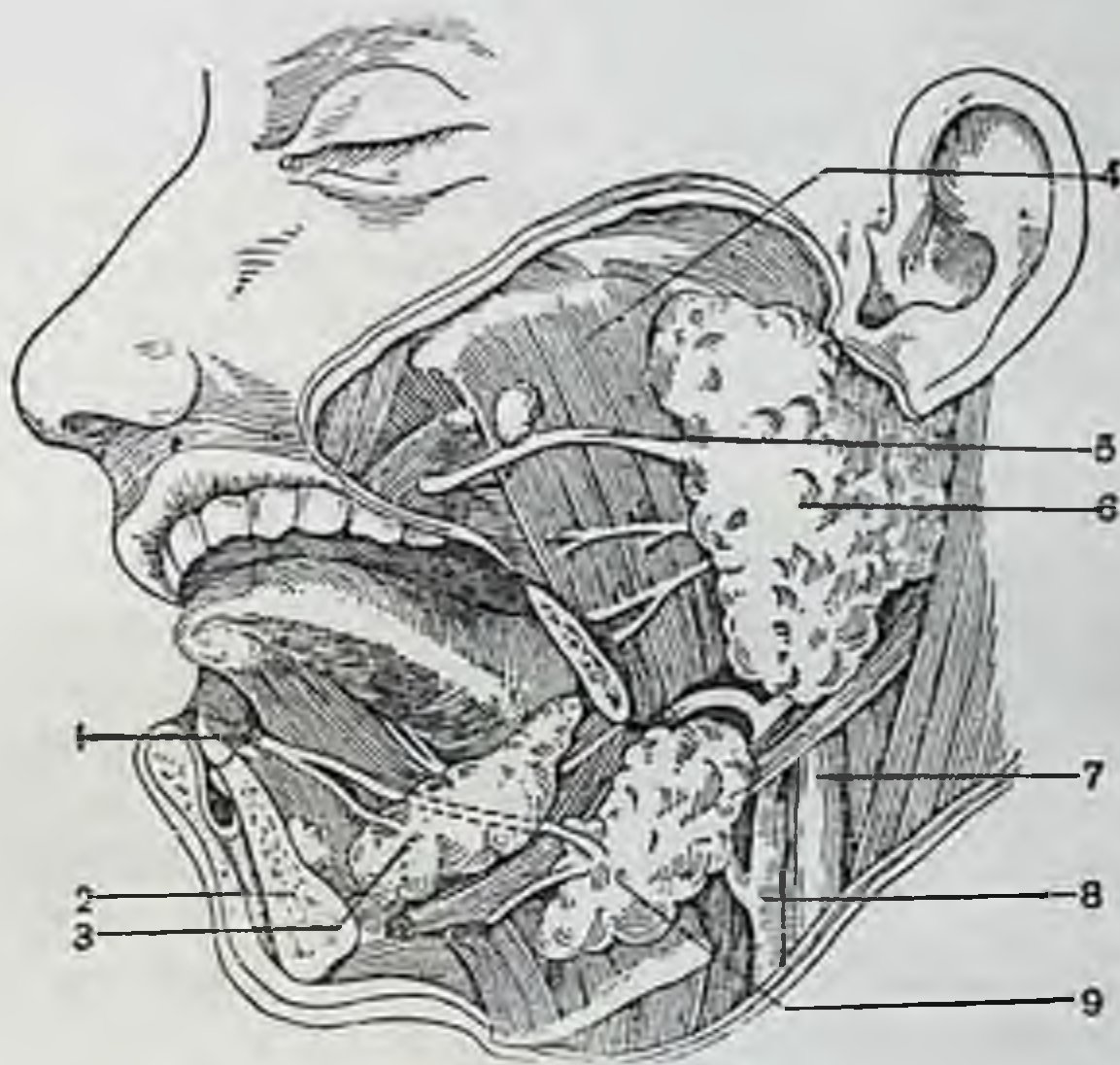


Рис. 71. Слюнные железы:

1 — проток подъязычной и подчелюстной желез, впадающий в полость рта; 2 — поперечный разрез через нижнюю челюсть; 3 — подъязычная слюнная железа; 4 — жевательная мышца; 5 — проток околоушной железы; 6 — околоушная слюнная железа; 7, 8 — вена и артерия; 9 — подчелюстная слюнная железа.

первые зубы в количестве 20 получили название молочных зубов. Между 7 и 13 годами они постепенно заменяются постоянными зубами. На месте, где прорезываются большие коренные зубы, молочных не имеется.

Эмаль, покрывающая коронку, играет большую роль в сохранении целостности зуба. При стирании её или появлении в ней трещины может происходить разрушение дентина, образование дупла и обнажение нерва, находящегося в зубной полости. Это вызывает сильную боль. В образовавшемся дупле задерживается пища, которая может загнивать в результате проникновения и быстрого размножения в ней бактерий. В таких случаях зуб становится очагом инфекции, которая может быть опасной для всего организма в целом.

Зубы необходимо ежедневно чистить и регулярно показывать зубному врачу.

Слюнные железы. В ротовую полость открываются протоки трёх пар слюнных желез: *околоушных, подъязычных и подчелюстных*. Положение желез определяется их названием (рис. 71).

Значительную часть слюны составляет вода (до 99,4%). Плотный остаток слюны состоит из органических веществ и неорганических солей. Из органических веществ слюны следует отметить фермент *птиалин*. Он действует на крахмал, которым очень богаты такие пищевые продукты, как хлеб, крупы, картофель. Под влиянием птиалина крахмал превращается в *солодовый сахар*. Химические

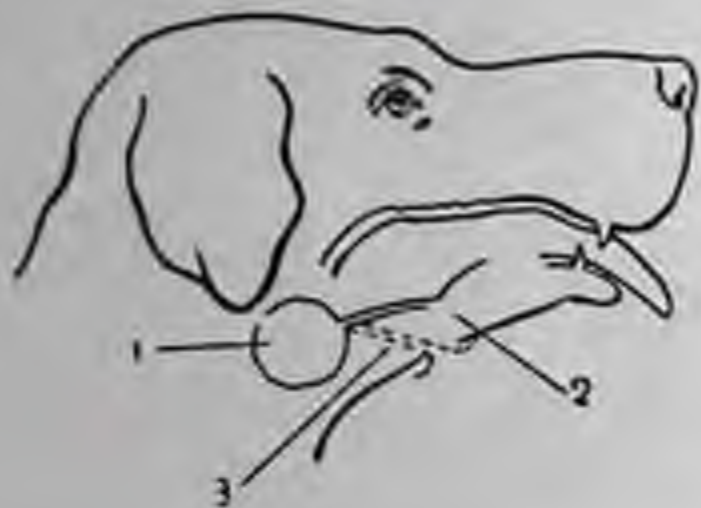


Рис. 72. Схема операции по выведению протока подчелюстной слюнной железы наружу:

1 — подчелюстная железа; 2 — проток, открывающийся под языком; 3 — положение протока после операции.

превращения в ротовой полости под действием слюны незначительны, так как пища задерживается здесь очень недолго. Основное значение слюны заключается в смачивании, склеивании отдельных частиц пищи и образовании пищевого комка, который передвигается затем к корню языка.

Слюна образуется в результате секреции, т. е. активной деятельности клеток слюнных желез. Эти клетки вырабатывают слюну из поступающих в них веществ. При этом секретирующая железа усиленно поглощает кислород.

Хроническая фистула слюнной железы. Все закономерности слюноотделения были изучены И. П. Павловым на собаках при помощи фистулы слюнной железы.

Наложение фистулы (рис. 72), как уже указывалось, заключается в том, что отверстие протока железы, который открывается в ротовую полость, оперативным путём выводят на щеку (проток околоушной железы) или на кожу под нижней челюстью (протоки подчелюстной и подъязычной желез).

После такой операции слюна из железы течёт наружу, а не в ротовую полость. Слюна может быть собрана для определения количества и качества её (рис. 73).

Фистула обычно накладывается только на одну железу. Железы, оставшиеся неоперированными, выделяют достаточное количество слюны для того, чтобы пищеварение в полости рта не нарушалось.

Механизм слюноотделения. Выделение слюны происходит при непосредственном раздражении пищевыми веществами рецепторов (см. стр. 31) слизистой оболочки ротовой полости и языка. Возникшие в рецепторах нервные импульсы идут по центостремительным нервам к *слюноотделительному центру* головного мозга. Отсюда импульсы по центробежным нервам поступают к слюнным железам и возбуждают их работу. Нервы, вызывающие деятельность железы, называются *секреторными*.

Перерезка секреторных нервов прекращает слюноотделение. Это является неоспоримым доказательством того, что деятельность слюнных желез носит рефлекторный характер.

Рефлексы, возникающие при раздражении полости рта пищей, называются *безусловными*. Но слюноотделение может вызываться видом и запахом пищи. В этом случае нервные импульсы идут от органов зрения и обоняния, доходят до коры больших полушарий головного мозга, а отсюда поступают в слюноотделительный центр. Так возникает более сложный рефлекс, который И. П. Павлов назвал *условным*.

Изучая работу слюнных желез, И. П. Павлов установил, что количество выделяемой слюны и её состав зависят от тех веществ, которые вводятся в ротовую полость животного. Съедобные продукты вызывают отделение вязкой слюны с относительно большим содержанием органических веществ. Отвергаемые вещества, например кислоты, вызывают отделение слюны с невысокой вязкостью и с меньшим содержанием органических соединений. На разные пищевые и отвергаемые вещества выделяются неодинаковые количества слюны, состав которой тоже различен.



Рис. 73. Собака с фистулой околоушной слюнной железы.

К щеке прикреплена воронка с пробиркой, в которую собирается слюна.



Рис. 74. Собираение слюны у человека:

Внизу—применяемая для этого капсула.

Особенности слюноотделения у человека. Слюноотделение у человека в течение долгого времени изучалось от случая к случаю, так как было возможно лишь при особых обстоятельствах, чаще всего после ранений, когда протоки желез оказывались выведенными наружу. Систематическое изучение сделалось возможным после того, как была предложена специальная капсула, прикрепляемая над отверстием протока слюнной железы. Она позволила собирать слюну, выделяемую отдельной железой (рис. 74).

Это изучение показало, что основные закономерности слюноотделения, установленные в опытах на собаках, приложимы и к человеку. Однако были обнаружены и некоторые особенности, из которых главная заключается в том, что у человека слюноотделение

происходит непрерывно, тогда как у собак оно имеет место только при действии раздражителя.

Глотание. Глотание пищи является следствием согласованного сокращения мышц языка и глотки. Сокращение происходит рефлекторно и возможно лишь при условии, что какие-либо вещества раздражают нервные окончания в корне языка и в глотке. Это доказывается тем, что человек не может произвести двух-трёх глотаний подряд, если в его ротовой полости нет пищи или слюны.

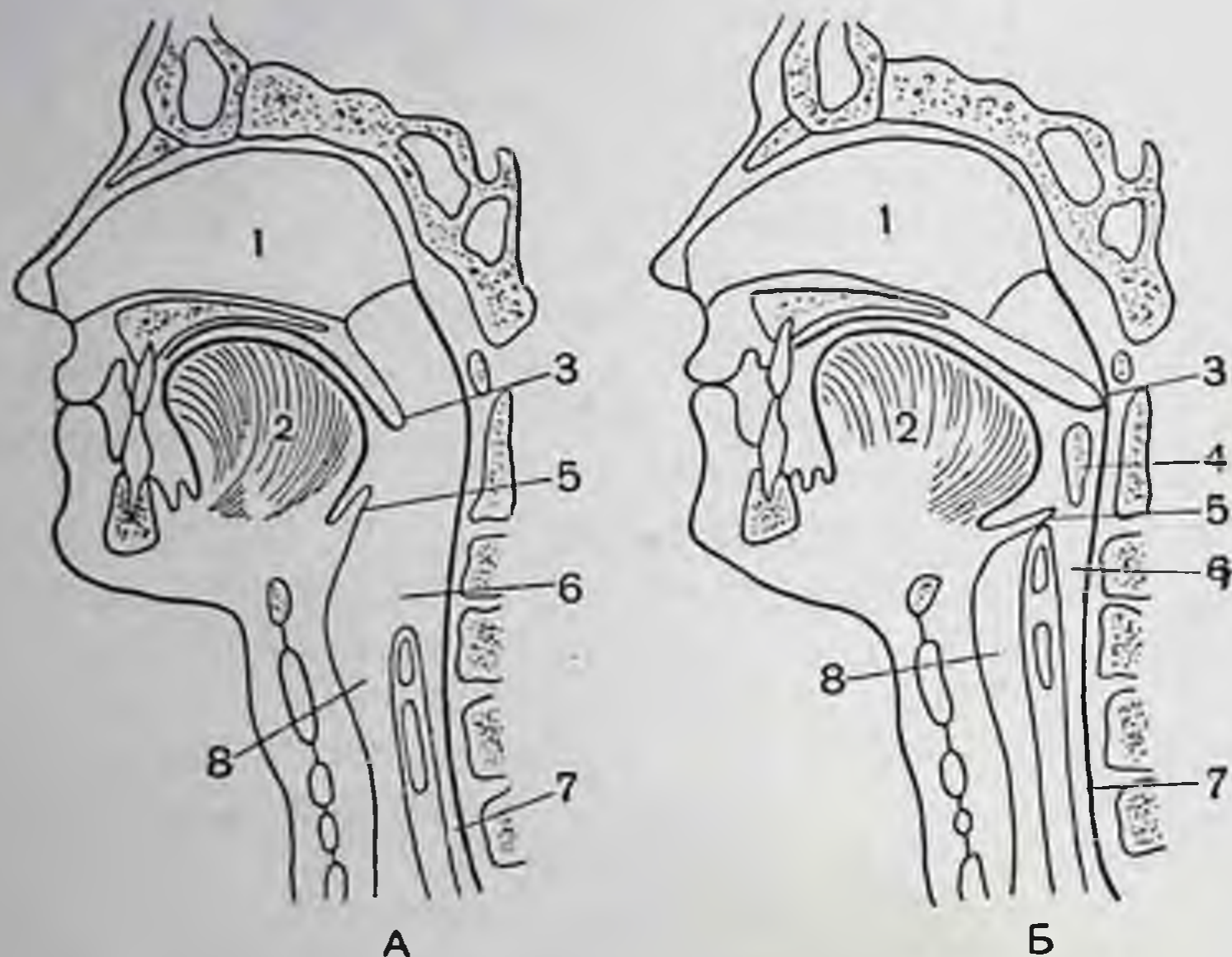


Рис. 75. Схема акта глотания:

А — глотка в покое; Б — глотательное движение; 1 — носовая полость; 2 — язык; 3 — мягкое нёбо; 4 — пищевой комок; 5 — надгортанник; 6 — нижняя часть глотки; 7 — пищевод; 8 — гортань.

Пищевой комок попадает в глотку. Внутренняя поверхность её выстлана слизистой оболочкой. Под этой оболочкой лежат мышцы, сокращения которых проталкивают комок дальше.

При глотании задняя часть *мягкого нёба*, обычно известная под именем «язычка», поднимается кверху и преграждает путь пище в носовую полость. Надгортанник в это время закрывает вход в гортань. Таким образом, пищевой комок, который продвигается сокращающейся мускулатурой, может пройти только в *пищевод* (рис. 75).

Пищевод. Пищевод — это мышечная трубка, которая имеет длину около 25 см и является прямым продолжением глотки (рис. 76).

Движение пищи по пищеводу обычно не вызывает ощущений. Может показаться, что проглоченная пища просто проваливается в желудок. Это неверно: жидкость проходит по пищеводу в течение 6—8 секунд; твёрдая пища, смоченная слюной, совершает этот путь в 2—3 раза медленнее, а сухое вещество проходит иногда

в течение нескольких минут. Если человек, висющий на турнике вниз головой, проглотит кусок хлеба, то последний дойдёт до желудка, несмотря на то, что будет подниматься вверх, против силы собственной тяжести. Это объясняется тем, что движение пищевого комка происходит в результате сокращения мышц. Сокращения начинаются с верхнего участка пищевода. Это обуславливает продвижение комка в участок, расположенный ниже. Когда сокращаются мышцы этого участка, пищевой комок передвигается в следующий участок и т. д. Такие волнообразные сокращения получили название *перистальтических*.

Никаких изменений пищи в пищеводе не происходит.

§ 35. Пищеварение в полости желудка

Строение желудка. Желудок (рис. 76 и цвет. табл. 1, 16) по своей форме напоминает химическую реторту. Он имеет два отверстия: входное—там, где в него впадает пищевод, и выходное—в том месте, где начинается двенадцатиперстная кишка.

Снаружи желудок покрыт соединительнотканной, а внутри слизистой оболочками. Между ними находится мышечный слой, который наиболее сильно выражен у входа и выхода из желудка. Слизистая оболочка образует хорошо выраженные извилистые складки, идущие в продольном направлении. В ней расположены многочисленные трубчатые железы (рис. 77), открывающиеся точечными отверстиями на небольших возвышениях, хорошо различимых через лупу. Эти железы выделяют *желудочный сок*.

Изолированный желудочек. Изучением механизма деятельности желудочных желез занимались в течение очень длительного времени учёные разных стран. Исследования производились с помощью фистульной методики. Впервые операцию наложения фистулы на желудок собаки сделал московский хирург проф. В. А. Б а с о в в 1842 г. В настоящее время эту операцию делают следующим

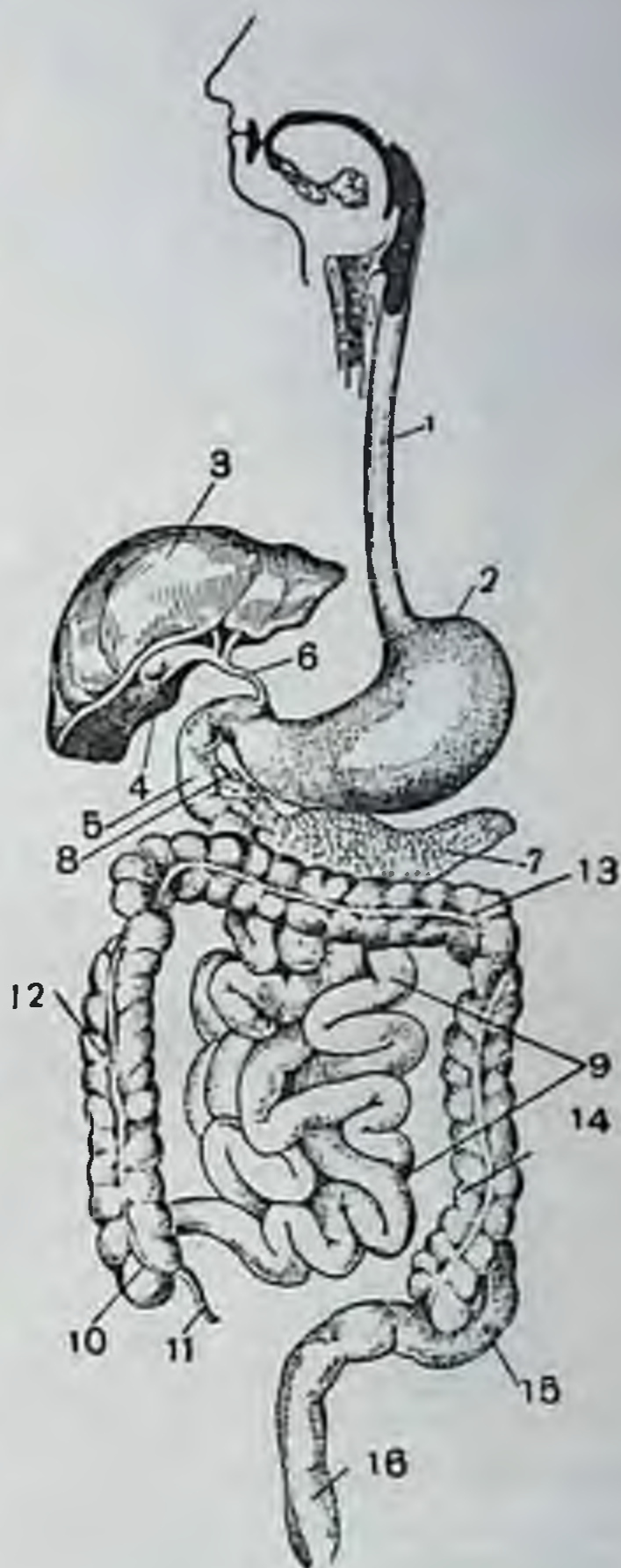


Рис. 76. Схема строения органов пищеварения:

- 1 — пищевод; 2 — желудок; 3 — печень; 4 — жёлчный пузырь; 5 — двенадцатиперстная кишка; 6 — жёлчный проток; 7 — поджелудочная железа; 8 — проток поджелудочной железы; 9 — тонкая кишка; 10 — слепая кишка; 11 — червеобразный отросток (аппендикс); 12 — восходящая часть толстой кишки; 13 — поперечная часть толстой кишки; 14 — нисходящая часть толстой кишки; 15 — сигмовидная; 16 — прямая кишка.

образом: разрезают стенки живота и желудка; в отверстие вставляют металлическую *фистульную трубку*, один конец которой открывается в желудок, а другой наружу; рану вокруг трубки тщательно зашивают. Отверстие трубки обычно закрыто пробкой; если её вынуть, то можно собрать и исследовать содержимое желудка.

Сок, получаемый из фистульной трубки, всегда смешан с пищей. Это затрудняет разрешение ряда вопросов, касающихся его состава и действия. Надо было найти способ получения чистого желудочного сока. Этот способ предложил И. П. Павлов.



Рис. 77. Схема строения желудочной железы.

Продолговатые клетки — главные (выделяют ферменты), овальные — обкладочные (выделяют соляную кислоту).

И. П. Павлов произвёл операцию, при которой из части желудочной стенки делается маленький мешочек, совершенно изолированный от полости желудка; поэтому пища в него не проходит. Отверстие мешочка выводится наружу. Сок, вырабатываемый в нём желудочными железами, не смешивается с пищей и, вытекая наружу чистым, может быть собран и исследован (рис. 78).

Сделанный таким образом мешочек получил название изолированного, или малого, желудочка. Работа его представляет собой как бы миниатюрную копию работы всего желудка.

Исследуя сокоотделение из павловского изолированного желудочка, можно легко изучать влияние различных пищевых или непищевых веществ на деятельность желудочных желез, исследовать качество отделяющегося сока и определить его количество.

Операцию образования изолированного желудочка применяли и до И. П. Павлова. Но этот желудочек сохранял связь с организмом только посредством кровеносной системы; нервы, идущие к нему, перерезались при операции. И. П. Павлов так усовершенствовал последнюю, что изолированный желудочек сохранял связь с организмом при помощи не только кровеносной, но и нервной системы. Это дало возможность проследить и гуморальные, и нервные воздействия на работу желудочных желез.

Изменение пищи в полости желудка. Через 5—8 минут после начала кормления животного железы желудка начинают выделять желудочный сок, под влиянием которого происходит химическое изменение пищи.

В состав желудочного сока входят три фермента: пепсин, липаза и сычужный фермент. *Пепсин* вызывает распад белковых молекул пищи на ещё сложные соединения — *пептоны* и *альбумозы*. *Липаза* расщепляет жиры. *Сычужный фермент* створаживает молоко.

Кроме ферментов, в желудочном соке имеются различные органические и неорганические вещества. Особо важное значение среди них имеет *соляная кислота*, содержание которой в соке составляет от 0,3 до 0,5%.

Значение пепсина и соляной кислоты выясняется на опыте. Берут четыре пробирки. В три из них наливают по одинаковому количеству желудочного сока: в первую — натурального, во вторую — с нейтрализованной соляной кислотой, в третью — предварительно прокипяченного. В четвертую пробирку наливают полуцентный раствор соляной кислоты. В каждую из пробирок кладут по равному количеству белка фибрина и ставят в кастрюлю с водой, нагретой до 37°. По истечении 10—15 минут оказывается,



Рис. 78. Схематическое изображение собаки с фистулой желудка и перерезанным пищеводом (1) и собаки с изолированным желудочком (2); 3 — фистульная трубка для собирания сока из желудка.

что в первой пробирке (с чистым натуральным соком) произошло энергичное расщепление фибрина; во второй (с нейтрализованным соком) расщепление крайне слабо; в третьей и четвертой — произошли приблизительно одинаковые изменения, выразившиеся в разбухании фибрина. В третьей пробирке химическое действие пепсина было уничтожено кипячением, и фибрин находился лишь под воздействием соляной кислоты, которая действовала и в четвертой пробирке.

Из опыта можно заключить: 1) расщепление белков происходит под действием фермента пепсина, 2) соляная кислота обеспечивает благоприятные условия для действия пепсина и 3) действие пепсина уничтожается кипячением.

Ферментов, способных действовать на углеводы, в составе желудочного сока нет. Однако расщепление их в полости желудка всё же происходит, так как слюна, поступающая из ротовой полости, содержит пتيالлин. Последний действует в слабощелочной среде и не может действовать в кислой. Поэтому расщепление углеводов в желудке ограничивается 20—30 минутами после приёма пищи, т. е. временем, которое необходимо для пропитывания всей пищевой массы кислым желудочным соком.

Сокоотделение при разной пище. В лабораториях И. П. Павлова установлено, что количество желудочного сока, качество и в особенности скорость и продолжительность его отделения зависят от характера пищевых веществ.

У собаки сокоотделение при еде мяса продолжается 8 часов, причём наибольшее количество сока выделяется к концу первого часа или на втором часе, затем оно постепенно уменьшается. При еде хлеба продолжительность сокоотделения равна 10 часам, максимум его достигается к концу первого часа, со второго же часа начинается уменьшение. Сокоотделение на молоко продолжается 6 часов, максимум отделения достигается к концу третьего часа. Желудочный сок, выделяемый на мясо, хлеб и молоко, имеет разную кислотность и содержит неодинаковые количества ферментов.

Механизм сокоотделения. Деятельность желудочных желез под влиянием различных веществ, приносимых к ним кровью, была доказана ещё до И. П. Павлова. Отделение желудочного сока под воздействием нервных импульсов установлено И. П. Павловым.

У собаки с фистулой желудка И. П. Павлов перерезал пищевод. После этой операции пища, проглатываемая животным, вываливается из верхней части перерезанного пищевода и в желудок не поступает. Несмотря на это, через 5—8 минут после такого мнимого кормления из фистульной трубки вытекает чистый желудочный сок. Отделение его в данном случае может происходить только рефлекторным путём; перерезка блуждающих нервов, идущих к желудку, прекращает сокоотделение.

Наличие рефлекторного отделения желудочного сока доказывалось ещё и тем, что он начинает отделяться не только при поступлении пищи в полость рта или желудка, но и тогда, когда человек или животное только видят пищу или чувствуют её запах.

Применение методов изолированного желудочка и мнимого кормления привело И. П. Павлова к установлению двух фаз в нормальной деятельности желудочных желез. Первая фаза начинается через 5—8 минут после того, как пища попадает в ротовую полость. Эта фаза обуславливается рефлекторным механизмом: возбуждение, возникшее в рецепторах ротовой полости, проводится по центростремительным нервам в головной мозг; оттуда по центробежным нервам возбуждение достигает желудочных желез и вызывает их деятельность. «Рефлекторный» желудочный сок богат пепсином, который расщепляет белки пищи. Некоторые вещества, образующиеся в желудке при поступлении в него пищи, всасываются в кровь и приносятся ею к желудочным железам. Под воздействием этих веществ начинается вторая фаза сокоотделения, получившая название гуморальной.

В течение 2—3 часов после приёма пищи оба механизма — нервный и гуморальный — действуют вместе, но первый из них преобладает. Затем нервные воздействия на функцию желудочных желез прекращаются, а гуморальные продолжают на протяжении ещё нескольких часов.

§ 36. Пищеварение в тонкой кишке

Тонкая кишка. Под влиянием сокращения мышечной стенки желудка пища переходит в тонкую кишку (цвет. табл. I, 18).

Тонкая кишка имеет длину 5—6 м. Она обладает стенками из трёх слоёв. Внутренний слой состоит из слизистой оболочки, которая образует многочисленные круговые складки, заполняющие почти весь просвет кишки. Средний слой образован гладкими мышцами, сокращения которых вызывают перистальтические движения кишки. Наружным слоем является брюшина, которая имеет вид полупрозрачной тонкой плёнки.

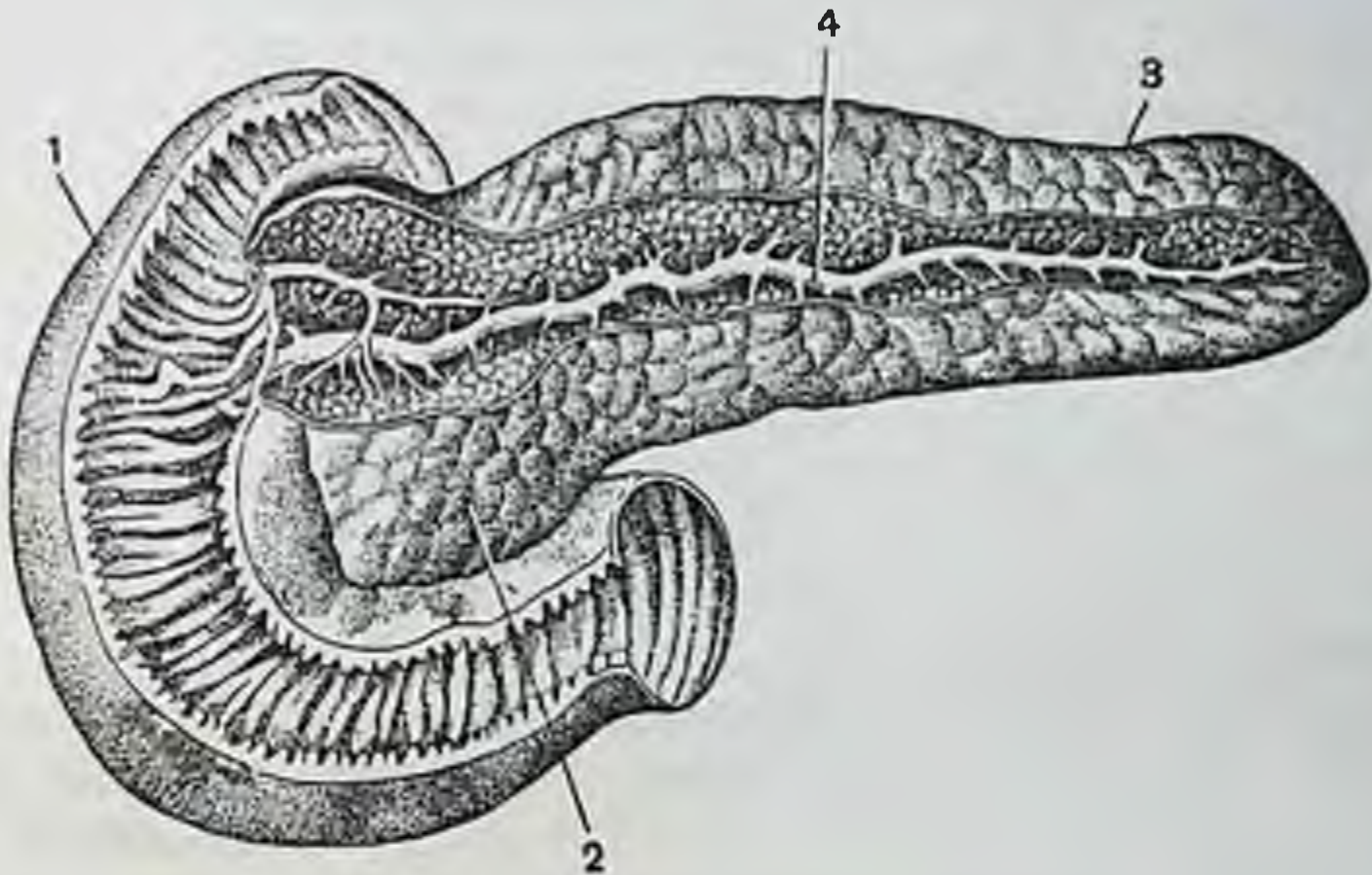


Рис. 79. Двенадцатиперстная кишка и поджелудочная железа:
1 — двенадцатиперстная кишка; 2 — головка поджелудочной железы;
3 — хвост железы; 4 — главный выводной проток железы.

Начало кишки имеет форму подковы, лежащей позади желудка, на задней стенке брюшной полости. Эта наиболее широкая часть тонкой кишки носит название *двенадцатиперстной*, так как её длина равна толщине двенадцати пальцев (перстов).

На пищу, поступающую из желудка в двенадцатиперстную кишку, изливаются соки поджелудочной железы, кишечных желез и печени.

Сок поджелудочной железы. (Поджелудочная железа представляет собой удлинённое тело, лежащее позади желудка на уровне первого поясничного позвонка (рис. 79); головка её охватывается «подковой» двенадцатиперстной кишки, а хвост достигает селезёнки и левой почки. От железы отходят два протока, которые открываются своими отверстиями в двенадцатиперстную кишку.)

Состав и отделение *поджелудочного сока* были изучены И. П. Павловым, который разработал методику наложения фистулы протока поджелудочной железы. Эта операция заключается в следующем: кусочек стенки двенадцатиперстной кишки в месте впадения в неё

одного из протоков поджелудочной железы вырезается и вшивается в рану на стенке живота, целость кишки восстанавливается швами. После операции часть поджелудочного сока будет выделяться наружу, а часть по второму, нетронутому протоку будет попадать в двенадцатиперстную кишку и участвовать в процессе пищеварения.

Животные, перенесшие операцию, могут жить несколько лет, в течение которых от них собирают сок и исследуют секрецию поджелудочной железы, находящейся в глубине тела и недоступной прямому наблюдению.

Как и все пищеварительные соки, сок поджелудочной железы содержит воду и плотный остаток, который состоит из неорганических и органических веществ. Среди последних имеются ферменты, действующие на все три вида питательных веществ.

Фермент, вызывающий расщепление белков, называется *трипсином*. Если из протока поджелудочной железы получить чистый сок, то содержащийся в нём трипсин является неактивным и расщепляющего действия на белок не оказывает. При смешении сока поджелудочной железы с соком кишечных желез трипсин приобретает способность расщеплять белок. Отсюда можно сделать вывод, что кишечный сок содержит вещество, активизирующее трипсин.

Трипсин действует как на белок, так и на продукты его распада (альбумозы и пептоны), которые образовались в желудке под воздействием пепсина. Трипсин расщепляет белковую молекулу до *аминокислот* — конечных продуктов её распада в кишечнике.

Фермент, расщепляющий жиры, называется *липазой*. В чистом поджелудочном соке он, так же как и трипсин, находится в недействительной форме. Переход липазы в активную форму происходит под влиянием жёлчи, которая выделяется печенью. Липаза расщепляет жиры пищи на *глицерин* и *жирные кислоты*.

Фермент, расщепляющий углеводы пищи, называется *амилазой*. В чистом соке поджелудочной железы он находится в активной форме. Под влиянием амилазы, а также и некоторых других ферментов, расщепление большинства углеводов пищи происходит до *глюкозы* — конечной стадии распада углеводов в кишечнике.

Продолжительность отделения поджелудочной железой сока, его количество и переваривающая сила изменяются в зависимости от состава пищи. Деятельность железы регулируется нервным и гуморальным механизмами.

Гуморальное воздействие на секрецию поджелудочной железы имеет весьма важное значение. Раздражителем, вызывающим гуморальное отделение сока, является особое вещество — *секретин*. Последний образуется в двенадцатиперстной кишке при действии на её слизистую оболочку соляной кислоты, попадающей сюда с пищей; он может выделяться и под влиянием нервных импульсов. Секретин всасывается в кровь, доносится до поджелудочной железы и вызывает её деятельность.

Наличие нервных влияний на работу поджелудочной железы было неопровержимо доказано И. П. Павловым. Это влияние долго

не могли обнаружить за границей, и иностранные учёные признали его лишь после того, как один из учеников И. П. Павлова продемонстрировал им соответствующий опыт. Этот факт показывает, насколько было совершенно экспериментальное мастерство И. П. Павлова.

Кишечный сок. В слизистой оболочке всей тонкой кишки, начиная с двенадцатиперстной, находится большое количество маленьких желез, называемых кишечными. Они выделяют кишечный сок.

Сок кишечных желез содержит ферменты: липазу, действующую на жиры; *эрепсин*, вызывающий распад пептонов и альбумоз до аминокислот. Кроме того, в состав сока входят ферменты, расщепляющие углеводы.

Основными факторами, вызывающими отделение сока, являются механические и химические раздражения кишечных желез. В нормальных условиях его отделение происходит главным образом от раздражения слизистой оболочки кишки передвигающейся пищевой массой.

Химическими раздражителями кишечных желез являются желудочный и поджелудочный соки, продукты расщепления белков и некоторые другие вещества.

Состав кишечного сока изменяется в зависимости от поступающей в кишечник пищи. Так, например, на жирную пищу отделяется сок, богатый липазой; пища, содержащая много крахмала, увеличивает в кишечном соке ферменты, расщепляющие углеводы, и т. д.

Жёлчь. Третьим соком, поступающим в двенадцатиперстную кишку, является жёлчь, образующаяся в печени (рис. 76). Печень — самая крупная железа человеческого тела. Она занимает всю правую верхнюю часть брюшной полости (цвет. табл. I, 15).

Жёлчь активизирует действие всех ферментов поджелудочного сока и усиливает перистальтику гладкой мускулатуры кишечника. Действуя на жиры, она эмульгирует их, т. е. способствует раздроблению на мельчайшие капельки. Это увеличивает поверхность соприкосновения жира с липазой и создаёт лучшие условия для его расщепления. Образовавшиеся при этом жирные кислоты реагируют с жёлчными кислотами и образуют растворимые в воде соединения.

Процессы, идущие в тонкой кишке. Перистальтические сокращения гладкой мускулатуры передвигают питательные вещества из двенадцатиперстной кишки по всему протяжению тонкой, где заканчиваются процессы их расщепления, которые начались под воздействием поджелудочного и кишечного соков и жёлчи.

По мере того как образуются конечные продукты расщепления питательных веществ (аминокислоты, глюкоза, соединения жирных кислот), происходит процесс их всасывания в кровь и лимфу.

Согласованность в работе органов пищеварения. Процессы, происходящие в пищеварительном тракте, представляют собой

цепь последовательно протекающих явлений. Желудочный сок начинает отделяться в ответ на раздражение нервных окончаний в слизистой оболочке ротовой полости. Этот рефлекторный сок расщепляет белки и подготавливает тем самым условия для «пуска в ход» гуморальной фазы желудочного сокоотделения. Переход пищи в двенадцатиперстную кишку приводит в действие гуморальный механизм, который вызывает отделение сока поджелудочной железой. Наконец, поступление в кишечник желудочного и поджелудочного соков является фактором, который вызывает секрецию сока кишечных желез.

Все процессы этой цепи тесно между собой связаны и друг на друга влияют. Весь ход процессов пищеварения находится под постоянным контролем центральной нервной системы, которая может рефлекторным путём усиливать или ослаблять его.

§ 37. Всасывание

Аппарат всасывания. Всасывание продуктов расщепления питательных веществ происходит через кишечные ворсинки тонкой кишки (рис. 80).

Кишечная ворсинка представляет собой очень малых размеров вырост слизистой оболочки. Стенка ворсинки образована однослойным эпителием, полость её заполнена сетью кровеносных и лимфатических сосудов.

Тонкая кишка имеет длину 5—6 м. Слизистая оболочка её образует многочисленные глубокие складки, на каждом квадратном сантиметре которых находится около 3 тыс. кишечных ворсинок. Вследствие такого строения внутренняя поверхность тонкой кишки достигает 5 кв. м.

Содержимое кишечника, в котором находятся продукты расщепления питательных веществ, отделяется от крови и лимфы очень тонкой перепонкой. Последняя состоит из однослойного эпителия ворсинки и одного слоя клеток, составляющих стенку капилляров.

Большая поверхность тонкой кишки и тонкость перепонки, через которую происходит всасывание, очень облегчают и ускоряют этот процесс.

Механизм всасывания. Переход продуктов расщепления питательных веществ из кишечника в кровь и лимфу нельзя объяснить физическими законами фильтрации и осмоса. Так, например, доказано, что эпителий кишечной ворсинки обладает односторонней проницаемостью, т. е. пропускает целый ряд веществ только в одну сторону — из кишечника в кровь. Другой особенностью клеток ворсинки является проницаемость их только для некоторых, а не для всех веществ. Наконец, установлено, что глицерин и жирные кислоты, проходя через стенку ворсинки, синтезируются и образуют жиры. Всё это заставляет считать всасывание физиологическим процессом, который обуславливается активной деятельностью клеток кишечного эпителия.

При всасывании в лимфу большую роль играет так называемый *ворсинный насос*. В ворсинке имеются гладкие мышечные волокна, идущие от основания её к вершине. Сокращение этих волокон вызывает укорочение ворсинки и выдавливание содержащейся в ней лимфы в лимфатические сосуды кишечной стенки. Возврату жидкости в ворсинку препятствуют клапаны лимфатических сосудов. Поэтому при расслаблении мышечных волокон давление лимфы уменьшается, и это способствует прохождению питательных растворов из кишечника в лимфатические щели ворсинки. Периодически повторяющиеся сокращения и расслабления мышечных волокон ворсинки превращают её в постоянно действующий всасывающий насос. Так как количество таких ворсинчатых насосов огромно, то создаётся мощная сила, которая способствует поступлению продуктов расщепления в лимфу.

Аминокислоты и глюкоза всасываются преимущественно в кровь. Основная масса продуктов расщепления жиров поступает в лимфу и только незначительное количество — в кровь.

Сахарообразовательная функция печени. Вся кровь из кишечника собирается в так называемую *воротную вену*, которая входит в печень и распадается в ней на капиллярную сеть (цвет. табл. V). Путём слияния мелких вен, начинающихся от этих капилляров, образуются *печёночные вены*, которые выносят кровь в нижнюю полую вену. Таким образом, кровь, поступающая в кишечник, а от него через печень в нижнюю полую вену, проходит через две капиллярные сети: одну в кишечнике (где артерии переходят в вены) и вторую в печени.

Некоторые вещества, в частности глюкоза, проходя по капиллярам печени, претерпевают химические изменения. Так, например, количество глюкозы в воротной вене сильно колеблется (в зависимости от интенсивности распада углеводов в кишечнике), а в печёночных венах всегда равно 0,1—0,12%. Это объясняется следующим: если кровь, идущая по капиллярам печени, содержит более 0,12% глюкозы, то печень задерживает её и превращает в гликоген (животный крахмал), который откладывает в своих клетках. В тех случаях, когда кровь содержит менее 0,1% глюкозы, отложенный в печени гликоген превращается в глюкозу и выделяется в кровь.

Превращению глюкозы в гликоген способствует *инсулин* — вещество, вырабатываемое поджелудочной железой. Обратный

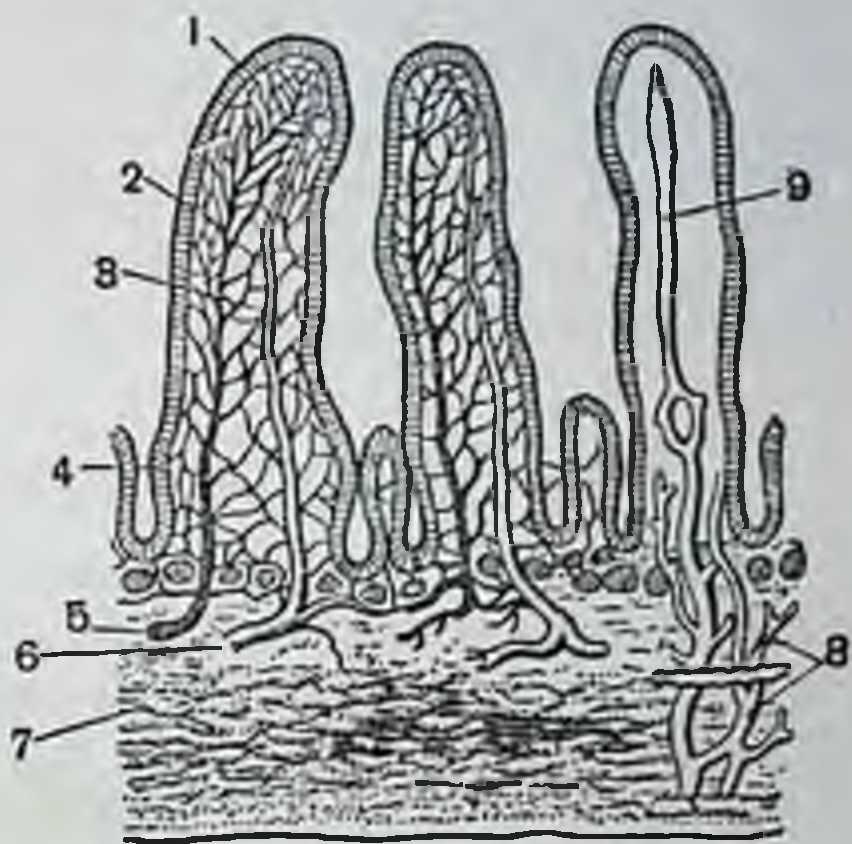


Рис. 80. Схема строения стенки тонкой кишки:

1 — эпителиальная стенка ворсинки; 2 и 3 — вена и артерия кишечной ворсинки; 4 — кишечная железа; 5 и 6 — вена и артерия кишечной стенки; 7 — мышечный слой тонкой кишки; 8 — лимфатические сосуды кишечной стенки; 9 — центральный лимфатический сосуд ворсинки.

процесс превращения гликогена в глюкозу обуславливается воздействием *адреналина*. Инсулин и адреналин являются продуктами желез внутренней секреции и поступают в печень с кровью (см. стр. 23).

Барьерная роль печени. При пищеварении в кишечнике образуется ряд ядовитых веществ. Если бы они разносились кровью по организму, то могли бы произойти тяжёлые расстройства, а при некоторых условиях и смерть.

Однако, когда эти ядовитые вещества проходят по капиллярам печени, они обезвреживаются путём превращения в другие, менее ядовитые соединения, которые затем выделяются из организма с мочой.

Таким образом, печень является как бы барьером, который не пропускает в организм вещества, могущие оказать вредное действие. Впервые эта функция печени была изучена И. П. Павловым.

§ 38. Изменение пищевых остатков в толстой кишке

Толстая кишка. В правой подвздошной яме (правый нижний угол живота) тонкая кишка впадает в толстую, несколько отступя от её конца. Этот конец является самой широкой частью толстой кишки и называется *слепой кишкой* (цвет. табл. I, 21). От последней

отходит тонкий полый *червеобразный отросток*, или *аппендикс*, длиной от 2 до 12 см, который рассматривается как рудиментарный орган (рис. 81). Проникновение в него твёрдых неперевавшихся частей пищи может вызвать его воспаление (аппендицит).

Толстая кишка имеет вид большого обода, окружающего петли тонкой кишки, и делится на несколько частей; *восходящую*, *поперечную*, *нисходящую*, *S-образную*, или *сигмовидную*, и *прямую кишку* (рис. 76 и цвет. табл. I, 19).

Под наружным покровом толстой кишки имеется мышечный слой, состоящий из круговых и продольных волокон; внутри она выстлана слизистой оболочкой, лишённой ворсинок.

Перистальтические сокращения гладкой мускулатуры, передвигающие пищу по всему пищеварительному каналу, происходят и в толстой кишке.

Процессы, идущие в толстой кишке. В толстой кишке происходит всасывание в кровь воды. Вследствие этого пищевые остатки обезвоживаются и превращаются в каловые массы.

Каловые массы состоят из неперевавшейся части пищи; объём их зависит от её качества. При питании растительной пищей, которая



Рис. 81. Слепая кишка: 1 — тонкая кишка; 2 — толстая кишка; 3 — слепая кишка; 4 — червеобразный отросток; 5 — отверстие червеобразного отростка в слепой кишке.

хуже усваивается, чем мясная, каловых масс больше; при питании пшеничным хлебом их меньше, чем при потреблении ржаного хлеба, и т. д.

Около 30% сухого остатка кала составляют живые и мёртвые микроорганизмы. Среди последних всегда присутствуют бактерии брожения и гниения. Микроорганизмы, населяющие кишечник, имеют значение для пищеварительных процессов. Так, например, некоторые растительные вещества, не расщепляющиеся ферментами, подвергаются распаду под воздействием микроорганизмов.

Скопление каловых масс происходит в прямой кишке, из которой они выбрасываются наружу. Это выбрасывание является сложным рефлекторным актом. Возможность произвольной задержки его свидетельствует о том, что на него оказывает влияние кора больших полушарий головного мозга.

VI. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ПИТАНИЕ

§ 39. Ассимиляция

Превращение веществ. Поступающие в пищеварительный тракт пищевые продукты — мясо, рыба, хлеб, крупы, картофель, овощи, масло и т. п. — содержат необходимые для жизнедеятельности клеток вещества органические (белки, жиры, углеводы) и неорганические (воду и минеральные соли). Сложные органические вещества в большинстве случаев образуют коллоидные растворы, которые не проходят через стенки кишечника в кровь или лимфу. Следовательно, в том виде, в каком они находятся в пище, белки, жиры и углеводы не могут достигнуть нуждающихся в них клеток.

Подвергаясь в кишечнике сложным физическим и химическим превращениям, питательные вещества расщепляются на простые соединения, которые образуют истинные растворы, легко проходящие через различные животные перепонки и достигающие всех клеток тела.

Усвоение белков. Белки состоят из аминокислот, которых известно около тридцати, причём у всех животных они построены одинаково. Аминокислоты, соединяясь друг с другом в различных количественных комбинациях, дают очень большое число разных белков, различающихся по своим качественным особенностям. Каждый из таких белков встречается только в определённом организме, т. е. специфичен для него.

Белки разных животных специфичны по химической структуре и биологическому значению. Если белок животного, мясом которого мы питаемся, ввести непосредственно в кровь, то наступят тяжелейшие расстройства и даже смерть. Более того, белки одного человека, будучи введены в кровь другого человека, также могут вызвать тяжёлые нарушения в состоянии организма. Этим, собственно, и объясняется невозможность переливания крови без учёта её группы.

Белки, поступившие с пищей в кишечник, под влиянием пепсина, трипсина и эрепсина расщепляются на аминокислоты, которые не обладают специфичностью.

Аминокислоты — конечный продукт расщепления белков в кишечнике — образуют истинные растворы, всасываются в кровь и доставляются ею к клеткам и тканям всего организма. Здесь из аминокислот образуются специфические белки, т. е. разные в различных клетках и тканях.

Белки являются основным материалом, из которого состоит протоплазма и ядро клеток. Поэтому потребность в них организма особенно велика в молодости, когда клетки растут, размножаются и масса живой протоплазмы увеличивается. Но потребность в белках ощущается и в зрелом возрасте, так как они непрерывно расходуются в процессе жизнедеятельности клеток.

Усвоение жиров. Жиры пищевых продуктов под воздействием липазы и жёлчи распадаются в кишечнике на глицерин и легко растворимые вещества, которые всасываются в лимфу. Проходя через слизистую оболочку тонкой кишки, все эти продукты расщепления вновь соединяются друг с другом и образуют жиры, специфические для человеческого организма и вовсе непохожие на те (сливочное масло, свиное сало и т. п.), которые были приняты в пищу. Доходя до клеток, жиры откладываются в запас. Отложение их происходит в подкожной клетчатке и в брюшной полости (в сальнике, околопочечной клетчатке) (цвет. табл. 1, 17 и 20).

Усвоение углеводов. Углеводы, например крахмал, солодовый и тростниковый сахар, под влиянием пталина, амилазы и других ферментов расщепляются в кишечнике до глюкозы, или виноградного сахара. Последний всасывается в кровь и поступает с ней в печень, где превращается в гликоген, или животный крахмал. Отложение гликогена происходит и в мышцах, которые потребляют его при своей работе. Гликоген представляет собой запасный углевод, дающий при расщеплении вновь виноградный сахар. Последний постоянно содержится в крови и непрерывно доставляется клеткам, использующим его в своей жизнедеятельности. При очень обильном питании углеводами из них в организме могут образоваться жиры (вспомним, что накопление жира у домашних животных происходит при откармливании их зерном или картофелем — продуктами, которые богаты углеводами).

Ассимиляция. Таким образом, сложные питательные вещества — белки, жиры и углеводы, поступившие в кишечный тракт, расщепляются на простые соединения, которые доходят до всех клеток тела. Здесь из них вновь образуются белки, жиры и углеводы, но уже подобные тем, из которых состоят клетки человека. Все эти процессы, при которых пищевые продукты усваиваются и уподобляются веществам клетки, называются ассимиляцией.

В результате ассимиляции происходит развитие новых клеток и рост организма или отложение в нём запасных веществ в виде жиров и гликогена. В образовавшихся органических соединениях накапливается потенциальная химическая энергия, которая была заключена в продуктах питания.

§ 40. Диссимиляция

Распад веществ. Через органы дыхания в кровь непрерывно поступает кислород, который доставляется ею к клеткам. Здесь он используется в процессах окисления и распада белков, жиров и углеводов, входящих в состав клетки.

Распад белков проходит через ряд этапов, и главными конечными продуктами его являются мочевина, углекислота, мочевая кислота, вода, фосфорно- и сернокислые соединения.

Жиры и глюкоза разрушаются в организме до воды и углекислоты.

Освобождение энергии в организме. Первоисточником всякого органического вещества является растение. Только оно одно способно построить эти сложные вещества из таких простых соединений, как вода, углекислый газ и различные соли. Даже питаясь животной пищей, мы в конечном итоге получаем органические вещества от растений, так как тело животного строится за счёт растительной пищи.

На образование органических веществ растение затрачивает солнечную энергию. Когда белки, жиры и углеводы распадаются в нашем теле, высвобождается энергия, когда-то затраченная на их образование. Эта энергия используется организмом на различные процессы жизнедеятельности: пищеварение, кровообращение, работу мозга, сокращение мышц и т. п.

Продукты распада, образовавшиеся в клетке, выносятся кровью к почкам, коже и лёгким, через которые они выделяются наружу.

Диссимиляция. Процессы, которые заключаются в том, что вещества, составляющие клетку, распадаются и освобождают заключённую в них энергию, объединяются под общим названием диссимиляции. В результате диссимиляции происходит разрушение веществ в организме человека и расходование накопленных запасов энергии.

§ 41. Обмен веществ и энергии

Обмен веществ и энергии. Ассимиляция и диссимиляция представляют собой два противоположных процесса: при ассимиляции образуются органические вещества и накапливается энергия; при диссимиляции вещества клеток разрушаются и энергия освобождается.

Несмотря на такую противоположность, эти два процесса друг с другом неразрывно связаны и зависят один от другого. Зависимость диссимиляции от ассимиляции совершенно ясна; для непрерывно идущего всю жизнь разрушения веществ необходимо постоянное их образование. Образование же веществ — ассимиляция — нуждается в энергии, которая освобождается при диссимиляции.

Связь между ассимиляцией и диссимиляцией настолько тесна, что их правильнее рассматривать не как два различных процесса, а как две стороны одного и того же процесса, который получил название обмена веществ. Это название очень хорошо отражает сущность происходящих явлений: в организм извне поступают белки, жиры, углеводы, минеральные соли, вода, кислород; организм выделяет наружу мочевину, мочевую кислоту, углекислый газ, аммиак и пр. Действительно, происходит обмен веществами между организмом и окружающей его средой.

Постоянно идущий обмен веществ с внешней средой состоит из бесконечной цепи химических реакций, постоянно протекающих в каждой клетке человека. В результате этих реакций клетки организма постоянно изменяются. Нет ни одного мгновения, в течение которого не шли бы процессы образования и распада веществ. Непрерывно в организме создается что-то новое и разрушается что-то старое, и он постоянно находится в состоянии самообновления.

Обмен веществ является самой характерной чертой жизни; все остальные её признаки (рост, размножение, раздражимость) лишь следствия этого процесса. С другой стороны, прекращение процессов ассимиляции и диссимиляции влечёт за собой смерть организма.

Определяя жизнь, Ф. Энгельс писал: «Жизнь — это способ существования белковых тел, существенным моментом которого является *постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой*, причём с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка».

Возрастные особенности обмена веществ. В период роста организма ассимиляция преобладает над диссимиляцией, т. е. ежедневно в организме образуется веществ больше, чем их разрушается при освобождении необходимой для жизнедеятельности энергии. В результате этого человек растёт.

Когда прекращается рост, процессы ассимиляции и диссимиляции уравниваются: в организме, как правило, образуется столько же веществ, сколько их и разрушается.

Нарушения в обмене веществ. Очень часто в зрелом возрасте равновесие между ассимиляцией и диссимиляцией нарушается в ту или иную сторону.

При недостаточном питании поступающие в организм вещества перестают возмещать расходы, происходящие при диссимиляции. В этих случаях организм использует в первую очередь запасные жиры, отложенные под кожей и в брюшной полости. Однако происходит распад и белков, входящих в состав клеток; при длительном голодании это может вызвать серьёзные нарушения в организме, влекущие за собой смерть. Обычно она наступает при потере 30—40% общего веса тела.

Недостаточное питание в молодости может уничтожить преобладание ассимиляции над диссимиляцией и привести к остановке роста и развития.

При очень обильном поступлении веществ, превышающем нормальные затраты организма, в нём откладываются гликоген и жиры. Большое накопление последних приводит к так называемому ожирению, которое является вредным. Белки в организм человека не откладываются: если их в пище много, то они разрушаются или превращаются в жиры и углеводы. Так как при этом образуется много азотистых продуктов распада, обильная белковая пища не является полезной.

Закон сохранения вещества и энергии. Наблюдения, поставленные над обменом веществ, показали, что при равновесии между ассимиляцией и диссимиляцией вес поступающих в организм веществ равен весу выделенных веществ. У растущего организма вес поступающих веществ равен весу выделенных плюс прибавка в весе тела.

Исследования, проведённые над животными и человеком в специальных камерах (рис. 82), привели к выводу, что энергия в жи-

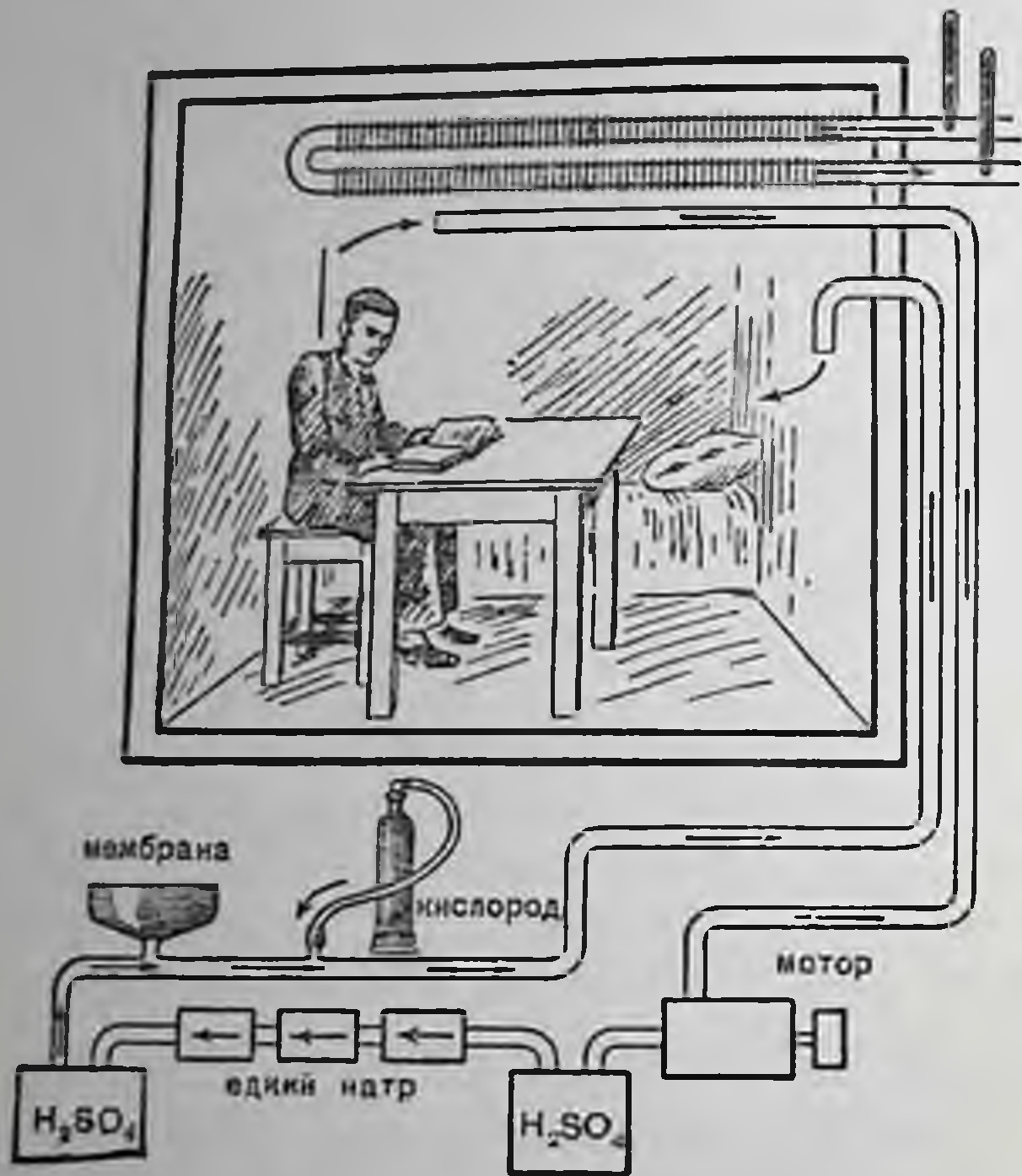


Рис. 82. Камера для исследования газообмена и расхода энергии.

Внизу дана схема приспособлений для вентиляции воздуха в камере, поглощения паров воды серной кислотой, поглощения углекислоты едким натром и подачи кислорода. Мембрана служит для выравнивания давления воздуха. В верхней части камеры расположены радиаторы, через которые непрерывно протекает вода. Два термометра служат для учёта температуры притекающей и оттекающей воды. Зная количество воды, прошедшей через радиаторы камеры за определённое время, и на сколько градусов она согрелась, можно вычислить, сколько тепловой энергии отдано организмом человека, который находился в камере. Одновременно камера служит для определения количества поглощённого организмом кислорода и выделенного углекислого газа (на основании поглощения последнего едким натром).

вом организме постоянно претерпевает различные изменения и превращения в новые формы, но никогда не исчезает бесследно и не образуется вновь. Количество энергии, освобождаемой в течение определённого времени в организме, соответствует тому количеству потенциальной химической энергии, которое заключалось в веществах, разрушенных за этот промежуток времени.

Таким образом, обмен веществ и энергии в человеческом теле подчиняется действующему во всей природе закону сохранения вещества и энергии.

Регуляция обмена веществ. Обмен веществ не сохраняется на одном постоянном уровне. Он изменяется в зависимости от состояния человека и проводимой работы. Эти изменения регулируются нервным и гуморальным механизмами.

Наличие нервной регуляции доказывается, в частности, следующим опытом: при уколе иглой определённого участка головного

мозга происходит распад гликогена в печени и появление сахара в моче. Жировой, белковый, водный и минеральный обмен регулируются участком головного мозга, который носит название подбугровой области. В работах академика К. М. Быкова показано регулирующее влияние на обмен веществ коры головного мозга.

Примером гуморального воздействия на обмен веществ может служить превращение глюкозы в гликоген. Оно происходит в печени под воздействием инсулина, который образуется в особых клетках поджелудочной железы и доставляется кровью. При удалении поджелудочной железы резко возрастает количество сахара в крови, так как нарушается образование гликогена в печени и мышцах.

Уже указывалось (см. стр. 23), что в организме существует целый ряд желез внутренней секреции (щитовидная, надпочечная и др.), которые образующиеся в них вещества выделяют в кровь. Кровь разносит эти вещества по всему организму, и они действуют на обмен веществ в клетках, усиливая или ослабляя его в зависимости от состояния организма. Нарушение деятельности желез внутренней секреции влечёт за собой изменения в обмене веществ. Так, например, при удалении щитовидной железы, лежащей на передней поверхности гортани, происходит значительное понижение обмена веществ.

Усиление или ослабление деятельности желез внутренней секреции зависит от получаемых ими нервных импульсов. Поэтому вся гуморальная регуляция обмена веществ подконтрольна нервной системе и высшему её отделу — коре головного мозга.

§ 42. Обмен веществ и составление пищевого рациона

Основной обмен. Интенсивность диссимиляции зависит от условий, в которых находится человек. Во время сна распад веществ минимален, он усиливается, когда человек поднимается с постели и переходит к деятельности. С повышением интенсивности распада веществ увеличивается количество освобождающейся в организме энергии.

Минимальные затраты питательных веществ (при покое организма, в состоянии натошак и при комнатной температуре) составляют так называемый основной обмен. Последний обусловлен тем, что в организме постоянно происходит распад белков, жиров и углеводов и расходование энергии. Эта энергия употребляется на внутриклеточные химические реакции, протекающие с поглощением тепла, на поддержание постоянной температуры тела, на деятельность сердца, дыхательного аппарата и других органов, работа которых ни при каких условиях во время жизни не прекращается.

Расход энергии при основном обмене взрослого человека определяется в 1500—1700 больших калорий¹. Говоря иными словами,

¹ Большая калория — это количество тепла, необходимое для нагревания 1 л воды на 1°С. Большая калория обозначается буквами ккал.

при максимальном покое в организме должно расщепиться столько углеводов, жиров и белков, сколько надо для освобождения 1500—1700 больших калорий.

Величина основного обмена зависит от возраста, пола, размеров тела. Так, например, траты детей, вследствие небольших размеров их тела, меньше, чем траты взрослых. Однако относительная величина основного обмена (рассчитанная на единицу веса) у детей больше, чем у взрослых. Взрослый человек тратит в течение суток около 25 ккал на 1 кг веса, 12—13-летний подросток — 34 ккал, а 2—3-летний ребёнок — 52 ккал.

Обмен при работе. Если производится какая-нибудь работа, обмен веществ усиливается прямо пропорционально её тяжести.

При работе лёгкой и средней тяжести человек тратит в сутки 2400—3000 ккал. О расходовании организмом энергии при различных видах работы дают представление приводимые табл. 1 и 2.

Таблица 1

Средняя затрата энергии в час на килограмм веса при разных физиологических условиях

	ккал		ккал
Основной обмен	1,00	Работа переплётчика	2,43
Спокойное лежание без сна	1,10	Прогулка со скоростью 4,2 км в час	2,86
" сидение	1,43	Работа столяра и металлиста	3,43
Чтение вслух	1,50	" каменщика	5,71
Стояние без напряжения	1,50	" пильщика дров	6,86
Ручное шитьё	1,59	Плавание	7,14
Пение	1,74	Бег (8 км в час)	8,14
Работа портного	1,93		
Мытьё посуды	2,06		

Усиленный расход энергии при работе объясняется сокращением скелетной мускулатуры, учащением и углублением дыхательных движений, усилением сердечной деятельности.

Интенсивность обмена веществ зависит не только от деятельности человека, но и от многих других как внутренних, так и внешних причин. Приём пищи, особенно белковой, усиливает обмен веществ, голодание — понижает. На обмен влияют беременность, различные болезни, психические переживания, климат, время года и т. д.

Калорийность пищи. Совершенно ясно, что, если не покрывать расходов организма, человек должен будет умереть через сравнительно короткий срок. Отсюда огромное значение вопроса о том, как построить питание человека, чтобы приход веществ был равен их расходу (для взрослых) или даже преобладал над ним (для растущего организма).

При правильной организации питания количество энергии, доставляемой пищей, должно соответствовать затратам её организмом.

Определение калорийности пищи не представляет трудности, так как известно, что при окислении в организме 1 г углеводов или белков освобождается в среднем 4,1 ккал, а при распаде 1 г жиров — 9,3 ккал. Зная количество белков, жиров и углеводов в пищевом продукте, можно высчитать количество заключённой в нём энергии.

Таблица 2

Средняя величина суточной затраты энергии у лиц различных профессий

Профессия	Суточный расход энергии в ккал
Металлисты: токари и инструментальщики	3 000
кузнецы	3 700—4 000
рабочие прокатного цеха	3 900—4 100
литейщики	4 000—4 500
Плотники	4 500
Подносчики кирпича	5 400
Каменщики-кладчики	4 000
Трактористы	2 900—3 000
Пахари	4 700—5 000
Косцы при ручной косьбе	7 200
. машинной косьбе	3 600
Вязальщики снопов	5 300—6 500
Студенты	2 800
Школьники 8—11 лет	1 900
. 12—14	2 400

При составлении пищевых рационов надо учитывать, что некоторое количество пищи не усваивается организмом, т. е. не переваривается и в кровь не всасывается (табл. 3). Усвояемость продуктов животных выше, чем растительных. При смешанном питании в среднем не усваивается около 10% пищи.

Таблица 3

Усвояемость продуктов

Название продуктов	Процент усвояемости			
	белков	жиров	углево- дов	минераль- ных солей
Мясо	95	95	—	80,4
Яйца	97	95	—	81,3
Ржаной хлеб грубого помола	60	85	90	—
Рис	80	90	95	57,0
Картофель	65	85	95	64,2

Химический состав пищи. Наблюдения, проведенные над питанием животных и человека, показали, что организму далеко не безразлично, в каких питательных веществах будет находиться необходимое ему количество энергии.

Правильно построенный *пищевой рацион* человека, тратящего ежедневно 2400—3000 ккал, должен включать 70—100 г белков, 50 г жиров и 400—500 г углеводов.

В настоящее время твердо установлено, что исключение из пищи какого-либо из питательных веществ или резкое сокращение его количества нарушает нормальную деятельность организма. Это необходимо особенно подчеркнуть в отношении белков, так как они являются не только источником энергии для организма, но главным образом материалом, из которого строятся клетки организма.

Белковый минимум. То наименьшее количество белка, которое необходимо человеку для возмещения суточных затрат организма, носит название *белкового минимума*. Для взрослого человека он составляет в среднем 70—80 г.

Некоторые буржуазные учёные допускают возможность снижения этого количества. Однако уменьшение названной нормы на длительный срок вредно, так как может вызвать различные нарушения в организме.

Особенно большое значение имеет белок в питании растущего организма, так как последний тратит его не только на возмещение распавшихся белков, но и на построение новых клеток.

Азотистое равновесие. Белки являются единственным питательным веществом, содержащим азот. Последний входит в их состав в количестве 16%. Продукты распада, содержащие азот, выделяются почти полностью через почки; поэтому, зная количество азота в моче, можно довольно точно определить вес распадающихся в организме белков.

Если количества белка, поступающего и расщепляющегося, равны, в организме имеет место так называемое *белковое, или азотистое, равновесие*. Только при его наличии питание взрослого человека можно считать нормальным.

В растущем организме белки идут на построение непрерывно образующихся клеток. Поэтому количество белков в пище детей должно значительно превышать количество белков, расщепляющихся в их организме.

Полноценные и неполноценные белки. Физиологическую оценку различных белков производили в опытах с кормлением молодых животных. Последние получали пищу, составленную из одинаковых количеств разных белков. На 30-й день животные взвешивались, и экспериментатор определял увеличение или, наоборот, уменьшение их веса. На основании подобных опытов было установлено, что необходимо различать белки полноценные и неполноценные.

Полноценные белки содержат все нужные организму аминокислоты в необходимых для него количествах. Такими белками богаты молоко, яйца, мясо и другие продукты животного происхождения.

Неполноценными называются белки, в составе которых отсутствуют нужные для организма аминокислоты или имеются, но в недостаточном количестве. Все пищевые продукты растительного происхождения, в отличие от продуктов животного происхождения, содержат менее полноценные или даже неполноценные белки.

§ 43. Пищевые продукты и их питательная ценность

Химический состав продуктов. По строению зубов и питанию человек является существом всеядным, т. е. употребляющим в пищу продукты как животного, так и растительного происхождения.

Рассматривая таблицу химического состава пищевых продуктов (см. стр. 230), можно установить, что любой из них содержит необходимые для организма белки, жиры и углеводы. Но количество этих соединений в различных продуктах далеко не одинаково.

Продукты растительного происхождения имеют в своём составе много углеводов и, как правило, мало белков. Поэтому *растительная пища считается по преимуществу углеводистой.*

Наоборот, продукты животного происхождения или совсем не имеют в своём составе углеводов, или содержат их очень мало. Зато в их состав входит сравнительно много белков. *Животная пища является по преимуществу белковой.*

Что касается жиров, то количество их очень широко колеблется в обеих группах продуктов.

Продукты, доставляющие белок. Основным поставщиком белка в наш организм следует считать *различные сорта мяса* (говядина, баранина, свинина, мясо кроликов, кур, гусей, уток и т. д.), которые содержат до 21% белка. На втором месте можно поставить *рыбу* (до 20% белка).

Много белка содержат яйца (13%) и различные *молочные продукты* (творог — 15%). В деревне важным поставщиком белка является молоко. Правда, оно содержит только 3,5% белка, однако человек, выпивший литр молока, вводит в организм половину суточной белковой нормы.

Из растительных продуктов большое количество белка (около 25%) содержат *семена растений* из семейства *бобовых* (бобы, фасоль, горох, чечевица). Но растительные клетки покрыты непереваримой оболочкой из клетчатки. Это очень замедляет процесс усвоения, так как пищеварительные соки должны пройти через оболочку в клетки, а образовавшиеся внутри последние растворы аминокислот — выйти из них в полость кишечника. Кроме того, растительные белки по своему составу являются по преимуществу неполноценными.

Продукты, доставляющие углеводы. Необходимые углеводы человек получает в *хлебе* (43—58%), *крупах* (до 75%), *картофеле* (20%), *сахаре* (100%). Сахар, наравне с вареньем, конфетами и мёдом, является не только «вкусовым» продуктом, но обладает и высокой питательностью.

Продукты, доставляющие жиры. Жиры организм получает в растительном масле (99%), сливочном масле (86%), свином сале (68%), а также в таких продуктах, как говядина, сыр (до 40%), яйца (12%).

§ 44. Вода и минеральные соли

Вода. До 65% веса тела человека приходится на долю воды. При этом установлено, что чем активнее ткань или орган, тем больше она содержит воды: кости имеют в своём составе около 50% воды, мышечная ткань — около 75%, а головной мозг — около 80%.

Можно сказать, что без воды нет жизни. Голуби, получающие достаточное количество сухого корма, погибают через 4—5 дней, если они будут лишены воды. Человек может несколько недель переносить голод, но быстро умирает при отсутствии воды.

Человек теряет значительное количество воды с выделяемой мочой, потом, а также с воздухом, выдыхаемым из лёгких. Эти потери должны компенсироваться ежедневным введением в организм воды. Количество последней зависит от производимой работы и температуры воздуха. Так, например, летом, в связи с усиленным потоотделением, оно должно быть большим, чем зимой, когда отделение пота резко уменьшается. В среднем это количество составляет 1,5—3 л.

Половина необходимой для жизни воды поступает в организм с пищей, другая половина вводится в виде чая, кофе и различных напитков.

Минеральные соли. В теле человека и животного имеются различные минеральные соли, в которые входят натрий, калий, кальций, магний, фосфор, железо, сера, йод.

Калий и натрий встречаются в виде хлористых, углекислых и фосфорнокислых солей; калий — преимущественно в клетках, а натрий — в межклеточной жидкости. Кальций и фосфор содержатся в костной ткани, а также в крови и лимфе. Железо входит в состав гемоглобина и необходимо для выполнения им функции по переносу кислорода от лёгких к клеткам тела. При сжигании органических веществ минеральные соли остаются в золе. Общее количество их у человека составляет около 5% веса тела.

Минеральные соли имеют для организма очень большое значение: с одной стороны, они играют роль пластического материала, входя в состав клеток (кости), с другой стороны, только при их участии могут нормально протекать различные жизненные процессы.

Большое количество минеральных веществ выделяется организмом в составе мочи, пота и кала. Эти потери должны покрываться солями, поступающими с пищей. Отсутствие в ней минеральных веществ приводит животное к гибели. Собаки, получавшие беззольную (лишённую минеральных солей) пищу, погибали в течение одного месяца.

Обычно пища содержит достаточное количество солей; может хватать только хлористого натрия, который теряется организмом

в особенно больших количествах (до 15—20 г в сутки). Это вызывает необходимость добавлять к пище *поваренную соль*. Другие минеральные вещества могут оказаться в недостаточном количестве лишь в тех случаях, когда человек питается каким-нибудь одним продуктом. Это имеет место чаще всего у детей, пища которых значительно более однообразна, чем у взрослых.

§ 45. Витамины

Значение витаминов. Помимо достаточного количества белков, жиров и углеводов, а также воды и минеральных солей, пища должна содержать ещё некоторые вещества, получившие название витаминов.

Витамины представляют собой дополнительные факторы питания, которые нельзя отнести к белкам, жирам, углеводам, продуктам их



Рис. 83. Влияние витамина А на рост крыс.

Обе крысы одного возраста получали пищу, различающуюся только по жирам: пища левой крысы имела 5% подсолнечного масла (не содержит витамина А), пища правой — 1,5% сливочного масла (содержит витамин А).

распада или минеральным солям. В организме человека витамины не образуются или образуются в количествах, совершенно недостаточных; они поступают в него с пищей.

Витамины оказывают влияние на рост, обмен веществ и общее состояние организма. При отсутствии в пище того или иного витамина возникают различные заболевания, называемые *авитаминозами*.

Необходимость для организма каких-то дополнительных факторов, которые должны содержаться в пище, была впервые обнаружена русским исследователем **Луниным**.

Подробное изучение витаминов началось в связи с болезнью *бери-бери*, которая прежде была сильно распространена в Японии, Индонезии, на Филиппинских островах и в некоторых других странах. Бери-бери (в переводе означает «ножные оковы») обычно начинается с паралича ног, который затем распространяется на туловище и на руки. Болезнь протекает тяжело и может закончиться смертью. При изучении заболевания была обнаружена связь его с потреблением в пищу риса, очищенного на механических мельницах. При этой обработке с зерна сдирается оболочка и наружный красноватый слой, после чего рис получает название белого, или полирован-

ного. Было установлено, что вместе с оболочкой зерна удаляется какое-то вещество, отсутствие которого и является причиной возникновения бери-бери у людей, в основном питающихся рисом.

Значение этого жизненно важного вещества — витамина — было проверено и подтверждено опытами, поставленными на крысах и голубях. Впоследствии установили, что вещества, способные предохранять от заболевания бери-бери, имеются не только в зёрнах риса, но и в других продуктах.

Дальнейшие наблюдения показали, что такие заболевания, как цинга, пеллагра, рахит, тоже развиваются при отсутствии в пище того или иного специфически действующего витамина.

Витамины принято обозначать буквами латинского алфавита. В настоящее время все витамины делят на две группы: 1) растворимые в воде B_1 , B_2 , С и 2) растворимые в жирах — А, D, Е и К.

Витамин А. Недостаточное количество в пище витамина А вызывает заболевание глаз (изъязвление белочной и роговой оболочек) и ухудшает ночное зрение. Отсутствие этого витамина задерживает рост и развитие молодых животных, почему его и называли витамином роста (рис. 83). Если витамина А в пище вполне достаточно, то запасы его откладываются в печени.

В значительных количествах витамин А находится в сливочном масле, рыбьем жире, яичном желтке, печени, моркови, помидорах, шпинате, капусте и в некоторых других овощах.

Группа витаминов В. Первоначально витамином В называли ве-

Рис. 84. Болезнь бери-бери у человека

щество, отсутствие которого вызывает бери-бери. Дальнейшие исследования показали, что препарат, названный витамином В, является смесью нескольких витаминов, из которых B_1 , B_2 и РР имеют значение для человека.

Отсутствие в пище витамина B_1 вызывает заболевание бери-бери (рис. 84). Если организм не получает витамина B_2 , происходит *задержка роста*. В случае, когда пища не содержит витамина РР, развивается болезнь *пеллагра*, при которой поражается кожа, нарушается деятельность желудочно-кишечного тракта и изменяется психика человека.

Значительные количества витаминов группы В содержатся в дрожжах.

Витамин С. Отсутствие витамина С вызывает цингу — тяжёлое заболевание, сопровождающееся кровоизлияниями (рис. 85). Последние происходят главным образом в коже и в слизистых оболочках, а у детей ещё в костях и внутренних органах. Кровоизлияния вызываются увеличением проницаемости стенок кровеносных сосудов. В запущенных случаях наблюдается расшатывание зубов, опухание суставов.

Витамин С в значительных количествах имеется в плодах шиповника, в шпинате, лимоне, апельсине, чёрной смородине, в иглах хвойных деревьев.

Витамин С выделен в чистом виде и получается путём синтеза фабричным путём. Он представляет собой так называемую *аскорбиновую кислоту*.

Витамин D. Отсутствие витамина D вызывает у маленьких детей заболевание, называемое *рахитом* (рис. 86). Кости рахитичных

детей содержат пониженное количество кальция и фосфора. Это приводит к искривлению длинных костей конечностей и к появлению на рёбрах хорошо заметных чёткообразных утолщений.

При избыточном количестве витамина D происходит усиленное обызвествление костей, повышается содержание кальция в крови и отложение его в некоторых органах.

Витамин D содержится в рыбьем жире, яичном желтке, печени. Он может образовываться и в организме человека под влиянием ультрафиолетовых лучей солнца.

Витамин Е. Отсутствие витамина Е лишает животных плодовитости или вызывает рождение *нежизнеспособного потомства*.

Этот витамин широко распространён в зелёных частях растений и обладает способностью накапливаться в организме животных.



Рис. 85. Воспаление дёсен при цинге.



Рис. 86. Тяжёлая форма рахита с искривлением костей.

Витамин К. При отсутствии растворимого в жирах витамина К происходят *нарушения в свёртывании крови.*

Берьба с авитаминозами. В Советском Союзе в больших количествах изготавливаются витаминные препараты и витаминизированные продукты. Они применяются для борьбы с авитаминозами в северных районах СССР, где мало овощей — главных поставщиков витаминов. В этих же целях опытные сельскохозяйственные станции вывели ряд новых сортов овощей, хорошо развивающихся и дающих большие урожаи за полярным кругом.

На зимовках в Ледовитом океане построены теплицы, освещаемые электричеством. В них зимой, в полярную ночь, производится выращивание богатых витаминами овощей.

Во время Великой Отечественной войны витамины получили широкое применение при лечении ран.

§ 46. Гигиена питания

Режим питания. Переполнение желудка, которое происходит при попадании в него сразу большого количества пищи, затрудняет и нарушает процесс пищеварения. Для того чтобы пищеварительный канал функционировал нормально, пища должна поступать в него небольшими порциями через правильные промежутки времени.

Наиболее благоприятные условия для пищеварения создаются у людей, которые питаются четыре раза в день, причем 50% полагающейся на день пищи съедают за обедом, 25% за завтраком, перед выходом на работу, а оставшиеся 25% делят между полдником и ужином.

Очень важно, чтобы пища принималась каждый день в одни и те же часы и промежутки между её приёмами были приблизительно равными. Если время питания определённо, то пищеварительный аппарат «подготавливается» к поступлению в организм пищи и она усваивается значительно скорее и лучше.

Последний приём пищи должен производиться за 1—2 часа до отхода ко сну. Если промежуток времени от ужина до сна будет меньше, человек ляжет спать с наполненным желудком; это повлечёт за собой беспокойный сон, и организм не получит нужного для него отдыха.

Аппетит. Пища должна быть привлекательной для человека и возбуждать у него аппетит, который усиливает выделение желудочного сока и этим способствует лучшему усвоению поступающих в организм веществ.

Хороший аппетит вызывается разнообразием пищи. Последнее важно ещё и тем, что обеспечивает получение организмом всех необходимых ему веществ, особенно витаминов.

Немалую роль в развитии аппетита играет высокое качество продуктов и кулинарная обработка их, вкус приготовленных кушаний и красивая сервировка стола.

Предупреждение желудочно-кишечных заболеваний. Возбудители холеры, дизентерии и брюшного тифа попадают в организм с пищей и водой.

Наиболее обычными распространителями бактерий, вызывающих желудочно-кишечные заболевания, являются мухи. Повсюду летая, мухи садятся на различные выделения больных людей и переносят с них возбудителей болезней на пищу. Мухам должна быть объявлена война до полного их уничтожения. Для этого надо применять решительно все средства: выкладывать клейкую бумагу, ставить ловушки, применять различные яды и т. д. Пищевые продукты необходимо держать в закрытых сосудах, покрывать колпаками и марлей. Это лишает мух питания, а продукты охраняет от занесения на них болезнетворных бактерий.

С выделений больных бактерии часто проникают в воду колодезев, озёр и рек. В целях предохранения себя от кишечных заболеваний употребляемую воду надо предварительно кипятить.

Заражение яйцами различных паразитических червей (солитеров, аскарид и т. д.) чаще всего происходит путём занесения их в пищеварительный аппарат с рук. На руки яйца попадают при посещении уборной, с шерсти животных, когда их гладят, с земли, в которой копаются. Поэтому мытьё рук перед принятием пищи является совершенно обязательным. Кроме того, надо систематически стричь ногти, так как именно под ними чаще всего задерживаются яйца паразитических червей. Другой причиной заражения червями является употребляемое в пищу мясо. Чтобы избежать заражения через мясо, его надо употреблять хорошо сваренным и тщательно прожаренным.

Первая помощь при пищевых отравлениях. Использование недоброкачественных продуктов может вызвать отравление. Чаще всего оно наблюдается после употребления консервов и колбасных изделий. Признаками отравления являются рвота, понос, обморочное состояние и ослабление сердечной деятельности.

К пострадавшему необходимо немедленно вызвать врача. До его прихода надо усилить рвоту путём введения глубоко в рот пальца или употребления большого количества воды. Это ускорит выбрасывание назад недоброкачественной пищи. Хорошо дать отравленному выпить стакан воды с 1—2 чайными ложками мелко истолчённого древесного угля. Для поднятия сердечной деятельности можно применять крепкий чай или кофе.

Остатки пищи, вызвавшей отравление, а также рвотные массы следует сохранить до прихода врача. Это облегчит ему определение яда, вызвавшего отравление.

VII. ВЫДЕЛЕНИЕ

§ 47. Строение и функции почек

Конечные продукты распада. Конечными продуктами распада углеводов и жиров в клетках являются *вода* и *углекислый газ*. При распаде белков, кроме углекислого газа и воды, образуется *мочевина, мочева́я кислота, фосфорно- и сернокислые соли* и другие соединения. Эти вещества поступают в кровь и доносятся ею до почек, кожи и лёгких, которые выделяют их наружу.

Ежесуточно через почки выделяется в среднем 1,5 л воды, содержащей около 60 г мочевины, мочевой кислоты, различных солей и других соединений.

Через кожу удаляется вода, которая содержит те же вещества, что и моча, но в значительно меньшей концентрации. Воды выделяется около 1 л, а различных веществ, главным образом солей, растворённых в ней, около 10 г.

Через лёгкие из организма удаляется в течение суток около 0,5 л воды и 600—750 г углекислого газа.

Строение почки. Почки лежат по двум сторонам позвоночника на уровне поясницы (рис. 87). Почка имеет форму боба, вогнутый край которого обращён к срединной линии тела. Этот край служит местом вхождения сосудов, нервов, мочеточника и называется *воротами почки*.

Если разрезать почку в продольном направлении, то можно видеть небольшую полость — *почечную лоханку* и почечное вещество. Последнее чётко разделено на две части: наружную, более тёмного цвета — *корковый слой*, и внутреннюю, более светлую — *мозговое вещество*.

Мозговое вещество представляет собой ряд участков, имеющих форму пирамид, которые основанием обращены к корковому веществу, а вершинами к почечной лоханке.

В корковом веществе почки лежат *капсулы* (цвет. табл. VIII, 1), впервые описанные русским учёным А. М. Шумлянским. Это микроскопической величины бокаловидные образования, стенки которых состоят из двух слоёв эпителиальных клеток. Между слоями находится щелевидное пространство, от которого начинается *мочевой каналец*, имеющий стенку из одного слоя цилиндрического эпителия (цвет. табл. VIII, 2, 3, 4).

Вначале мочевые каналцы имеют извитую штопорообразную форму, затем становятся прямыми, переходят в мозговое вещество

и, образуя в нём петлю, вновь возвращаются в корковый слой. Здесь они впадают в сравнительно небольшое количество *собира-тельных трубок*, которые проходят через мозговое вещество и открываются в почечную лоханку (цвет. табл. VIII, 5).

Внутри капсул лежат *клубочки*, образованные петлями тончайших кровеносных сосудов. Кровь в клубочки поступает по приносящим, а вытекает по выносящим артериям (цвет. табл. VIII, 7, 8). Последние по выходе из клубочков распадаются на капилляры, оплетающие мочевые канальцы (цвет. табл. VIII, 9).

Почка богато снабжается кровью. В ней имеются две капиллярные сети, из которых одна образует клубочек, а другая даёт начало венозной системе.

Функции клубочков, капсул и мочевых канальцев. Выделение из крови продуктов распада происходит вследствие *филтрации* их через стенки капилляров клубочков. Жидкость, выделяющаяся в капсулы, похожа на плазму крови, но отличается от неё отсутствием белков.

Моча, взятая из почечной лоханки, значительно отличается от находящейся в капсулах жидкости. В последней, как и в плазме крови, мочевины содержится около 0,03%, а в моче — 2%, т. е. почти в 70 раз больше; разных минеральных солей жидкость капсулы имеет вдвое меньше, чем моча; сахар, всегда присутствующий в капсулах в таком же количестве, как в крови (около 0,1—0,12%), отсутствует в моче.

Разный состав жидкости в капсулах и почечной лоханке объясняется *жизнедеятельностью* клеток мочевых канальцев. Когда жидкость, профильтровавшаяся из крови, протекает по канальцам,

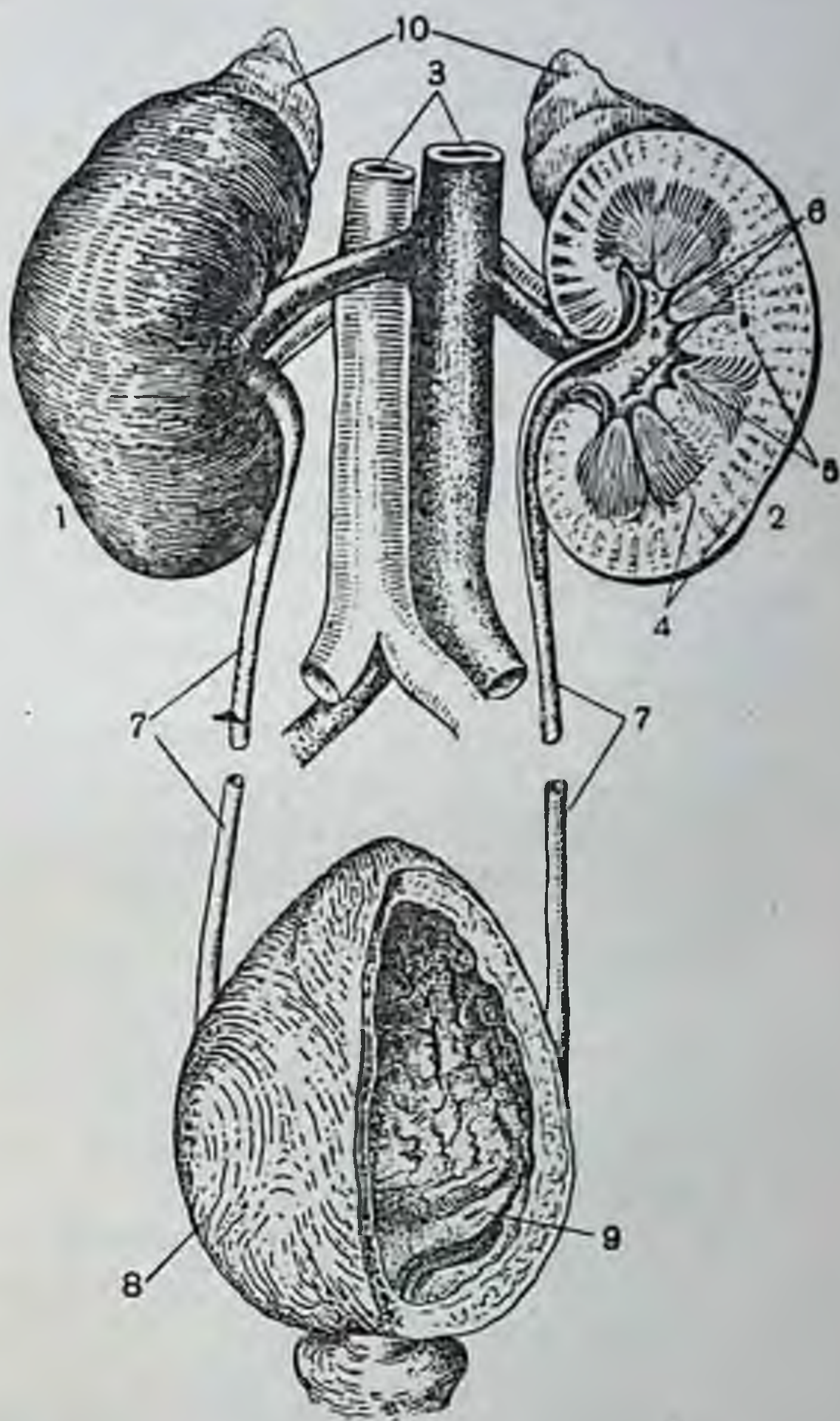


Рис. 87. Мочевыделительная система:

1—правая почка (наружный вид); 2—левая почка (продольный разрез); 3 — кровеносные сосуды; 4 — наружный (корковый) слой почки; 5 — внутренний (мозговой) слой; 6 — почечная лоханка; 7 — мочеточники; 8 — мочевого пузыря (часть стенки вырезана, чтобы показать внутреннюю поверхность); 9 — место впадения в пузырь мочеточника; 10 — надпочечники.

стенки последних *всасывают* воду и некоторые растворённые в ней вещества. Одни вещества, как сахар, всасываются полностью, другие частично, а третьи, как, например, мочевины, совсем не всасываются. Благодаря такому избирательному всасыванию в моче остаются только те соединения, которые не могут быть использованы организмом, вещества же, необходимые ему, возвращаются в кровь. Вода клетками мочевых канальцев всасывается в громадных количествах: только одна семидесятая часть её проходит в почечную лоханку. Поэтому понятно, что концентрация невсосавшихся веществ (мочевинны и др.) сильно увеличивается.

Обратное всасывание связано с интенсивной работой эпителиальных клеток канальцев и представляет собой активный процесс их жизнедеятельности. При отравлении эпителия некоторыми ядами количество мочи, выделяемой организмом, увеличивается и её состав приближается к составу жидкости капсул.

Кроме всасывания, в канальцах происходит и выделение некоторых веществ, т. е. *процессы секреции*. Так, клетки эпителия канальцев выделяют в мочу сернокислые соли и некоторые краски, попадающие в организм.

Следовательно, образование мочи начинается в капиллярах клубочков, из которых составные части кровяной плазмы фильтруются в просвет капсул. Этот фильтрат, проходя через извитые канальцы, благодаря активной деятельности их клеток превращается в мочу.

Регуляция мочеобразования. Образование мочи в почках происходит непрерывно. Скорость его может увеличиваться или уменьшаться под влиянием разных веществ, находящихся в крови. Поскольку выделение мочи в полость капсул происходит в результате фильтрации, постольку количество выделяемой мочи зависит и от высоты кровяного давления.

Большое влияние на деятельность почек оказывает нервная система; так, например, при болевых раздражениях мочеотделение резко уменьшается.

§ 48. Моча и выведение её из организма

Моча. Количество выделяемой в сутки мочи равно в среднем 1500 куб. см. Оно может резко изменяться в зависимости от климата, времени года и состояния человека. При некоторых болезнях, например сахарном мочеизнурении, суточное количество мочи доходит до 20 л, при других болезнях оно, напротив, резко уменьшается.

Выделившаяся за сутки моча содержит примерно 25 г неорганических веществ и 35 г органических. Среди последних основное место занимает *мочевина* (около 30 г); из неорганических веществ можно назвать *поваренную соль* (около 15 г).

Мочевыводящие органы. К мочевыводящим органам относятся мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал.

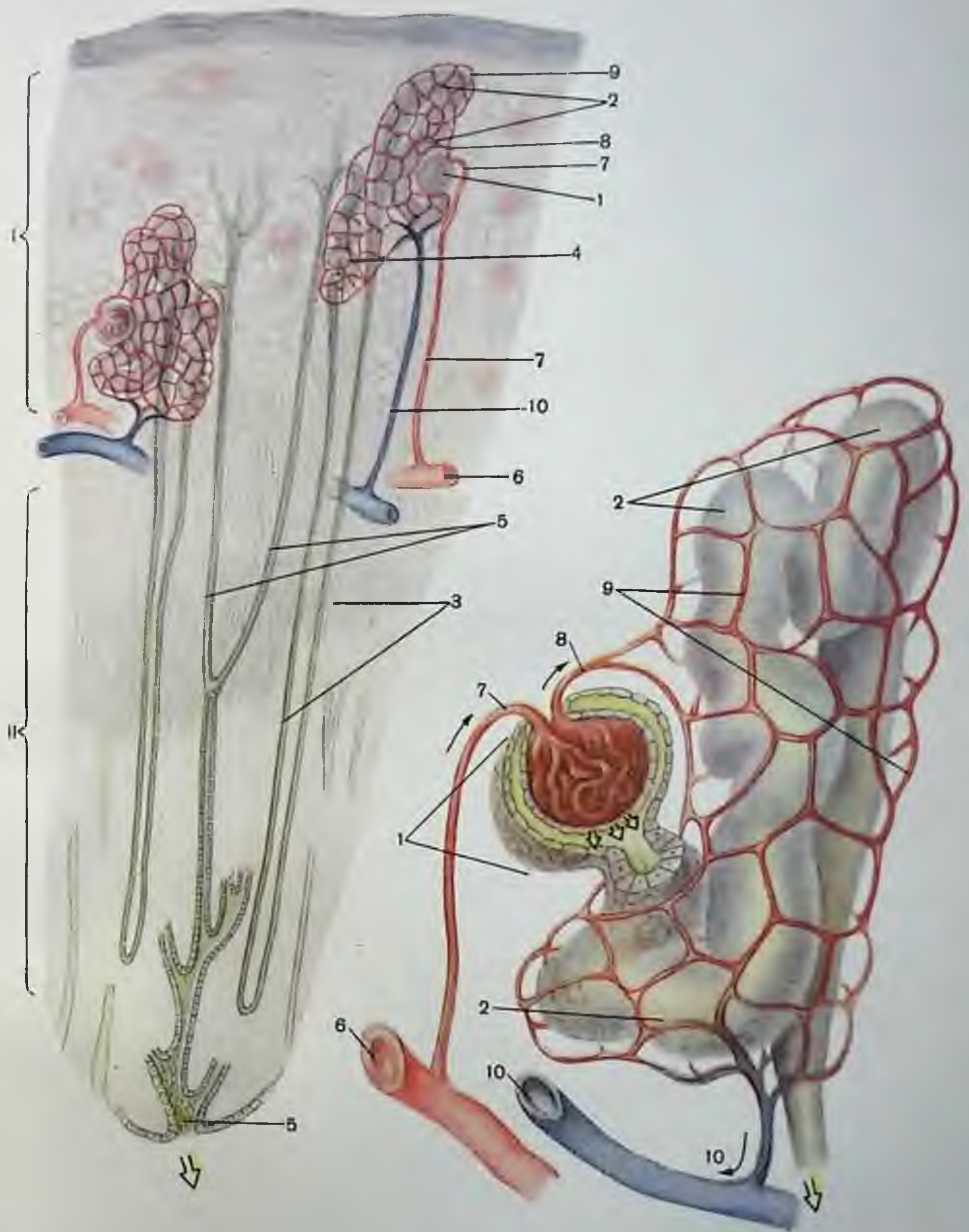


Таблица VIII. Микроскопическое строение почек (схема).

Слева наружный (I) и внутренний (II) слой почки. Справа при большом увеличении отдельный клубочек с капсулой и началом мочевого канальца.

1 — капсула с клубочком сосудов в ней; 2, 3, 4 — различные участки мочевого канальца; 5 — трубки, по которым из канальцев моча проходит в почечную лоханку; 6 — артерия; 7 — сосуд, приносящий кровь к клубочку; 8 — сосуд, выносящий кровь из клубочка; 9 — капилляры, оплетающие канальцы; 10 — вена.



Мочеточники имеют вид трубочек, которые выходят из почечной лоханки и соединяют почку с мочевым пузырём.

Мочевой пузырь лежит в полости таза. Он представляет собой очень изменчивый по ёмкости мешок с довольно толстой мышечной стенкой, которая может сильно растягиваться и утончаться при его наполнении.

Выход из пузыря в *мочеиспускательный канал* закрыт хорошо развитыми сфинктерами: внутренний сфинктер построен из гладкой, а наружный — из поперечно-полосатой мускулатуры. Стенка пузыря и сфинктеры очень обильно снабжены нервными волокнами.

Мочевыведение. Образуясь в почках непрерывно, моча выходит из них периодически в результате перистальтических сокращений мускулатуры мочеточников. Перистальтические волны проталкивают небольшие порции мочи из мочеточников в мочевой пузырь — резервуар, в котором она задерживается на более или менее длительное время. Здесь происходит всасывание некоторого количества воды в кровь, и моча становится более концентрированной, чем в почечной лоханке или мочеточниках.

Опорожнение мочевого пузыря является рефлекторным актом. Когда пузырь наполняется до известного предела, то стенки его, растягиваясь, раздражают нервные окончания. Возбуждение, возникающее в них, идёт в *центр мочеиспускания*, расположенный в крестцовом отделе спинного мозга, переходит там на центробежные пути и поступает по ним к мышце пузыря и к сфинктерам. Стенка пузыря сокращается, а сфинктеры в это время расслабляются — происходит мочеиспускание.

Человек способен задержать рефлекторно начавшийся акт мочеиспускания. Эта способность обусловлена тем, что кора больших полушарий головного мозга может оказывать тормозящее влияние на нижележащие части нервной системы. Влияние коры на акт мочеиспускания может продолжаться в течение только относительно короткого времени. Кора больших полушарий способна оказывать не только тормозящее, но и возбуждающее влияние на центр мочеиспускания.

VIII. КОЖА

§ 49. Строение и значение кожи

Строение кожи. Кожа состоит из двух слоёв: наружного, получившего название эпидермиса, и внутреннего, называемого обычно собственно кожей (рис. 88).

Эпидермис в свою очередь делится на два слоя: более глубокий и поверхностный — роговой слой. Клетки глубокого слоя имеют цилиндрическую форму, снабжены большими ядрами и обладают

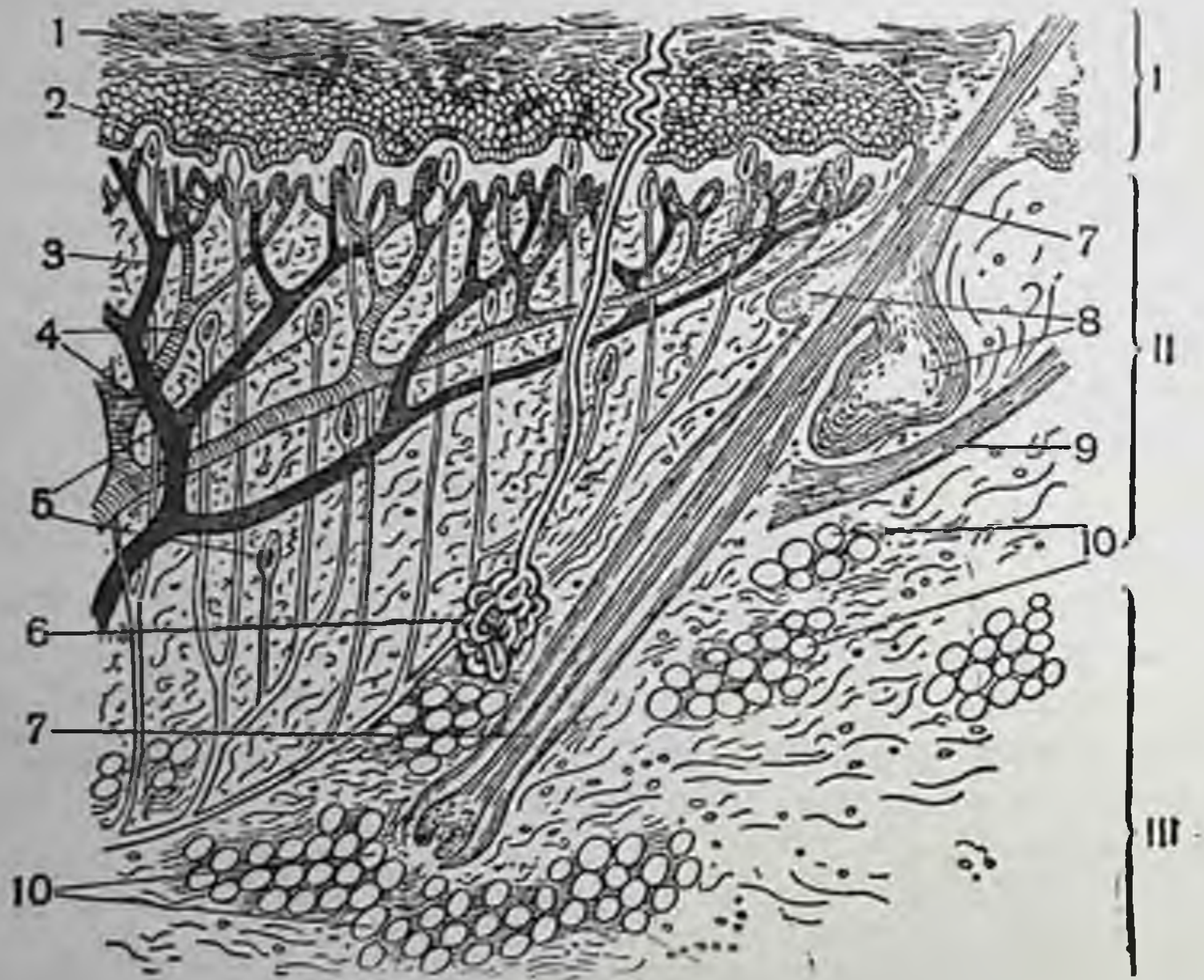


Рис. 88. Схема строения кожи:

I — эпидермис; *II* — собственно кожа; *III* — подкожная клетчатка; 1 — роговой слой эпидермиса; 2 — нижний слой клеток эпидермиса; 3 — вены; 4 — артерии; 5 — чувствительные нервные окончания; 6 — потовая железа; 7 — волос; 8 — сальная железа; 9 — гладкая мышца, поднимающая волос; 10 — скопления жировых клеток

способностью к размножению; в протоплазме их наблюдаются отложения красящего вещества — пигмента. Верхний роговой слой эпидермиса представляет собой многослойный эпителий, клетки которого становятся тем более плоскими, чем ближе они находятся к поверхности кожи. Самая поверхностная часть этого слоя состоит из ороговевших клеток. Они лишены ядер, непрерывно слущива-

ются и заменяются новыми за счёт постоянно размножающихся клеток глубокого слоя. Перхоть, вычёсываемая из головы, состоит из таких отмерших клеток кожи.

Собственно кожа представляет собой соединительнотканную основу эпидермиса и состоит из клеток и большого количества переплетающихся между собой волокон. Собственно кожа вдаётся в эпидермис многочисленными выступами, которые получили название сосочков. Сосочки снабжены большим количеством кровеносных сосудов и нервов.

В глубине кожи находится *подкожная жировая клетчатка*, состоящая из пучков соединительнотканых волокон, промежутки между которыми заполнены дольками жировой ткани (цвет. табл. I, 20).

Потовые железы. В соединительной ткани кожи расположены потовые железы. Последние имеют вид трубочек, свёрнутых в клубочки. Выводной проток их в пределах собственно кожи прямолинеен, а в эпидермисе имеет извитую форму, подобно штопору. Функция потовых желез заключается в удалении из организма продуктов распада. Выделяемый железами пот содержит небольшое количество солей и органических продуктов распада (мочевины).

Волосы. На коже во многих местах имеются волосы. Они напоминают о сплошном шёрстном покрове, которым обладали далёкие предки человека. Волос состоит из двух частей: *стебля*, свободно выступающего над поверхностью кожи, и погружённого в неё *корня*, который утолщён в форме луковицы. Клетки соединительной ткани окружают корень, образуя *волосяную сумку*. Гладкие мышцы, имеющие вид ленты, начинаются в собственно коже и прикрепляются к сумке волоса.

Сальные железы. Сальные железы располагаются около волосяных сумок, в которые открываются своими протоками. Клетки этих желез, выделяя кожное сало, разрушаются. Таким образом, секретом железы является продукт разрушения её клеток.

В течение суток выделяется около 20 г кожного сала. Оно смазывает волосы и смягчает кожу. Кислоты, входящие в состав пота, разлагают сало на поверхности кожи, что приводит к образованию жирных кислот, обладающих характерным запахом.

Ногти. На концах пальцев рук и ног имеются ногти. Они представляют собой участки рогового слоя эпидермиса, имеющие особое строение.

Защитные функции кожи. Кожа представляет собой наружный покров тела, который защищает находящиеся под ней органы от механических повреждений и проникновения в них различных микроорганизмов.

Летом кожа здорового человека темнеет или, как говорят, загорает. Это происходит благодаря усиленному отложению в ней пигмента. Последний обладает способностью задерживать ультрафиолетовые лучи солнечного спектра, избыток которых вредно влияет на некоторые процессы в организме.

§ 50. Терморегуляция

Участие кожи в терморегуляции. В результате непрерывно происходящего распада веществ в организме человека освобождается тепло. Количество его находится в зависимости от интенсивности обмена веществ; при покое человека оно невелико, при работе увеличивается.

Несмотря на то, что количество освобождающегося в организме тепла то увеличивается, то уменьшается, температура тела здорового человека является относительно постоянной (на поверхности кожи она колеблется около $36,5^{\circ}$). Это возможно лишь при условии отдачи некоторой части освобождающегося тепла наружу.

Если потерю тепла взрослым человеком определить в 2500 ккал, то около 2000 ккал теряется через кожу. Остальные 500 ккал тратятся на испарение воды с поверхности лёгких, нагревание выделяемой мочи и выдыхаемого воздуха.

При физической работе теплоотдача через кожу значительно увеличивается, вследствие чего температура тела не изменяется. При тяжёлой работе теплообразование иногда превышает теплоотдачу, тогда температура тела повышается. Причиной перегревания тела может быть и уменьшенная теплоотдача при высокой температуре внешней среды.

Предохраняя организм от перегревания, кожа усиливает теплоотдачу, защищая от охлаждения — уменьшает. Теплоотдача осуществляется тремя путями: проведением тепла, излучением его, испарением пота.

Теплоотдача путём проведения и излучения. Температура кожи зависит от количества притекающей к ней крови: она тем выше, чем больше приток крови. Чем выше температура кожи, тем больше теряется тепла путём проведения и излучения.

Изменение кровоснабжения кожи происходит обычно рефлекторным путём. В коже расположено большое количество нервных окончаний — рецепторов, которые воспринимают тепловое и холодовое раздражение. Возбуждение, возникающее в рецепторах, идёт в сосудодвигательный центр головного мозга, который регулирует кровоснабжение кожи путём расширения и сужения её сосудов.

При расширении кровеносных сосудов количество крови, протекающей через кожу, увеличивается и температура кожи повышается. Это влечёт за собой усиленное излучение избытка тепла, грозящего организму перегреванием. При сужении сосудов и уменьшении кровоснабжения кожи излучение уменьшается и тепло задерживается в организме, предохраняя его от переохлаждения.

Теплоотдача путём проведения основана на том, что воздух, соприкасающийся с тёплой кожей, нагревается и, как более лёгкий, поднимается кверху. На его место подходит холодный воздух, который, нагрывшись, тоже поднимается кверху, уступая место новому слою воздуха, и т. д. Это постоянное движение его, сопро-

вождающееся отнятием от кожи тепла, вызывает охлаждение организма.

Теплоотдача путём проведения и излучения возможна только в тех случаях, когда температура среды, в которой находится человек, ниже температуры его тела.

Теплоотдача путём испарения пота. Теплоотдача может происходить и путём испарения пота, выделяемого железами на поверхность кожи. Каждый грамм пота забирает на своё испарение 0,58 ккал (скрытая теплота парообразования). Человек может относительно длительное время находиться в среде, температура которой выше температуры его тела. Последняя сохраняется постоянной благодаря усиленному потоотделению.

При большой влажности воздуха отдача тепла путём испарения пота уменьшается. Поэтому высокая температура при насыщенности воздуха водяными парами переносится очень трудно.

Количество отделяемого железами пота находится в зависимости от интенсивности образования тепла в организме. Если теплообразование значительно, например при тяжёлой мышечной работе, то потоотделение может происходить и при температуре воздуха ниже нуля.

Количество потовых желез в коже человека очень велико: на ладонях и подмышками оно доходит до нескольких сотен на 1 кв. см поверхности тела. Это допускает обильное потоотделение.

Среднее количество пота, выделяющегося в течение суток, сильно колеблется в зависимости от температуры среды и теплообразования в организме. Оно увеличивается при обильном питье воды; обезвоживание тканей, наоборот, уменьшает его.

Механизм терморегуляции. В организме человека постоянно происходят два процесса: теплообразование и теплоотдача. Они обеспечивают постоянство температуры тела.

Регуляция этих процессов осуществляется особым участком центральной нервной системы, получившим название *терморегуляторного центра*. Когда имеет место охлаждение организма, то под влиянием центра терморегуляции просвет сосудов суживается, а потоотделение ограничивается или вовсе прекращается: происходит уменьшение теплоотдачи.

В поддержании постоянной температуры тела на холоде существенное значение имеет усиление теплообразования в организме, вызываемое мышечным движением. Таково значение дрожи, т. е. рефлекторных мышечных сокращений. Общеизвестно, что человек, чтобы согреться, производит движения (бег на месте, ходьба, размахивание руками); при этом увеличивается теплообразование, что способствует согреванию тела.

Если, напротив, внешняя температура высока, то под влиянием терморегуляторного центра, который получает импульсы от воспринимающих тепло рецепторов кожи, происходит расширение кожных сосудов и усиленное потоотделение; теплоотдача кожей увеличивается.

При некоторых условиях организм лишается способности обеспечивать постоянство своей температуры. В одних случаях, как, например, при длительном действии очень сильного мороза, она может опуститься до 24° , в других случаях (работа в горячих цехах, лихорадочное заболевание) может подняться до $40-42^{\circ}$.

Человек легче выдерживает понижение температуры тела, чем её повышение: если она поднимется на $2,5-3,5^{\circ}$, то это вызывает тяжёлые расстройства в организме.

Жилище и одежда. Большое значение для величины теплоотдачи имеет постоянство температуры помещений, в которых человек живёт и работает. Температура комнаты, не нарушающая нормальной деятельности организма человека (*температура комфорта*), определяется в $16-18^{\circ}$. Эту температуру следует поддерживать зимой и летом в жилищах, учреждениях, предприятиях и в школах.

Облегчает организму сохранение постоянной температуры и одежда. Значение последней заключается в том, что она предохраняет тело зимой от охлаждения, а летом — от действия солнечных лучей.

Зимняя одежда должна обладать *малой теплопроводностью*, чтобы уменьшить теплоотдачу тела. Летняя одежда, наоборот, должна *хорошо проводить тепло*. Теплопроводность одежды прежде всего зависит от рыхлости материала, из которого она изготовлена, и обилия в нём воздуха; шерстяные ткани лучше других сберегают тепло; льняные — наиболее хорошо проводят его.

Зимнюю одежду лучше всего шить из материалов тёмных расцветок, хорошо поглощающих солнечные лучи. Для летней одежды, наоборот, предпочтительнее всего белый цвет, который хорошо отражает солнечные лучи.

Одежда должна быть *воздухо- и водопроницаема*, иначе скапливающиеся под ней испарения вызывают тяжёлые и неприятные ощущения духоты и перегревания тела.

Покрой одежды следует избрать такой, чтобы он не стеснял движений при ходьбе и работе, а также не нарушал кровообращения и дыхания.

Жилище и одежда представляют собой своеобразную *искусственную среду*, которой человек отгородился от неблагоприятных условий естественной среды.

§ 51. Гигиена кожи

Сохранение кожи в чистоте. Кожное сало и органические вещества пота, разлагаясь на поверхности кожи, создают условия, очень благоприятные для развития бактерий, среди которых могут оказаться и болезнетворные.

Кроме того, скопление кожных выделений закупоривает выходы сальных и потовых желез. Это нарушает их деятельность и может плохо отразиться на всём организме.

Вот почему так важно заботиться о чистоте кожи: ежедневно мыть с мылом все открытые части тела (шею, лицо, руки); еженедельно посещать баню. Не менее важна еженедельная смена белья, которое впитывает продукты распада, выделяемые потовыми и салыными железами. Если бельё менять редко, то накапливающиеся в нём продукты распада начинают разлагаться.

Закаливание организма. Очень низкая или, напротив, очень высокая температура внешней среды вызывает заболевание некоторых людей, тогда как другие легко переносят это. При равных условиях (возраст, пол, упитанность, одежда и т. д.) тот человек лучше переносит мороз и жару, который с малых лет закаливал свой организм.

При закаливании организма надо использовать природные факторы: солнце, воздух и воду, которые оказывают благотворное влияние на всю деятельность организма. Под их действием увеличивается аппетит, повышается обмен веществ, улучшается сон, укрепляется нервная система.

Солнечные ванны следует принимать через 1,5—2 часа после утреннего завтрака, лучше всего между 10 и 12 часами. Тело должно быть совершенно обнажённым, а голова защищена белой панамой или платком. Первая солнечная ванна может продолжаться не более 4—5 минут. Постепенно увеличивая это время, его доводят до 40—50 минут. Принимать ванну следует лёжа, поворачиваясь через каждые 4—5 минут, чтобы подставлять под солнечные лучи то грудь, то спину, то бока.

Воздушные ванны принимаются через час после завтрака или через 2 часа после обеда. Продолжительность их начинается с 15—20 минут и может быть доведена до 2—3 часов. Эти ванны должны сопровождаться движением: самомассажем, гимнастикой, играми.

Летом очень полезны купанья. Зимой они сменяются различными водными процедурами (обливанием, обтиранием и пр.). Тело после них должно досуха вытираться полотенцем.

Применение солнечных ванн, а также различных водных процедур может быть для некоторых людей противопоказано или ограничено. Поэтому, прежде чем приступать к ним, необходимо посоветоваться с врачом. Он укажет, какие факторы природы и в какой мере можно использовать.

Большую роль в закаливании организма играют ежедневные прогулки и игры на свежем воздухе, открывание форточек на ночь, отказ от слишком тёплой одежды и т. п.

Постоянное применение, особенно с детских лет, всех перечисленных мер закаливает организм, т. е. повышает его способность противостоять простудным заболеваниям. Это закаливание осуществляется через центральную нервную систему, которая систематически тренируется в перестройке терморегуляции. Закалённые люди тем и отличаются от незакалённых, что на все резкие температурные изменения среды их нервная система отвечает быстрым изменением регуляции теплообразования и теплоотдачи.

Особенности гигиены кожи детей. Кожа детей значительно нежнее, чем у взрослых. Поэтому она более ранима и чаще служит «входными воротами» для проникновения в организм болезнетворных бактерий. Охранение кожи детей от поранений и забота о её чистоте ещё важнее, чем у взрослых.

Относительная величина поверхности тела детей больше, чем у взрослых; поэтому и относительная величина теплоотдачи у них выше. Если учесть ещё и более богатое кровоснабжение кожи и недостаточное развитие теплорегуляторного центра, то станет понятным, почему организм детей так легко подвергается охлаждению. Отсюда вытекает необходимость одевать детей значительно теплее, чем взрослых.

Обморожение и ожоги. Обморожению чаще всего подвергаются нос, уши и пальцы ног и рук. При обморожениях первой степени происходит побледнение кожи и появляется сильная боль; вторая степень обморожения сопровождается припухлостью кожи, образованием темнокрасных пятен и потерей чувствительности; наконец, при третьей степени начинается омертвление обмороженного органа.

Ожог может поражать самые различные участки тела. Первая степень его сопровождается покраснением и болями; при второй степени появляются пузыри; третья, так же как и при обморожении, вызывает омертвление тканей.

При обморожении первой степени лучше всего растереть пострадавшее место до покраснения, а затем смазать его жиром. При ожогах первой степени хорошо сделать примочку из 5-процентного раствора марганцевокислого калия. При ожогах и обморожении второй и третьей степени необходимо немедленно обратиться за врачебной помощью.

IX. ВНУТРЕННЯЯ СЕКРЕЦИЯ

§ 52. Железы внутренней секреции

Эндокринные железы. Слюнные, желудочные, сальные и потовые железы выделяют секретируемые ими продукты — слюну, желудочный сок, кожное сало, пот — через особые протоки наружу или в какие-либо полости тела. Такие железы, обладающие протоками, через которые выделяется их секрет, называются железами внешней секреции.

Однако в организме есть и такие железы, которые не имеют выводных протоков и образуемые секреты выделяют в кровь, протекающую через богатую сеть их сосудов. Это железы внутренней секреции, или эндокринные. К ним относятся щитовидная, зубная, надпочечная и другие (рис. 89). Секреты, образующиеся в них, называют *гормонами*.

Значение гормонов. Каждой из эндокринных желез может выделяться один или несколько гормонов. Химический состав и строение некоторых гормонов изучены настолько хорошо, что их получают синтетическим путём вне организма, в лабораториях.

Гормоны, обладая очень большой физиологической активностью, могут действовать в чрезвычайно малых дозах. Так, например, адреналин — гормон надпочечных желез в разведении 1 : 30 млн. оказывает заметное влияние на деятельность сердца (учащая и усиливая его сокращения), артериальные сосуды (вызывая их сужение) и другие органы.

Значение гормонов в организме очень велико: они влияют на обмен веществ, рост, развитие, а также на функции различных органов. Вся деятельность эндокринных желез находится под постоянным регулирующим влиянием коры полушарий мозга.

Изучение желез внутренней секреции имеет большое практическое значение для медицины. Пользуясь их препаратами, врачи успешно лечат заболевания, которые раньше казались загадочными и не поддавались лечению.

Исследование гормонов очень важно и для животноводства, так как при помощи этих веществ можно влиять на целый ряд процессов, связанных с ростом и развитием животных.

Методы изучения эндокринных желез. Для установления роли и значения в организме отдельных желез внутренней секреции физиологи пользуются различными способами, из которых наиболее важными являются следующие: удаление у животного той или

иной эндокринной железы; кормление животного препаратом, полученным из железы, а также введение его в кровь или под кожу животного; пересадка, т. е. вживление, одному животному железы, взятой от другого животного этого же вида; исследование свойств крови, притекающей к железе и оттекающей от неё; наблюдение над заболеваниями человека, возникающими при недостаточном или, наоборот, чрезмерном развитии той или иной железы.

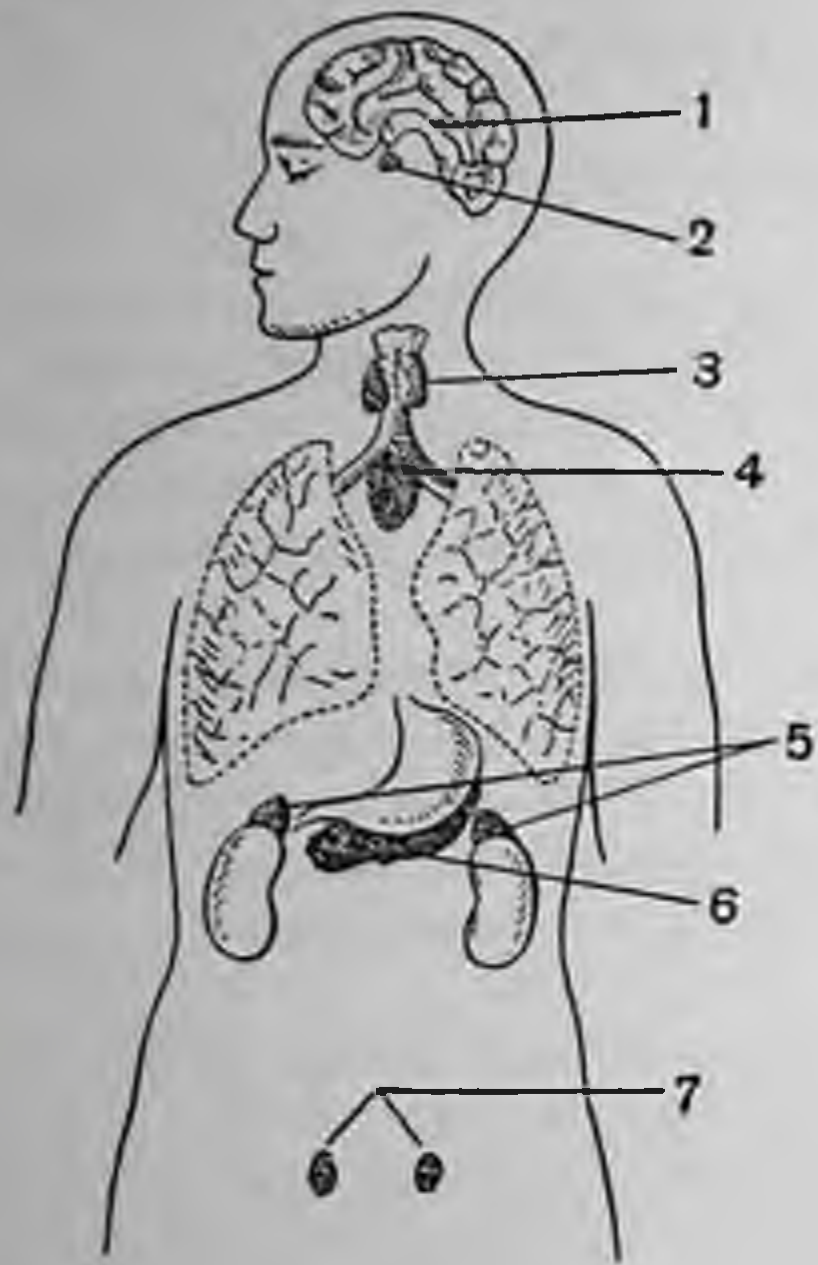


Рис. 89. Расположение важнейших желез внутренней секреции:

1 — верхний мозговой придаток; 2 — нижний мозговой придаток (гипофиз); 3 — щитовидная железа; 4 — слюнная железа; 5 — надпочечники; 6 — поджелудочная железа; 7 — половые железы.

Наблюдения над больными с недостаточной или чрезмерной секрецией желез позволили установить значение щитовидной железы.

§ 53. Щитовидная железа

Щитовидная железа. Щитовидная железа располагается на передней поверхности шеи, впереди трахеи (рис. 90). Она состоит из средней части — перешейка — и двух боковых долей. Вес её у новорождённого около 1,5 г; особенно интенсивно она растёт в период полового созревания и у взрослого человека достигает веса в 35 г.

Заболевания железы сопровождаются повышенным или пониженным образованием гормона. Если количество его увеличивается, человек заболевает базедовой болезнью, если уменьшается —

Наиболее ценный материал для изучения эндокринных желез даёт сочетание первого метода со вторым и третьим. Так, например, при удалении у животного поджелудочной железы наблюдается увеличение сахара в крови; при введении препарата этой железы под кожу или в кровь, а также при пересадке железы, взятой от другого животного, содержание сахара в крови падает до нормальной величины или даже ниже неё; отсюда можно с уверенностью сделать вывод о том, что гормон поджелудочной железы влияет на обмен сахара в организме.

Изучая состав и физиологические свойства проходящей через надпочечную железу крови, установили, что оттекающая от железы кровь обладает иным действием на различные органы, чем притекающая. Таким путём в крови вены надпочечника был обнаружен его секрет — адреналин.

микседемой. Изучение нарушений в деятельности организма, которые происходят при названных болезнях, позволило, как уже указывалось, точно установить значение щитовидной железы.

Базедова болезнь. Внешним признаком базедовой болезни служат сильно выпученные глаза (рис. 91). Но не только в пучеглазии сказывается болезнь. В клетках организма усиливается обмен веществ, причём особенно активизируются процессы окисления. В связи с этим увеличивается интенсивность дыхания и учащаются сокращения сердца. При заболевании происходит исхудание и наблюдается усиленная потливость.

Кроме нарушений в обмене веществ, у страдающих базедовой болезнью развивается повышенная возбудимость нервной системы. Резко выраженная утомляемость делает этих больных неработоспособными.

Микседема. Микседема, или слизистый отёк, наблюдается при недостаточном поступлении в кровь гормона щитовидной железы (рис. 92). Внешне болезнь проявляется в одутловатости и отёчности всего



Рис. 91. Девочка 6 лет с резко выраженной формой базедовой болезни.

тела, особенно заметных на лице, выражение которого становится тупым. Кожа делается очень сухой и шероховатой; происходит выпадение волос.

Обмен веществ у микседематиков резко ослабляется. Деятельность органов дыхания и кровообращения находится на уровне значительно ниже нормального. Возбудимость нервной системы понижена, психическая деятельность ослаблена, наблюдается умственная отсталость.

Успехи эндокринологии—науки, изучающей железы внутренней секреции, позволили успешно бороться с микседемой. Чтобы предотвратить болезненные явления, которые наблюдаются при микседеме, в организм больного вводятся препараты щитовидной железы, изготовляемые в наших институтах и лабораториях.

Кретинизм. В состав гормона щитовидной железы входит йод. При отсутствии его в пище и питьевой воде гормон образоваться

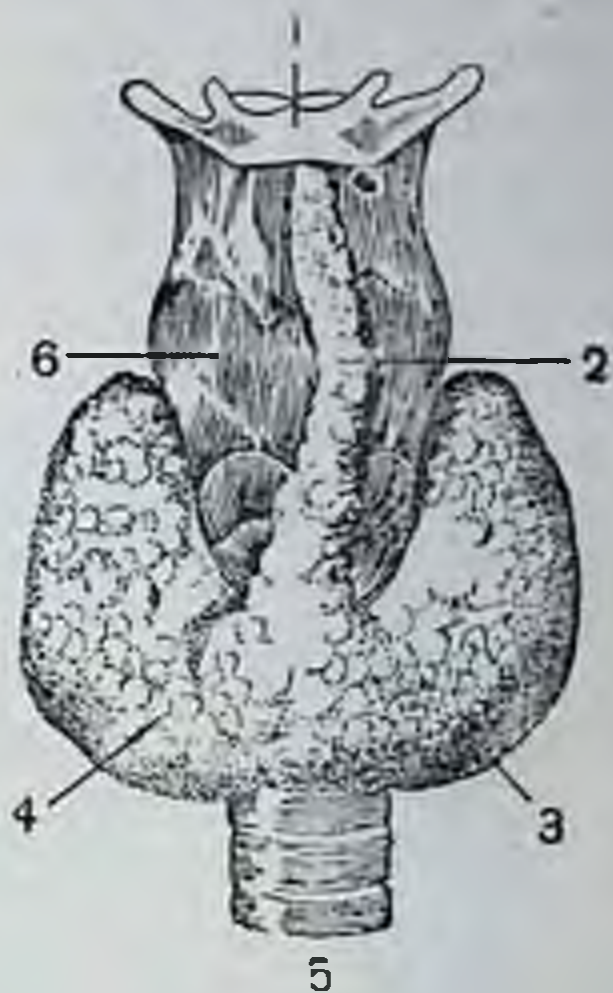


Рис. 90. Щитовидная железа человека:

1 — подъязычная кость; 2 — средняя доля щитовидной железы; 3 и 4 — левая и правая доли её; 5 — трахея; 6 — гортань.

не может. В высокогорных районах, где вода часто не содержит йода, наблюдается заболевание, известное под именем кретинизма (рис. 93), или «зоба» (железа разрастается в громадную опухоль — «зоб»). Несмотря на значительное увеличение железы, её функция, т. е. образование гормона, понижена.

Недостаточность щитовидной железы, столь частая в горах, вызывает задержку роста. «Щитовидные» карлики имеют сухую морщинистую, как у стариков, кожу, опухоль на шее — «зоб» и не-



Рис. 92. Девушка 18 лет, больная микседемой (задержка роста, выпяченный живот, пупочная грыжа).



Рис. 93. Взрослые кретины.

пропорциональное телосложение. Обмен веществ у больных сильно нарушен. Психическое развитие кретинов задерживается, умственные способности резко понижены, развивается слабоумие.

Опыты над животными. Яркие факты, устанавливающие роль щитовидной железы в организме, получены в опытах над животными. При кормлении головастиков препаратом щитовидной железы, а также при введении его в кровь резко ускоряется метаморфоз, т. е. превращение их в лягушек очень маленьких размеров.

При кормлении щитовидной железой кур они начинают линять, а отрастающие затем перья лишены красящего вещества — пигмента.

Значение щитовидной железы. Описанные заболевания и опыты показывают, что гормон щитовидной железы регулирует обмен веществ, повышает возбудимость нервной системы, влияет на рост и развитие организма.

Гормон носит название *тироксина*. Он выделен в чистом виде и в настоящее время получается в лабораториях путём синтеза.

§ 54. Околощитовидные, зобная и надпочечные железы, гипофиз

Околощитовидные железы. Четыре околощитовидные железы расположены у человека на заднем крае боковых долей щитовидной железы. Это маленькие органы: по величине они подобны небольшим горошинам.

Удаление околощитовидных желез у животного вызывает резкое повышение возбудимости нервной системы. Вскоре появляются подёргивания мышц, переходящие через 1—2 дня в резко выраженные приступы судорожных сокращений. Во время одного из таких приступов, когда останавливается дыхание, животное погибает.

Установлено, что удаление желез приводит к уменьшению количества кальция в плазме крови. Приступы судорог могут быть прекращены путём введения в кровь раствора солей кальция. Отсюда можно сделать вывод, что железы регулируют содержание кальция в крови.

Поскольку удаление околощитовидных желез вызывает гибель животного, постольку эти железы следует считать жизненно необходимыми для существования организма.

Зобная железа. Зобная железа расположена в грудной полости сверху и впереди от сердца. Она растёт до периода половой зрелости, а затем начинает замещаться жировой тканью.

Выделить гормон зобной железы ещё не удалось, поэтому значение её в организме неясно. Предполагают, что она влияет на рост организма, имеет значение в развитии половых желез и обезвреживает некоторые вещества, образующиеся в результате обмена веществ.

Надпочечные железы. Парные надпочечные железы расположены над почками. Вещество надпочечников состоит из двух слоёв: наружного, называемого корковым, и внутреннего — мозгового.

Гормон *мозгового вещества* носит название *адреналина*. Большое количество его выделяется при сильных эмоциях — гневе, испуге, печали, боли. Увеличенные количества адреналина, поступающие в кровь, вызывают учащённое сердцебиение, сужение кровеносных сосудов, поднятие волос «дыбом», усиленное потоотделение, расширение зрачка.

Все эти изменения, которые происходят в органах при эмоциях вследствие увеличения адреналина в крови, зависят от состояния нервной системы: возбуждение волокон симпатического нерва, подходящих к надпочечнику, стимулирует деятельность этой эндокринной железы.

У «болельщиков» на футбольных матчах, а также у сильно волнующихся перед экзаменом учащихся, часто увеличивается содержание сахара в крови, что может привести к появлению его в моче. Это объясняется влиянием адреналина, усиленно выде-

ляющегося при эмоциях, на функции печени: в последней повышается расщепление гликогена, который превращается в сахар.

Химически чистый препарат адреналина изготавливается искусственно путём синтеза. Этот гормон широко применяется в медицине как средство, усиливающее деятельность сердца, суживающее



Рис. 94. Четырнадцатилетние мальчики: посередине нормальный, слева гипофизарный карлик (рост 100 см), справа больной гигантизмом (рост 187 см).

просвет кровеносных сосудов, и во многих других случаях.

Корковое вещество надпочечных желез образует ряд гормонов, которые имеют жизненно важное значение, поэтому удаление надпочечников вызывает смерть животного.

Заболевание надпочечных желез у человека, известное под именем *бронзовой болезни*, выражается в сильном падении кровяного давления, резко выраженной мышечной слабости, очень легко наступающем утомлении и в *бронзовой окраске* (пигментации) кожи. Болезнь заканчивается смертью.

Гипофиз. Гипофиз, или нижний мозговой придаток, расположен в углублении турецкого седла основной кости черепа. Он имеет величину небольшой горошины и у взрослого человека весит около 0,5 г. Гипофиз состоит из трёх долей — передней, промежуточной и задней, каждая из которых представляет собой вполне самостоятельную

железу внутренней секреции. Характерная особенность гипофиза заключается в образовании ряда различных гормонов.

Удаление мозгового придатка у молодого животного или заболевание его у ребёнка вызывают резкие изменения в росте.

При недоразвитии *передней доли* гипофиза рост ребёнка может остановиться — и тогда он останется *карликом* (рис. 94). «Гипофизарный» карлик отличается от карлика-кретина правильными пропорциями тела и нормальным развитием умственных способностей.

При чрезмерном разрастании передней доли мозгового придатка и усилении её секреторной деятельности рост ребёнка идёт ненормально быстро, и человек становится *гигантом*, который может достигнуть высоты 260 см (рис. 94). Физическая сила таких людей

не увеличивается пропорционально их росту и может быть даже ниже нормы.

Заболевание передней доли гипофиза у взрослого человека вызывает чрезмерное увеличение размеров кистей рук, стопы ног, носа, челюстей, языка. Это заболевание называется *акромегалией* и связано с рядом болезненных изменений в обмене веществ (рис. 95).

При систематическом введении молодому животному вытяжки передней доли гипофиза можно вызвать преждевременное наступление полового созревания.

Воздействие на рост организма происходит под влиянием одного из гормонов передней доли гипофиза. Другие гормоны, выделяемые этой долей, оказывают влияние на деятельность ряда эндокринных желез, в частности половых (происходит ускорение их развития).

Гормоны *задней доли* мозгового придатка вызывают резкое сужение капилляров (что обуславливает повышение кровяного давления), уменьшение мочеотделения и сокращение гладкой мускулатуры матки. При заболевании задней доли наблюдается *несахарное мочеизнурение*, при котором человек испытывает неутолимую жажду и выделяет в сутки до 20 л мочи и больше.

Гормоны мозгового придатка применяются в акушерской практике для усиления родовых схваток и уменьшения кровотечения (вследствие сужения сосудов).

Изучение физиологических свойств гормонов гипофиза сделало возможным применение их и в животноводческой практике. Так, например, гормоны передней доли гипофиза, будучи введены в организм овцы, усиливают созревание у неё половых клеток, что приводит к многоплодию.



Рис. 95. Кисть нормального человека (справа) и больного акромегалией (слева).

§ 55. Смешанные железы

Некоторые железы выделяют вырабатываемые ими вещества и в кровь, и в протоки, через которые эти секреты выводятся наружу. Такие органы, обладающие и внешней, и внутренней секрецией, называются смешанными железами. К последним относятся поджелудочная и половые железы.

Поджелудочная железа. Поджелудочная железа состоит из двух частей: одна образует пищеварительный сок, поступающий

через проток в двенадцатиперстную кишку, другая вырабатывает гормон *инсулин*, который выделяется непосредственно в кровь и специфически действует на углеводный обмен, регулируя образование в печени гликогена из сахара.

Постоянство содержания сахара в крови (0,1—0,12%) представляет собой результат деятельности поджелудочной железы и надпочечников. Гормоны этих желез оказывают противоположное воздействие на углеводный обмен: инсулин увеличивает образование в печени гликогена из сахара крови, адреналин же усиливает расщепление гликогена.

Удаление или поражение поджелудочной железы, во-первых, прекращает поступление поджелудочного сока в двенадцатиперстную кишку, что резко нарушает процесс пищеварения, а во-вторых, вызывает развитие *сахарной болезни (диабета)*. При последней в крови сильно возрастает количество сахара, так как отсутствие инсулина останавливает превращение его в гликоген. Избыток сахара в крови обуславливает выделение его с мочой. При диабете происходят тяжёлые нарушения в организме, которые часто приводят к смерти. В настоящее время врачи спасают жизнь диабетикам путём введения в их кровь препаратов инсулина.

Половые железы. Половые железы — яичники у женщин и семенники у мужчин — выделяют в свои протоки половые клетки (яйца и сперматозоиды), служащие для размножения. Кроме того, они обладают внутренней секрецией, т. е. образуют гормоны, попадающие непосредственно в кровь.

Половые гормоны стимулируют развитие органов размножения и вторичных половых признаков, т. е. тех особенностей в развитии грудных желез, распределении волосяного покрова, отложении подкожного жира, строении скелета, развитии мускулатуры, тембре голоса, психике и пр., которые отличают мужчин от женщин. Кроме того, женский половой гормон имеет большое значение в правильном развитии беременности.

Химический состав и структура гормонов половых желез достаточно хорошо изучены. В настоящее время эти гормоны получают в лабораториях путём химического синтеза.

Удаление и пересадка половых желез. Колоссальное значение, которое оказывают половые железы на формирование организма, а также на инстинкты, хорошо известно из опытов с удалением и пересадкой желез у животных.

Удаление этих желез, так называемая *кастрация*, сопровождается изменениями, которые особенно резки, если операция произведена в раннем возрасте. Буйный, необузданный бык превращается в спокойного, трудолюбивого вола; драчливый, живой петух — в спокойного, апатичного каплуна. Поэтому кастрацию животных издавна применяют в хозяйственных целях. Быков кастрируют для того, чтобы использовать их в качестве рабочего скота; кастрацию поросят производят для усиленного отложения в организме жира и т. д.

Пересадка кастрату половых желез вызывает появление вторичных половых признаков, характерных для того пола, железы которого пересаживаются (рис. 96). Так, например, если кастрированной курице пересадить семенники, то у неё появляется гребень, петушиное оперение и драчливость, характерная для петуха. Напротив, если кастрированному петуху пересадить яичники,



Рис. 96. Опыт удаления и пересадки половых желез у петухов и кур.

то он приобретает вторичные половые признаки и особенности поведения курицы.

Наблюдения над человеческими кастратами. Кастрация у человека производится иногда при заболеваниях половых желез. Кастраты встречаются в некоторых религиозных сектах, которые эту операцию считают богоугодным делом.

Удаление половых желез вызывает увеличение роста, неправильное отложение жира, что сильно отражается на форме фигуры. При кастрации в раннем возрасте у женщин не развиваются груд-

ные железы, а у мужчин не появляются усы, борода и не меняется тембр голоса. Кастрация влияет и на психику людей — развивается вялость и апатия.

Роль женского гормона в развитии беременности. Женский половой гормон образуется в фолликуле яичника. *Фолликул* представляет собой пузырёк: центр его занят яйцом, которое окружено эпителиальными клетками. При созревании яйца в фолликуле накапливается женский половой гормон.

Начиная с периода полового созревания (13—15 лет) и кончая 45—48 годами, в среднем каждые 28 дней (лунный месяц) в яичнике созревает один фолликул. Созрев, он лопается, а вышедшее из него яйцо проходит по яйцеводу в матку. После разрыва фолликула гормон поступает в кровь в увеличенном количестве. Под влиянием этого гормона в матке происходят изменения, подготовляющие её к беременности.

На месте лопнувшего фолликула образуется так называемое *жёлтое тело*, развитие которого препятствует образованию в яичнике новых фолликулов, а следовательно, и созреванию новых яйцеклеток. Жёлтое тело выделяет гормон, необходимый для нормального протекания беременности. Под его влиянием происходит мощное разрастание слизистой оболочки матки, что имеет большое значение для прикрепления будущего зародыша и его нормального питания. Гормон жёлтого тела влияет и на увеличение грудных желез.

Если созревшее яйцо не будет оплодотворено, то жёлтое тело быстро рассасывается, и в яичнике начинается развитие нового фолликула. Прекращение функций жёлтого тела влечёт за собой отторжение от стенки матки её набухшей слизистой оболочки, которая выводится наружу. При этом происходят кровотечения, известные под именем *месячных*.

Х. НЕРВНАЯ СИСТЕМА

§ 56. Значение, общий план строения, свойства

Значение нервной системы. Значение нервной системы заключается в том, что она *осуществляет связь организма с внешней средой*. Благодаря ей организм воспринимает изменения, происходящие вокруг него, и активно на них реагирует, изменяя своё поведение.

Кроме того, нервная система *регулирует и согласовывает деятельность различных органов, тканей и клеток*, приспособляя её к постоянно изменяющимся условиям внешней среды. Вспомним некоторые уже известные примеры этой функции нервной системы: частота сердечных сокращений зависит от импульсов, приходящих к сердцу по блуждающему и симпатическому нервам; дыхательный центр регулирует периодическую смену вдохов и выдохов; сосудодвигательный центр обеспечивает распределение крови между различными частями тела. Количество и качество пищеварительных соков, а также движения желудочно-кишечного тракта находятся в зависимости от деятельности нервной системы; она регулирует теплообразование и теплоотдачу, обмен веществ и т. д.

В одних случаях нервная система вызывает деятельность, которая без неё не может осуществляться; в других случаях она лишь изменяет работу органов, приспособляя её к условиям внешней среды и потребностям всего организма.

Объединяя и согласовывая деятельность органов, нервная система принимает участие в создании единства и целостности организма.

У человека высший отдел нервной системы — полушария головного мозга — *является органом мышления и психической деятельности*.

Общий план строения. Нервная система образована нервной тканью, которая состоит из громадного количества *нейронов*, т. е. нервных клеток с их отростками.

В нервной системе различают *центральную часть*, состоящую из *головного и спинного мозга*, и *периферическую*, к которой относят *черепномозговые и спинномозговые нервы* (цвет. табл. IX).

Тела нейронов и дендриты образуют *серое вещество* головного и спинного мозга. Соединяясь друг с другом своими отростками, тела нейронов образуют отдельные скопления, известные под именем *ядер и нервных центров*. Эти скопления, лежащие в различных

частях мозга, соединяются между собой аксонами, которые образуют *белое вещество* мозга.

Часть аксонов выходит за пределы мозга и даёт начало стволам *черепно-мозговых* и *спинно-мозговых нервов*. Каждый нерв состоит из множества нервных волокон. Так, например, седалищный нерв лягушки, имеющий толщину нитки, содержит около 4 тыс. волокон. Нервы связывают центры головного и спинного мозга с различными органами тела — кожей, глазами, мышцами, железами, сердцем, кишечником и т. д.

Кроме нервов, к периферической системе относятся *нервные узлы*, или *ганглии*. Они представляют собой небольшие скопления тел нейронов, лежащие в различных частях организма.

Свойства нервной системы. Основными свойствами нервной системы являются возбудимость и проводимость (см. стр. 30).

В результате раздражения в нервной системе возникает особый физиологический процесс, который называется *нервным импульсом*, или *возбуждением*. Возбуждённые участки её характеризуются наличием в них электрических явлений, известных под именем *токов действия*. Электрическое напряжение этих токов измеряется тысячными и даже миллионными долями вольта.

Всякое изменение деятельности нервной системы сопровождается изменением токов действия как в её центральной части, так и в нервных волокнах. Электрические явления в головном мозгу, которые называются иногда *биотоками мозга*, изменяются не только под влиянием внешних воздействий на организм, но и при умственной работе.

§ 57. Деятельность нервной системы

Рефлекс. Основной формой деятельности центральной нервной системы, благодаря которой она выполняет свои функции, является осуществление *рефлекторных реакций*.

При всяком раздражении рецепторов в них возникает возбуждение, которое по центростремительным волокнам проводится до головного или спинного мозга. Здесь возбуждение от воспринимающих нейронов, через один или несколько промежуточных, переходит к отвечающим нейронам. По центробежным волокнам последних оно идёт на периферию — к мышцам или железам, деятельность которых при этом изменяется. Весь этот путь от рецептора через центральную нервную систему к рабочему органу (рефлекторная дуга) образован не менее чем тремя нейронами: первый из них называется *воспринимающим*, второй — *промежуточным*, или *вставочным*, и третий — *отвечающим*, т. е. вызывающим деятельность. Полагают, что рефлекторные дуги сухожильно-мышечных рефлексов состоят только из двух нейронов — воспринимающего и отвечающего (цвет. табл. X).

Типичным примером рефлекса является выдёргивание лягушковой лапки, погружённой в стаканчик с кислотой. Этот рефлекс

возможен лишь при целостности спинного мозга, центростремительных и центробежных волокон. Разрушение спинного мозга или перерезка нервов приводит к исчезновению рефлекса.

Количество рефлексов, наблюдаемых у человека, чрезвычайно велико: при ударе по коленному сухожилию происходит быстрое разгибание ноги в коленном суставе (цвет. табл. X); сильные болевые раздражения приводят к побледнению лица вследствие рефлекторного сокращения сосудов; при поступлении пищи в ротовую полость начинается слюноотделение; при раздражении пищей корня языка происходит глотательный рефлекс; раздражение глотки пищей вызывает рефлекторное отделение желудочного сока; раздражение рецепторов, воспринимающих тепло, влечёт за собой расширение кровеносных сосудов кожи и усиленное потоотделение и т. д.

Количество примеров можно значительно увеличить, но и приведённых достаточно для того, чтобы видеть, что всякий рефлекс представляет собой трёхчленную реакцию, состоящую из: 1) *восприятия раздражения*, 2) *перехода возбуждения в центральной нервной системе с воспринимающих нейронов на отвечающие* и 3) *ответной деятельности*. Осуществление любого рефлекса зависит от целостности рефлекторной дуги.

Сложность рефлекторной деятельности. Обычно в осуществлении рефлекторного акта участвуют не три, а значительно большее количество нейронов. В этом убеждают нас общеизвестные факты. Так, например, при уколе пальца человек отдёргивает руку; одновременно с этим у него может произойти резкое движение всего тела, измениться частота сокращений сердца и дыхательных движений, могут расшириться зрачки, вырваться крик испуга и т. д.

Наблюдаемые явления объясняются тем, что каждый из раздражаемых нейронов при помощи отростков связан со многими другими нейронами. Поэтому всякое возбуждение, достигшее центральной нервной системы, очень широко в ней распространяется, или, как говорят, *иррадирует*. Результатом такой иррадиации является участие в рефлексе большого количества органов.

Односторонность проведения. Нервные волокна могут проводить возбуждение в обе стороны. Однако все импульсы в нервной системе всегда проводятся только в одном направлении. Это объясняется тем, что нервные окончания нейронов, так называемые синапсы, проводят возбуждение от воспринимающих нейронов через промежуточные к отвечающим и не способны проводить его в обратном направлении.

Суммация. Суммацией называется способность центральной нервной системы накапливать слабые возбуждения, приходящие к ней одно за другим. Это явление было открыто основоположником русской физиологии И. М. Сеченовым.

Примерами суммации будут следующие явления.

Слабые удары электрического тока, приложенного к руке, могут не вызвать ответной реакции; если эти удары будут следо-

вать один за другим с большой частотой, произойдёт отдёргивание руки. Этот рефлекс является результатом суммации слабых импульсов.

Человек часто не реагирует, если муха сядет на его лицо, но он производит движение рукой, когда муха начинает ползать. В этом случае происходит раздражение значительного количества рецепторов, слабые импульсы, поступая в центральную нервную систему, суммируются и вызывают реакцию.

Торможение. Сплошь и рядом возбуждение (особенно сильное), дойдя до центральной нервной системы, не вызывает деятельности, а, напротив, прекращает её. Это объясняется тем, что в нервной системе может возникнуть не только процесс возбуждения, но и противоположный ему процесс торможения. Последний уже разбирался при описании работы сердца: раздражение блуждающего нерва вызывает замедление сокращений и даже полную остановку сердца (см. стр. 78).

Торможение в центральной нервной системе было открыто И. М. Сеченовым. Он наблюдал, что химическое раздражение зрительных долей мозга лягушки, вызванное приложением к ним кристаллика соли, угнетает рефлекс. На основании дальнейших опытов И. М. Сеченов сделал вывод о наличии центров, тормозящих нервную деятельность.

Современная физиология знает очень много примеров торможения в центральной нервной системе. Выше были рассмотрены возможные последствия укола пальца (сокращение мышц, изменения в работе сердца и органов дыхания, вскрикивание от боли и т. д.), но всякому из собственного опыта известно, что все эти явления далеко не всегда имеют место. Объяснение заключается в том, что в центральной нервной системе, помимо процесса возбуждения, возникает также и процесс торможения.

Нейроны, соединяясь друг с другом отростками, создают материальную основу для безграничного распространения возбуждения по всей нервной системе: самый незначительный раздражитель может вызвать ответную реакцию со стороны всех органов тела. Однако в каждом отдельном случае возбуждение проходит по строго определённым путям и захватывает только отдельные участки нервной системы. Это объясняется тем, что распространению его препятствует торможение. Последнее, таким образом, как бы закрывает часть нервных путей для возбуждения. Препятствуя иррадиации возбуждения в центральной нервной системе, торможение создаёт условия для точных и ограниченных ответов на полученные раздражения: при уколе пальца человек отдёргивает палец, а не всё тело.

Торможение в нервной системе столь же обычно, как и возбуждение. По учению выдающегося русского физиолога Н. Е. Введенского, ученика И. М. Сеченова, в торможении и возбуждении следует видеть два проявления одного и того же нервного процесса, которые зависят только от частоты и силы раздражения.

И. П. Павлов, развивший учение о торможении, открыл его охранительную роль, которая заключается в том, что оно предупреждает истощение нервных клеток при очень сильных и частых раздражениях. Последние могут вызвать общее торможение центральной нервной системы, и она перестает отвечать на раздражения, которые обычно вызывали ответные реакции.

Утомление. Характерной особенностью центральной нервной системы является её быстрая утомляемость.

Нервные волокна практически неутомляемы, так как могут часами проводить импульсы без их ослабления. Центральная же нервная система и её воспринимающие аппараты утомляются очень быстро.

Если продолжительное время возбуждаются одни и те же участки центральной нервной системы, то деятельность её вследствие большой утомляемости затрудняется. По этой причине при длительной умственной работе необходимо устраивать перерывы, в течение которых функционировавшие нервные центры могли бы оправиться от утомления. С последним должен считаться и педагог при организации занятий в школе, тем более, что нервная система детей более утомляема, чем у взрослых.

§ 58. Спинной мозг

Внешнее строение. Спинной мозг имеет вид ствола, располагающегося в позвоночном канале (рис. 97). На задней и передней поверхностях мозга имеются *продольные борозды*, разделяющие его на правую и левую половины.

На уровне каждого позвонка от мозга отходят спинномозговые нервы (рис. 98). Участки мозга с парой отходящих от них нервов носят название *сегментов*. Соответственно частям позвоночника в мозгу различают сегменты шейные, грудные, поясничные и крестцовые.

Начинается спинной мозг на границе между черепом и позвоночником, а оканчивается на уровне 2-го поясничного позвонка. Длина спинного мозга меньше длины позво-

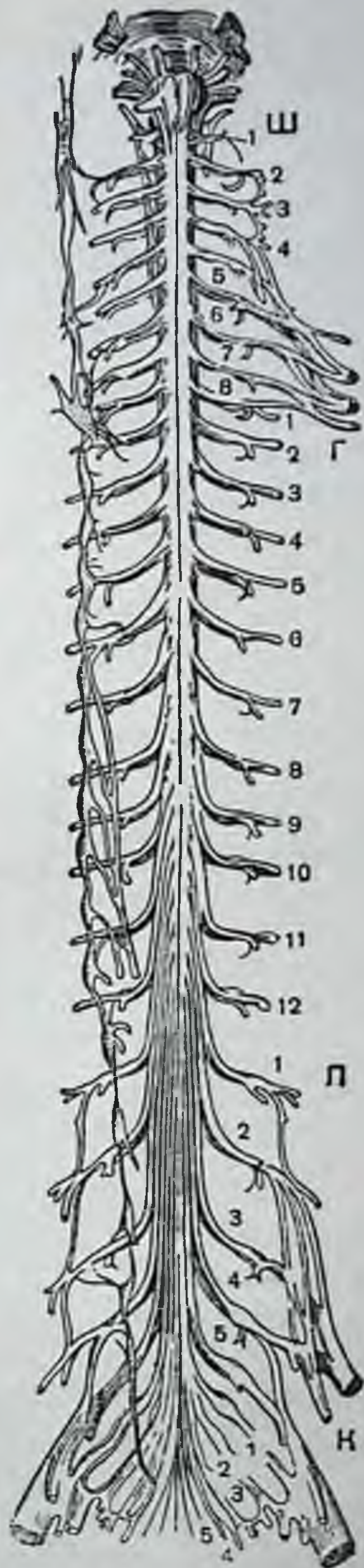


Рис. 97. Спинной мозг спереди:

Справа показаны сплетения спинномозговых нервов, слева — пограничный симпатический ствол.
Ш. 1—8 — шейные корешки, Г. 1—12 — грудные корешки, П. 1—5 — поясничные и К. 1—5 — крестцовые корешки спинномозговых нервов

ночного канала, и сегменты его расположены выше соответствующих им позвонков; так, например, крестцовые сегменты находятся на уровне верхних поясничных позвонков.

Спинной мозг одет тремя оболочками: мягкой, паутинной и твёрдой. Мягкая оболочка очень богата кровеносными сосудами и, плотно прилегая к мозгу, заходит в борозды на его поверхности; её сосуды проникают внутрь мозгового вещества. Паутинная оболочка очень тонка, лишена сосудов и рыхло соединена с мягкой оболочкой; вследствие того, что она не заходит в борозды, между ней и мягкой мозговой оболочкой образуется так называемое подпаутинное пространство. Твёр-

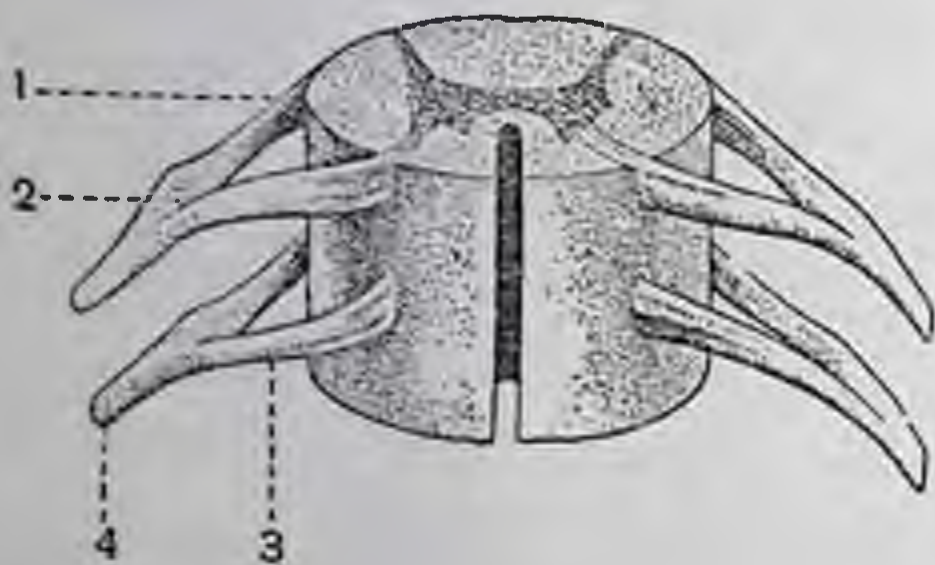


Рис. 98. Схема отхождения спинномозговых нервов:

1 — задний корешок; 2 — межпозвоночный узел; 3 — передний корешок; 4 — спинномозговой нерв.

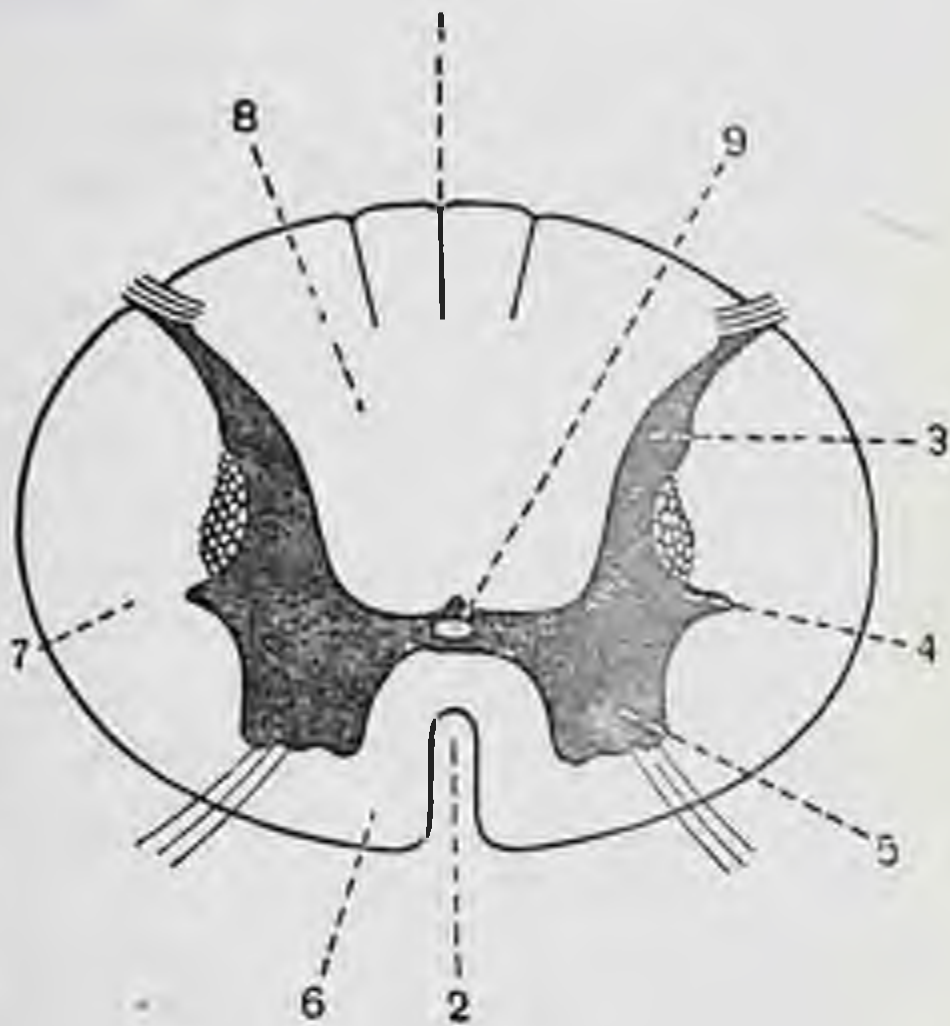


Рис. 99. Поперечный разрез спинного мозга:

1 — задняя борозда; 2 — передняя борозда; 3 — задний рог; 4 — боковой рог; 5 — передний рог; 6 — передний столб; 7 — боковой столб; 8 — задний столб; 9 — спинномозговой канал.

дая мозговая оболочка значительно толще и плотнее первых двух; в некоторых местах она срастается с костями.

Внутреннее строение. Спинной мозг состоит из серого и белого вещества (рис. 99). Серое вещество располагается в центре и на поперечном разрезе мозга имеет форму, которую сравнивают с бабочкой или с буквой «Н». Вокруг него находится белое вещество.

Короткие и широкие выступы серого вещества, идущие к передней поверхности мозга, называются *передними рогами*; в противоположном направлении вытягиваются более узкие *задние рога*. В грудных сегментах имеются ещё и *боковые рога* — маленькие выступы боковых поверхностей серого вещества.

Белое вещество разделяется рогами на так называемые столбы. Та часть его, которая находится между двумя задними рогами, называется *задними столбами*; часть, расположенная между передними рогами, — *передними столбами*. Между задними и передними рогами каждой стороны лежат *боковые столбы*.

Внутри мозга проходит узкий *спинномозговой канал*, который заполнен жидкостью, похожей на лимфу.

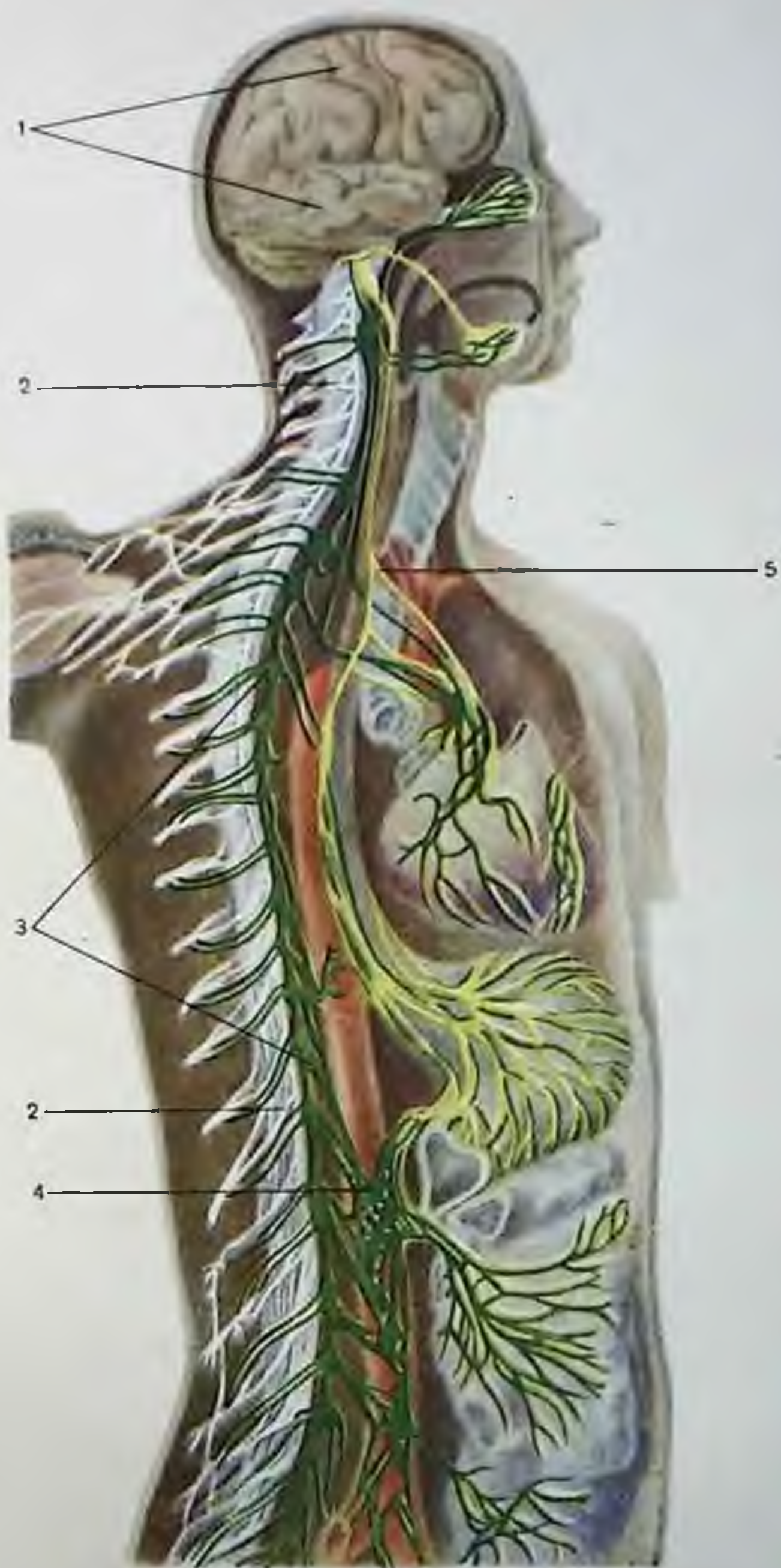


Таблица IX. Нервная система (схема).

1 — головной мозг; 2 — спинной мозг; 3 — пограничный ствол симпатической системы; 4 — солнечное сплетение; 5 — блуждающий (парасимпатический) нерв.

Симпатические нервы обозначены зеленым цветом, парасимпатические — желтым, а соматические нервы — белым.



Спинномозговые нервы. От каждого сегмента мозга отходят по две пары нервных стволиков — это *передние* и *задние корешки* (рис. 98). Выйдя из позвоночного канала через межпозвоночное отверстие, корешки сливаются друг с другом и образуют два *спинномозговых нерва*, идущих к различным частям тела.

Задние корешки толще передних; около межпозвоночного отверстия они образуют вздутия — *межпозвоночные*, или *спинномозговые, узлы*. В узлах лежат *воспринимающие нейроны* с грушевидным телом и двумя отростками (рис. 100). Один из отростков в составе

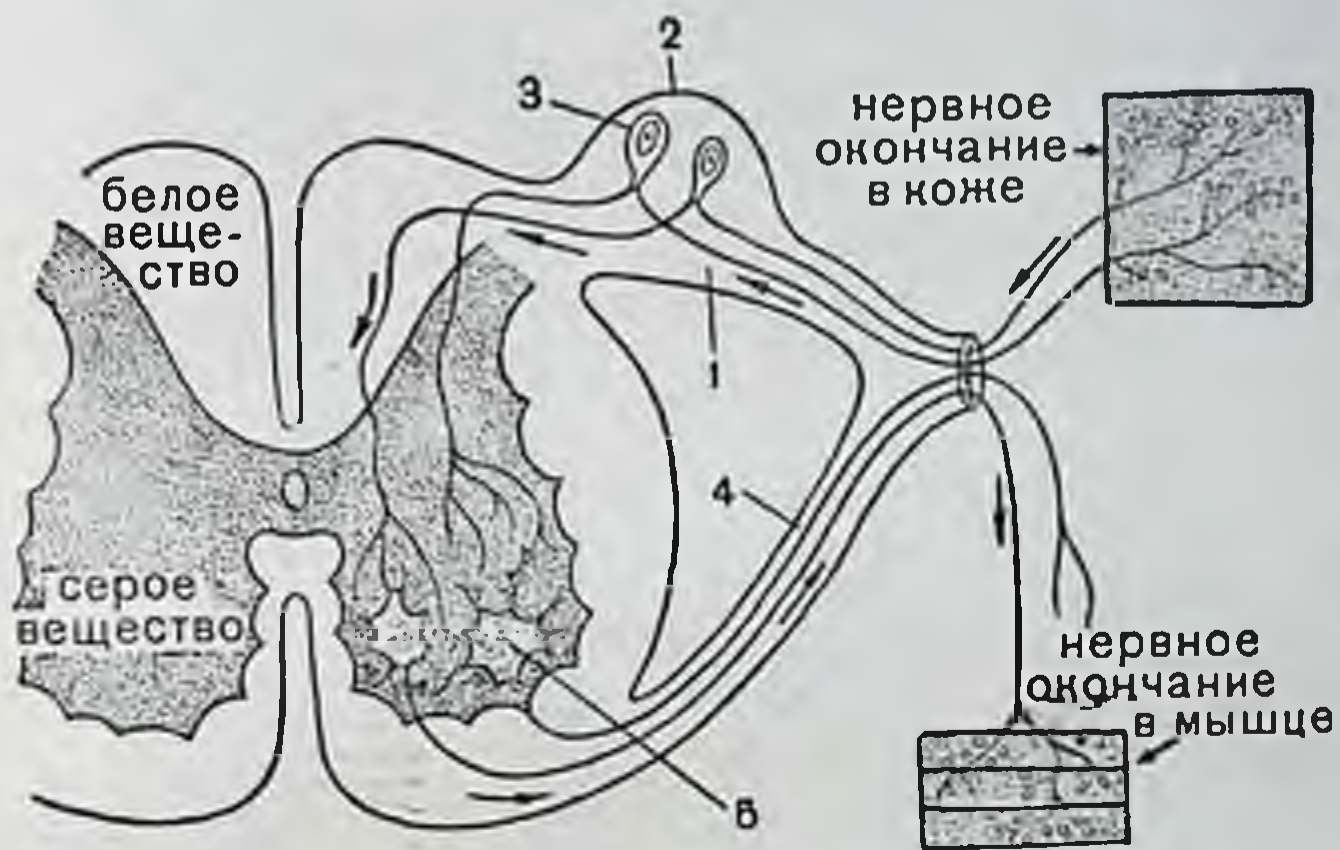


Рис. 100. Схема проведения возбуждения от кожи через спинной мозг в мышцы (рефлекторная дуга):

1 — задний корешок; 2 — межпозвоночный узел; 3 — тело воспринимающего нейрона; 4 — передний корешок; 5 — тело двигательного нейрона. (Соединение воспринимающего нейрона с двигательным посредством промежуточного нейрона в схеме не показано.)

заднего корешка вступает в спинной мозг, а другой входит в спинномозговой нерв и заканчивается в рецепторах кожи, мышц, надкостницы, суставов и ряда других органов. Перерезка задних корешков приводит к потере чувствительности на различных участках тела.

Передние корешки состоят из волокон, которые начинаются от нейронов, образующих в передних рогах спинного мозга *двигательные центры*. Войдя в состав спинномозговых нервов, эти волокна доходят до мышц; проводимое ими возбуждение вызывает сокращение мышц. Перерезка передних корешков приводит к потере отдельными участками тела способности к движению (рис. 101).

Перерезка передних или задних корешков, кроме потери чувствительности или способности к движению, вызывает также исчезновение мышечного тонуса (см. стр. 29).

Воспринимающие нейроны межпозвоночных узлов и двигательные передних рогов мозга соединены между собой рядом промежуточных нейронов. Поэтому всякое раздражение рецепторов кожи может вызвать ответную реакцию организма в форме движения.

Образуясь из переднего корешка, который может быть назван *двигательным*, и заднего — *чувствительного*, спинномозговые нервы по составу своих волокон являются *смешанными*.

Спинномозговые нервы, отходящие от нескольких смежных сегментов, соединяются в так называемые сплетения (рис. 102). Различают *шейное*, *плечевое*, *поясничное* и *крестцовое сплетения*. Нервы, выходящие из II—XI грудных сегментов, сплетений не образуют; нервы I и XII грудных сегментов входят в состав плечевого и поясничного сплетений.

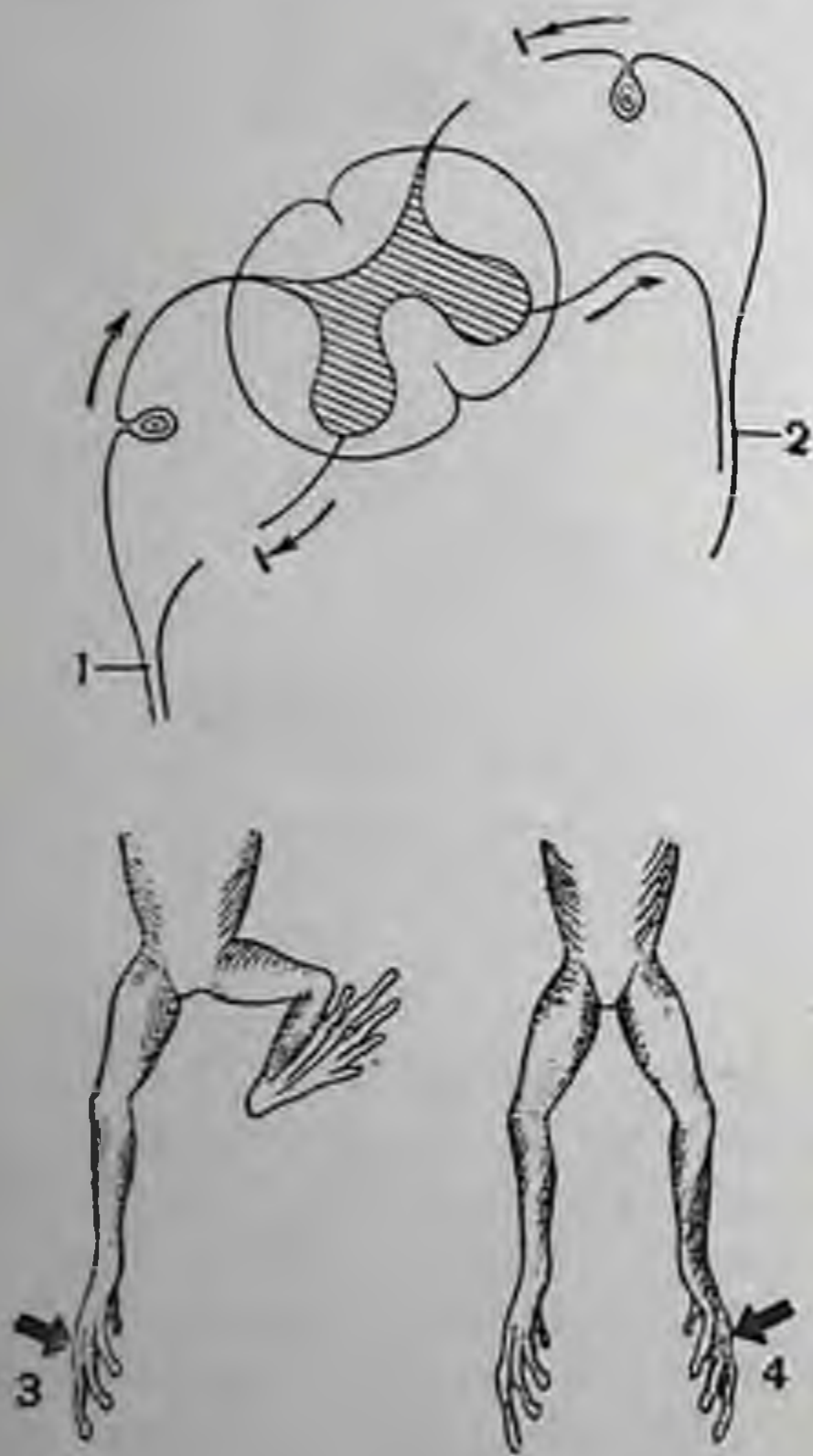


Рис. 101. Схема опыта с перерезкой корешков спинномозговых нервов (перерезаны правый передний и левый задний):

1 — нерв правой конечности; 2 — нерв левой конечности; 3 — раздражение правой лапки; 4 — раздражение левой лапки.

Каждое из сплетений снабжает центробежными и центроостремительными волокнами определённую область тела: руку, ногу, тазовые органы.

Спинальные животные. Чтобы составить представление о значении спинного мозга, необходимо рассмотреть поведение животного с выключенным

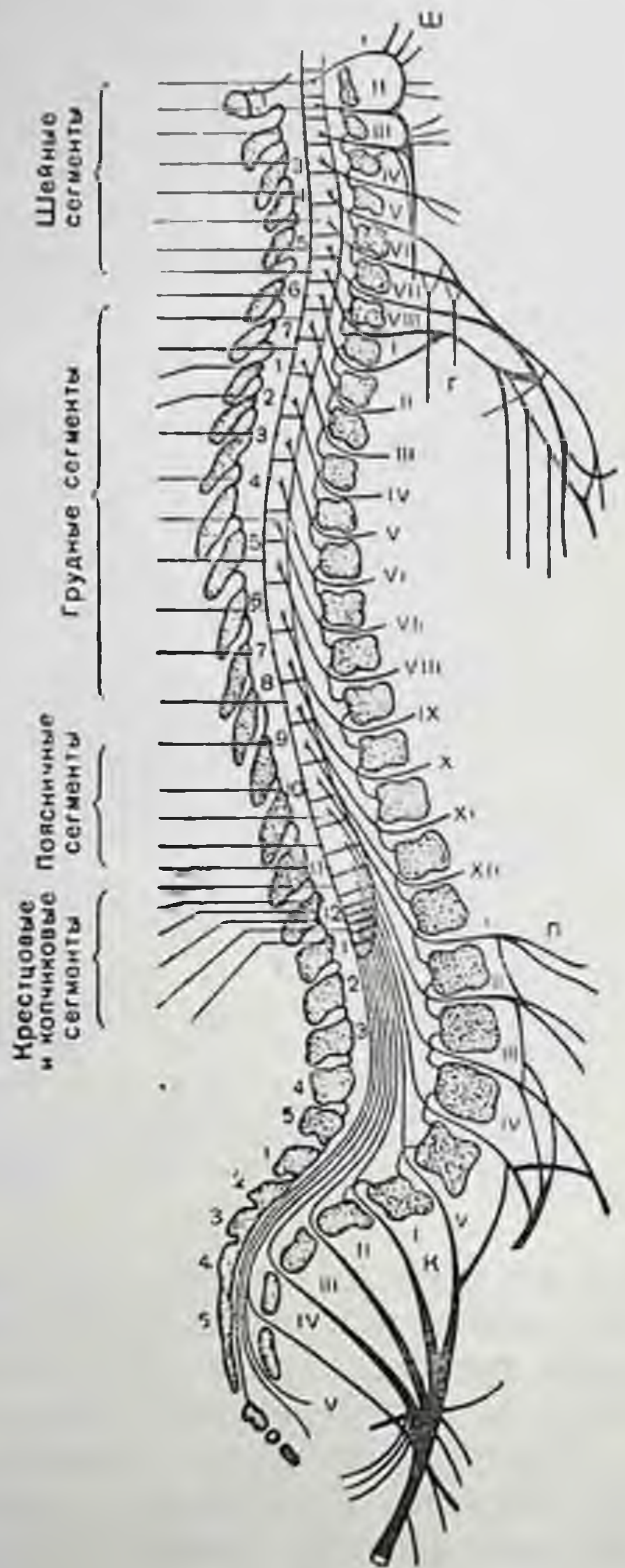


Рис. 102. Схема сплетений спинномозговых нервов.

Римскими цифрами обозначены спинномозговые корешки:

Ш. I—VIII — шейные; Г. I—XII — грудные; П. I—V — поясничные; К. I—V — крестцовые. Арабскими цифрами нумерованы позвонки. Сбоку обозначены сегменты спинного мозга.

головным мозгом. Такое животное — его называют спинальным — получают путём перерезки центральной нервной системы на границе между спинным и головным мозгом. Перерезка совершенно исключает всякое влияние головного мозга на спинной, а через его посредство и на органы, к которым идут спинномозговые нервы. Все явления, которые наблюдаются у такого животного при раздражении спинномозговых нервов, представляют собой результат деятельности исключительно спинного мозга.

Спинальная лягушка, которую получить очень легко, может производить довольно сложные движения, для которых необходимо согласование процессов возбуждения и торможения.

Будучи подвешена за челюсть, она держит свои нижние конечности слегка подтянутыми, следовательно, её мышцы находятся в состоянии некоторого тонуса.

Спинальная лягушка сохраняет рефлекс вытягивания лапки из стаканчика с кислотой. Если к правой стороне спины животного приложить бумажку, смоченную кислотой, происходит сокращение мышц правой задней конечности, последняя поднимается и сбрасывает лапкой бумажку. Если эта конечность укреплена неподвижно, лягушка удаляет бумажку левой конечностью вследствие перехода возбуждения с правой стороны спинного мозга на левую (рис. 103).

Спинальная собака, которую получить значительно труднее, при уколе лапы отдёргивает её; тонус скелетных мышц у неё резко понижен; если её поднять за передние лапы так, чтобы задние повисли в воздухе, и уколоть одну из них, то животное начинает поочерёдно сгибать и разгибать обе свободные конечности и производит ими движение наподобие бега.

Таким образом, спинной мозг собаки обуславливает своей деятельностью такие движения, как сгибание и разгибание конечностей, но он не способен без участия головного мозга поддерживать нормальный тонус скелетной мускулатуры. А главное, собака, у которой головной мозг отделён от спинного, — это тяжёлый инвалид, не могущий сохранить свою жизнь без посторонней помощи; она беззащитна в борьбе со своими врагами и лишена возможности передвижения.

У человека известны ранения, при которых нарушалась целостность спинного мозга на том или ином уровне. В этих случаях нервные пути, идущие от головного мозга через спинной к различным органам, прерывались. Спинальный человек, который обычно быстро умирает, лежит как пласт. Он совершенно неспособен передвигаться, стоять, сидеть, поворачиваться с боку на бок или шевельнуть какой-нибудь частью тела, которая получает нервы из участка спинного мозга, лежащего ниже ранения. Некоторые рефлекторные движения имеются, но произвольные совершенно отсутствуют. Человек абсолютно лишён всякой возможности самообслуживания. Вместе с тем он сохраняет сознание, что делает его мучеником, чрезвычайно тяжёлым для окружающих.

Таким образом, благодаря спинному мозгу осуществляется целый ряд рефлексов и регулируются многие движения тела. При этом надо иметь

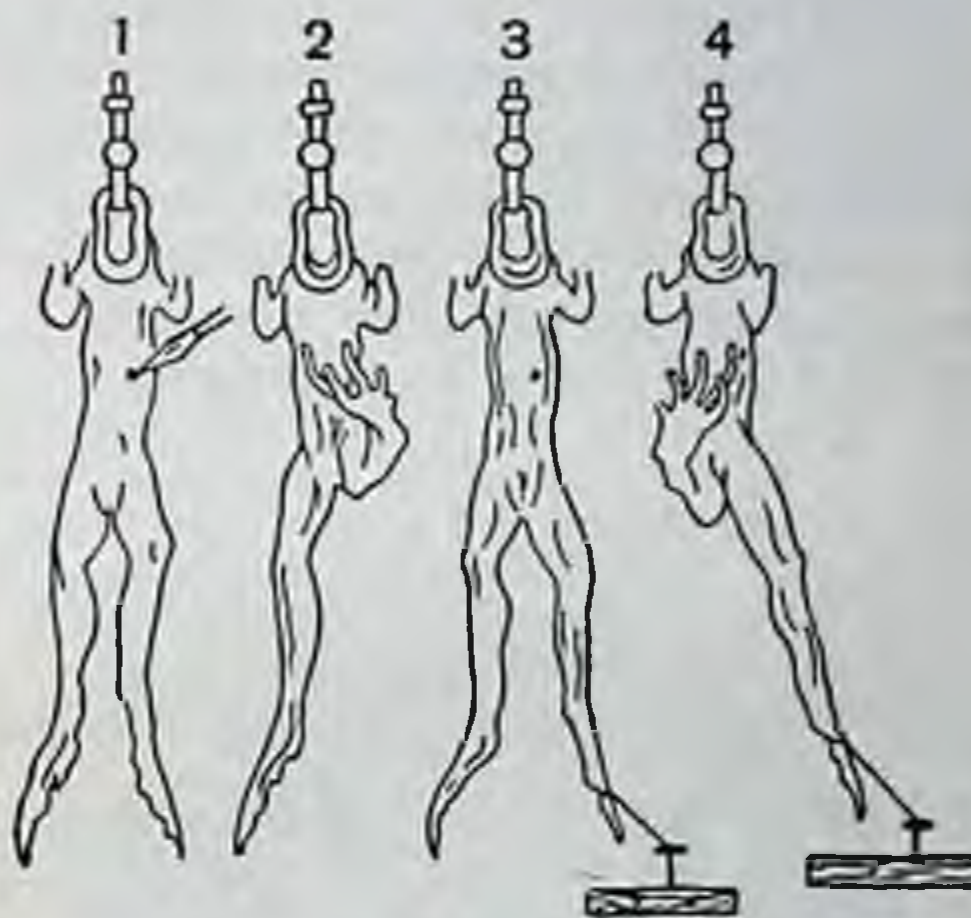


Рис. 103. Опыт с раздражением кислотой обезглавленной лягушки:

1—2 — лягушка сбрасывает бумажку, смоченную кислотой, с правой стороны спины правой лапкой; 3—4 — правая лапка привязана, лягушка сбрасывает бумажку с того же места левой лапкой.

в виду, что чем выше по своей организации живое существо, тем большее значение в двигательных реакциях приобретают вышележащие отделы центральной нервной системы.

Функции спинного мозга. Различные эксперименты и наблюдения показывают, что в спинном мозгу находятся центры большого количества рефлексов, в частности простейших двигательных — отдергивание конечностей, сгибание и разгибание их и т. д.

Эти рефлексы настолько приспособлены к потребностям организма, настолько кажутся целесообразными, что один учёный в прошлом столетии нашёл возможным говорить о присутствии души в спинном мозгу лягушки.

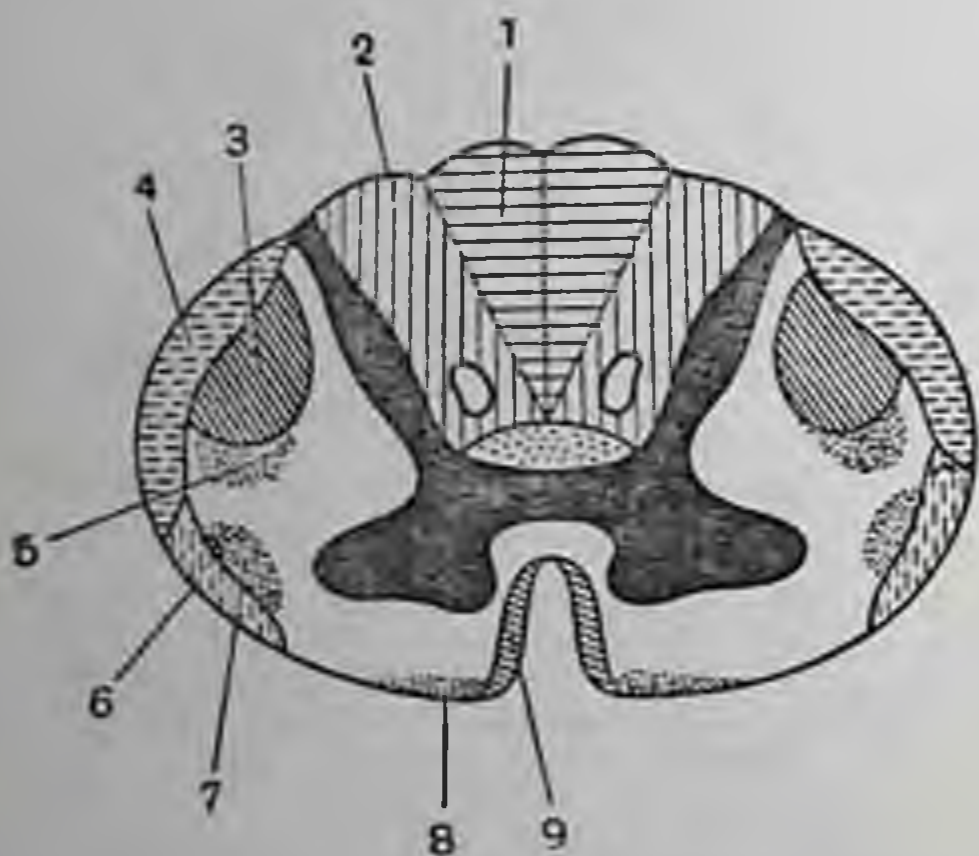


Рис. 104. Схема расположения проводящих путей в шейном отделе спинного мозга:

1, 2, 4, 6 и 7 — различные пучки волокон, по которым возбуждение проводится вверх — восходящие пути; 3, 5, 8 и 9 — нисходящие пути.

Само собой разумеется, что современная наука объясняет деятельность последнего, как и всего организма, не прибегая к понятию о несуществующей душе.

В нижних шейных сегментах спинного мозга находятся нейроны, которые воспринимают нервные импульсы, приходящие от верхних конечностей, и двигательные нейроны, посылающие возбуждение к мышцам рук.

В грудных и верхних поясничных сегментах располагаются нейроны, которые регулируют деятельность потовых желез и про-

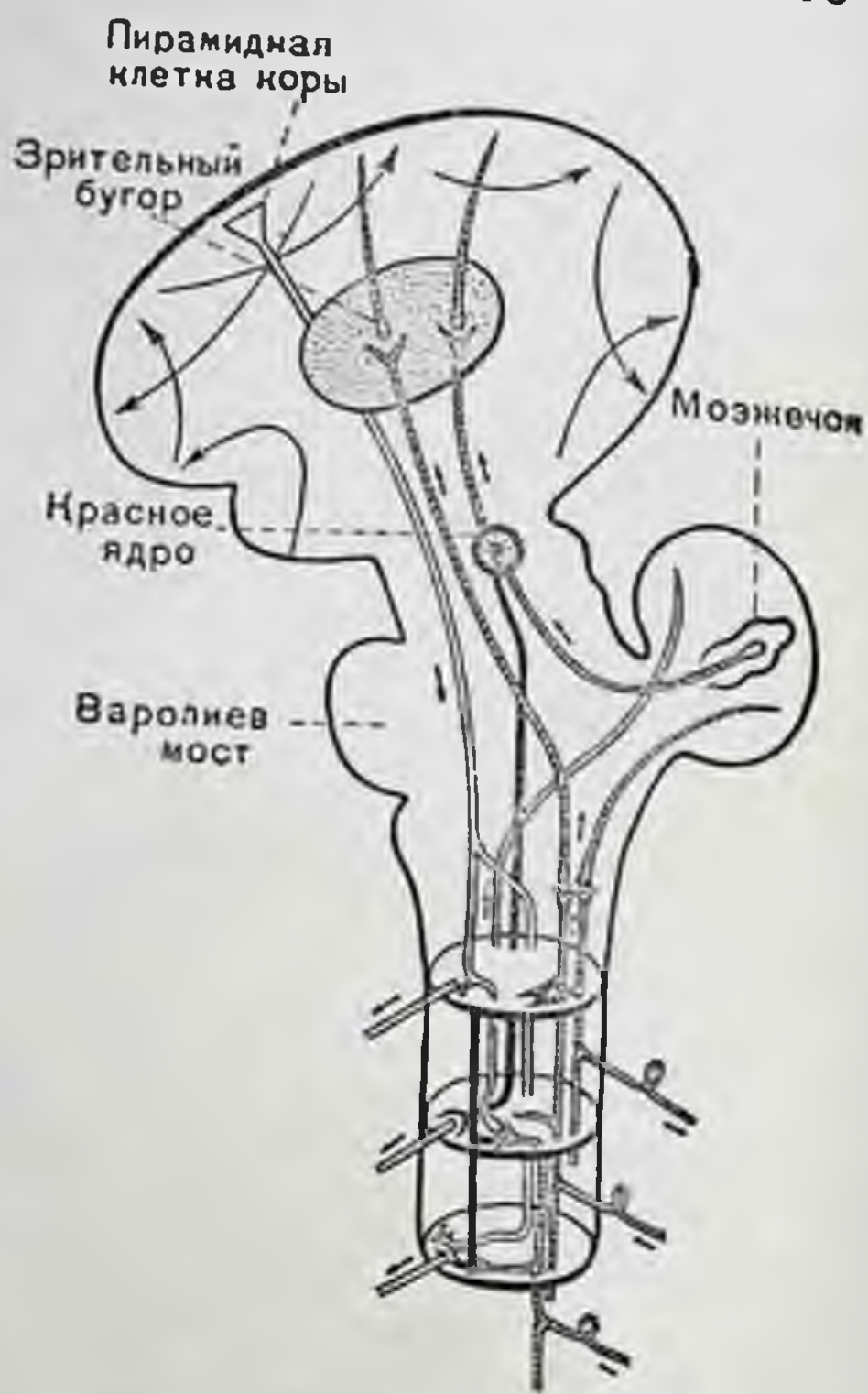


Рис. 105. Пути, проводящие возбуждение между головным и спинным мозгом.

Поперечной штриховкой обозначены чувствительные пути от спинного мозга к головному; чёрной линией показан двигательный путь от красного ядра, а светлой — двигательный путь от пирамидных клеток коры к спинному мозгу; стрелки в верхней части рисунка показывают направление нервных волокон, соединяющих отдельные участки коры полушарий.

свет кровеносных сосудов. В эту же часть спинного мозга поступают импульсы от кожных рецепторов туловища, и отсюда идёт возбуждение к его мышцам.

Нижние поясничные сегменты содержат воспринимающие и двигательные нейроны, связывающие спинной мозг с кожей и мышцами нижних конечностей.

В крестцовых сегментах находятся нейроны, регулирующие деятельность мочеполовых органов и прямой кишки.

Отдельные скопления нейронов образуют в спинном мозгу нервные центры. Центры, которые участвуют в осуществлении различных рефлексов, т. е. воспринимают импульсы от рецепторов и вызывают деятельность рабочих органов (мышц, желез), называются рефлекторными. Таким образом, спинной мозг является отделом центральной нервной системы, в котором сосредоточены центры, регулирующие наиболее простые рефлекторные акты.

Проводящие пути. Даже неполная перерезка спинного мозга вызывает резкие нарушения в движении или чувствительности у животных и людей. Это объясняется тем, что через него проходят пучки нервных волокон, которые образуют так называемые *проводящие пути*. Последние вместе со спинномозговыми нейронами соединяют головной мозг с периферическими органами. Различают восходящие и нисходящие пути (рис. 104 и 105).

Восходящие пути проходят по задним и отчасти боковым столбам белого вещества. По ним передаются импульсы от рецепторов туловища, конечностей и внутренних органов. Эти импульсы могут достичь коры больших полушарий и вызвать ощущения.

Нисходящие пути проходят по передним и отчасти боковым столбам. Они проводят импульсы от головного мозга к двигательным центрам спинного мозга; от последних импульсы идут к мускулатуре. Важнейшим нисходящим путём является *пирамидный*. Он начинается от коры полушарий и проводит возбуждения, которые вызывают произвольные движения. Пирамидные пути на своём протяжении перекрещиваются, поэтому импульсы от правого полушария идут на левую половину тела, а от левого на правую половину.

Наличие описанных путей заставляет смотреть на спинной мозг не только как на *средоточие рефлекторных центров*, но и как на орган, *проводящий нервные импульсы* от рецепторов к головному мозгу и от него к работающим органам.

§ 59. Ствол головного мозга

Части головного мозга. В головном мозгу различают два больших отдела: *ствол*, являющийся непосредственным продолжением спинного мозга, и *большие полушария*.

Весь головной мозг, подобно спинному, одет тремя мозговыми оболочками. *Мягкая оболочка* проникает в многочисленные углубления и неровности мозга. *Паутинная* не заходит в них и поэтому даёт начало целому ряду подпаутинных пространств. *Твёрдая оболочка* — толстая, плотная, местами срастается с внутренней поверхностью костей черепа.

Стволовая часть мозга состоит из *продолговатого мозга*, *варолиева моста*, *среднего мозга*, *промежуточного мозга* и *мозжечка* (рис. 106).

Продолговатый мозг и варолиев мост. Продолговатый мозг представляет собой непосредственное продолжение (кверху спинного мозга), форму которого он сохраняет.

На передней поверхности продолговатого мозга проходит борозда (продолжение продольной борозды спинного мозга), а на задней поверхности имеется углубление, называемое ромбовидной ямкой. Это дно четвертого мозгового желудочка, который представляет собой продолжение спинномозгового канала.

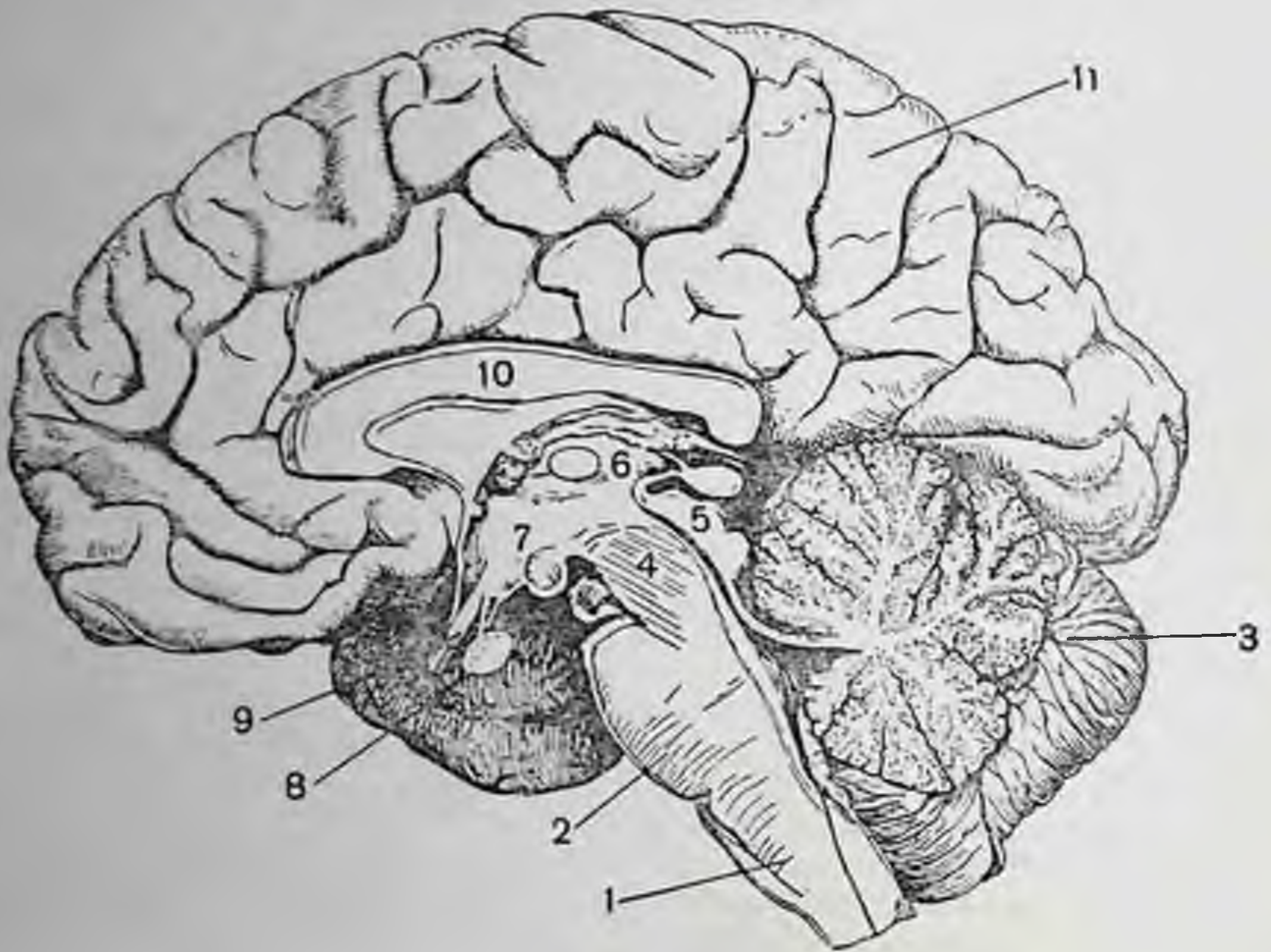


Рис. 106. Продольный разрез головного мозга человека:

1 — продолговатый мозг; 2 — варолиев мост; 3 — мозжечок; 4 — средний мозг; 5 — два бугорка четверохолмия (верхняя часть среднего мозга); 6 — зрительный бугор; 7 — подбугровая область; 8 — мозговой придаток; 9 — зрительный нерв; 10 — мозолистое тело; 11 — кора больших полушарий.

Передний конец продолговатого мозга отделён резкой бороздой от лежащего выше него варолиева моста. Основную массу последнего составляет белое вещество, образованное поперечно идущими волокнами.

Серое вещество варолиева моста распределено в его толще отдельными островками — ядрами; в продолговатом мозгу оно расположено на его задней поверхности.

В сером веществе продолговатого мозга находятся уже упоминавшиеся центры дыхания (стр. 95), регуляции сердечной деятельности (стр. 78) и сосудодвигательный центр (стр. 81).

Здесь же лежат центры жевания, сосания, глотания, отделения слюны и желудочного сока и др. Нервные импульсы к ним поступают от рецепторов ротовой полости и глотки, которые раздражаются

пищей. От центров сосания, жевания и глотания возбуждение идёт к мышцам, сокращение которых и вызывает соответствующие рефлекторные движения. От центров сокоотделения нервные импульсы передаются к слюнным и желудочным железам, возбуждая их деятельность.

В продолговатом мозгу и варолиевом мосту находятся *ядра*, дающие начало восьми парам черепномозговых нервов. Ядра представляют собой скопление тел нейронов, а отходящие от них аксоны образуют нервы.

Передняя и боковые поверхности продолговатого мозга и вся поверхность варолиева моста покрыты белым веществом. Последнее образовано *проводящими путями*, которые состоят из нервных волокон. Эти волокна соединяют центры продолговатого мозга и моста с центрами вышележащих отделов головного мозга, а также с центрами спинного мозга, а через них и с различными органами периферии (рис. 105).

Таким образом, связи продолговатого мозга и варолиева моста с периферией устанавливаются посредством черепномозговых нервов и нервных путей, идущих через спинной мозг.

Обилие связей продолговатого мозга с различными частями тела объясняет большое количество рефлексов, зависящих от него.

Мозжечок. Мозжечок расположен над продолговатым мозгом, снизу и сзади больших полушарий (рис. 107).

Середину мозжечка занимает часть, называемая *червячком*, по бокам её расположены два *полушария*. Частыми, поперечно идущими бороздами мозжечок разделён на большое число узеньких *извилин*. Несколькими более глубокими бороздами он делится на доли.

Серое вещество, состоящее из тел клеток, частично расположено в виде отдельных ядер в более глубоких частях мозжечка. Основная же масса этого вещества занимает его поверхность, образуя так называемую *кору мозжечка*. Под корой лежит белое вещество, которое представляет собой волокна, связывающие мозжечок с другими отделами центральной нервной системы (рис. 105).

Функции мозжечка изучались главным образом методом выключения. У животных, лишённых мозжечка, наблюдается *падение мышечного тонуса*, *расстройство движений* и *изменение походки*, которая становится валкой, шаткой и напоминает походку пьяного человека (рис. 108).

Движения и мышечный тонус, нарушенные у животного при удалении или повреждении мозжечка, через некоторое время возвра-



Рис. 107. Верхняя поверхность мозжечка.

щаются к норме. Это происходит вследствие того, что неповреждённые части центральной нервной системы замещают выпавшую или нарушенную деятельность мозжечка. В этом замещении проявляется очень важное свойство нервной системы — высокая приспособляемость. Последняя осуществляется при участии коры больших полушарий мозга. Если у животного, у которого после выключения мозжечка мышечный тонус и движения восстановились, удалить полушария или даже только их кору, то все расстройства, характеризующие безмозжечковое животное, возвращаются.



Рис. 108. Движения собаки, у которой удалён мозжечок.

У человека, получившего ранение мозжечка, восстановление движений возможно лишь в том случае, если они происходят под контролем зрения. Это объясняется тем, что через мозжечок к коре полушарий проходят нервные импульсы от мышц, суставов и сухожилий. Эти импульсы сигнализируют коре о состоянии двигательного аппарата. При удалении мозжечка поступление импульсов в кору прекращается и всякое точное движение становится возможным лишь при условии зрительного контроля над ним.

Новейшие наблюдения показали, что деятельность мозжечка имеет значение и в регуляции ряда таких функций, как кровообращение, дыхание.

Средний мозг. На верхней стороне среднего мозга лежат две пары бугорков четверохолмия, в толще которых расположено серое вещество, а на поверхности — белое.

Передняя пара бугорков четверохолмия включает в себе первичные рефлекторные центры зрения. В них центостремительные зрительные импульсы, идущие от глаза, переключаются на центробежные пути к мышцам. С передними бугорками связаны ориентировочные рефлекторные реакции на световые раздражители. Реакции выражаются в различных движениях всего тела или его частей, особенно глаз, в ответ на раздражение световых рецепторов. Вследствие этих движений появляется возможность лучше рассмотреть предмет, вызвавший возбуждение в рецепторах глаза. Серое вещество задней пары бугорков представляет собой первичные рефлекторные слуховые центры, в которых происходит переключение на

Средний мозг. На верхней стороне среднего мозга лежат две пары бугорков четверохолмия, в толще которых расположено серое вещество, а на поверхности — белое.

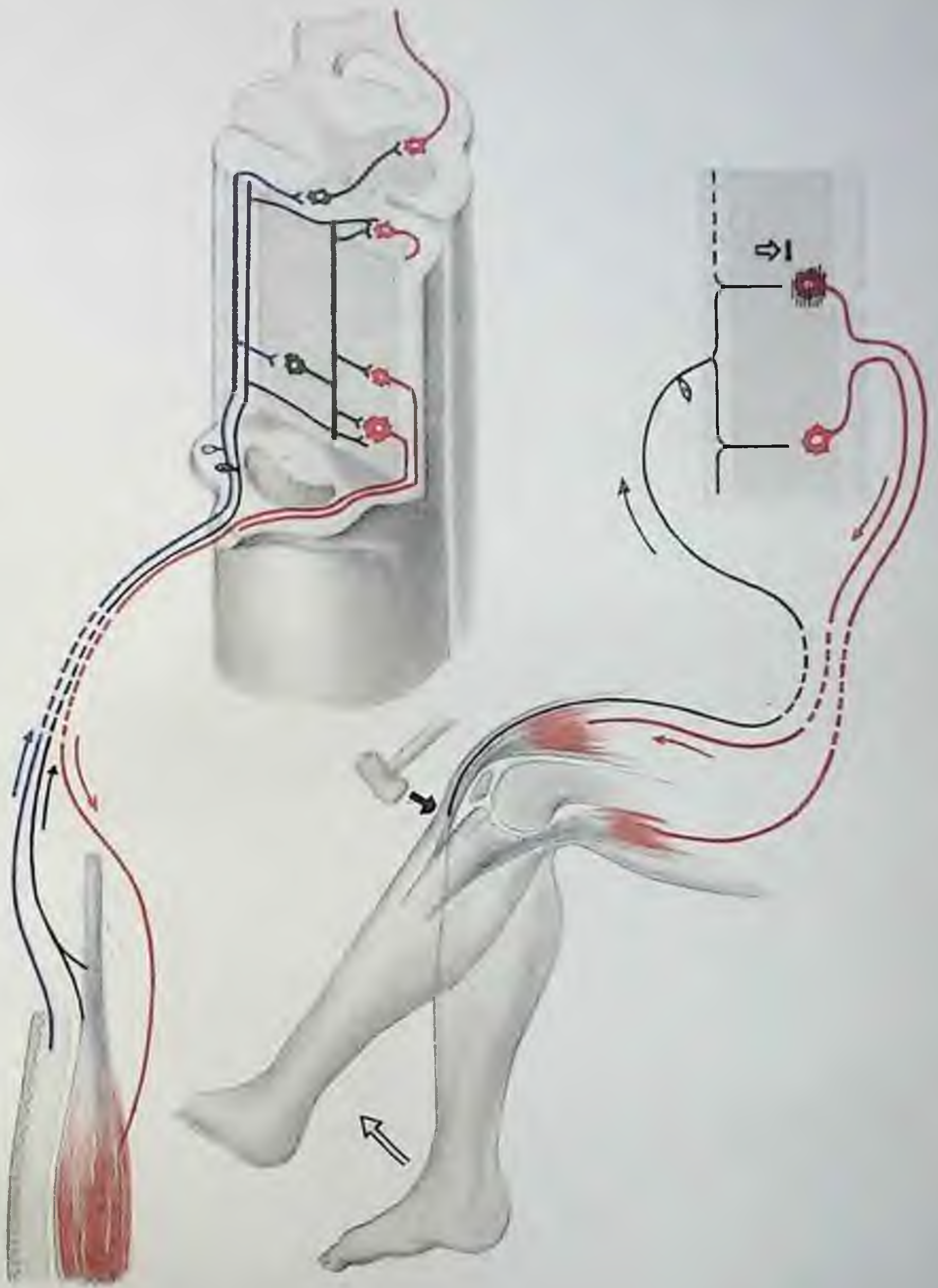


Таблица X. Слева — схемы рефлекторных дуг, которые состоят из двух и трёх нейронов.

Если раздражаются нервные окончания в коже, то возбуждение идёт по рефлекторной дуге, которая образована тремя нейронами. Если раздражаются чувствительные окончания в мышце или сухожилии, то возбуждение идёт по рефлекторной дуге, имеющей в своём составе два нейрона.

Справа — схема коленного рефлекса.

Стрелки показывают путь возбуждения от нервных окончаний в сухожилии к спинному мозгу и от него к мышце — разгибателю голени. Заштрихован нейрон, находящийся в состоянии торможения. Этот нейрон иннервирует мышцу, сгибающую ногу в коленном суставе.

Центробежные нейроны показаны красным цветом, центrostремительные — чёрным (от мышцы и сухожилия) и синим (от кожи). Промежуточные нейроны обозначены зелёным цветом.



центробежные пути импульсов, приходящих от внутреннего уха. Это центры ориентировочных звуковых рефлексов; они выражаются в повороте головы или тела в сторону нового звука.

В среднем мозгу находятся и скопления нервных клеток, которые образуют *красное ядро*, принимающее участие в *регуляции тонуса скелетных мышц* (рис. 105 и 109).



Рис. 109. Поперечный разрез мозга:

1 — продолговатый мозг; 2 — варолиев мост; 3 — мозжечок; 4 — средний мозг, несколько выше цифры располагается красное ядро; 5 — зрительные бугры; 6 — полосатое тело; 7 — кора больших полушарий; 8 — путь центробежных волокон от коры больших полушарий в спинной мозг (внизу виден перекрест волокон); 9 — волокна, соединяющие левое и правое полушария.

Если перерезать ствол мозга кзади от красного ядра, то происходит сильное сокращение всех мышц и особенно разгибателей. У кошки после такой операции конечности выпрямлены, голова сильно запрокинута назад и мышцы находятся словно в одеревенелом состоянии. Только применив значительные усилия, можно согнуть ноги или выпрямить шею неподвижному животному. Одеревенелое состояние мышц вызвано сильнейшим повышением мышечного тонуса и зависит от центров продолговатого мозга.

Если перерезка ствола производится кпереди от красного ядра и связь последнего с продолговатым мозгом сохраняется, то повышения мышечного тонуса не происходит. Отсюда можно предположить, что красное ядро как бы умеряет возбуждение центров продолговатого мозга, влияющих на мышечный тонус.

Центры четверохолмия и продолговатого мозга, регулируя мышечный тонус, приспособливают организм к постоянно меняющимся условиям его деятельности.

В среднем мозгу лежат ещё скопления серого вещества, образующие *ядра* двух пар черепномозговых нервов. Эти нервы идут к мышцам глаз.

Белое вещество среднего мозга состоит из проводящих путей, волокна которых проводят возбуждение от полушарий головного мозга через мозговой ствол и спинной мозг к мышцам, коже и внутренним органам, и наоборот, от перечисленных органов через те же отделы центральной нервной системы — в полушария.

Внутри среднего мозга проходит канал. Он соединяет четвёртый мозговой желудочек с третьим, который располагается несколько выше.

Промежуточный мозг. Впереди четверохолмия расположен промежуточный мозг, который состоит из зрительных бугров и подбугровой области (рис. 106).

В *зрительных буграх* находятся нейроны, отростки которых идут к коре больших полушарий. С другой стороны к ним подходят волокна проводящих путей от всех нижележащих центров головного и спинного мозга. Ни один центроостремительный импульс, откуда бы он ни шёл, не может пройти к коре больших полушарий, минуя зрительные бугры (рис. 105).

Особенно важное значение эта часть ствола имеет для возникновения *болевых ощущений*. В связи с этим, а также и потому, что зрительные бугры являются образованием, осуществляющим *связь всех рецепторов тела с корой больших полушарий*, они имеют исключительно важное значение.

Подбугровая область образует дно и нижнюю часть боковых стенок *третьего мозгового желудочка*, который лежит между буграми.

Подбугровая область включает в себе несколько скоплений нейронов, образующих ядра. Особенно важной частью этого отдела мозга является небольшое возвышение, носящее название серого бугра. *Серый бугор* регулирует *обмен веществ* (белковый, жировой, углеводный, солевой, водный), *телопродукцию, теплоотдачу и потоотделение*.

Подкорковые центры. В толще больших полушарий лежат скопления нейронов, которые образуют подкорковые центры, или ядра. Анатомически они связаны с полушариями, функционально же — с мозговым стволом. Среди них особенно важна группа ядер, тесно соединённых друг с другом и образующих так называемое *полосатое тело* (рис. 109).

К подкорковым ядрам возбуждение приходит от зрительных бугров и коры полушарий. Сами ядра дают начало нисходящим путям к различным отделам центральной нервной системы. Значение всей системы подкорковых ядер исключительно велико для *регуляции движений животных и человека*.

Черепномозговые нервы. От головного мозга отходят 12 пар черепномозговых нервов, которые связывают его с различными органами на периферии (рис. 110).

Наиболее важными из этих нервов являются:

Обонятельные (I пара), по которым передаются возбуждения, возникающие в обонятельных рецепторах носа.

Зрительные (II пара), проводящие возбуждения от зрительных рецепторов глаза.

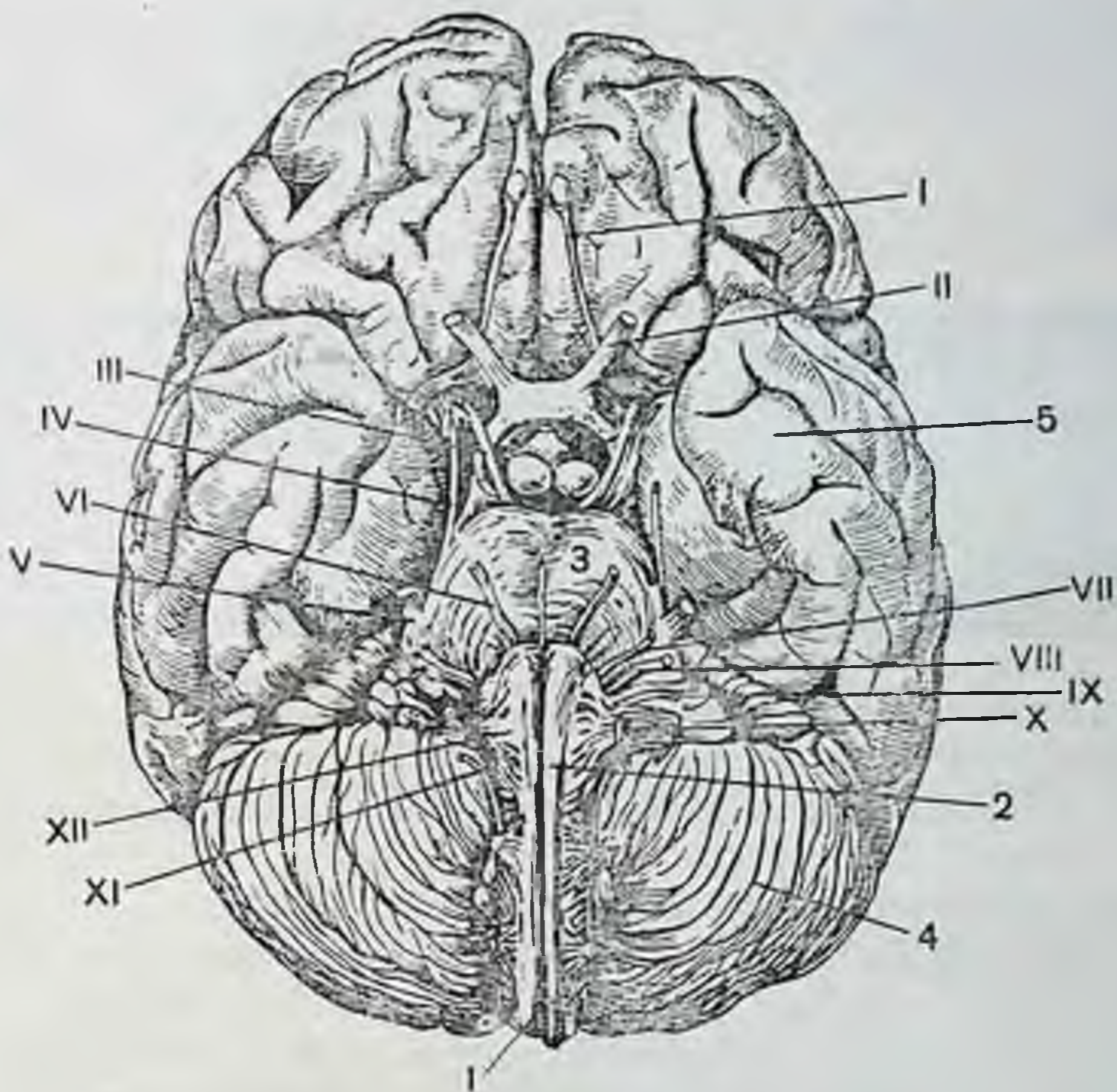


Рис. 110. Нижняя поверхность головного мозга:

1 — спинной мозг, переходящий в продолговатый мозг (2);
3 — варолиев мост; 4 — мозжечок; 5 — большое полушарие.
Римскими цифрами обозначены места выхода I—XII пар черепно-мозговых нервов.

Тройничные (V пара), состоящие из центробежных и центробежных волокон. Первые идут от рецепторов, которые расположены в глазнице, носовой и ротовой полостях; раздражение этих рецепторов вызывает ощущения прикосновений и боли. Вторые подходят к жевательным и некоторым другим мышцам лица.

Лицевые (VII пара), снабжающие своими волокнами большинство мышц лица и подчелюстную слюнную железу.

Слуховые (VIII пара), проводящие импульсы от рецепторов внутреннего уха.

Языкоглоточные (IX пара), иннервирующие мышцу, которая поднимает глотку, и околоушную слюнную железу, а также проводящие импульсы от рецепторов глотки и корня языка.

Блуждающие (X пара), которые снабжают своими центробежными и центростремительными волокнами сердце, лёгкие, бронхи, пищевод, желудок, тонкую кишку, верхнюю часть толстой кишки, печень, поджелудочную железу, селезёнку.

Подъязычные (XII пара), иннервирующие мускулатуру языка.

§ 60. Вегетативная нервная система

Общие понятия. Нейроны, которые передают скелетной мускулатуре возбуждения, вызывающие её сокращения, называются соматическими. Эти нейроны образуют *соматическую нервную систему*; через неё осуществляется двигательная иннервация поперечно-полосатых мышц.

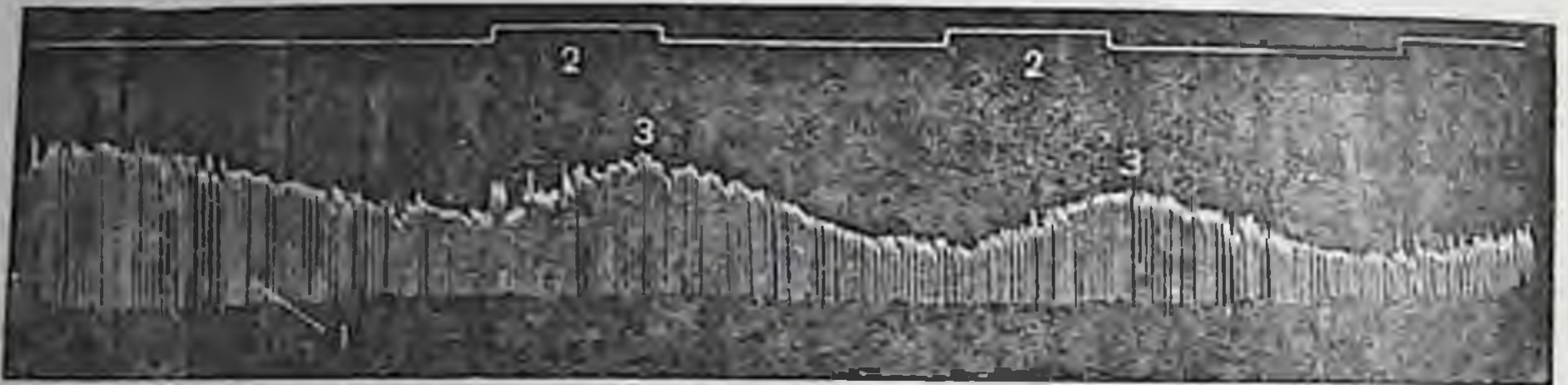


Рис. 111. Влияние раздражения симпатического нерва на работу мышцы: 1 — кривая сокращений долго работавшей мышцы лягушки; 2 — подъёмы сигнальной линии, отмечающие моменты раздражения симпатического нерва; 3 — усиление сокращений мышцы в результате раздражения симпатического нерва.

Все остальные нейроны, оканчивающиеся в различных органах тела, называются вегетативными. Из этих нейронов складывается *вегетативная нервная система*. Возбуждения, идущие по ней, регулируют работу сердца, изменяют деятельность различных желез, влияют на сокращение гладкой мускулатуры и величину просвета кровеносных сосудов и т. д. Кроме того, раздражение симпатических нервов вегетативной нервной системы оказывает влияние и на скелетные мышцы: не вызывая сокращения мышц, оно повышает их работоспособность, как бы снимает с них утомление (рис. 111). Раздражение симпатических нервов, оканчивающихся в органах чувств, повышает чувствительность последних.

Вегетативная нервная система разделяется на *симпатический* и *парасимпатический отделы*. В каждом из них различают центральную и периферическую части. Центральную часть составляют тела нейронов, которые образуют вегетативные ядра, лежащие в головном и спинном мозгу; периферическую часть образуют волокна, отходящие от вегетативных ядер, и нервные узлы, или ганглии, располагающиеся в различных органах, а чаще около них (цвет. табл. IX).

Вегетативный путь из центральной нервной системы до органа состоит всегда из двух нейронов: тело одного из них находится

в пределах головного или спинного мозга, а тело второго — в одном из нервных узлов, лежащих на периферии. Отросток первого нейрона оканчивается в узле, а отросток второго — в иннервируемом органе. В соматической же системе возбуждение к рабочему органу всегда передаётся по одному нейрону, тело которого лежит в головном или спинном мозгу. *Двухнейронность пути* и перерыв передачи возбуждения в одном из периферических узлов являются характерной чертой вегетативной нервной системы.

Симпатический отдел. *Центральная часть* симпатического отдела состоит из *вегетативных ядер*, которые располагаются в боковых рогах грудных и двух-четырёх поясничных сегментов спинного мозга (цвет. табл. XI).

Периферическая часть образуется *волокнами*, отходящими от вегетативных ядер. Волокна проходят в передних корешках спинного мозга и широко распространяются по всему телу. Они иннервируют все внутренние органы, кровеносные сосуды, кожу, потовые железы, а также скелетную мускулатуру и органы чувств.

Нервные узлы, или *ганглии*, входящие в периферическую часть, лежат по обеим сторонам позвоночника. Соединяясь друг с другом, они образуют две цепочки, известные под именем *симпатических пограничных стволов* (цвет. табл. IX, 3). Кроме того, нервные узлы имеются ещё на шее, а также в брюшной полости, самые крупные ганглии которой носят названия *солнечного* (цвет. табл. IX, 4) и *брыжеечного сплетений*. В симпатических узлах происходит перерыв передачи возбуждения. Говоря иными словами, здесь происходит переход возбуждения с аксонов, идущих от спинного мозга, на нейроны ганглиев. По отросткам, идущим от нейронов, которые располагаются в ганглиях, возбуждение доходит до иннервируемых органов — кровеносных сосудов, желез и т. д.

Парасимпатический отдел. *Центральная часть* парасимпатического отдела представлена *вегетативными ядрами*, которые лежат в среднем и продолговатом мозгу, а также в крестцовой области спинного мозга (цвет. табл. XI).

Периферическая часть образована *волокнами*, которые входят в состав некоторых черепномозговых и спинномозговых нервов.

Волокна от вегетативных ядер среднего мозга идут к органам зрения. Одна часть этих волокон проводит возбуждение к мышце, изменяющей величину зрачка; другая часть иннервирует мышцу, сокращение которой меняет кривизну хрусталика и тем самым приспособливает глаз к ясному видению на различных расстояниях.

Некоторое количество парасимпатических волокон продолговатого мозга направляется к слюнным железам. Значительно большее количество их входит в состав блуждающего нерва, который снабжает ими большинство органов брюшной и грудной полости. Благодаря такому широкому распространению этот нерв и получил своё название (цвет. табл. IX, 5).

От крестцовых сегментов спинного мозга парасимпатические волокна идут к нижней части толстой кишки, мочевому пузырю и половым органам.

Периферическая часть включает в себя и ряд *нервных узлов*, в которых происходит перерыв передачи возбуждения. Они расположены внутри или вблизи органов, в которых оканчиваются парасимпатические волокна.

Двойная иннервация. Органы, снабжаемые волокнами вегетативной нервной системы, обычно имеют двойную иннервацию:

в них разветвляются парасимпатические и симпатические нервы. Возбуждение этих нервов, как правило, изменяет деятельность органов в противоположном направлении. Так, например, симпатический нерв усиливает и ускоряет сердечные сокращения, парасимпатический — ослабляет их силу и замедляет ритм; симпатический нерв угнетает перистальтику желудочно-кишечного тракта, парасимпатический — усиливает её; симпатический нерв вызывает расслабление мышечной стенки мочевого пузыря, а парасимпатический — сокращение её.

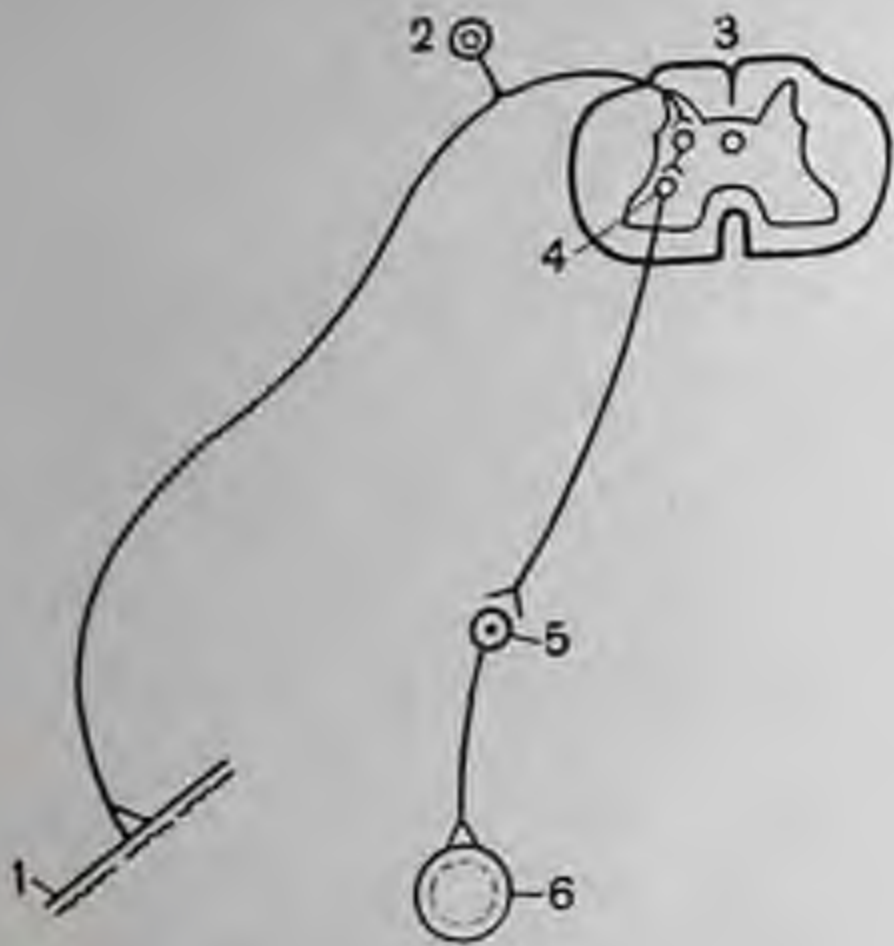


Рис. 112. Схема вегетативного (сосудосуживающего) рефлекса: 1 — кожа; 2 — центростволчатый нейрон; 3 — спинной мозг; 4 — первый нейрон симпатического сосудосуживающего нерва; 5 — второй нейрон симпатического сосудосуживающего нерва; 6 — кровеносный сосуд.

Двойная вегетативная иннервация внутренних органов обеспечивает лучшую регуляцию их деятельности, так как изменения, вызываемые раздражением одного из нервов, находятся под сдерживающим влиянием другого.

Вегетативные рефлексy. Вегетативная нервная система, подобно соматической, приходит в деятельное состояние от раздражения рецепторов, находящихся в различных органах тела.

Так, например, раздражением рецепторов кожи можно изменить просвет сосудов (рис. 112); действие света и темноты суживает или расширяет зрачок и т. д. Количество вегетативных рефлексов у человека огромно.

Центры вегетативных рефлексов лежат в различных отделах головного и спинного мозга; например, центр рефлекса замедления сердечных сокращений находится в продолговатом мозгу; центр рефлекторного сокращения стенки мочевого пузыря — в крестцовом отделе спинного мозга. На вегетативные центры могут влиять также химические раздражения, действующие через кровь.

Прежде вегетативную нервную систему называли автономной, так как существовало неправильное представление о том, что

она независима в своей деятельности от коры больших полушарий. Работами И. П. Павлова и его учеников (К. М. Быкова и других) доказано, что кора полушарий является высшим регулятором всех функций организма, в том числе и функций вегетативной нервной системы.

§ 61. Полушария головного мозга

Мозг низших позвоночных. В истории развития животного мира головной мозг появляется впервые у позвоночных (рис. 113).¹

Самый передний отдел головного мозга, называемый обычно большими полушариями, у рыб и земноводных развит слабо. Однако у последних он по своей величине уже превосходит лежащие за ним отделы мозга. На поверхности больших полушарий у этих животных не имеется ещё нервных клеток.

Лягушка, у которой удалены полушария, почти не изменяет своего поведения. Она способна производить нормальные движения, свободно передвигается в воде и на суше, с прежним проворством ловит мух и т. д.

Мозг пресмыкающихся и птиц. У пресмыкающихся и птиц полушария развиты значительно сильнее, чем у низших позвоночных. По своей величине они намного превышают остальные отделы головного мозга. Главную массу их составляют полосатые тела. На поверхности передней части полушарий появляется *кора*, образованная нервными клетками.

Голубь после удаления у него полушарий сохраняет способность летать, реагирует на слуховые и зрительные раздражения. Тем не менее поведение его не является нормальным: он может умереть около кормушки, если ему не вкладывать в клюв пищу; он перестаёт реагировать на воркование самки.

Полушария мозга у млекопитающих. Большого развития полушария достигают у млекопитающих, с повышением организации которых усложняется строение, а следовательно, и функции этого отдела мозга. Большие полушария покрыты серым веществом, которое состоит из множества клеток, образующих *мозговую кору*. Чем выше развито млекопитающее, тем больше поверхность этой коры. Увеличение поверхности происходит путём разрастания коры и появления на ней складок и впячиваний вглубь. С образованием последних на коре появляются щелевидные *борозды*, между которыми располагаются участки, называемые *извилинами*.

Удаление больших полушарий или даже только их коры вызывает у млекопитающих большие изменения в поведении. Собака, лишённая мозговой коры, хотя и ходит, но не может преодолеть встречающихся на пути препятствий (например, перелезть через доску). Она перестаёт отзываться на кличку, не убегает, если на

¹ Чтобы лучше показать относительные размеры отделов мозга, последний нарисован у всех животных примерно одной величины (следовательно, имеет разное увеличение и уменьшение против натурального размера).

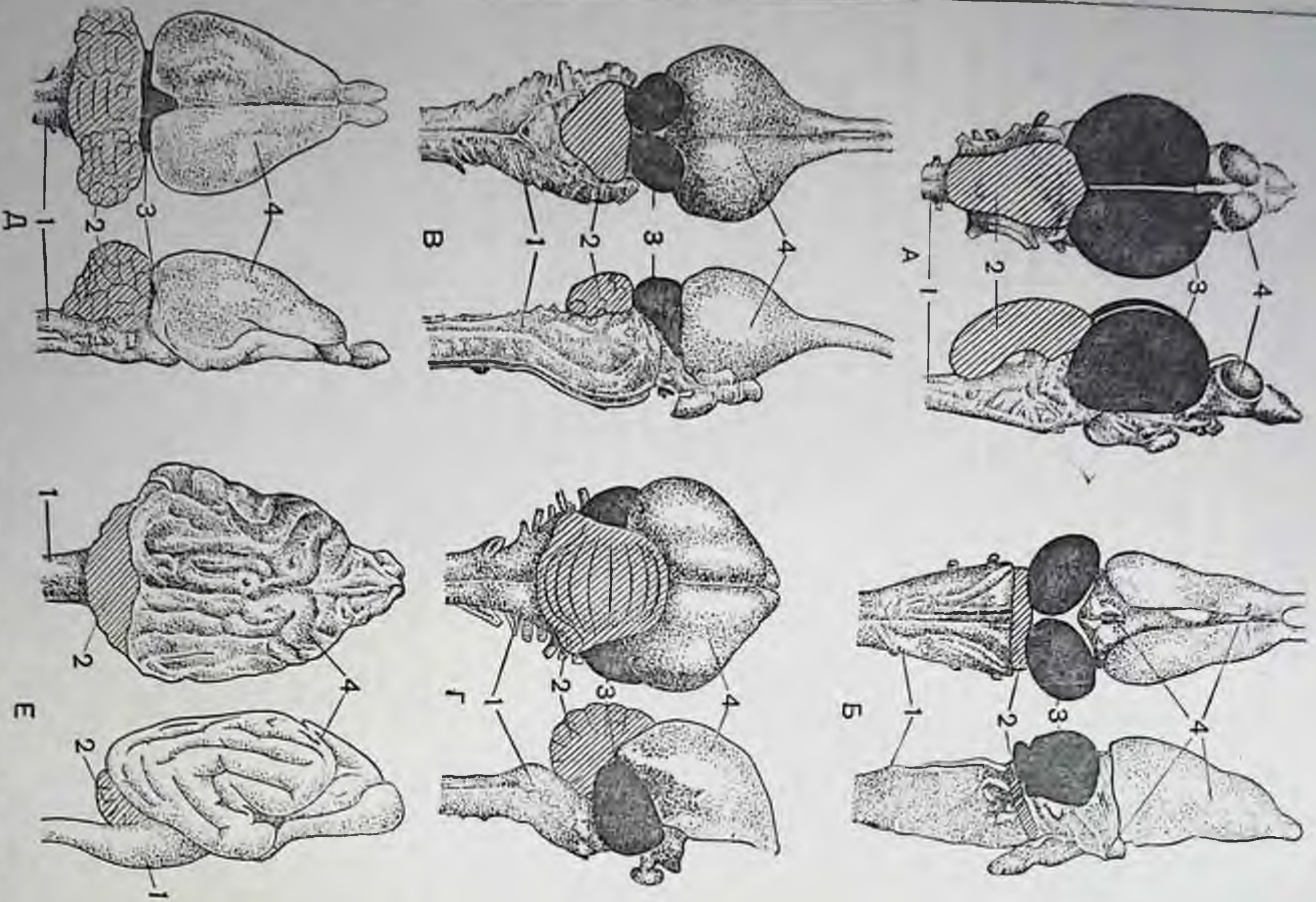


Рис. 113. Головной мозг: А — рыбы, Б — лягушки, В — крокодила, Д — кролика и Е — собаки.
 Г — голуби, Д — кролика и Е — собаки.
 1 — продолговатый мозг; 2 — мозжечок; 3 — средний мозг; 4 — передний мозг.

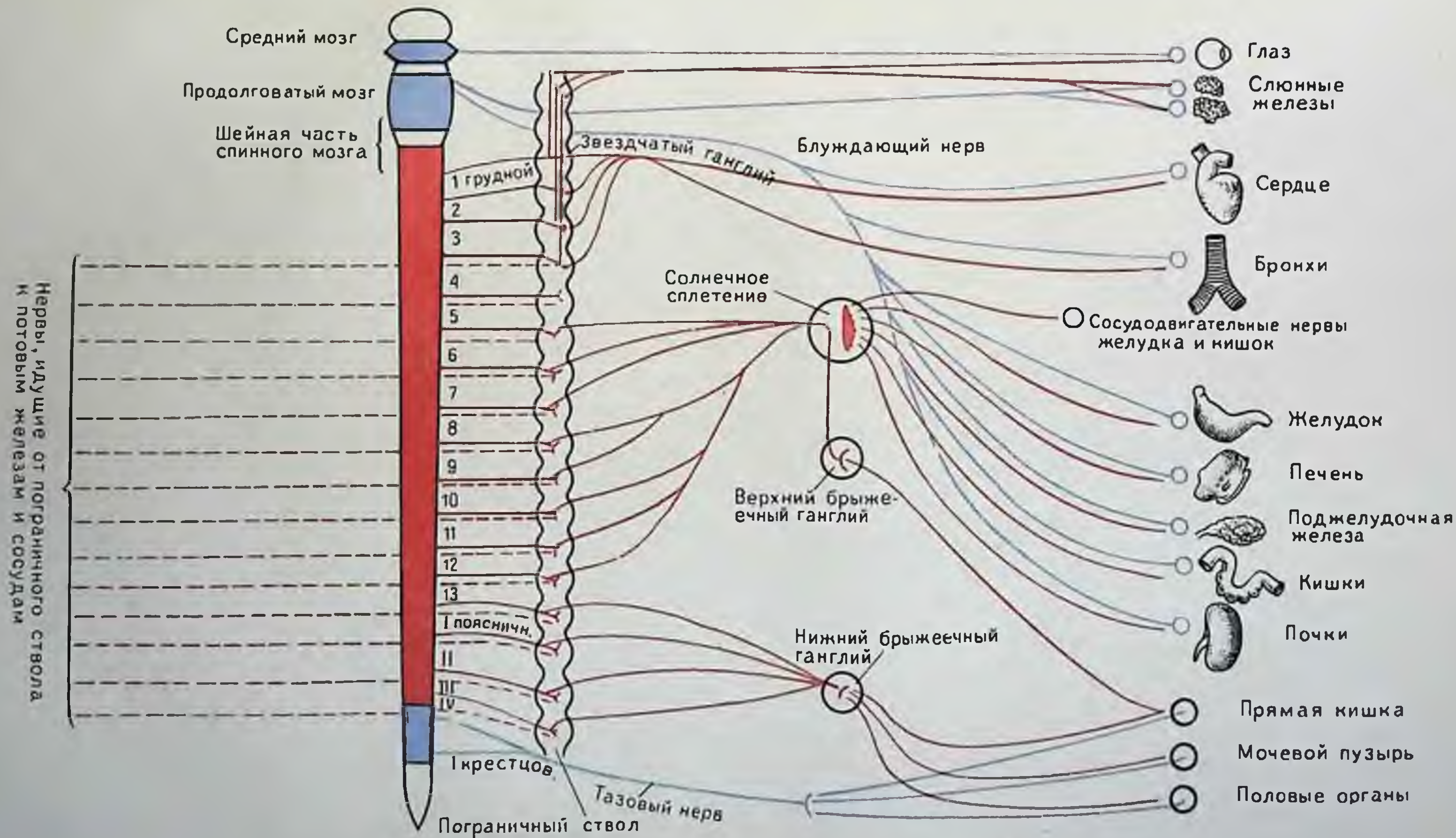


Таблица XI. Схема общего плана строения вегетативной нервной системы.
Красным цветом обозначен симпатический отдел, а синим — парасимпатический.



неё замахнуться палкой, огрызается только после нанесения удара. Животное не подходит к показываемой пище и может проглотить её лишь тогда, когда пища вложена в рот. Собака без мозговой коры — глубокий инвалид и может жить лишь при условии очень тщательного ухода за ней.

Ещё более тяжёлые последствия влечёт за собой выключение коры у обезьяны (рис. 114). У оперированного животного нарушаются движения, оно теряет способность передвигаться и обычно быстро гибнет после операции даже при очень внимательном уходе за ним.

Строение полушарий у человека. Наибольшего развития полушария достигают у человека (рис. 115). Поверхность их покрыта многочисленными бороздами и извилинами, которые придают ей очень сложную форму. Благодаря обилию борозд общая поверхность коры достигает 2600 кв. см (две трети коры скрыты в бороздах). Отметим, что площадь коры высших обезьян не превышает 400 кв. см.

Две самые глубокие борозды делят каждое полушарие на доли. Одна из борозд, называемая *сильвиевой*, отделяет *височную долю* от *лобной* и *теменной*. Другая, *центральная борозда*, отграничивает *лобную долю* от *теменной*. Заднюю часть полушария образует *затылочная доля*.

Кора полушарий человека имеет толщину от 2 до 4 мм и состоит из 6 слоёв, образованных 16 млрд. клеток, которые различны по форме, величине и выполняемым функциям. Одни из этих клеток являются чувствительными, другие — двигательными, а третьи — ассоциативными. *Чувствительные клетки* воспринимают возбуждение, приходящее к мозговой коре с периферии. Раздражение *двигательных клеток*, получивших по своей форме название *пирамидных*, вызывает возникновение импульсов, которые через спинной мозг передаются к мышцам. *Ассоциативные клетки* связывают своими отростками разные участки коры (рис. 105).

Распределение клеток в различных частях коры неодинаково. В настоящее время насчитывают свыше 200 участков коры — *полей*, каждое из которых характеризуется клетками, отличающимися по своей форме и расположению.

Под корой находится белое вещество. Оно состоит из *волокон*, связывающих кору с ниже расположенными отделами центральной нервной системы. Из белого вещества состоит и дугообразная

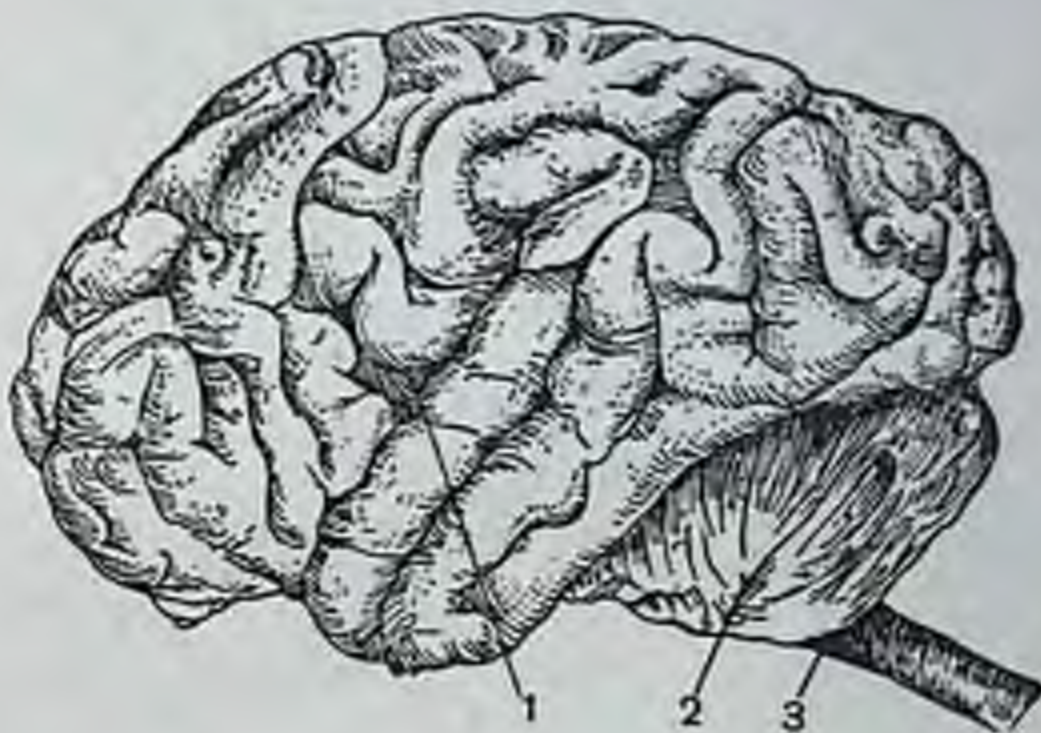


Рис. 114. Головной мозг обезьяны:
1 — передний мозг; 2 — мозжечок; 3 — продолговатый мозг.

В последнее время умственные способности человека связываются с количеством, формой и разветвлённостью клеток, образующих кору. Для того чтобы определить особенности развития мозга, сейчас не ограничиваются взвешиванием его или подсчётом борозд; мозг разрезается на очень большое число (до 30 тыс.) пластинок, каждая из которых тщательно изучается под микроскопом. Оказывается, что некоторые клеточные поля, хорошо развитые у человека, совершенно отсутствуют у животных, в том числе и у человекообразных обезьян. Исследование коры мозга у идиотов обнаружило более слабое развитие в ней нервных клеток, чем у нормального человека.

§ 62. Значение отдельных частей полушарий

Методы физиологического изучения полушарий. До исследований И. П. Павлова физиологи применяли два способа изучения функций больших полушарий: электрическое раздражение и оперативное удаление отдельных их участков.

Электрическое воздействие на кору мозга производили у животных, а также и у человека при мозговых операциях.

При раздражении некоторых участков коры наблюдается движение строго определённых частей тела. Эти участки получили название двигательных центров. Нервные импульсы, возникающие в пирамидных клетках двигательных центров, направляются по *пирамидным проводящим путям* в спинной мозг (рис. 105). Отсюда они передаются по нервам к мышцам, вызывая произвольные движения.

Раздражение других участков коры вызывает не движение, а различные ощущения. На этом основании делается вывод, что в этих участках находятся центры чувствительности.

Второй метод изучения функции коры заключается в удалении отдельных её участков. При этом изучают нарушения, которые происходят в поведении животного.

Методика раздражения или удаления отдельных участков мозга не даёт возможности выяснить природу тех процессов, которые протекают в коре головного мозга. Функции мозговой коры по настоящему выяснены И. П. Павловым при помощи разработанного им метода условных рефлексов.

Зоны коры полушарий. Применение различных методов исследования позволило обнаружить в мозговой коре ряд центров, от которых зависит восприятие внешнего мира и регуляция движений тела (рис. 116). Некоторые центры занимают значительные зоны коры. Распределение в последних нейронов, по работам И. П. Павлова, неравномерно: в центральной части зоны они сосредоточены в больших количествах, в периферической — в меньших. Вследствие этого функция, выпавшая при поражении центральной части зоны, в некоторых случаях восстанавливается за счёт нейронов, рассеянных на её периферии.

1. *Моторная зона*, расположенная в извилине, лежащей впереди центральной борозды, является двигательным центром. Все сложные движения человека происходят вследствие возбуждения клеток этой зоны. При раздражении самой верхней части её со-

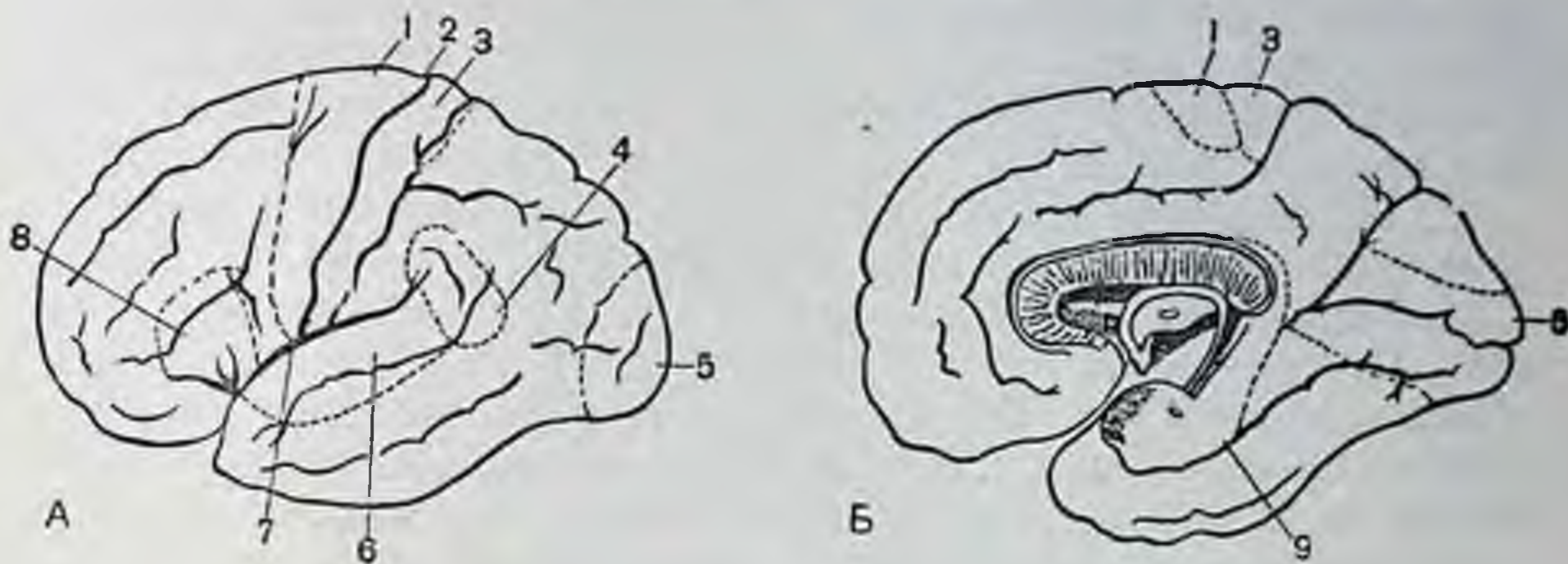


Рис. 116. Центры коры (схема): А — наружная поверхность левого полушария; Б — внутренняя поверхность правого полушария:

1 — высшие центры движения тела; 2 — центральная борозда; 3 — высшие центры кожно-мышечной чувствительности; 4 — центры восприятия речи; 5 — высшие центры восприятия зрительных раздражений; 6 — высшие центры восприятия слуховых раздражений; 7 — силвиева борозда; 8 — двигательный центр речи; 9 — высшие центры восприятия обонятельных и вкусовых раздражений.

кращаются мышцы нижних конечностей. Раздражение ниже расположенных частей извилины вызывает сокращение мышц всех выше находящихся органов (рис. 117).

Чем выше по своему развитию стоит животное, тем более чёткие результаты получаются при раздражении различных участков моторной зоны коры. Раздражением определённого участка последней у человека удаётся получить такие изолированные формы движения, как сгибание мизинца руки.

2. *Зрительная зона* представляет собой высший центр зрения; она расположена в затылочных долях коры.

3. *Слуховая зона* — высший центр слуха — находится в височных долях коры больших полушарий.

4. *Обонятельная зона* — высший центр обоняния — лежит на основании мозга, на внутренней поверхности височной доли.

5. *Зона кожно-мышечной чувствительности* — высший центр кожной, мышечной и суставной чувствительности — расположена в извилине позади центральной борозды. Чувствительность нижних

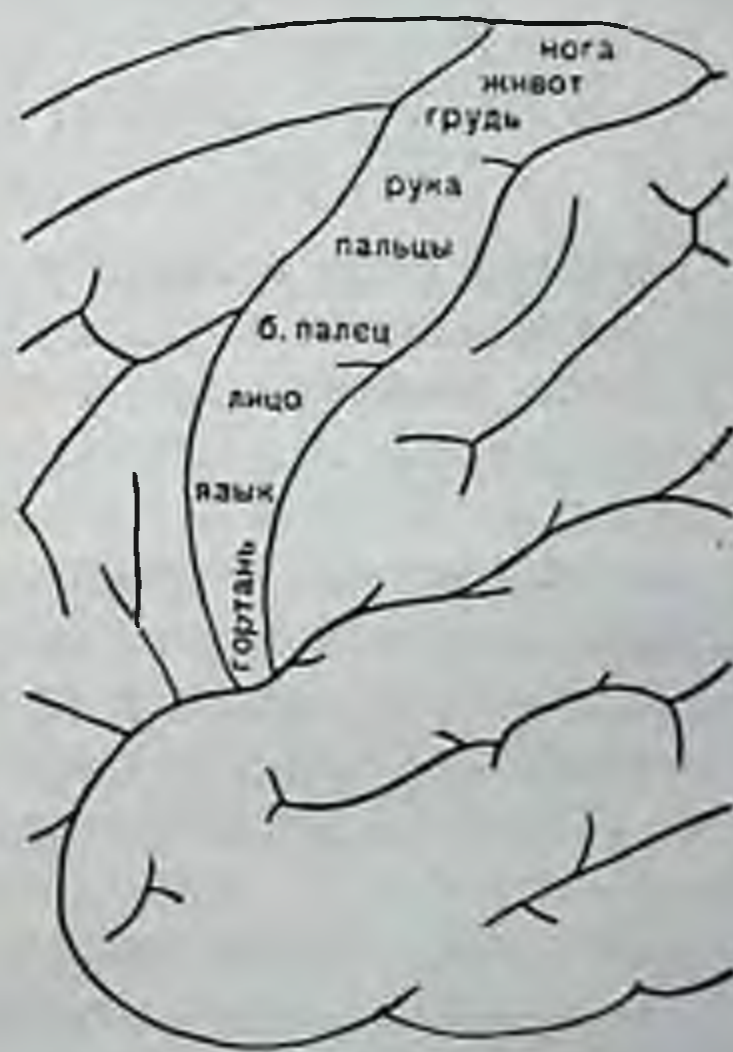


Рис. 117. Расположение центров в двигательной зоне коры больших полушарий.

И. П. Павловым разработано учение о высшей нервной деятельности, т. е. учение о наиболее сложных реакциях нервной системы, которые определяют поведение животного и проявляются в форме так называемых условных рефлексов. Это учение создавалось на протяжении свыше 30 лет и является крупнейшим достижением отечественной науки. Оно позволило сделать огромный шаг вперёд на пути познания сложнейших проявлений жизнедеятельности организма.

Большой заслугой И. П. Павлова перед советской наукой является подготовка им большого количества учеников, которые разрабатывают его идеи и продвигают дальше развитие различных областей физиологии.

Перед самой смертью И. П. Павлов написал широко известное советской общественности «П и с ь м о к м о л о д ё ж и» (стр. 185). Адресованное молодым людям, стремящимся посвятить себя науке, оно прекрасно характеризует и те принципы, которыми руководствовался И. П. Павлов, воспитывая своих учеников и создавая новую школу физиологов. Это письмо как нельзя лучше характеризует облик и самого учёного.

И. П. Павлов был пламенным патриотом и всю свою жизнь отдал на службу родной науке. Вот почему наш народ так чтит память этого великого учёного, умершего в 1936 г.

Безусловные и условные рефлексы. Все рефлекторные реакции организма на различные раздражители И. П. Павлов разделил на две группы — безусловные и условные рефлексы.

Безусловные рефлексы являются *видовыми*, т. е. каждый из них имеется у всех особей вида. Они являются врождёнными, передаются по наследству и неизбежно появляются у всякого здорового нормального животного в определённый момент его жизни, если действует вызывающий их раздражитель. Осуществление безусловных рефлексов связано с деятельностью *нижних* отделов центральной нервной системы — спинного мозга, ствола головного мозга и мозжечка. Безусловные рефлексы сохраняются у животных, оперативно лишённых коры больших полушарий.

Условные рефлексы отличаются от безусловных тем, что *индивидуальны*: у одних особей вида они могут быть, а у других особей этого же вида отсутствуют. Это рефлексы приобретённые, т. е. возникающие в результате жизненного опыта животного. Условные рефлексы у млекопитающих являются *функцией коры полушарий* головного мозга; при оперативном удалении её они исчезают.

Образование условных рефлексов. Для образования условного рефлекса на какой-либо внешний раздражитель необходимо, чтобы действие последнего *совпадало бы* с действием одного из раздражителей, вызывающих безусловный рефлекс.

Так, например, у собаки, никогда не получавшей мяса или хлеба, вид и запах их не вызывают слюноотделения — оно начинается лишь при еде. Но вид и запах этих продуктов вызывают слюноотделение, если показ их несколько раз сочетался с едой.

ПИСЬМО К МОЛОДЁЖИ

Что бы я хотел пожелать молодёжи моей родины, посвятившей себя науке?

Прежде всего — последовательности. Об этом важнейшем условии плодотворной научной работы я никогда не смогу говорить без волнения. Последовательность, последовательность и последовательность. С самого начала своей работы приучите себя к строгой последовательности в накоплении знаний.

Изучите азы науки, прежде чем пытаться взойти на её вершины. Никогда не беритесь за последующее, не усвоив предыдущего. Никогда не пытайтесь прикрыть недостатки своих знаний хотя бы и самыми смелыми догадками и гипотезами. Как бы ни тешил ваш взор своими переливами этот мыльный пузырь, — он неизбежно лопнет, и ничего, кроме конфуза, у вас не останется.

Приучите себя к сдержанности и терпению. Научитесь делать чёрную работу в науке. Изучайте, сопоставляйте, накапливайте факты.

Как ни совершенно крыло птицы, оно никогда не смогло бы поднять её ввысь, не опираясь на воздух. Факты — это воздух учёного. Без них вы никогда не сможете взлететь. Без них ваши «теории» — пустые потуги.

Но, изучая, экспериментируя, наблюдая, старайтесь не оставаться у поверхности фактов. Не превращайтесь в архивариусов фактов. Пытайтесь проникнуть в тайну их возникновения. Настойчиво ищите законы, ими управляющие.

Второе — это скромность. Никогда не думайте, что вы уже всё знаете. И как бы высоко ни оценивали вас, всегда имейте мужество сказать себе: я невежда.

Не давайте гордыне овладеть вами. Из-за неё вы будете упорствовать там, где нужно согласиться, из-за неё вы откажетесь от полезного совета и дружеской помощи, из-за неё вы утратите меру объективности.

В том коллективе, которым мне приходится руководить, всё делает атмосфера. Мы все впряжены в одно общее дело, и каждый двигает его по мере своих сил и возможностей. У нас зачастую и не разберёшь — что «моё», а что «твое», но от этого наше общее дело только выигрывает.

Третье — это страсть. Помните, что наука требует от человека всей его жизни. И если у вас было бы две жизни, то и их бы нехватило вам. Большого напряжения и великой страсти требует наука от человека. Будьте страстны в вашей работе и в ваших исканиях.

Наша родина открывает большие просторы перед учёными, и нужно отдать должное — науку щедро вводят в жизнь в нашей стране. До последней степени щедро.

Что же говорить о положении молодого учёного у нас? Здесь, ведь, ясно и так. Ему многое даётся, но с него много спросится. И для молодёжи, как и для нас, вопрос чести — оправдать те большие упования, которые возлагает на науку наша родина.

И. П. Павлов

Выделение слюны на пищу, находящуюся во рту, есть проявление безусловного рефлекса. Слюноотделение на вид, запах и другие раздражители, постоянно связанные с определённой пищей, представляет собой натуральный, или естественный, условный рефлекс.

Раздражители, вызывающие прирождённые, наследственные рефлексы, называются *безусловными*. Раздражители, вызывающие приобретённые рефлексы, называются *условными раздражителями*, или *сигналами*.

Условные рефлексы могут образовываться и на такие раздражители, которые органически не связаны с безусловными раздражителями, но по каким-либо причинам сочетаются с ними. Так, если перед кормлением собаки зажигать лампочку, или чесать её лапу, или включать электрический звонок, или трубить в трубу и т. д., то свет электрической лампочки, раздражение кожи, дребезжание звонка и звук трубы становятся условными раздражителями, или сигналами, которые и вызывают слюноотделение. Но каждый из этих раздражителей превращается в сигнал, вызывающий условный рефлекс, только после неоднократных сочетаний с безусловным раздражителем — пищей.

В объединении и связывании различных раздражителей, из которых один является безусловным, а другой сочетающимся с ним условным, осуществляется *синтетическая деятельность* коры больших полушарий. Образование условного рефлекса представляет собой проявление *физиологического синтеза*.

Виды рефлексов. Количество безусловных рефлексов у животных очень велико; они могут быть разделены на несколько групп, главнейшими из которых будут рефлексы пищевые, оборонительные, половые, ориентировочные и рефлексы, связанные с положением и передвижением тела в пространстве.

К числу *пищевых рефлексов* относятся жевательный, сосательный, глотательный, слюноотделительный и многие другие. *Оборонительные* проявляются в том, что собака убегает или оскаливает зубы при ударе палкой, отдёргивает лапу при уколе её, выделяет слюну на кислоту, попавшую в ротовую полость, и т. д. *Половые рефлексы* — это различные реакции организма, связанные с размножением и заботой о потомстве.

Ориентировочные рефлексы И. П. Павлов образно назвал рефлексами «что такое?». К их числу относятся осматривание животного по сторонам при неожиданно вспыхнувшем свете, обнюхивание воздуха при новом запахе, настораживание ушей и поворот головы в сторону звука, опробование на вкус незнакомого предмета и др.

Рефлексами положения и передвижения тела в пространстве называют все те реакции организма, благодаря которым сохраняется определённая поза или совершается передвижение.

Все перечисленные виды рефлексов имеются также и у человека.

На основе любого из безусловных рефлексов могут образоваться условные. Они возникают на всякий раздражитель, действие которого предшествует действию безусловного раздражителя и сочетается с ним.

Механизм образования условных рефлексов. Для образования условного рефлекса необходимо установление временной связи между теми участками коры головного мозга, которые воспринимают условный и безусловный раздражители. Между этими участками должно произойти, как выразился И. П. Павлов, «замыкание». Только тогда нервные импульсы, возникающие от действия условного раздражителя, могут дойти до центров безусловных рефлексов и вызвать ту или иную деятельность организма.

Поясним это на конкретном примере. Когда собака ест, пища раздражает рецепторы языка. Возникающие в них нервные импульсы достигают слюноотделительного центра в продолговатом мозгу. Отсюда они проходят к слюнной железе и вызывают её деятельность. Это безусловный рефлекс.

Всякий центр, расположенный в стволе мозга, имеет, как выразился И. П. Павлов, своё «представительство» в коре полушарий. Поэтому одновременно с раздражением слюноотделительного центра продолговатого мозга будет возникать очаг возбуждения и в определённом участке коры полушарий (рис. 118, I).

Свет электрической лампочки, зажигаемой перед собакой, раздражает рецепторы глаза. Возникшие в них нервные импульсы проводятся в зрительные зоны затылочных долей полушарий и вызывают появление там очага возбуждения (рис. 118, II).

Зажигание лампочки и кормление собаки вызывают появление в коре её полушарий двух возбуждённых участков: один лежит в зрительной зоне, другой является «представителем» слюноотделительного центра (рис. 118, III).

Если действие светового раздражителя сочетается с кормлением несколько раз, между двумя возбуждаемыми участками коры устанавливается *временная связь*, или, говоря словами И. П. Павлова, происходит «замыкание». При этом нервные импульсы от рецепторов глаз идут в зрительный центр; отсюда они переходят в центр коры, раздражаемый при кормлении собаки, а из него проводятся в слюноотделительный центр и поступают к слюнным железам, вызывая их работу. Теперь отделение слюны будет происходить уже на одно зажигание лампочки, так как свет её превратился в условный раздражитель, сигнал пищи (рис. 118, IV).

Установление временной связи между двумя участками коры головного мозга И. П. Павлов представлял себе как процесс «проторения» новых путей. При частом сочетании сигнала (свет лампочки) с безусловным раздражителем (пища) нервный импульс, многократно проходящий от участка коры, воспринимающего условный раздражитель, к участку безусловного рефлекса, как бы проторяет путь, по которому он продвигается с каждым разом всё легче и легче.

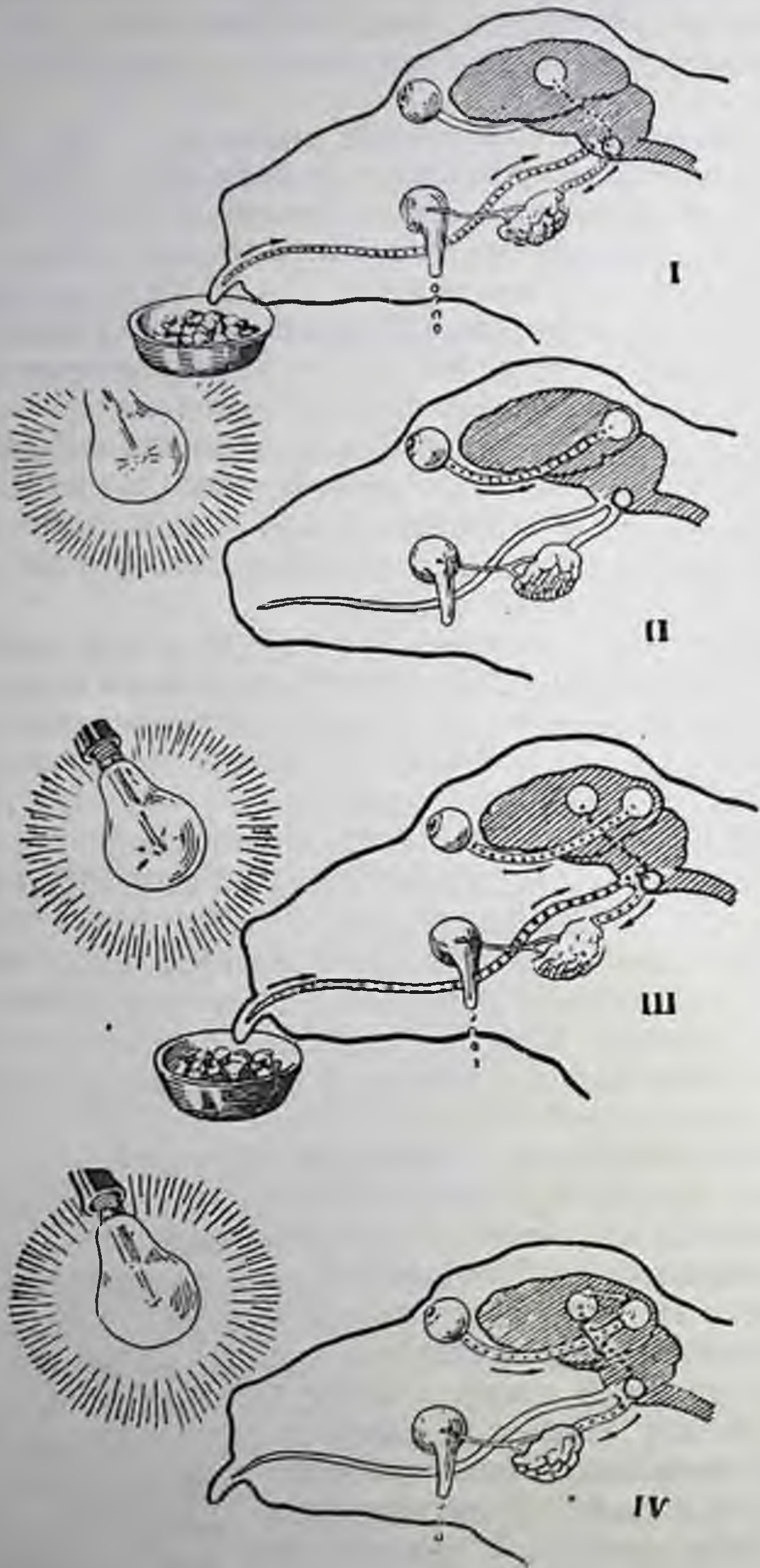


Рис. 118. Схема образования условного рефлекса: I — безусловный слюноотделительный рефлекс; II — действие безразличного светового раздражителя и возникновение очага возбуждения в зрительной области коры (ориентировочная реакция не показана); III — подкрепление безразличного раздражителя безусловным (в коре одновременно два очага возбуждения); IV — образование условного рефлекса.

Поскольку процесс «замыкания» между участками, воспринимающими условные и безусловные раздражители, происходит в коре, постольку понятно, что после удаления её все образовавшиеся в течение жизни условные рефлексy исчезают. Вот почему собака, лишённая коры (см. стр. 175), перестаёт отзываться на кличку, не убегает, если на неё замахнуться палкой, не подходит к показываемой пище и т. д. Все эти обычные и теперь исчезнувшие реакции не что иное, как условные рефлексy.

Важнейшей функцией коры больших полушарий является образование временных связей, благодаря которым устанавливаются условные рефлексy. Этим самым кора обеспечивает *высшую форму приспособления организма к среде и определяет поведение животного.*

Кора полушарий и внутренние органы. Условные рефлексy могут проявляться и в деятельности всех внутренних органов животного.

Так, академиком К. М. Быковым установлено, что можно вызвать условно-рефлекторное усиление деятельности почки. Введение воды в желудок животного и последующее всасывание её в кровь вызывает увеличение количества выделяемой почкой мочи. Вода является безусловным раздражителем для почки. Если введение воды в желудок сопровождать в ряде опытов звуком звонка, то последний становится условным раздражителем и сам по себе (без введения воды) вызывает усиленное мочеотделение.

Сигналом, вызывающим условный рефлекс, может быть и раздражение внутренних органов. Так, например, если раздражение лапы собаки электрическим током (безусловный раздражитель) сочетать несколько раз с искусственным раздуванием её желудка, то последнее становится условным раздражителем. Теперь одно только раздувание желудка будет вызывать такое же сгибание лапы, какое происходит при действии электрического тока.

§ 64. Значение условных рефлексов в жизни животных

Пищевые рефлексy. Выделение пищеварительных соков на различные сигналы, которые предшествуют безусловному раздражителю — пище, облегчает переваривание её: последняя, поступив в организм, попадает под действие уже выделяющейся слюны и желудочного сока.

Большую роль в жизни животных условные рефлексy играют и при отыскивании пищи. Когда детёныши хищника выводятся самкой на охоту, то безусловный раздражитель — пища — совпадает у них с целым рядом сигналов, предшествующих ей. К таким сигналам может быть отнесён запах ещё невидимой жертвы, издаваемые ею звуки, шорох от её движений, оставленные ею следы, наконец, и самый её вид. Многократные сочетания этих сигналов с добываемой пищей приводят к образованию на них условных рефлексов. Эти рефлексy помогают молодому животному отыски-

вать свою добычу самостоятельно. В течение жизни количество условных рефлексов благодаря жизненному опыту увеличивается, и чем больше их образуется, тем легче животное добывает себе пищу.

Оборонительные рефлексы. При безусловных оборонительных рефлексах, вызванных болевыми раздражителями, у животного наблюдаются двигательные реакции. Так, например, собака при ударе её палкой убегает. Болевое раздражение отражается и на деятельности внутренних органов: усиливается работа сердца, изменяется дыхание, сокращается селезёнка, суживаются кровеносные сосуды и повышается кровяное давление, уменьшается мочеотделение и т. д. Все эти изменения в деятельности внутренних органов приводят организм в состояние, наиболее выгодное для защиты.

Подобные изменения в организме происходят и под влиянием любых сигналов, сочетающихся с болевыми раздражениями. Если собаку постоянно бить, то вид палки становится раздражителем, вызывающим условный оборонительный рефлекс, выражающийся в реакциях, наблюдаемых при нанесении удара.

Значение условных оборонительных рефлексов в жизни диких животных огромно: они подготавливают организм к защите ещё до начала действия грозящей ему опасности или помогают животному избежать её. Так, например, вид хищника, вызывая условный оборонительный рефлекс у травоядного животного, позволяет ему скрыться от врага. Звуки, издаваемые хищником, его запах, следы лап на земле — всё это раздражители, которые вызывают условные оборонительные рефлексы у травоядных. Проявляясь в двигательных реакциях и мобилизации работы всех внутренних органов, эти рефлексы помогают животным уклониться от встречи с врагом.

Обилие условных рефлексов. Любые изменения во внешней среде и в состоянии организма могут стать сигналами безусловных раздражителей, если они с ними сочетаются.

Различные цвета и запахи, звуки, вкусовые свойства продукта, прикосновения к коже, температура воздуха, изменения в состоянии мускулатуры и внутренних органов и другие самые разнообразные раздражители могут сделаться сигналами пищи, опасности и т. д. Поэтому и количество условных рефлексов, образующихся в течение жизни животного, очень велико. Чем их больше имеет животное, тем сложнее его поведение и тем лучше оно приспособлено к условиям своей жизни и борьбе за существование.

Условные рефлексы на время. Сигналом условного рефлекса может быть и время. Если собаке через каждые 10 минут давать небольшую порцию сухарей, то после многократного повторения таких периодических кормлений животное начинает выделять слюну и желудочный сок ровно через 10 минут после последнего кормления даже при отсутствии пищи. Физиологическим раздражителем в данном случае является тот след в центральной нервной системе, который остаётся после кормления. Этот след постепенно сглаживается, и определённая его сила, достигаемая через 10 минут после кормления, и является условным раздражителем.

Можно образовать условные рефлексы на длительные промежутки времени. Так, например, если кормить собаку один раз в сутки в определённый час, то ко времени получения пищи животное подходит к кормушке и проявляет беспокойство — оно как бы «ждёт» еду. Раздражителем, вызывающим эти реакции собаки, будет определённое состояние организма, степень чувства голода, которая достигается к тому часу, когда производится кормление.

Условные рефлексы высших порядков. Всякий рефлекс, образовавшийся в результате подкрепления условного раздражителя безусловным, называется *условным рефлексом первого порядка*. Звук звонка, постоянно сочетаемый с кормлением собаки, приводит к образованию такого рефлекса. Если перед звонком, вызывающим прочный рефлекс, производить почёсывание кожи собаки, то в результате многократного сочетания этих двух условных раздражителей слюноотделение будет происходить уже при почёсывании, ещё до применения звонка. Это *рефлекс второго порядка*, так как почёсывание подкрепляется не безусловным раздражителем, а условным первого порядка.

На базе условного рефлекса второго порядка возможно образование *рефлекса третьего порядка*. Способность к образованию рефлексов высших порядков увеличивает число возможных условных рефлексов у животного и тем самым повышает приспособленность организма к среде.

Дрессировка животных. В основе дрессировки животных лежит выработка у них условных рефлексов на различные сигналы, предшествующие безусловным раздражителям, обычно пищевому или оборонительному. Рассмотрим два примера дрессировки с использованием пищевого раздражителя.

Поднимание собаки на задние лапы по команде «служи» является условным рефлексом. Он образовался в результате многократного сочетания звука команды с дачей пищи, поднятой над головой животного.

В подаваемый на арену цирка поезд вбегают мыши. В синих вагончиках места занимают серые, а в красных — белые мыши. Дрессировка производится путём кормления серых мышей в синих, а белых — в красных вагончиках. После многократного повторения таких кормёжек у мышей вырабатывается условный пищевой рефлекс на определённый вид и цвет вагончиков.

Дрессировка имеет большое хозяйственное значение. Так, например, лошадей дрессируют для езды верхом или перевозки тяжестей, для работы в поле. Собак дрессируют для езды, охоты, охраны наших границ, для поисков раненых и т. д.

§ 65. Методика изучения условных рефлексов

Особенности исследования условных рефлексов. В процессе изучения условных рефлексов у собак И. П. Павлов столкнулся с рядом обстоятельств, которые затрудняли проведение этих исследований в обычных лабораторных условиях.

Шум прошедшего по улице трамвая, звуки, возникшие в соседней комнате, запах незнакомого вещества, проникший в лабораторию, перемена освещения, вызванная нашедшим на солнце облаком, и многие другие раздражители вызывали у собак ориентировочные рефлексы, или, как их называл И. П. Павлов, рефлексы «что такое?».

Оказалось, что и сам экспериментатор таит в себе целый ряд раздражителей, которые вызывают у собаки рефлексы, мешающие разобраться в результатах производимых опытов.

«**Башня молчания**». В борьбе с затруднениями при выработке условных рефлексов И. П. Павлов решил создать специальную обстановку, в которой все мешающие раздражители были бы сведены к возможному минимуму. Было построено трёхэтажное здание, получившее название «Башня молчания». Каждый этаж в нём состоял из четырёх комнат, отделённых одна от другой крестообразным коридором. Опыты по образованию условных рефлексов ставились только в первом и третьем этажах. Второй этаж, так же как и крестообразные коридоры, служил для того, чтобы лучше изолировать от

всевозможных шумов комнаты, в которых производились эксперименты. Всё здание строилось так, что до него не доходили различные сотрясения, передаваемые через почву. Камеры для опытов были сделаны непроницаемыми для звуков и света. Экспериментатор и подопытное животное находились в разных помещениях.

Устройство камер для изучения условных рефлексов. Применяя специальные материалы, звукопроницаемую камеру можно сделать и в обычной лаборатории, не строя специального здания (рис. 119). Рядом с камерой устраивается помещение, в котором работает изолированный от подопытного

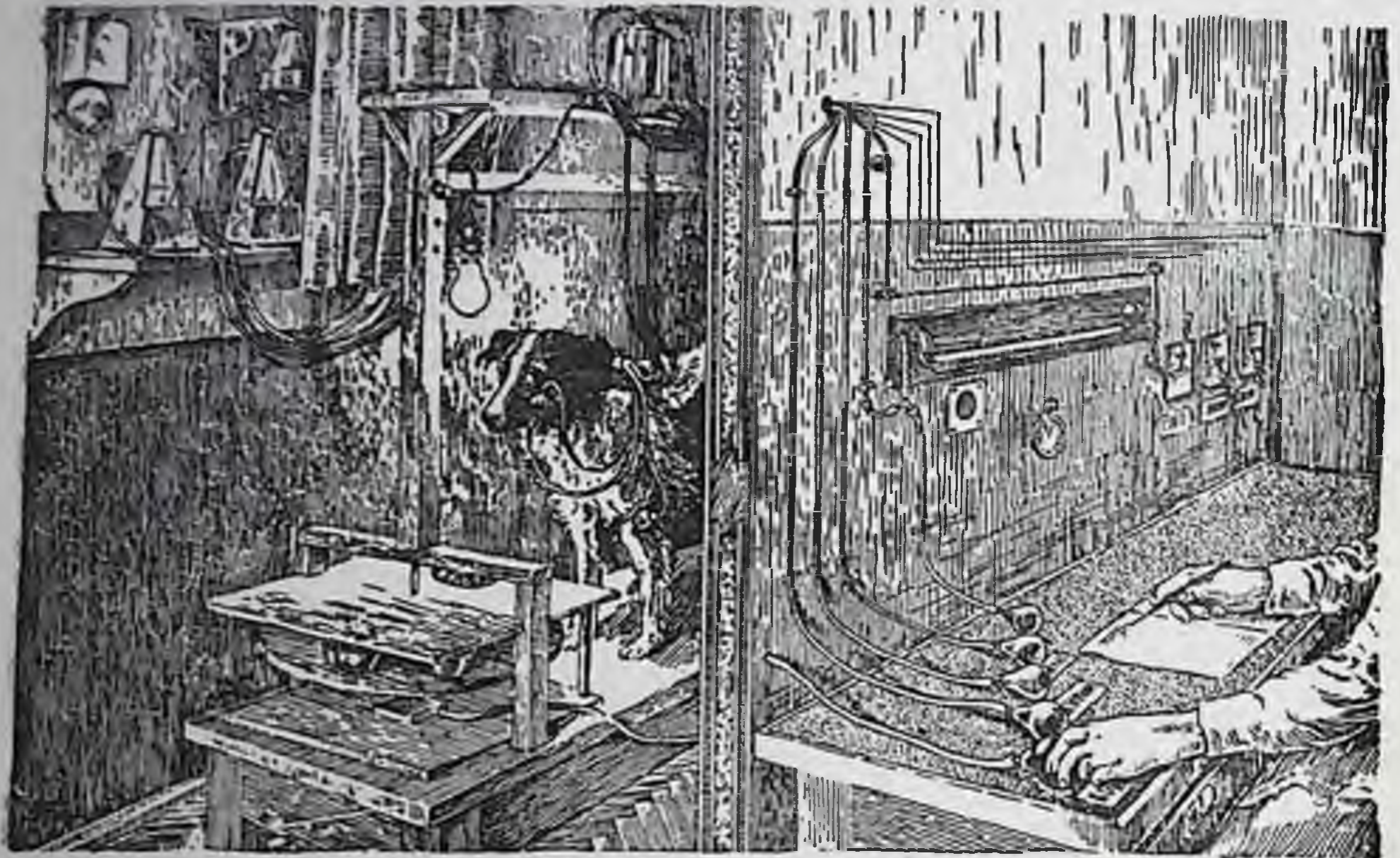


Рис. 119. Камера для изучения слюноотделительных условных рефлексов.

животного экспериментатор. На рабочем столе экспериментатора находятся приспособления, при помощи которых он приводит в действие различные раздражители, находящиеся в камере с собакой, и выдвигает перед ней кормушку с пищей, подкрепляющей условный раздражитель. Ведущий опыты имеет в своём распоряжении различные приборы, отмечающие и записывающие на вращающемся цилиндре реакции собаки. Над рабочим столом горизонтально расположена стеклянная трубка. Она соединена воздушной передачей с небольшим стеклянным сосудиком; последний перед опытом приклеивается к щеке собаки против выведенного наружу протока слюнной железы. По шкале, к которой прикреплена стеклянная трубка, ведётся очень точный отсчёт количества слюны, выделенной собакой на тот или иной раздражитель. Через специальный перископ, вделанный в стену, соединяющую помещение экспериментатора и камеру собаки, можно наблюдать все двигательные реакции подопытного животного.

§ 66. Торможение условных рефлексов

Внешнее торможение. Наряду с процессом возбуждения различные раздражители, действующие на центральную нервную систему, могут вызывать и процессы торможения.

Уже при самом начале изучения высшей нервной деятельности животных И. П. Павлов обнаружил, что посторонние раздражители препятствовали проявлению условного рефлекса. Уличные шумы, разные звуки из соседней комнаты или запах, проникший в лабораторию, и другие случайные факторы нарушали выработанный ранее условный рефлекс и могли вызвать его временное исчезновение.

Процесс, который развивается в коре головного мозга под влиянием подобных раздражителей и не позволяет проявиться условному рефлексу, И. П. Павлов назвал *внешним торможением*

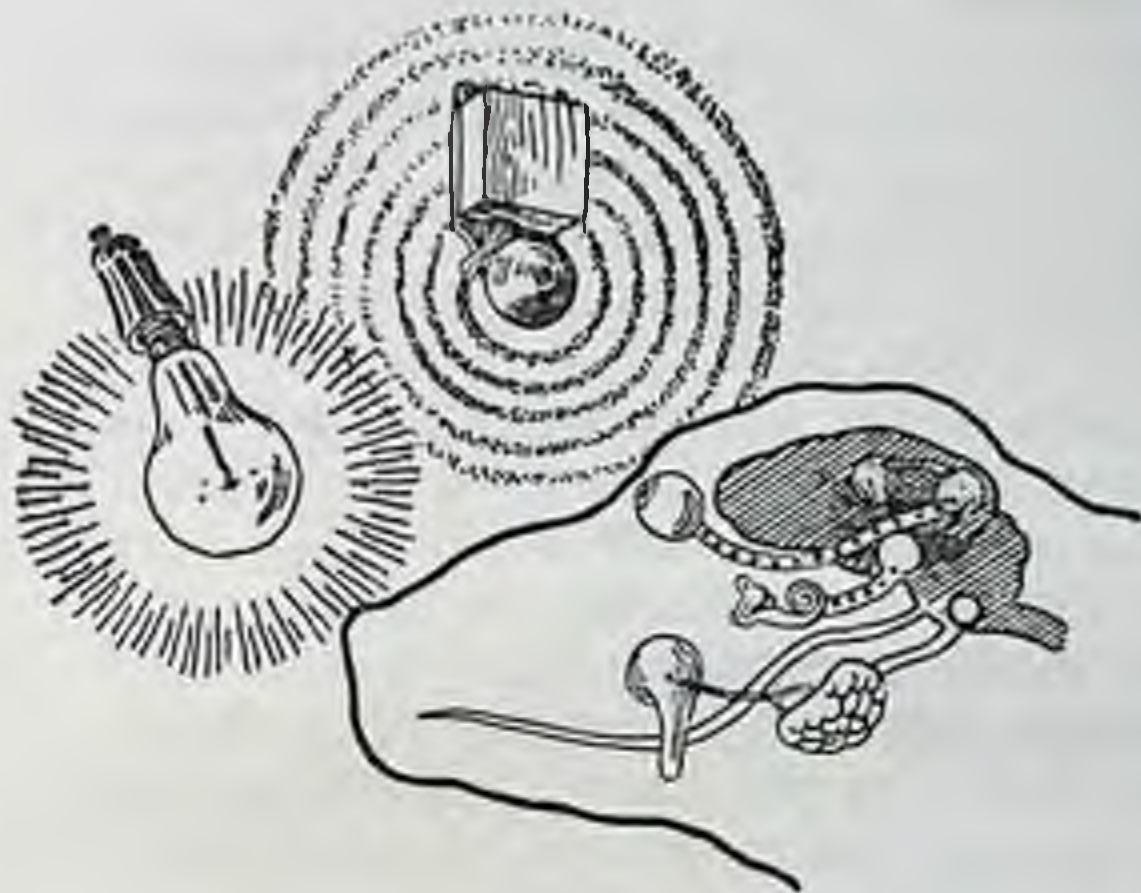


Рис. 120. Схема торможения условного слюноотделительного рефлекса на свет лампочки в результате возникновения очага возбуждения в слуховой зоне коры.

(рис. 120). Оно имеет место, например, в тех случаях, когда различные раздражители, связанные с приближением врага, подавляют пищевые реакции животного и вызывают ориентировочные и оборонительные рефлексы. Внешнее торможение может развиваться и при заболевании животного. Тормозящие раздражения в этом случае будут исходить от больных органов.

Характерной особенностью внешнего торможения является немедленное его развитие при действии сильного постороннего раздражителя.

Внутреннее торможение. От внешнего следует отличать внутреннее торможение, которое возникает в коре головного мозга медленно и постепенно. Существует несколько видов внутреннего торможения, из которых наиболее распространёнными и важными являются угасательное и дифференцировочное.

Если многократно применять условный раздражитель, не подкрепляя его безусловным, то происходит постепенное уменьшение величины условного рефлекса до его полного исчезновения. Для пояснения приведём пример с собакой, у которой выработался прочный слюноотделительный рефлекс на почёсывание лапы. Если этот

бедра. По мере этого сосредоточения — концентрации — торможения будут последовательно восстанавливаться условные рефлексы, сначала вызываемые раздражением кожи шеи, затем — раздражением кожи груди и, наконец, живота.

Взаимоотношение возбуждения и торможения. В лабораториях И. П. Павлова было установлено, что торможение всегда усиливает наступающий за ним процесс возбуждения. Так, например, применение тотчас после торможения условного слюноотделительного раздражителя вызывает у собаки выделение слюны более обильное, чем обычно. И, наоборот, торможение проявляется сильнее, если оно начинается сразу за процессом возбуждения. Это явление указывает на тесную взаимосвязь между возбуждением и торможением в центральной нервной системе. Более того: оно заставляет рассматривать *торможение и возбуждение как две разновидности одного и того же нервного процесса.*

Открытием И. П. Павлова можно объяснить некоторые явления, наблюдаемые в поведении человека. К ним относится резкое угнетение высшей нервной деятельности и сон, наступающий после бурного возбуждения, или значительно усиленные реакции после того как прекратились раздражения, которые сдерживали деятельность человека.

Типы нервной системы. При изучении высшей нервной деятельности было установлено, что быстрота образования и угасания условных рефлексов, их величина, скорость выработки дифференцировок, сила торможения, интенсивность иррадиации и концентрации резко различаются у различных животных одного и того же вида.

Изучение индивидуальных особенностей высшей нервной деятельности послужило И. П. Павлову основанием для установления у собак четырёх типов нервной системы. Первый тип — нервная система сильная, но неуравновешенная, так как возбуждение преобладает над торможением. Второй тип — нервная система сильная и уравновешенная — возбуждение и торможение выражены одинаково хорошо: нервные процессы обладают большой подвижностью, т. е. способностью быстро концентрироваться и иррадиировать. Третий тип — нервная система сильная, уравновешенная, но с малой подвижностью нервных процессов. Наконец, четвёртый тип — нервная система слабая, легко тормозимая различными внешними раздражителями, быстро истощающаяся.

Систематической тренировкой можно вызвать некоторые изменения типа нервной системы. В частности, можно создать условия, при которых даже слабый тип нервной системы будет справляться с различными постепенно усложняющимися и даже трудными задачами.

Установленные И. П. Павловым четыре типа в принципе совпадают с разделением людей по темпераментам, которых, как известно, различают тоже четыре: холерический, сангвинический, флегматический и меланхолический.

§ 68. Высшая нервная деятельность человека

Условные рефлексы. Условные рефлексы у человека начинают образовываться со второго месяца жизни. Количество их у грудного младенца довольно значительно. Так, если ребёнка взять на руки в том положении, в котором его кормит мать, он начинает производить сосательные движения; если он получает материнское

молоко через правильные промежутки времени, то по истечении их он просыпается и производит сосательные движения; он обладает условными рефлексами на звук, свет и т. д. По мере развития ребёнка и увеличения числа действующих на него раздражителей растёт и количество образующихся условных рефлексов.

Многократное сочетание любого раздражителя с каким-нибудь безусловным раздражителем может у человека, как и у животных, привести к установлению временной связи между двумя очагами возбуждения в коре полушарий, т. е. к образованию условного рефлекса. Поэтому количество условных рефлексов у взрослого человека чрезвычайно велико. Они лежат в основе трудовых навыков, ежедневно повторяющихся действий, привычек и т. д.

У человека, как и у животных, условные рефлексы можно вырабатывать искусственно. Так, многократное сочетание звука звонка с погружением руки в холодную воду (безусловный раздражитель, вызывающий сужение кровеносных сосудов) приводит к тому, что сужение сосудов происходит даже в том случае, если после звонка охлаждение не производится. Если звук звонка сочетать несколько раз с ударом по коленному сухожилию, то можно образовать условный рефлекс, и включение звонка будет вызывать разгибание ноги в колене совершенно так, как это происходит при ударе по сухожилию.

Вторая сигнальная система. Рефлексы у человека образуются не только на различные раздражители окружающей его среды, но и на слова, их обозначающие.

Так, например, если человеку, у которого выработан условный рефлекс на звук звонка, сказать «звонок» или показать лист бумаги с этим словом, то у него немедленно возникает реакция, образованная на звук звонка; выделение слюны происходит не только при виде или запахе пищи, но и при разговоре о ней; расширение зрачка, усиление сердцебиений, сужение кровеносных сосудов, побледнение лица, усиленное потоотделение вызываются не только раздражениями, причиняющими боль, но и страшным рассказом. Подобных примеров можно привести очень много.

Образование условных рефлексов на слова объясняется тем, что при обучении речи предметы и явления сочетаются у человека с их словесным обозначением. При этом важно подчеркнуть, что человек, в отличие от животного, реагирует не на звук слова, а на его *смысл*, на то, что слово *обобщает*. Так, например, образовавшийся у человека слюноотделительный рефлекс на вид булки проявится при слове «булка» и при слове «белый хлеб». Дрессированная собака, поднимающаяся на задние лапы при слове «служи», никак не будет реагировать на приказ «стань вертикально».

Раздражители, вызывающие условные рефлексы, образуют *первую сигнальную систему*; она свойственна всем животным и человеку. *Слова*, которые обозначают условные раздражители, образуют *вторую сигнальную систему*. Слова в этой системе являются, как выразился И. П. Павлов, *сигналами сигналов*. Поэтому

развитие её невозможно без существования первой сигнальной системы, с которой она тесно связана.

Возникновение второй сигнальной системы относится к тому времени, когда у наших предков в процессе общественного труда начала развиваться членораздельная речь. Вторая сигнальная система свойственна только человеку. Она связана со всей корой полушарий, и в особенности с корой их лобных долей. Последние представляют собой наиболее развитую у человека часть полушарий. С развитием головного мозга и второй сигнальной системы связано развитие сознания и абстрактного мышления. «Какие бы мысли, — говорил И. В. Сталин, — ни возникли в голове человека и когда бы они ни возникли, они могут возникнуть и существовать лишь на базе языкового материала, на базе языковых терминов и фраз».

Все раздражители внешней среды, действующие на человека, всегда связываются в его сознании с определённым словом. Всякое слово есть обобщение опыта многих людей. Поэтому восприятие внешнего мира у человека несравненно глубже, чем у животных. Следовательно, и первая сигнальная система у человека качественно уже не та, что у животных.

Благодаря наличию второй сигнальной системы человек может сознательно подавить условные и безусловные рефлексы.

Нервные процессы в коре полушарий. Основные законы высшей нервной деятельности, открытые И. П. Павловым у животных, приложимы и к человеку. Как и у животных, в коре полушарий человека постоянно возникают *процессы возбуждения и торможения*; они *иррадируют и концентрируются*.

Если представить себе возбуждённые участки светящимися, а заторможенные — затемнёнными, то кора полушарий будет иметь вид причудливой световой мозаики, которая обладает очень большой подвижностью всех своих частей: непрерывно одни светящиеся или затемнённые участки расширяются, другие уменьшаются; места освещённые вдруг затемняются, а затемнённые освещаются.

С развитием у человека второй сигнальной системы достигает чрезвычайной сложности абстрактная *аналитическая и синтетическая деятельность* коры, проявляющаяся в способности делать широкие обобщения, создавать понятия, открывать действующие в природе законы.

Поведение человека. Поведение человека, контролируемое второй сигнальной системой и, следовательно, неразрывно связанное с высокоразвитым сознанием и абстрактным мышлением, состоит из *целенаправленных действий*.

«Паук, — говорит К. Маркс, — совершает операции, напоминающие операции ткача, и пчела постройкой своих восковых ячеек посрамляет некоторых людей-архитекторов. Но и самый плохой архитектор от наилучшей пчелы с самого начала отличается тем, что, прежде чем строить ячейку из воска, он уже построил её в своей голове. В конце процесса труда получается результат,

который уже в начале этого процесса имелся в представлении работника, т. е. идеально».

В этой цитате как нельзя лучше определяется качественная особенность поведения человека — целенаправленность.

«Мышление и сознание суть продукты человеческого мозга» (Энгельс). Они представляют собой самые сложные проявления мозговой деятельности. Сознание и мышление всегда социально обусловлены. Это означает, что поведение человека зависит от тех производственных отношений, в которых находятся люди в процессе труда.

§ 69. Сон

Павловская теория сна. Около трети своей жизни человек проводит в состоянии сна. Длительное, многодневное лишение человека сна вызывает очень тяжёлые ощущения, приводит к ряду нарушений в организме и оканчивается смертью. Сон необходим для нормального состояния организма. Поэтому вопрос о механизме сна занимает умы человечества с давних времён. Важнейшее значение для понимания природы сна имеют исследования И. П. Павлова.

И. П. Павлов рассматривал сон как проявление *внутреннего торможения*, которое охватывает всю кору мозга и распространяется на подкорковые центры. Широкому распространению процесса торможения, обуславливающего сон, способствуют слабые раздражения, многократно действующие на одни и те же воспринимающие нервные окончания. Человек легко засыпает под монотонный звук голоса, тиканье будильника, шум падающих дождевых капель.

Сон, однако, нельзя рассматривать как полное торможение всей центральной нервной системы. В стволовой части головного мозга центры различных видов деятельности продолжают работу, хотя и не так усиленно, как в бодрствующем состоянии: продолжается дыхание (но количество дыхательных движений уменьшается); происходит (на сниженном уровне) деятельность и других органов. В коре больших полушарий, этом высшем органе связи человека с внешней средой, также не всё заторможено во время сна. Некоторые пункты, образно названные Павловым «сторожевыми», остаются возбуждёнными. Они бодрствуют в то время, как вся кора мозга спит. Нервные импульсы, приходящие в эти пункты, могут вызвать пробуждение человека; вся остальная часть коры во время сна на раздражения не отвечает.

Вследствие наличия в заторможенной коре «сторожевых» пунктов, мать, спящая около ребёнка, просыпается при его плаче, но не реагирует на шум, возникший в комнате или на улице; командира, заснувшего после многодневных боёв, не может разбудить артиллерийская канонада, но он просыпается от слабого гудка полевого телефона; матросы, спящие на корабле, просыпаются при сигнале тревоги, но их не пробуждает шум машин и грохот бури.

Сновидения. На основе павловской теории сна можно объяснить сновидения.

При распространении торможения по коре в ней могут остаться возбуждённые участки, между которыми создаются необычные связи и взаимовлияния. Деятельность этих незаторможенных пунктов может вызвать субъективные переживания, воспринимаемые человеком как сновидения. Причудливое сочетание явлений, часто не соответствующее обычной житейской обстановке, является результатом случайных взаимосвязей, которые образуются между отдельными возбуждёнными пунктами.

Деятельность незаторможенных во время сна участков коры зависит от раздражений, воспринятых ими прежде, поэтому переживания, связанные с этой деятельностью, т. е. сновидения, всегда отражают *прошлое*, но не будущее.

Физиологическое объяснение сна и сновидений, данное И. П. Павловым, разрушает веру в существование «вещих» снов, по которым суеверные люди старались предсказать будущие события.

Гипноз. Внутренним торможением объясняет И. П. Павлов и гипнотическое состояние человека.

Гипноз, или *частичный сон*, как его назвал И. П. Павлов, отличается от ежедневного сна человека тем, что торможение захватывает только кору мозга и не распространяется на подкорковые центры. В связи с тем, что последние не заторможены и продолжают нормально функционировать, сохраняется мышечный тонус и возможны различные движения человека, находящегося под гипнозом.

Кора полушарий при гипнозе имеет больше незаторможенных участков, чем при полном сне. Поэтому человек способен выполнять различные приказы, двигаться по комнате, отвечать на вопросы и т. п.

Гипноз вызывается теми же раздражителями, что и сон.

§ 70. Гигиена нервной системы

Режим дня. Большое значение в сохранении нормальной работоспособности нервной системы имеет строгое соблюдение режима дня, т. е. правильного чередования работы, отдыха и сна.

Труд является фактором, положительно влияющим на нервную систему человека, в то время как бездеятельность вызывает в конечном счёте угнетение нервной системы. Однако деятельность человека должна быть определённым образом регламентирована, так как беспорядочность её так же вредна, как и безделье.

Нормальная продолжительность рабочего дня взрослого человека определяется 8 часами. Учащиеся, в зависимости от возраста, работают от 4 до 8 часов в день, причём две трети этого времени падает на занятия в учебных заведениях, а одна треть — на занятия дома.

Работа обязательно должна прерываться для отдыха и принятия пищи. На заводах, фабриках и в учреждениях в середине рабочего дня устанавливается перерыв на обед. Рабочий день учащегося ежедневно прерывается переменами различной продолжительности.

Часть дня, свободная от профессионального труда или обучения, отводится на отдых. Последний не следует представлять себе как полный покой и бездеятельность. Прекрасной и обязательной формой отдыха является прогулка. Для учащихся она определяется 3—4 часами в день. Активным отдыхом для рабочего может быть спорт, работа над самообразованием, посещение театров и т. д. Людям умственного труда, а также учащимся в часы досуга полезно заниматься не очень утомительной физической работой, особенно на чистом воздухе.

Немаловажную роль в нормальной работе нервной системы играет организация питания через правильные промежутки времени и обязательно в строго определённые часы.

Сон. Сон имеет для организма охранительное значение. Во время сна восстанавливается работоспособность всех органов и особенно нервной системы. Вот почему глубина и длительность его являются исключительно важными.

Нормальная глубина сна может быть достигнута путём устранения различных раздражителей, которые мешают наступлению торможения в коре больших полушарий. Для этого затемняется помещение, в котором человек спит, устраняются по возможности все шумы, резкие запахи и т. д.

Нормальная длительность сна зависит от возраста. Новорождённые спят почти всё время, за исключением лишь тех небольших промежутков времени, когда их кормят. Ребёнок 1 года спит 14—15 часов, а в возрасте 2—3 лет 13—14 часов в сутки. Школьники в 10-летнем возрасте должны спать около 10, в 15-летнем — около 9 часов. Взрослый человек нуждается в 7—8-часовом сне; у стариков длительность сна ещё меньше.

Всякое ограничение времени сна или уменьшение его глубины способствуют различным нарушениям в деятельности центральной нервной системы.

Действие на нервную систему ядов. Вредно действует на весь организм, а на нервную систему в особенности, употребление алкоголя и курение.

Под влиянием алкоголя ухудшаются внимание, память, способность логически мыслить, слабеет воля человека, резко падает работоспособность. В основе изменения всех этих функций лежит расстройство тормозных процессов в центральной нервной системе, а следовательно, и нарушение взаимодействия между процессами возбуждения и торможения. Под влиянием алкоголя человек нередко заболевает белой горячкой. Систематическое употребление его разрушает социальные и моральные устои человека.

Постоянное введение в организм никотина, содержащегося в табаке, вызывает целый ряд функциональных нарушений в нервной системе, которые нередко заканчиваются понижением работоспособности, ухудшением памяти, внимания, значительно выраженной раздражительностью.

§ 71. Органы чувств

Органы чувств. Деятельность коры больших полушарий вызывается различными раздражителями, действующими на воспринимающие нервные окончания — рецепторы.

Рецепторы расположены во всех органах тела. Их можно разделить на три группы: одни воспринимают раздражения, которые падают на организм извне (рецепторы глаза, уха, кожи, языка и носовой полости); другие воспринимают раздражения, возникающие во внутренних органах (в сердце, лёгких, кишечнике и т. д.); третьи находятся в мышцах, суставах, надкостнице и воспринимают раздражения, возникающие при движении.

Раздражение некоторых рецепторов (к ним относятся рецепторы внутренних органов) не даёт ощущений или последние недостаточно чётко и ясно воспринимаются сознанием. Рецепторы, раздражение которых даёт определённые ощущения, называются органами чувств. По вызываемым ощущениям различают органы зрения, слуха, обоняния, вкуса, осязания, боли, тепла, холода, положения тела и его частей в пространстве.

Специфичность рецепторов. Важной особенностью всех рецепторов является их специфичность, которая заключается в том, что каждый из них в обычных, нормальных условиях воспринимает какой-нибудь один, строго определённый (специфический для него) раздражитель. Так, например, рецепторы глаза могут быть возбуждены и электрическим током, и механическим ударом, но естественным, специфическим раздражителем для них является свет; рецепторы уха также можно раздражать различными видами энергии, но специфически действуют на них только звуковые колебания; для рецепторов вкуса и обоняния специфическими являются химические раздражители.

Чувствительность рецепторов к специфическим раздражителям значительно выше, чем ко всем прочим. При механическом раздражении глаза, которое вызывается ушибом головы, возникает световое ощущение (отсюда и поговорка «искры сыплются из глаз»). Но для того чтобы оно возникло, удар должен быть достаточно сильным. Чувствительность же глаза к специфическому раздражителю настолько велика, что человек различает в темноте свет свечи, находящейся в 2 км от него. По некоторым подсчётам энергия света, вызывающая минимальные ощущения у человека, так ничтожна, что должна действовать 60 млн. лет, чтобы 1 г воды нагреть на 1°.

Какой бы раздражитель ни применять, вызываемое им ощущение всегда будет специфичным для данного органа чувств: ушиб головы или раздражение глаза электрическим током дают световое ощущение.

Однако ощущения, вызываемые неспецифическим раздражителем, не могут создать ложного и неправильного представления о внешнем мире, так как всякое ощущение, получаемое от одного органа чувств, проверяется другими. Так, например, представле-

ние о причинах, по которым «искры сыплются из глаз», создаётся на основании не только световых ощущений, но также и болевых, вызванных раздражением рецепторов кожи, и звуковых, которые воспринимаются рецепторами уха при ударе.

Правильность ощущений, получаемых от раздражения органов чувств различными предметами внешнего мира, контролируется деятельностью человека — практикой. Так, например, ощущения, получаемые на производстве от инструментов и материалов, человек проверяет и подтверждает тем, что совершает при помощи их необходимую работу.

Ежедневная практика убеждает в том, что ощущения представляют собой правильные отображения в нашем мозгу вне нас существующих реальных предметов.

Учение И. П. Павлова об анализаторах. Под влиянием раздражения в рецепторах возникает процесс возбуждения, который по нервным волокнам (проводящим путям) достигает стволовой части головного мозга. Отсюда возбуждение направляется в кору больших полушарий и у человека возникают ощущения: световое, слуховое, вкусовое, болевое или иное в зависимости от того, какие раздражители действовали на рецепторы и к каким участкам коры пришло возбуждение.

Ощущение может возникнуть только при наличии рецепторов, проводящих путей и соответствующего участка коры больших полушарий. Этот аппарат, деятельность которого обеспечивает тонкое различение и точный анализ предметов внешнего мира, а также внутренних раздражителей, И. П. Павлов назвал анализатором. Под анализатором, следовательно, надо понимать всю систему, которая обеспечивает восприятие раздражителя, проведение возбуждения и возникновение ощущений. То, что обычно называют органом чувств, есть только периферическая, рецепторная часть анализатора (глаз есть рецепторная часть зрительного анализатора, а ухо — рецепторная часть слухового анализатора).

Порог различения. Сравнивая различные ощущения, мы говорим: тепло, теплее, жарко или красный, краснее и т. п. Однако нет таких единиц измерения, которыми мы могли бы определить, насколько одно ощущение сильнее или слабее другого. Поэтому для количественного измерения ощущений было предложено понятие порога различения. Порогом различения называется та наименьшая разница между двумя раздражениями, которая может восприниматься органами чувств.

Если человеку с закрытыми глазами положить на ладонь сначала гирию в 15, а затем в 16 г, то он, как правило, точно определяет, какая из них тяжелее. Значит, человек различает разницу в 1 г. Следовательно, порогом различения при этих условиях будет служить груз в 1 г.

При сравнении грузов в 30 и 31 г разницу в 1 г человек не различает: 30-граммовый груз он может отличить от 32-граммового. В этих новых условиях порогом различения будет груз весом в 2 г. Груз, весящий 60 г, человек отличает только от груза в 64 г; 120-граммовый груз — только от груза в 128 г и т. д.

1, 2, 4 и 8 г являются абсолютными величинами порогов различения и находятся в прямо пропорциональной зависимости от величины действовавшего раздражителя. Хотя абсолютная величина порога различения меняется,

ко отношение её к величине раздражителя остаётся постоянным (в нашем примере 1:15). Это отношение носит название *относительной* величины порога различения.

Закон о пороге различения формулируется так: при нарастании величины раздражителя пропорционально растёт абсолютная величина порога различения, в то время как относительная величина порога различения сохраняется постоянной. Этот закон применим ко всем ощущениям.

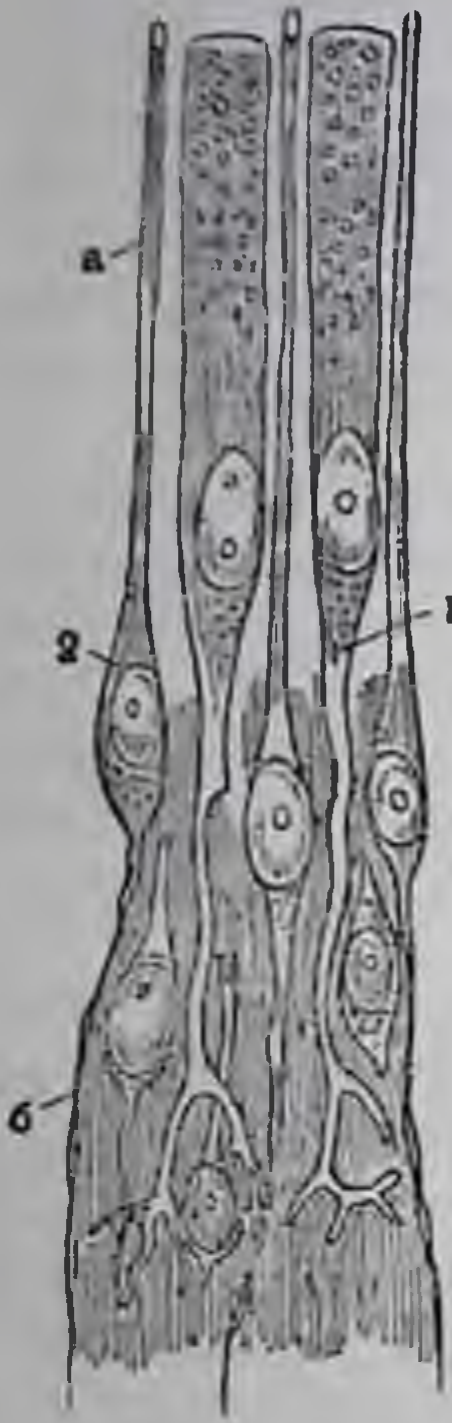


Рис. 121. Клетки обонятельной области:

1 — эпителиальная клетка; 2 — обонятельная клетка (а — её периферический конец; б — центральный, от которого идёт нервное волокно).

§ 72. Органы обоняния и вкуса

Обоняние. Периферическая часть обонятельного анализатора находится в верхней носовой раковине, на наружной поверхности средней раковины и в части перегородки носа. Слизистая оболочка этих отделов носовой полости, носящих название *обонятельной области*, имеет слегка желтоватый цвет. В ней расположены *обонятельные клетки*, которые имеют овальное тело и два длинных отростка. Один из них воспринимает химические раздражения, другой, более тонкий, представляет собой волокно *обонятельного нерва*, идущего к мозгу (рис. 121).

Вдыхаемый воздух проходит по нижнему и среднему носовым ходам и проникает к обонятельной области путём диффузии. «Принюхиваясь», т. е. делая короткие, частые дыхательные движения, человек может ускорить поступление в неё воздуха. Раздражителем для обонятельных клеток являются частицы пахучего вещества, находящегося в воздухе.

Возможность различать многочисленные оттенки запахов объясняется тем, что последние возбуждают различные обонятельные клетки. Известно, например, что некоторые лекарственные вещества, действуя только на определённые обонятельные клетки, устраняют способность воспринимать одни запахи, не влияя на восприятие других.

Вкус. Периферическая часть вкусового анализатора находится в полости рта. В слизистой оболочке последней, главным образом на языке, расположены так называемые *вкусовые луковицы*, или *почки* (рис. 122 и 123). Они представляют собой овальные тельца, которые содержат чувствительные *вкусовые клетки*. В них свободно заканчиваются волокна вкусовых нервов.

Естественными раздражителями вкусовых луковиц являются химические соединения. Возбуждение, возникающее при этом, идёт через ствол мозга в *центр вкуса*, расположенный на нижней поверхности больших полушарий.

У человека возможны четыре вкусовых ощущения: кислое, горькое, сладкое и солёное. Они возникают в результате раздражения различных вкусовых луковиц.



Рис. 122. Верхняя поверхность языка с вкусовыми сосочками.

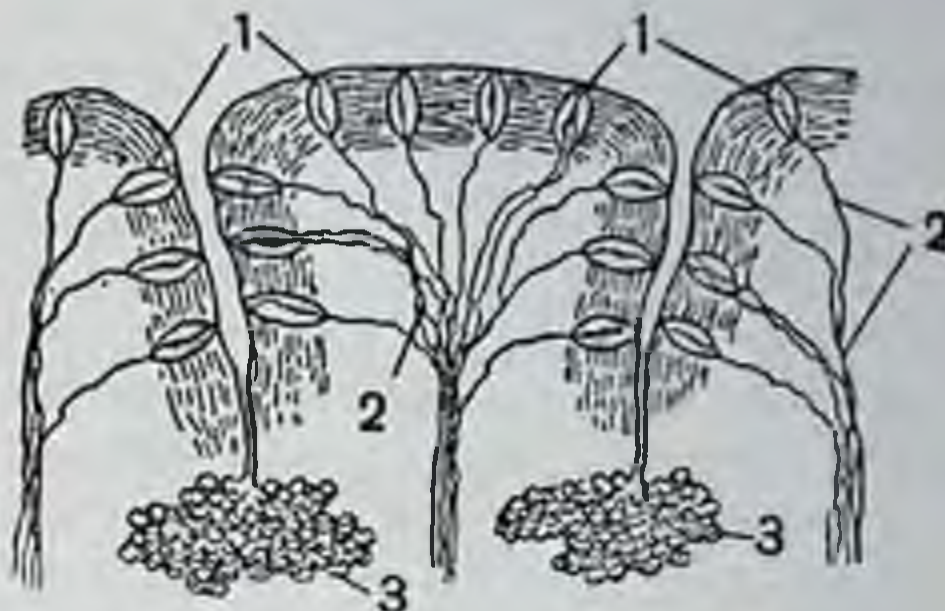


Рис. 123. Схема строения вкусового сосочка:

1 — вкусовые луковицы; 2 — отходящие от них нервные волокна; 3 — слизистые железы.

§ 73. Кожная чувствительность

Рецепторы кожи. В коже человека расположены рецепторы, которые по своим физиологическим особенностям могут быть разделены на четыре группы: тактильные, холодовые, тепловые и

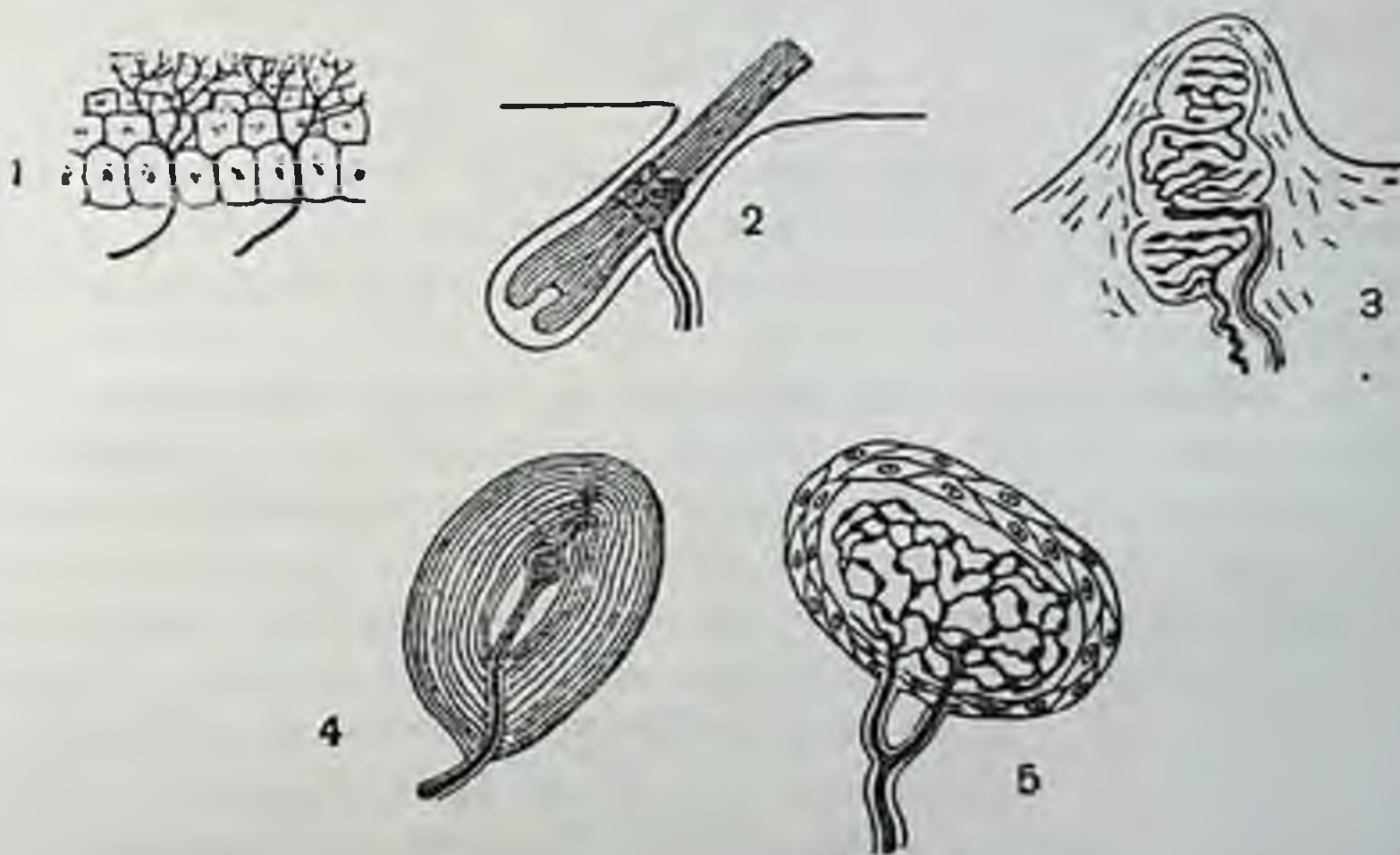


Рис. 124. Различные рецепторы кожи:

1 — свободные нервные окончания, раздражение которых вызывает боль; нервные окончания у корня волоса (2) и «осязательное тельце» (3), воспринимающее тактильные раздражения; 4 и 5 — нервные окончания, воспринимающие тепло и холод.

болевые (рис. 124). Рецепторы различных групп отличаются по своему строению и распределены в коже в виде своеобразной мозаики. Количество рецепторов чрезвычайно велико, и в коже нет участков, которые были бы лишены их.

Тактильные рецепторы. Тактильные рецепторы воспринимают механические раздражения кожи в виде прикосновения и давления. Возникающий при этом процесс возбуждения поступает в спинной мозг. Отсюда по волокнам проводящих путей он проходит до задней центральной извилины в коре больших полушарий головного мозга.

Тактильную чувствительность часто называют чувством осязания. Она доставляет человеку ощущение формы, величины и характера поверхности окружающих его предметов. Особенно велико значение этих ощущений у людей, лишённых зрения.

Терморепцепторы. К терморепцепторам относятся два рода нервных окончаний. Одни из них воспринимают холодовые раздражения, а другие — тепловые. Раздражение этих нервных окончаний вызывает ощущения холода или тепла.

Нервные импульсы, идущие от холодовых и тепловых рецепторов, пройдя спинной мозг, поступают в заднюю центральную извилину коры больших полушарий.

Болевые рецепторы. Четвёртую группу кожных рецепторов составляют болевые. В результате действия на них механических, химических, тепловых, холодовых и других раздражителей возникают нервные импульсы, которые проходят по спинному мозгу и достигают зрительных бугров. Раздражение последних сопровождается чрезвычайной болезненностью.

Следует подчеркнуть, что ощущения болевые и тактильные (давление, прикосновение) возникают от раздражения различных рецепторов. При местном обезболивании, которое применяется хирургами при некоторых операциях, человек теряет ощущение боли, но чувствует прикосновение ножа хирурга к телу. Установлено интересное взаимодействие между болевой и тактильной чувствительностью: при выключении последней болевые ощущения резко усиливаются, но человек теряет способность определить место раздражения.

Пути, проводящие раздражение от кожи. Нервные волокна, идущие от различных групп рецепторов, образуют в пределах центральной нервной системы совершенно обособленные пути. Перерезкой части спинного мозга можно лишить определённый участок кожи той или иной чувствительности (тактильной, холодовой или болевой). Есть заболевание, при котором поражаются пути, проводящие болевую и температурную чувствительность. Такие люди теряют ощущение боли, тепла и холода; значительные ожоги проходят у них без всякого болевого ощущения; но тактильная чувствительность сохраняется нормальной. Это доказывает, что проводящие пути различных видов чувствительности самостоятельны.

§ 74. Орган слуха

Слуховой аппарат. Ухо представляет собой сложно построенную периферическую часть звукового анализатора. Как и другие, этот анализатор состоит из трёх частей: рецепторного аппарата,

находящегося в ухе, проводниковых путей, представленных 8-й парой черепномозговых нервов (слуховыми), центра слуха в височной доле коры полушарий.

Орган слуха делят на три отдела: наружное, среднее и внутреннее ухо. За исключением ушной раковины и хрящевой части наружного слухового прохода весь слуховой аппарат лежит внутри височной кости (цвет. табл. XII, два нижних рисунка).

Наружное ухо. Наружное ухо состоит из ушной раковины и наружного слухового прохода (цвет. табл. XII, 1 и 2).

Ушная раковина образована хрящом, который покрыт кожей. Звуковые волны, падающие на ушные раковины, поступают в наружный слуховой проход. У многих животных ушные раковины подвижны и устанавливаются по направлению звука, чем достигается лучшее его восприятие. У человека ушные раковины неподвижны. Однако они помогают определить направление звука, если он идёт спереди или сзади. Если звук раздаётся сбоку, то определение стороны, с которой он идёт, обуславливается тем, что в одно ухо он попадает на десятитысячные доли секунды раньше, чем в другое.

Наружный слуховой проход имеет изогнутое направление и состоит из наружной хрящевой и внутренней костной частей. В покрывающей его коже имеются сальные железы и волосы. Внутренний конец слухового прохода затянут упругой соединительнотканной *барабанной перепонкой* (цвет. табл. XII, 3 и 7), которая разграничивает наружное и среднее ухо. По каналу наружного слухового прохода звуковые волны доходят до барабанной перепонки.

Среднее ухо. За барабанной перепонкой находится полость среднего уха, в которой расположены слуховые косточки: *молоточек*, *наковальня* и *стремечко* (цвет. табл. XII, 8, 9 и 10). *Молоточек* упирается в барабанную перепонку, а *стремечко* — в перепонку, которая затягивает *овальное окно*, ведущее в полость внутреннего уха. Между двумя этими косточками находится третья — *наковальня*. Вся система слуховых косточек служит для проведения звуковых колебаний от барабанной перепонки до перепонки овального окна.

Полость среднего уха сообщается с полостью носоглотки при помощи *евстахиевой трубы* (цвет. табл. XII, 4). В условиях высокого давления барабанная перепонка прогибается внутрь. В этом случае воздух, проходящий по евстахиевой трубе в полость среднего уха, уравнивает давление по обе стороны перепонки и устраняет опасность её разрыва. В условиях пониженного внешнего давления барабанная перепонка, испытывающая высокое давление из полости среднего уха, прогибается наружу. Опасность разрыва перепонки опять устраняется выравниванием давления, наступающим при открывании евстахиевой трубы.

При быстром подъёме или спуске самолёта человек может испытывать боль в ушах. Она вызывается тем, что при подъёме барабанная перепонка выпячивается наружу, а при спуске — внутрь.

в полость среднего уха. При этом рекомендуется производить глотательные движения. При глотании облегчается прохождение воздуха по евстахиевой трубе (выход его из полости среднего уха при подъёме и поступление в неё при спуске), давление по обе стороны барабанной перепонки уравнивается и боль исчезает.

Внутреннее ухо. Наиболее сложно построено внутреннее ухо. Оно состоит из трёх частей: преддверия, улитки и полукружных каналов (цвет. табл. XII, 11, 12, 13). Все три части образуют в толще

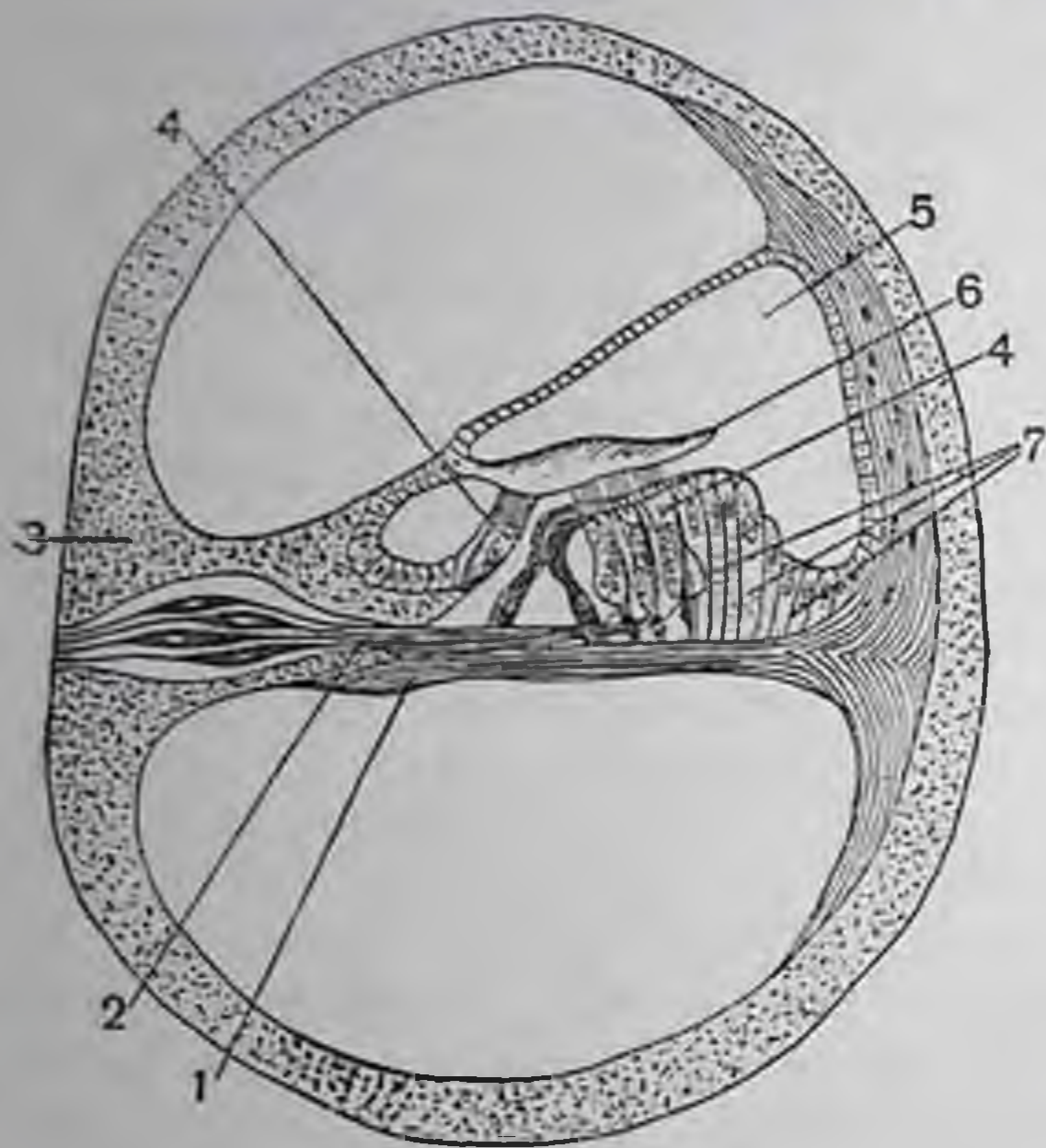


Рис. 125. Поперечный разрез через ход улитки:

1 — основная перепонка; 2 — волокна слухового нерва; 3 — стенка костного канала улитки; 4 — слуховые волосковые клетки; 5 — ход улитки; 6 — покровная перепонка; 7 — поддерживающие клетки.

височной кости сложно построенный костный канал, внутри которого находится точно повторяющий его форму перепончатый канал. Периферическая часть слухового анализатора лежит в улитке; преддверие и полукружные каналы воспринимают положение тела в пространстве.

Улитка представляет собой завитой ход, делающий два с половиной оборота вокруг центральной оси. Этот ход разделён перегородкой на два канала, которые сообщаются между собой на вершине улитки. Один из каналов начинается от овального окна, которое закрыто основанием стремечка. Всякое колебание слуховых косточек вызывает движение жидкости, наполняющей каналы.

Часть перегородки, разделяющей каналы улитки, является костной, а часть состоит из *основной перепонки*. Последняя образована из более чем 20 тыс. поперечно натянутых волокон разной длины, которые напоминают струны. Самые короткие волокна лежат у основания улитки; чем дальше от него, тем они длиннее; самые длинные волокна находятся у вершины улитки.

Вдоль всей основной перепонки располагается *кортиева орган* — аппарат, служащий для восприятия звуковых раздражений (рис. 125). Он устроен очень сложно; важнейшей его частью являются так называемые *волосковые чувствительные клетки*, которые имеют тончайшие волоски. Эти клетки кортиева органа являются рецепторами, воспринимающими звук.

Механизм восприятия звуковых раздражений. Звуковая волна, достигнув тонкой и упругой барабанной перепонки, приводит её в колебательное движение, которое через систему слуховых косточек (молоточек, наковальню, стремечко) передаётся на перепонку овального окна, ведущего в полость внутреннего уха. Колебание перепонки овального окна приводит в движение жидкость, заполняющую полость перепончатого лабиринта. Движение этой жидкости передаётся волокнам основной перепонки, которые приходят в колебательное движение и этим вызывают раздражение связанных с ними чувствительных волосковых клеток кортиева органа.

Раздражение волосковых клеток вызывает в них возбуждение, которое по волокнам *слухового нерва* (цвет. табл. XII, 15) достигает центра слуха в височной области коры больших полушарий головного мозга. Здесь возникает слуховое ощущение.

Человеческое ухо воспринимает звуковые волны с частотой колебаний от 16 до 20 тыс. в секунду. Разные волны вызывают различные колебательные движения жидкости улитки. Каждое из этих движений жидкости приводит в колебание не всю основную перепонку, а только ту её часть, которая состоит из волокон, «настроенных» на волну, вызвавшую движение жидкости. Другими словами, можно сказать, что в движение приходят лишь те волокна, период колебаний которых равен периоду колебаний звуковой волны. Поэтому в каждом отдельном случае раздражаются не все волосковые клетки кортиева органа, а лишь те из них, которые расположены на волокнах, пришедших в колебательное движение. Основную перепонку с её огромным количеством поперечно натянутых волокон можно рассматривать как набор резонаторов, каждый из которых отвечает только тогда, когда звуковые волны имеют период колебаний, равный его собственному периоду. Так уже в рецепторах уха начинается *анализ* звуковых раздражителей.

§ 75. Чувство положения тела в пространстве

Преддверие и полукружные каналы. Ухо включает в себе не только слуховой анализатор, оно является и органом, который воспринимает положение и движение тела в пространстве. Эта функция выполняется преддверием и полукружными каналами.

Преддверие состоит из двух мешочков (цвет. табл. XII, нижние рисунки, 12). На внутренней поверхности их имеются скопления особых клеток цилиндрической формы. Один конец этих клеток сужен и оканчивается коротким волоском, обращённым в полость мешочка. Над волосками находится большое количество очень мелких шестигранных кристалликов, которые образуют *отолитовый* слой.

При изменении положения головы или всего тела, при тряске, а также ускорении или замедлении прямолинейного движения отолитовый слой перемещается и натягивает волоски находящихся под ним чувствующих клеток. Это вызывает поток нервных импуль-

сов, идущих к продолговатому мозгу, а от него к мозжечку и коре больших полушарий. Под влиянием этих импульсов возникают рефлексы, изменяющие мышечный тонус и способствующие сохранению телом и его частями нормального положения в пространстве.

Полукружные каналы — это узкие ходы, расположенные в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях: одной горизонтальной и двух вертикальных — спереди назад и слева направо (цвет. табл. XII, 11). Полость каналов заполнена жидкостью, которая при ускорении или замедлении вращательного движения перемещается. Перемещение жидкости является раздражителем, который воспринимается нервными клетками, расположенными в расширяющихся концах каналов. В этих клетках возникают нервные импульсы,



Рис 126. Голуби с односторонним разрушением полукружных каналов.

идушие в продолговатый мозг. Достигший мозга процесс возбуждения вызывает ряд рефлексов, способствующих сохранению телом нормального положения в пространстве.

При поражении преддверия и полукружных каналов, особенно одностороннем, наблюдаются тяжёлые нарушения в движении и потеря способности сохранять равновесие. Так, например, голуби в подобных случаях не могут летать; с завязанными глазами они кувыркаются через голову и падают при попытке встать (рис. 126).

Поражение внутреннего уха на обеих сторонах часто наблюдается у людей глухонемых от рождения. Тяжёлые нарушения, связанные с этим, часто не обнаруживаются благодаря контролю над положением тела со стороны органов зрения и мышечного чувства, которые у глухонемых могут быть нормальны. Однако при плавании и нырянии в воде, когда контроль над движением со стороны зрения уменьшается, а мышечное чувство притупляется, могут обнаружиться такие расстройства в движениях, которые часто приводят глухонемого к гибели.

Нарушение функций преддверия и полукружных каналов вызывает ощущение головокружения и тошноты. Нормальная работа их особенно необходима для лётчиков, профессия которых связана с частыми изменениями положения тела в пространстве и постоян-

ным ускорением или замедлением вращательного и прямолинейного движения.

Мышечно-суставное чувство. Большое значение в восприятии положения тела и его частей в пространстве имеет мышечно-суставное чувство.

Если у человека, глаза которого закрыты, согнуть или разогнуть ногу, он совершенно правильно определяет её положение; также правильно он может определить положение и других членов своего тела; он способен придать правой руке такое положение, какое исследователь придал левой; он безошибочно поставит указательный палец на кончик носа и т. д. Всё это обусловлено мышечно-суставным чувством.

При сокращении мышц происходит раздражение находящихся в них (рис. 44, 4 и 5) и в суставах рецепторов. Возникающий в результате этого процесс возбуждения распространяется по центро-стремительным нервам до задней центральной извилины коры больших полушарий, и у человека возникает ощущение изменений в положении частей его тела.

При некоторых заболеваниях, которые связаны с нарушением мышечно-суставного чувства, походка человека становится шаткой, неуверенной, теряется точность и размеренность движений.

Благодаря раздражению мышечно-суставных рецепторов возможно приблизительное определение веса предмета путём его приподнимания.

§ 76. Орган зрения

Строение глаза. Глазное яблоко имеет форму шара, одетого тремя оболочками (цвет. табл. XII, верхний рисунок).

Самая наружная, толстая оболочка называется *белковой* (цвет. табл. XII, 1). Она имеет два отверстия — небольшое у заднего полюса глазного яблока, служащее для входа зрительного нерва, и большое — спереди, которое затянуто слегка выпуклой, прозрачной роговицей (цвет. табл. XII, 6).

Роговица является единственным местом в белковой оболочке, через которое внутрь глазного яблока могут проникать лучи света. Помутнение роговицы при развитии бельма сильно ослабляет зрение и часто приводит к полной его потере.

Известный советский учёный профессор В. П. Филатов в настоящее время излечивает бельмо. При помощи специально сконструированного им инструмента он вырезает больную роговицу и затем приживляет на её месте роговицу, взятую из трупа. Метод лечения бельма, предложенный В. П. Филатовым, является крупным достижением советской медицины. За последние годы В. П. Филатов, его ученики и последователи возвратили зрение нескольким тысячам слепых.

Кнутри от белковой оболочки находится вторая оболочка, носящая название *сосудистой*, так как она обильно снабжена кровеносными сосудами, питающими глаз (цвет. табл. XII, 2). Перед-

няя часть сосудистой оболочки, лежащая позади роговицы, называется *радужной оболочкой*; находящийся в последней пигмент обуславливает цвет глаз (цвет. табл. XII, 5). В центре радужины имеется отверстие, называемое *зрачком*; через него лучи света проникают внутрь глазного яблока и доходят до сетчатки.

Сетчатка представляет собой третью, самую внутреннюю оболочку (цвет. табл. XII, 3). Она выстилает только заднюю половину глаза, и в ней находятся светочувствительные рецепторы — *палочки* и *колбочки*. Палочек насчитывается около 130 млн., а колбочек около 7 млн. Сетчатка имеет толщину 0,3 мм и образована десятью слоями, которые состоят из клеток или их отростков. Светочувствительный слой сетчатки с палочками и колбочками лежит в самой наружной её части, обращённой в сторону сосудистой обо-



Рис. 127. Схема получения изображения предмета на сетчатке.

лочкой. Палочки и колбочки находятся в контакте с нервными двухотростчатыми клетками, которые в свою очередь соединены с так называемыми большими ганглиозными клетками.

Участок сетчатки против входа нерва лишён палочек и колбочек, а поэтому называется *слепым*

пятном. На расстоянии 3 мм кнаружи и книзу от входа нерва в сетчатке находится *жёлтое пятно*—место наиболее ясного видения, так как в нём особенно много светочувствительных клеток. В центре жёлтого пятна, которое имеет форму ямки, содержатся только колбочки. От жёлтого пятна к краям сетчатой оболочки количество колбочек постепенно уменьшается, в то время как количество палочек, напротив, нарастает.

Позади зрачка лежит прозрачное тело, которое имеет форму двояковыпуклой чечевицы и называется *хрусталиком* (цвет. табл. XII, 7).

Небольшое пространство между хрусталиком и роговицей заполнено прозрачной жидкостью — *водянистой влагой*. Вся полость глазного яблока, ограниченная его оболочками и лежащая позади хрусталика, заполнена прозрачной полужидкой массой, носящей название *стекловидного тела* (цвет. табл. XII, 8).

Светопреломление в глазу и аккомодация. Лучи, исходящие от какого-либо источника света или отражённые от предмета, могут дать изображение на сетчатке лишь в том случае, если в глазу они будут претерпевать известное преломление. Глаз представляет собой очень сложную оптическую систему, в которой преломление лучей обеспечивается роговицей, жидкостью позади неё, хрусталиком и стекловидным телом (рис. 127).

Глаз человека обычно установлен на рассматривание далёких предметов. При этом изображение на сетчатке дают после преломле-

ния только параллельные лучи от удалённой светящейся точки (рис. 128, 1); лучи же, расходящиеся из точки, которая находится на близком расстоянии, после своего преломления дают изображение позади сетчатки. Но в любой момент человек может перестроить оптическую систему глаза для чёткого и ясного различения близких предметов. Это осуществляется аккомодационным механизмом.

Явление аккомодации заключается в увеличении выпуклости хрусталика и, следовательно, усилении его преломляющей способности (рис. 128, 2). Капсула, в которой находится хрусталик, натянута связками. При сокращении маленьких ресничных мышц натяжение связок ослабляется, а хрусталик вследствие своей эластичности становится более выпуклым и тем самым увеличивает свою преломляющую силу. Теперь глаз будет хорошо различать близкие предметы.

К старости эластичность хрусталика понижается. Поэтому даже при ослаблении натяжения его связок он не становится более выпуклым и рассматривание близких предметов ухудшено. Вследствие этого пожилые люди при чтении вынуждены пользоваться очками. Недостаточное лучепреломление хрусталика они возмещают двояковыпуклыми стёклами.

Дальнозоркость и близорукость. В оптической системе глаза могут быть дефекты. Наиболее часто они выражаются в форме дальнозоркости или близорукости.

Дальнозоркий человек может хорошо видеть удалённые предметы, но не различает близких, например букв в книге. Обычно причиной дальнозоркости бывает малая длина глазного яблока. Вследствие этого параллельные лучи от далёких предметов после преломления в глазу сходятся и дают изображение позади сетчатки (рис. 129, 1). Увеличение кривизны хрусталика путём аккомодации позволяет дальнозоркому человеку хорошо видеть далёкие предметы (рис. 129, 2). Однако хрусталик не может усилить свою выпуклость настолько, чтобы расходящиеся лучи от близких предметов после преломления сходились на сетчатке, поэтому изображение получается позади неё и предмет кажется туманным и расплывчатым (рис. 129, 3).

Таким образом, укорочение глазного яблока вызывает тот же дефект зрения, что и уменьшение эластичности хрусталика к старости. При рассматривании близких предметов, в частности при

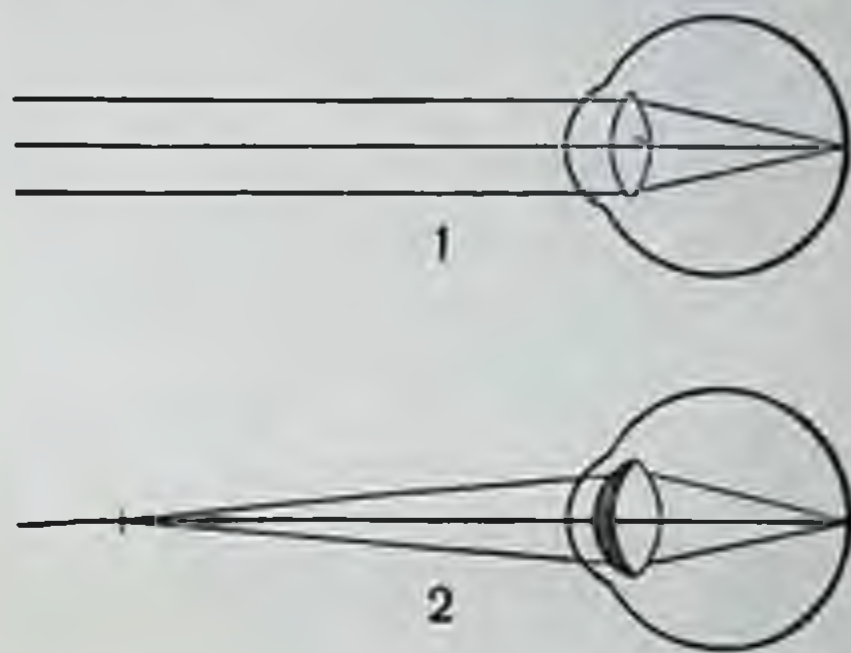


Рис. 128. Схема аккомодации нормального глаза:

1 — ход лучей при просмотре вдаль (без аккомодации); 2 — ход лучей при рассмотрении близкого предмета в условиях максимальной аккомодации. Зачернённая часть хрусталика обозначает увеличение его выпуклости.

чтении, дальнозоркий человек должен надевать очки с двояковыпуклыми стёклами (рис. 129, 4).

Близорукость выражается в отсутствии ясных зрительных ощущений при смотреии вдаль. Такой дефект зрения объясняется слишком большой длиной глазного яблока. В этом случае параллельные лучи от далёких предметов, после преломления в опти-

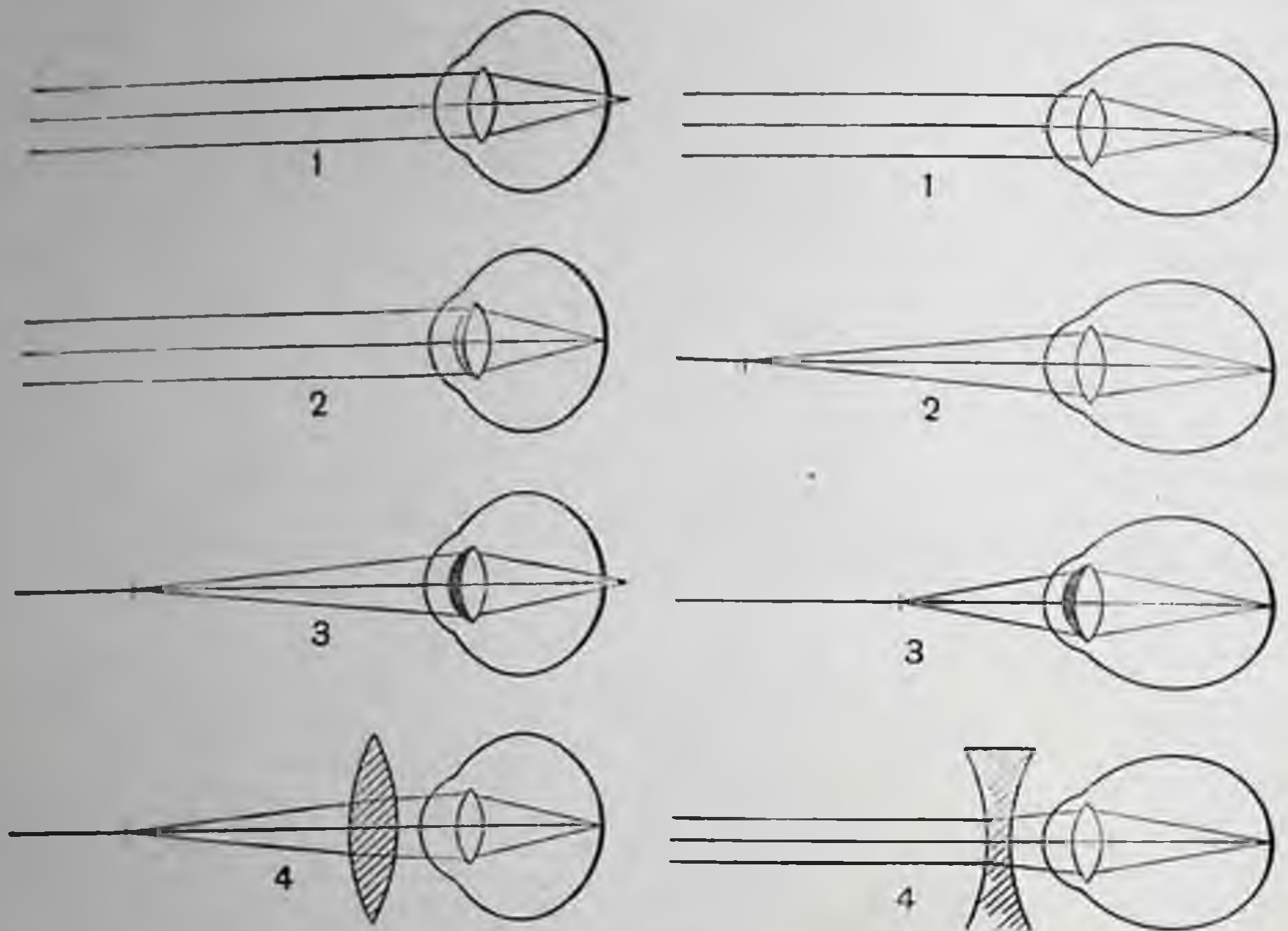


Рис. 129. Схема аккомодации дальнозоркого глаза

1 — без аккомодации (параллельные лучи пересекаются позади сетчатки); 2 — частичная аккомодация при смотреии вдаль; 3 — ход лучей от близкого предмета при максимальной аккомодации; 4 — исправление зрения при помощи выпуклых стёкол.

Рис. 130. Схема аккомодации близорукого глаза:

1 — без аккомодации (параллельные лучи пересекаются впереди сетчатки); 2 — самая дальняя точка ясного видения (без аккомодации); 3 — ближайшая точка ясного видения (при максимальной аккомодации); 4 — исправление зрения при помощи вогнутых стёкол.

ческой системе глаза, сходятся впереди сетчатки (рис. 130, 1). На сетчатке могут сойтись только расходящиеся лучи от близких предметов (рис. 130, 2). При аккомодации близорукий глаз может рассматривать предметы на расстоянии более близком, чем то, на котором их различает нормальный глаз (рис. 130, 3).

Близорукие люди должны постоянно носить очки с двояковогнутыми стёклами. Эти стёкла образуют вместе с хрусталиком оптическую систему, которая преломляет параллельные лучи от далёких предметов так, что они сходятся на сетчатке (рис. 130, 4).

Зрачковый рефлекс. В радужной оболочке расположены две гладкие мышцы. Одна из них состоит из волокон, имеющих круговое направление; сокращение её вызывает сужение зрачка. Волокна

другой мышцы имеют радиальное направление, поэтому её сокращение приводит к расширению зрачка.

Сужение и расширение зрачка происходит в ответ на раздражение сетчатки глаза световыми лучами и известно под именем зрачкового рефлекса, который регулирует поступление света к палочкам и колбочкам сетчатки.

Аккомодация и зрачковый рефлекс позволяют чётко и ясно видеть предметы, которые находятся на разных расстояниях от глаза и имеют различную силу освещённости.

Световоспринимающая функция. При действии света в светочувствительных элементах сетчатки — колбочках и палочках — возникает процесс возбуждения.

В палочках уже давно установлено наличие вещества, которое разрушается под влиянием света. Это вещество названо *зрительным пурпуром*. Продукты его разрушения вызывают возбуждение, которое проходит к двухотростчатым клеткам сетчатки, а от них к большим ганглиозным клеткам (рис. 131). Отростки последних образуют *зрительный нерв*, проводящий возбуждение к передним буграм четверохолмия, откуда импульсы идут к коре затылочных долей полушарий мозга, где возникает зрительное ощущение.

Палочки значительно светочувствительнее, чем колбочки: малая интенсивность сумеречного света достаточна для того, чтобы вызвать в них процесс возбуждения. Но колбочки обеспечивают более чёткое различение деталей предмета, и от них зависит различение цветов. Так как колбочки обладают меньшей чувстви-

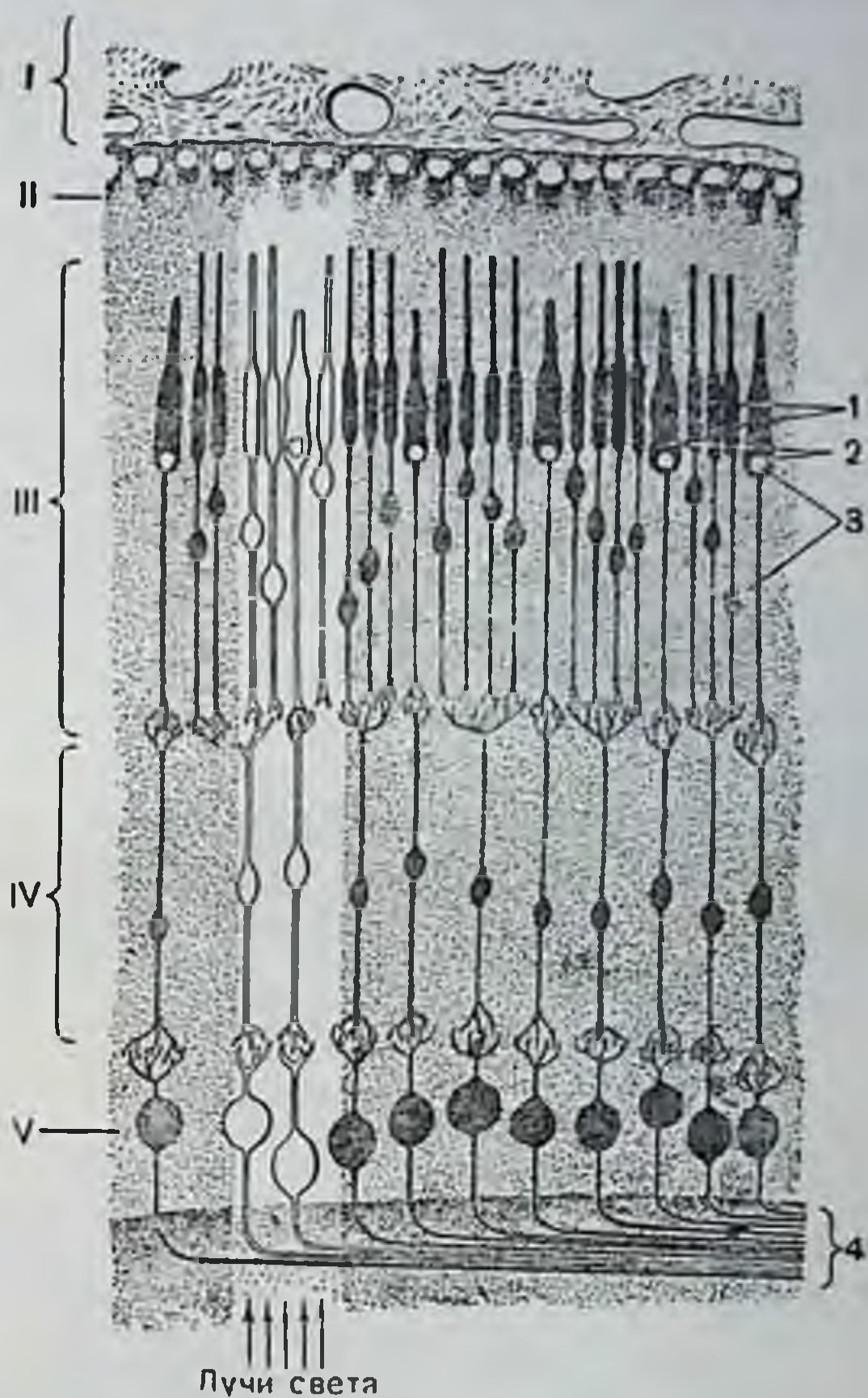


Рис. 131. Схема строения сетчатки: I — прилегающий к сетчатке край сосудистой оболочки; II — слой пигментных клеток; III — слой палочек и колбочек; IV и V — два последовательных ряда нервных клеток, на которые попадает возбуждение с палочек и колбочек;

1 — палочки; 2 — колбочки; 3 — ядра палочек и колбочек; 4 — нервные волокна. Белым показаны нервные клетки сетчатки, прошедшие в состоянии возбуждения под влиянием лучей света.

тельностью, подробное рассмотрение предмета и определение его цвета в сумерках невозможно.

Чёткость видения зависит от того, в каком месте сетчатки получается изображение предмета. Если оно возникает в центральной части жёлтого пятна, где имеются только колбочки, то воспринимаются мельчайшие детали предмета и цвет его. Если изображение возникает в тех частях сетчатки, где находятся и колбочки, и палочки, то цвет предмета различается хорошо, а детали его — уже с меньшей чёткостью. Слепым пятном, которое не содержит зрительных рецепторов, световые раздражения не воспринимаются.

Чувствительность палочек и колбочек не является постоянной. Она меняется в зависимости от количества света, попадающего в глаза. Чем меньше его проникает к сетчатке, тем выше чувствительность палочек. Если человек переходит из светлой комнаты в тёмную, то вначале он ничего не видит. Спустя некоторое время человек начинает различать предметы. В основе этого приспособления глаза к темноте лежит повышение чувствительности палочек. При переходе из тёмного помещения в светлое в первый момент человек также плохо различает предметы. Однако очень быстро восстанавливается способность чёткого видения. В этом случае чувствительность рецепторов глаза понижается.

На свету происходит разрушение значительной части зрительного пурпура. Это и обуславливает понижение чувствительности сетчатки. В темноте зрительный пурпур восстанавливается, что вызывает повышение чувствительности сетчатки.

Значение парности органа зрения. Всякий предмет, на который мы смотрим, даёт два изображения — по одному в сетчатке каждого глаза. Но видим мы всегда один, а не два предмета. Сместив давлением пальца положение одного глазного яблока по отношению к другому, можно видеть два предмета вместо одного. Отсутствие раздвоенности предмета в обычных условиях объясняется тем, что изображения его получаются на двух соответствующих друг к другу местах обеих сетчаток.

Каждым глазом, взятым в отдельности, мы можем видеть предмет, однако зрение двумя глазами имеет ряд преимуществ. Во-первых, световые лучи, падающие на слепое пятно в одном глазу, падают в другом на световоспринимающую часть сетчатки. Во-вторых, поле зрения значительно больше, чем при рассмотрении одним глазом. В-третьих, гораздо лучше различаются размеры предметов и правильнее определяется расстояние их от глаз; при этом предметы приобретают большую рельефность.

Цветощущение. Среди разных свойств предметов человек различает их цвет, причём способен улавливать огромное количество его оттенков.

Если на пути солнечных лучей поставить стеклянную призму, то можно получить так называемый спектр цветов. Белый солнечный свет этим приёмом разлагается на красные, оранжевые, жёлтые, зелёные, голубые, синие и фиолетовые лучи. Лучи разных цветов имеют различную длину волны. Ощущение красного цвета получается от попадания в глаз наиболее длинноволновых лучей видимого спектра; лучи с более короткими волнами дают ощущение цветов в той последовательности, в которой они названы.

Три спектральных цвета — красный, зелёный и фиолетовый — называют основными: смешанные между собой в определённых соотношениях, они дают ощущения всевозможных цветов. Предполагается, что в сетчатке глаза имеются колбочки трёх родов, отличающиеся друг от друга разной чувствительностью к действию лучей света с разной длиной волны. Если на глаз

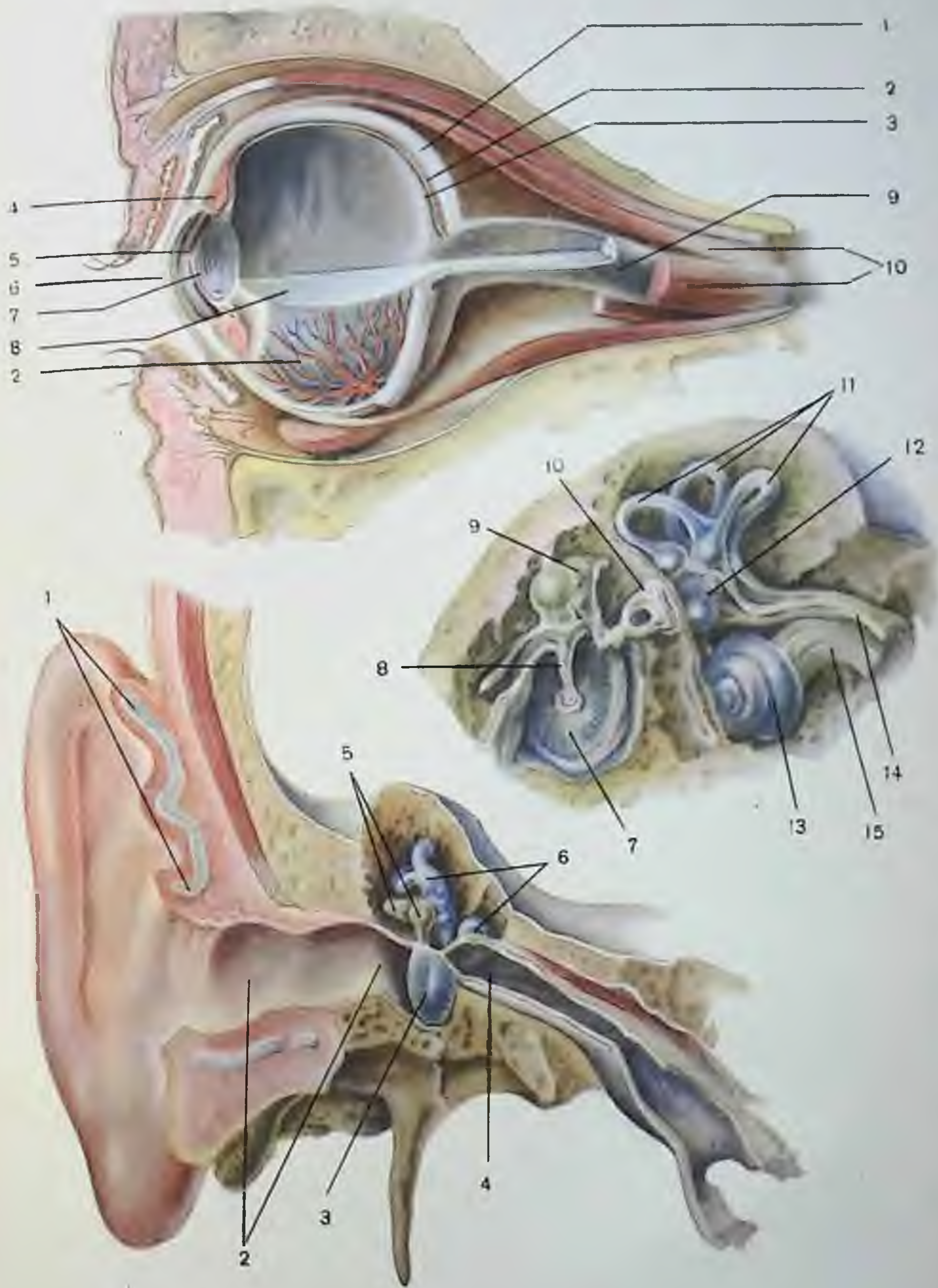


Таблица XII. Строение органа зрения (верхний рисунок) и органа слуха (два нижних рисунка).

Глаз: 1 — белковая оболочка; 2 — сосудистая оболочка; 3 — сетчатка; 4 — ресничная мышца; 5 — радужная оболочка; 6 — роговица; 7 — хрусталик; 8 — стекловидное тело (верхняя половина удалена); 9 — зрительный нерв; 10 — глазные мышцы.

Ухо: 1 — хрящ ушной раковины; 2 — наружный слуховой проход; 3 — барабанная перепонка; 4 — евстахиева труба; 5 — среднее ухо; 6 — внутреннее ухо; 7 — внутренняя поверхность барабанной перепонки; 8 — молоточек; 9 — наковальня; 10 — стремечко; 11 — полукружные каналы; 12 — преддверие; 13 — улитка; 14 — нерв, отходящий от полукружных каналов и преддверия; 15 — нерв, идущий от улитки.



действуют длинноволновые лучи, то в состоянии возбуждения приходят колбочки первого рода, и в результате этого возникает ощущение красного цвета; если под влиянием света возбуждаются колбочки второго рода, то получается ощущение зелёного цвета; возбуждение колбочек третьего рода даёт ощущение фиолетового цвета. Ощущения промежуточных цветов возникают при разной интенсивности раздражения колбочек всех трёх родов. Так, например, ощущение оранжевого цвета возникает, если одновременно происходит достаточно сильное раздражение «красных» колбочек, менее сильное — «зелёных» и слабое — «фиолетовых».

Иногда люди страдают цветной слепотой: не различают некоторых цветов, чаще всего красного и зелёного. Точное различение их необходимо для паровозных машинистов, шофёров, вагонновожатых трамвая, так как семафоры и светофоры имеют красный и зелёный цвета. Принимая на работу лиц указанных профессий, производят испытание их способности различать цвета.

Гигиена глаза. Наиболее часто встречающимся дефектом зрения является близорукость. Причина её развития обычно заключается в плохом освещении рабочего места или в рассматривании предметов на слишком близком расстоянии от глаз. Близорукость часто появляется уже в школьном возрасте, поэтому каждый педагог должен вести борьбу с порождающими её условиями. В этих целях он обязан прежде всего заботиться о правильном освещении класса, что позволит учащимся читать и писать, не напрягая зрения.

Хорошая освещённость класса достигается выполнением целого ряда условий, основным из которых является достаточный световой коэффициент: отношение стеклянной поверхности всех окон к площади пола должно быть не менее чем 1:5. Дети рассаживаются в классе так, чтобы свет падал с левой стороны. Имеют значение и другие условия: 1) расстояние между школой и соседними зданиями (должно быть не менее двойной высоты их); 2) глубина класса (не может превышать двойной высоты верхнего края окна над полом); 3) окраска школьных помещений (наилучшей является светлая).

При пользовании искусственным светом необходимо соблюдать норму освещаемости. Она определяется для классных помещений в 50—75 люксов. За один люкс принимают силу освещённости листа белой бумаги в 1 кв. м стеариновой свечой в 100 г весом, находящейся на расстоянии в 1 м.

Большую роль в гигиене зрения играет правильная поза во время чтения и письма. Она обеспечивает нормальное 30—35-сантиметровое расстояние между глазом и книгой или тетрадью.

Чтобы не утомлять зрения, тетради и книги печатаются на белой бумаге, имеют чёткий чёрный шрифт.

Учитель должен разъяснить детям вред чтения лёжа, а также чтения в трамваях и поездах, что вызывает сильное напряжение аккомодационного аппарата и быстрое утомление глаз.

ХІ. РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМА

§ 77. Оплодотворение

Половые клетки. Человек, как и животное, развивается из яйцевой клетки, после слияния её со сперматозоидом.

Яйцевые клетки, периодически созревающие в фолликулах яичника, представляют собой наиболее крупные клетки организма: диаметр их равен 0,2 мм. С некоторым напряжением зрения они могут быть различимы невооружённым глазом. Как и всякая клетка, яйцо состоит из *протоплазмы*, образующей основную массу его, и



Рис. 132. Яйцо человека, окружённое ворсинчатой оболочкой.



Рис. 133. Сперматозоиды:

1 — головка: 2 — шейка:
3 — хвост.

ядра с ядрышком. В отличие от других клеток организма яйцо обладает тонкой *ворсинчатой оболочкой*, которая облегчает его прикрепление к стенке матки после оплодотворения (рис. 132).

Сперматозоиды, развивающиеся в семенниках, отличаются от яйцевых клеток значительно меньшими размерами. В сперматозоиде ясно различаются три части: короткая передняя — *головка*, средняя — *шейка* и длинная задняя — *хвост* (рис. 133). Общая длина этой вытянутой клетки определяется в 7 микронов. Форма сперматозоида как нельзя лучше приспособлена к передвижению в жидкой среде. При помощи своего хвоста он может двигаться со скоростью 2—3 мм в минуту.

По неправильным представлениям некоторых иностранных учёных (Вейсмана, Менделя, Моргана), половые клетки развиваются в организме, как в футляре, который не оказывает на них влияния

и лишь предохраняет их от воздействия внешней среды. В результате этого половые клетки якобы передаются неизменными от одного поколения другому.

Представление о такой автономности и независимости половых клеток от организма и внешней среды опровергнуто в настоящее время работами известных советских учёных — И. В. Мичурина, Т. Д. Лысенко и их последователей. Эти учёные неопровержимо доказали, что половые клетки находятся в тесном взаимодействии со всеми клетками организма и вместе с ними зависят от влияний внешней среды, которая поддерживает существование организма, а следовательно, и его половых клеток.

По взглядам биологов-мичурицев, изменение обмена веществ организма вызывает изменение и в его половых клетках, а следовательно, и в потомстве, которое из них развивается.

Оплодотворение. После разрыва фолликула, развивающегося на поверхности яичника, яйцевая клетка попадает в яйцевод. Сюда же проникают и сперматозонды, поступившие в женские половые органы.

При встрече в яйцеводе с яйцом сперматозоид проникает в последнее (рис. 134). Его головка, которая представляет собой ядро, приближается к ядру яйца и сливается с ним. В слиянии двух половых клеток и

видели до самого последнего времени сущность оплодотворения. Однако работы академика Т. Д. Лысенко и его сотрудников показали, что процесс оплодотворения нельзя рассматривать как механическое соединение половых клеток или слияние их ядер.

Половые клетки — яйцо и сперматозоид — являются продуктами жизнедеятельности разных особей, которые сложились в неодинаковых условиях и несут в себе следы исторического развития двух разных организмов. Вследствие этого вещества, образующие яйцо и сперматозоид, значительно отличаются одно от другого. Оплодотворение представляет собой сложный физиологический процесс взаимного усвоения яйцевой клеткой и сперматозондом веществ друг друга. В результате этого взаимоусвоения, или ассимиляции, образуется не продукт механического слияния двух половых клеток, как считали прежде, а качественно новая клетка. Из последней развивается организм, который может обладать свойствами отца, матери и более далёких предков.

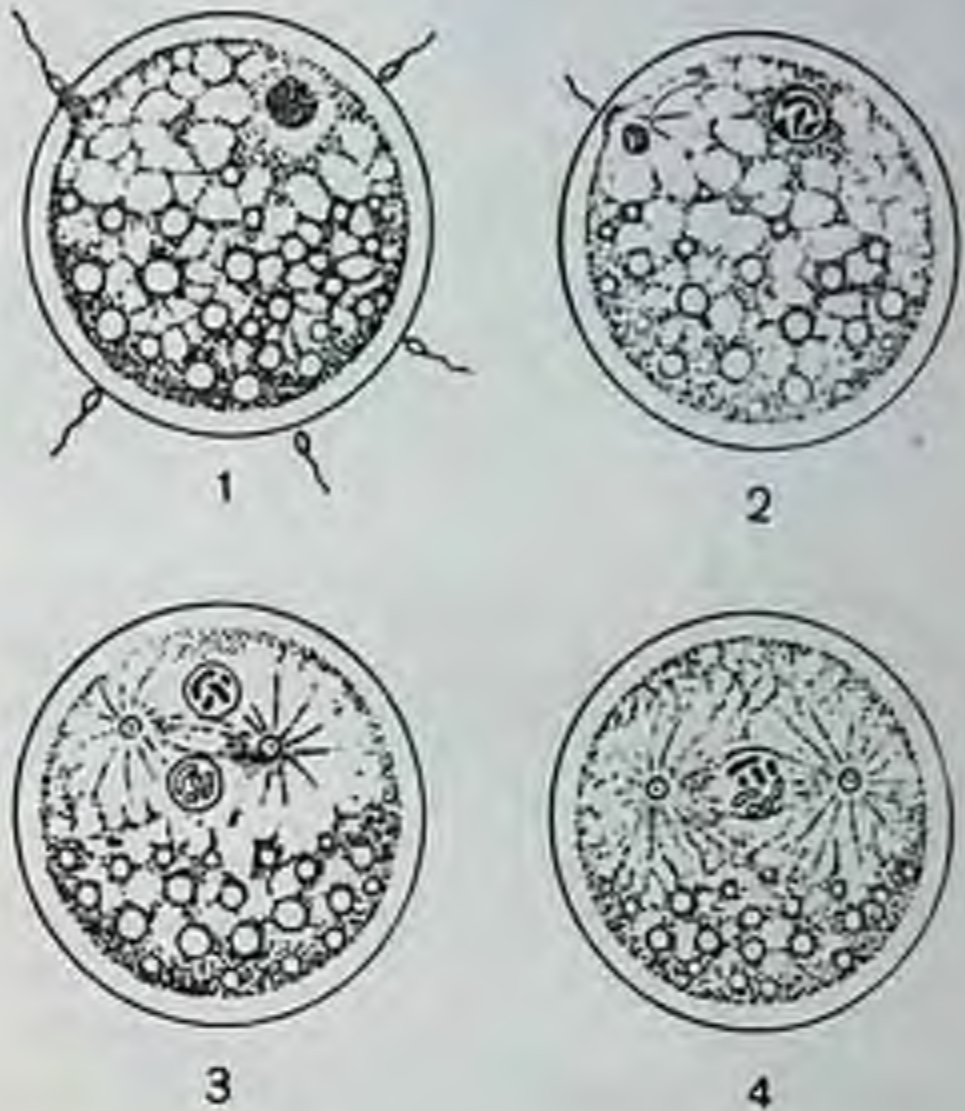


Рис 134. Схема слияния мужской и женской половых клеток при оплодотворении

§ 78. Развитие зародыша

Развитие зародыша. Как и у животных, развитие человеческого зародыша начинается с процесса дробления оплодотворённого яйца. Последнее путём повторных сложных делений даёт всё большее и большее количество клеток.



Рис. 135. Ранние стадии развития зародыша морской свинки (левый вертикальный ряд), обезьяны (средний ряд) и человека (правый ряд).

уже разделены на три части (бедро, голень, стопа; плечо, предплечье, кисть).

В начале развития зародыш человека имеет настолько большое сходство с зародышами других позвоночных животных (рис. 135), что необходимо самое внимательное изучение, чтобы отличить их друг от друга. Наиболее долго он сохраняет сходство с зародышами человекообразных обезьян.

Оплодотворение, дробление яйца, закладка зародышевых листков, образование органов, всегда происходящие так, как и у животных, наконец, сходство в облике зародышей человека

В результате дробления яйца образуется многоклеточный зародыш, имеющий форму пузырька. Из образовавшихся клеток закладываются три зародышевых листка: наружный, внутренний и средний, из которых формируются различные органы. Каждый листок даёт у человека те же органы, которые развиваются из подобного листка у позвоночных животных. Из *наружного зародышевого листка* развиваются покровы, нервная система и органы чувств. *Внутренний листок* даёт начало пищеварительному тракту с его железами и органам дыхания. Из *среднего зародышевого листка* образуются скелет, мышцы, органы кровообращения, выделения и размножения.

К концу второго месяца отчётливо выражены наружные формы зародыша: непропорционально большая голова отграничена от тела, и на ней ясно различимы нос, рот, уши и глаза; конечности

зи животных — всё это свидетельствует о том, что человек в своём историческом развитии произошёл от животных предков.

Питание зародыша в матке. Беременность женщины, а следовательно, и внутриутробный период развития человека, продолжается 280 дней, т. е. 10 лунных месяцев.

В период дробления яйца питание зародыша происходит за счёт протоплазмы яйца. Но последнее у человека, как и у других млекопитающих, бедно питательным желтком. Поэтому уже на самых ранних стадиях развития зародыш начинает получать питательные вещества из крови матери. Только часть клеток, образующихся в результате дробления яйца, входит в состав развивающегося зародыша, другая же часть идёт на формирование вокруг него оболочек. При помощи последних он соединяется со слизистой оболочкой матки. С этого момента питание зародыша происходит за счёт материнского организма, через сросшиеся с маткой оболочки.

На третьем месяце беременности в матке развивается специальный орган питания и дыхания — *плацента*, или *послед*, образующийся за счёт тканей зародыша и матери. В последе кровеносные сосуды зародыша образуют тонкие разветвления, которые входят в тесное соприкосновение с расширенными капиллярами матки. Через стенки сосудов из крови матери в кровь зародыша поступают питательные продукты и кислород; из крови зародыша в кровь матери отдаётся углекислый газ и другие продукты распада (рис. 136).

Сосуд, по которому из последа в зародыш идёт артериальная кровь, называется *пупочной веной*. Возвращение венозной крови в послед происходит по двум *пупочным артериям*. Эти три сосуда, соединяющие зародыш с последом, образуют *пупочный канатик*. Последний проходит в зародыш посередине передней стенки брюшной полости; в этом месте его перевязывают и перерезают у новорождённого. С перерезкой пупочного канатика связь ребёнка с материнским организмом прерывается, но след её — «пупок» — остаётся на всю жизнь.

Поскольку формирование зародыша происходит исключительно за счёт веществ, доставляемых кровью матери, постольку состояние организма последней сильно сказывается на развитии и формировании зародыша. Недостаточное питание матери или отсутствие в её пище витаминов может понизить жизнеспособность зародыша.

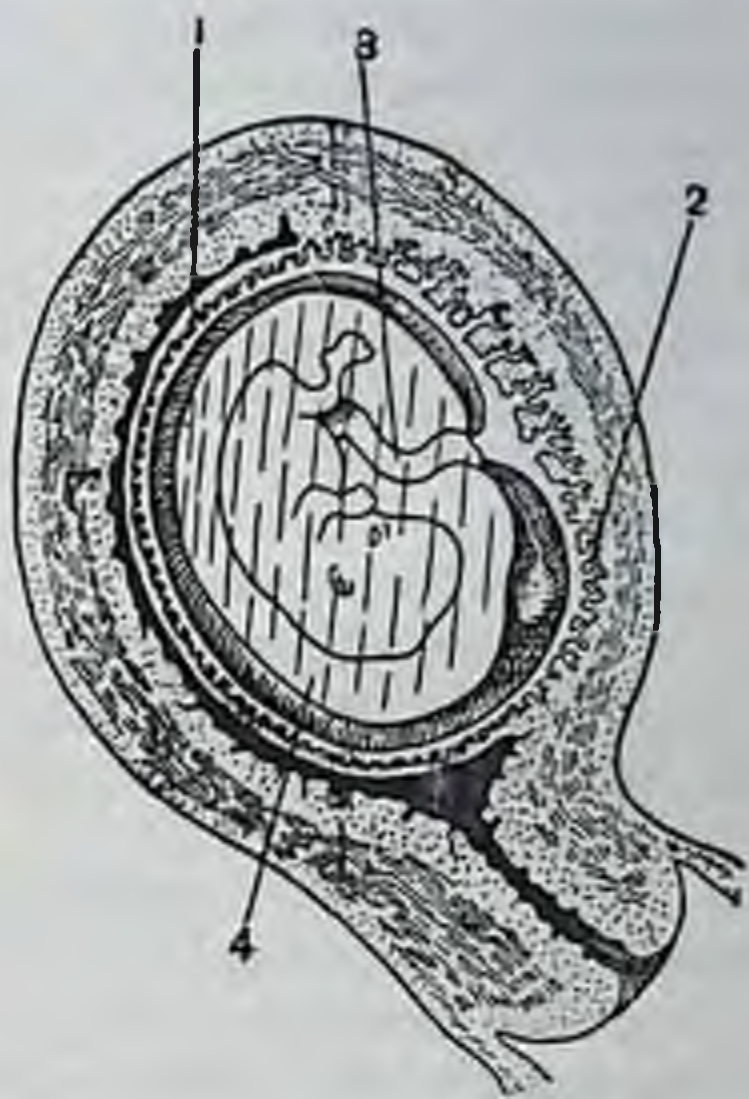


Рис. 136. Человеческий зародыш в матке:

1 — ворсинчатая оболочка; 2 — плацента; 3 — пуповина; 4 — околоплодная жидкость.

Оказывают влияние на его развитие и сильные эмоции, переживаемые матерью.

В опытах над животными было обнаружено, что раздражение блуждающего нерва у беременной самки вызывает замедление работы сердца не только у неё, но и у развивающихся зародышей. Это объясняется тем, что в окончаниях раздражаемого нерва образуется особое вещество, которое, попадая с кровью в сердце зародыша, замедляет его работу.

Одновременно с развитием происходит и рост зародыша за счёт питательных веществ, притекающих к нему с кровью матери. К концу второго месяца зародыш имеет в длину 4 см, к концу третьего — около 10 см. На четвёртом месяце у него появляются первые движения, которые постепенно становятся настолько сильными, что на пятом месяце ощущаются уже матерью. В это время плод имеет длину около 25 см. На шестом месяце его длина достигает 35 см и на седьмом — 40 см, на восьмом — 45 см, на девятом — 48 см и на десятом — 50 см. Полуметровый плод весит более 3 кг.

К концу десятого месяца заканчивается внутриутробное развитие. С этого времени плод вполне подготовлен к условиям внеутробного существования, несмотря на то, что его лёгкие ещё и не совершали дыхательных движений, а пищеварительный канал не переваривал пищи.

Недоношенный младенец, родившийся на один-два месяца раньше конца нормальной беременности, может существовать лишь при особо внимательном уходе и в специально созданных условиях внешней среды. Среди последних большое значение имеет температура комнаты, в которой находится новорождённый. Недостаточно развитая у недоношенного ребёнка терморегуляция не позволяет ему существовать при температуре, которая считается для человека нормальной ($+18^{\circ}\text{C}$): он может жить лишь при $+25^{\circ}\text{C}$.

§ 79. Развитие человека после рождения

Возрастные периоды. С рождением человека его развитие не останавливается. Оно продолжается до полной зрелости организма, которая наступает к 25 годам, причём различные органы достигают своего полного развития в разное время. Закономерная связь между происходящими в организме изменениями и определённым возрастом позволяет выделить в развитии человека 7 периодов:

- 1) период новорождённости — первые 7—10 дней после рождения;
- 2) грудной период — до 12 месяцев;
- 3) ясельный период — от 1 до 3—4 лет;
- 4) дошкольный — от 3—4 лет до 7—8 лет;
- 5) младший школьный — от 7—8 до 12—13 лет;
- 6) период полового созревания — от 12—13 до 16—17 лет;
- 7) период половой зрелости — после 16—17 лет.

Особенности развития в детском возрасте. В период *новорожденности* ребёнок начинает дышать и питаться через рот молоком матери. В этом периоде резко изменяется внешняя среда организма и чрезвычайно увеличивается количество падающих на него раздражителей.

Первые 10 дней жизни ребёнка характеризуются сильными изменениями в его организме, которые отражаются в колебаниях веса. Сопротивление влияниям внешней среды очень мало, поэтому заболеваемость, а также и смертность в этом периоде высоки.

Строгое выполнение гигиенических требований в периоде *новорожденности* особенно важно: нельзя допускать в комнате ребёнка резких колебаний температуры и влажности воздуха, сквозняков яркого света, шума, прихода посторонних лиц и т. д.

В первой половине *грудного периода* (до 6 месяцев) ребёнок питается только молоком матери; во второй половине — у ребёнка появляются зубы, его начинают прикармливать. Летние поносы — наиболее частое заболевание детей грудного возраста; лучшим лекарством против них служит молоко матери. Поэтому в летние месяцы не следует отрывать ребёнка от груди даже в том случае, если он к этому времени достиг 11—12-месячного возраста.

Основным показателем физического развития в грудном возрасте являются вес и рост. В течение первого года вес нормально развивающегося ребёнка увеличивается втрое (с 3,5 кг до 10 кг), рост, равный при рождении 50 см, достигает 75 см.

В *ясельный период* ребёнок полностью переходит на искусственное питание. У него интенсивно развивается двигательный аппарат, и он начинает самостоятельно ходить. Увеличивается в размерах мозг, значительно более выраженными становятся борозды и извилины больших полушарий; интенсивно идёт психическое развитие; ребёнок начинает говорить.

Сопротивляемость организма по отношению к вредно действующим факторам внешней среды постепенно увеличивается.

В *дошкольном периоде* нарастание веса и роста происходит ещё достаточно быстро, но значительно медленнее, чем в ясельном и особенно в грудном периодах.

Весьма быстро происходит психическое развитие ребёнка.

В *младшем школьном периоде* крепнет скелет ребёнка, усиливается его мускулатура, все системы органов достигают значительного совершенства в своём развитии и приспособляемости к изменяющимся условиям внешней среды.

Особенности развития в период полового созревания. В *период полового созревания* происходят глубокие изменения в деятельности эндокринных желез, особенно половых; перестраиваются и взаимоотношения между различными железами внутренней секреции. В зависимости от влияния со стороны этих желез, в том числе и половых, изменяется деятельность всего организма. Сравнивая девочку с девушкой, мальчика с юношей, можно отметить большие различия между ними.

Масса головного мозга в период полового созревания увеличивается мало, зато сильно усложняется структура нервных клеток мозговой коры; значительно возрастает количество волокон, связывающих между собой отдельные участки коры.

Возбудимость нервной системы в этом периоде повышена. Характер подростков нередко значительно меняется: одни из них становятся замкнутыми и застенчивыми; другие, напротив, общительными и развязными. Настроение очень непостоянно; наблюдается обидчивость и раздражительность.

В *периоде половой зрелости* происходит постепенное превращение юноши и девушки во взрослых людей: заканчивается рост, достигается уровень физического развития взрослого человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Забота в СССР о подрастающем поколении

Не только к моменту рождения, но и в течение последующих лет ребёнок совершенно не приспособлен к самостоятельной жизни. Лишь при внимательном уходе и постоянной заботе он достигает того уровня физического и психического развития, который необходим для самостоятельного существования.

Система мероприятий, обеспечивающих развитие ребёнка, должна быть построена так, чтобы выявить не только элементарные способности его, но и развить возможно полнее все стороны личности, необходимые для формирования полноценного члена человеческого общества.

В СССР, где успешно осуществляется задача построения коммунистического общества, требующего наиболее всестороннего развития человека, задача воспитания растущего поколения приобрела государственное значение.

Забота о ребёнке у нас начинается ещё до его рождения и выражается в заботе о матери. Консультации для беременных, отпуска перед родами и после них представляют собой выражение этой заботы.

Разветвлённая сеть таких учреждений, как молочные кухни, детские консультации, ясли, детские сады, имеет своей целью обеспечение нормального развития ребёнка до поступления в школу.

Школы начальные и средние, специальные училища и техникумы, детские клубы, дворцы пионеров и другие подобные им учреждения создают условия для всестороннего развития ребёнка, подростка, юноши и девушки.

Кроме того, имеется целая система оздоровительных учреждений. Летние площадки при школах, пионерские лагеря, лесные школы, амбулатории, диспансеры, санатории имеют своей задачей предупреждение и лечение заболеваний.

Для детей, страдающих теми или иными физическими или психическими недостатками, существуют специальные учреждения со строго продуманной системой обучения и воспитания, которая обеспечивает развитие из этих детей трудоспособных граждан.

Заботы государства о детях и нормальных условиях их развития проявляются и в той материальной помощи, которая оказывается одиноким и многодетным матерям. Ежегодная величина этой помощи выражается в миллиардах рублей.

Детский труд, применяемый на заводах и фабриках капиталистических стран и вызывающий быстрое физическое истощение растущего организма, в Советском Союзе запрещён. На тяжёлые и вредные работы подростки не допускаются. Их труд охраняется законами о сокращённом рабочем дне, дополнительном отпуске, систематическом врачебном контроле за состоянием здоровья и преимущественном пользовании санаториями и домами отдыха.

Заботы государства о подрастающем поколении резко снизили детскую смертность по сравнению с дореволюционным временем. Забота о здоровье детей в нашей стране приняла форму общественного, сознательного и планового оздоровления человечества.

Охрана труда и здоровья в СССР

С началом трудовой деятельности и образованием общества развитие человека и состояние его здоровья стало определяться не столько биологическими факторами, сколько социальными. Поэтому у нас в Советском Союзе громадное значение придаётся различным социальным мероприятиям, направленным на создание наиболее благоприятных условий труда и отдыха человека.

Законы СССР ограничивают рабочий день граждан, устанавливают ряд мер, охраняющих их труд и здоровье на фабриках и заводах, предусматривают особые условия работы во вредных производствах.

Государство ведёт в широких масштабах жилищное строительство, которое направлено к обеспечению наиболее благоприятных условий для жизни и отдыха трудящихся. Эти же цели преследует благоустройство городов: постройка в них водопроводов и канализации, электростанций и газовых заводов, асфальтирование улиц и озеленение жилых кварталов и т. д. За годы советской власти наши города настолько изменили свой облик, что молодые граждане СССР только из литературы могут получить представление о трущобах, которые являлись обязательной принадлежностью каждого крупного города в прошлом.

Громадные средства Советское государство отпускает на мероприятия по спорту, который положительно действует на развитие организма и его жизнедеятельность. В то время как в капиталистических странах занятие спортом доступно очень немногим, в Советском Союзе физкультурное движение захватывает многие миллионы трудящихся.

Широко развитая сеть библиотек, клубов, дворцов культуры, радиоустановок и театров позволяет гражданам проводить досуг с наибольшей пользой для своего культурного развития.

Ежегодный отпуск, гарантированный законом, миллионы советских граждан проводят в домах отдыха, санаториях и первоклассных курортах, доступных в капиталистических странах только представителям господствующих классов.

Громадная работа проведена советской властью по борьбе с инфекционными заболеваниями. Ещё в 1919 г. В. И. Ленин подписал декрет об обязательном оспопрививании. С тех пор ежегодно во всех школах страны детям производят прививку оспы. Эта мера привела к тому, что в Советском Союзе совершенно прекратились заболевания натуральной оспой. Между тем в дореволюционное время эта болезнь многих лишала жизни или оставляла изуродованными и ослеплёнными. Стоит отметить, что в ряде «передовых» буржуазных стран, таких, как, например, Англия, обязательное оспопрививание не введено до сих пор.

Улучшение условий труда и быта и широкая разветвлённость сети специальных диспансеров чрезвычайно уменьшили заболеваемость туберкулёзом, который в царской России был, а в буржуазных странах продолжает оставаться, бичом рабочего класса и многих людей преждевременно сводит в могилу. Меры, принятые ещё в первые годы существования советской власти, значительно снизили заболеваемость малярией.

Широкое применение предохранительных прививок уменьшило распространение брюшного тифа, дизентерии и многих других инфекционных болезней. Холера и чума, эпидемии которых часто вспыхивали в царской России, известны советской молодёжи только из литературы о прошлом нашей родины.

Социалистическое государство сохраняет за больным человеком его заработок и обеспечивает бесплатной медицинской помощью в поликлиниках, больницах и на дому.

Оборудование больниц новейшими медицинскими приборами и аппаратами, применение лечебных сывороток и лекарственных препаратов, над усовершенствованием которых работают учёные, внимательный уход за больными — всё это значительно облегчает течение болезни и способствует быстрому выздоровлению.

В то время как гражданин СССР свободно обращается за помощью в любое медицинское учреждение — консультацию, поликлинику, диспансер, больницу, — в капиталистических странах заболевший рабочий не может получить даже простого врачебного совета, так как не имеет средств на его оплату. В капиталистических странах существует такое положение, которое нам, советским людям, даже трудно себе представить: рабочие не могут получить медицинскую помощь, а многие врачи, не имея работы, стоят на грани нищеты.

Советская наука на службе охраны здоровья

Над проблемой создания условий, наиболее благоприятных для труда, здоровья и отдыха человека, в СССР работает целая сеть различных научно-исследовательских институтов. Одни из них занимаются вопросами рациональной организации труда; другие исследуют нормы питания и действие на организм витаминов; третьи проектируют удобные, удовлетворяющие всем гигиеническим

требованиям жилища, а также планируют реконструкцию старых и постройку новых городов; целый ряд институтов изучает различные болезни, изыскивает средства их предупреждения и лечения.

Большая роль в борьбе за народное здоровье принадлежит и советской физиологии. Несколько крупнейших научно-исследовательских институтов развивают идеи И. П. Павлова, изучая функции нормального целостного организма и его реакции на различные изменения внешней среды.

Работами советских физиологов, продолжающих и развивающих дело И. П. Павлова, выяснена ведущая и организующая роль нервной системы, и в особенности коры больших полушарий головного мозга, во всей жизнедеятельности организма.

Работы физиологов составляют теоретическую основу современной медицины. Вспомним работы И. П. Павлова по изучению процессов пищеварения. Они открыли перед медициной большие перспективы для изыскания средств лечения ряда заболеваний желудочно-кишечного тракта. Эти работы имеют значение для обоснования и организации правильного питания.

Учение И. П. Павлова об условных рефлексах позволило объяснить происхождение многих нервных и психических заболеваний, в частности так называемых неврозов. На учении об охранительном торможении основано лечение некоторых нервных и психических заболеваний длительным сном, который вызывается введением в организм снотворных веществ.

Установление связи между корой головного мозга и внутренними органами сделало понятным давно известное влияние психического состояния на течение болезни и позволило врачам по-новому подойти к лечению ряда заболеваний.

Важное значение для медицины имеют работы учеников и последователей И. П. Павлова, установивших роль центральной нервной системы в развитии болезненного процесса. Эти работы позволили обнаружить неизвестные ранее причины ряда заболеваний, что открывает новые пути к их лечению и предупреждению.

Выступая на приёме Советским правительством делегации XV Международного конгресса физиологов, И. П. Павлов сказал: «Сложившиеся у нас отношения между государственной властью и наукой я хочу проиллюстрировать только примером: мы, руководители научных учреждений, находимся прямо в тревоге и беспокоестве по поводу того, будем ли мы в состоянии оправдать все те средства, которые нам предоставляет правительство».

Приведённые слова И. П. Павлова сопровождались репликой В. М. Молотова: «Уверены, что безусловно оправдатель!» Уверены в этом и все советские люди. Чувства, вызвавшие выступление И. П. Павлова, понятны и близки сердцу каждого учёного. В этих чувствах — залог будущих успехов науки, стремящейся продлить жизнь и укрепить здоровье человека социалистического общества.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Химический состав и калорийность пищевых продуктов

Название продуктов	Химический состав (в процентах)					Количество калорий в 100 г продукта
	азотистые вещества (белки и пр.)	жиры	углеводы	соли (соли)	вода	
Говядина тощая	20,57	2,01	—	1,21	76,17	80,0
» жирная	18,38	21,40	—	0,97	58,74	214,0
Свинина жирная	14,52	37,34	—	0,72	47,40	328,5
» тощая	20,08	6,63	—	1,10	72,55	116,5
Баранина жирная	16,36	31,07	—	0,93	51,19	277,5
Мясо курицы	19,84	5,10	1,07	1,14	72,83	107,5
Яйцо куриное	12,55	12,11	0,55	1,12	73,67	140,0
Печень	19,38	4,65	2,78	1,56	71,60	109,0
Мозги	9,00	9,30	—	1,10	80,60	117,0
Свиное сало нетоплёное	11,04	68,35	—	4,81	14,84	647,0
Колбаса варёная	14,15	14,96	4,01	2,83	65,03	208,5
Сосиски	12,81	13,67	—	3,28	58,69	170,5
Вобла сушёная	41,30	14,20	—	14,20	19,80	196,5
Икра чёрная зернистая	25,99	16,31	—	4,34	56,16	250,5
Карась свежий	17,63	0,48	—	1,07	80,82	41,0
Карп	20,41	1,47	—	1,30	77,29	52,0
Сельдь солёная	18,43	14,48	—	13,88	57,84	129,0
Судак свежий	19,46	0,28	—	1,04	79,21	44,0
Молоко женское	2,08	3,82	6,27	0,36	87,36	67,5
» коровье цельное	3,39	3,68	4,94	0,72	87,27	65,5
» козье	3,81	4,19	4,14	0,79	86,48	68,5
» коровье сгущённое (с прибавлением сахара)	10,47	10,07	51,02	2,00	26,44	337,5
Сливки	3,01	22,62	4,30	0,64	70,44	240,0
Сметана	4,34	26,23	1,72	0,56	67,67	256,0
Сыр голландский	25,77	31,53	2,37	6,05	34,60	360,5
Творог тощий	14,58	0,59	1,16	1,16	80,64	68,0
Масло сливочное	1,07	86,57	0,60	1,16	12,04	787,5
» топлёное	—	98,12	—	0,22	1,58	885,0
Ржаная мука среднего качества	12,40	1,74	67,77	1,84	13,06	311,5
Пшеничная мука	11,88	0,81	73,79	0,78	12,64	341,5
Овсяная мука	15,48	7,71	61,78	2,14	9,18	333,5
Картофельная мука	1,03	—	80,83	0,96	17,18	301,0
Манная крупа	9,43	0,94	75,92	0,40	13,05	342,2
Ячменная крупа	9,50	0,94	74,83	1,20	12,96	311,0
Гречневая крупа	12,86	2,83	64,71	2,13	13,94	314,0
Пшено	12,29	2,19	65,65	2,13	13,47	273,0
Рис	8,13	1,29	75,50	1,03	13,17	331,5
Ржаной хлеб обыкновенный	7,84	0,73	43,70	1,55	43,58	187,6
Пшеничный хлеб лучший	6,81	0,54	57,80	0,88	33,66	258,0
» » грубый	9,17	0,46	47,56	1,27	42,41	217,0

Название продуктов	Химический состав (в процентах)					Количество калорий в 100 г продукта
	азотистые вещества (белки и пр.)	жиры	углеводы	зола (соли)	вода	
Лапша и макароны . . .	10,88	0,62	75,55	0,64	11,89	384,5
Горох зелёный	25,78	3,78	52,99	2,89	11,28	284,0
Картофель свежий	2,14	0,22	19,56	0,98	70,16	62,5
Морковь	1,18	0,29	9,06	1,03	86,77	30,5
Капуста свежая	1,83	0,18	5,05	1,18	90,11	19,5
Огурцы свежие	1,09	0,11	2,21	0,46	95,36	9,5
Салат	1,58	0,22	2,38	0,90	94,23	12,0
Шпинат	3,71	0,50	3,61	2,00	89,24	22,0
Помидоры (томаты)	0,95	0,19	3,99	0,61	93,42	15,0
Грибы белые свежие	5,39	0,40	5,12	0,95	87,13	28,0
» сушёные	36,66	2,70	34,51	6,45	12,81	221,5
Яблоки свежие	0,40	—	12,13	0,42	84,37	41,5
Виноград	1,01	—	15,21	0,48	79,12	53,0
Изюм	2,52	0,59	69,66	1,66	24,46	242,0
Абрикосы свежие	1,16	—	11,01	0,56	84,15	37,5
Лимоны	0,74	—	0,93	—	82,64	—
Дыня	0,84	0,13	6,35	0,52	91,50	24,0
Арбуз	0,72	0,06	4,13	0,28	94,96	16,0
Земляника свежая	0,59	0,45	6,24	1,82	86,99	23,6
Растительные масла: подсолнечное, хлопко- вое, льняное и др.	—	99,50	—	—	0,50	879,0
Грецкие орехи (ядра)	13,80	48,17	10,69	1,36	23,53	460,0
Сахар свекловичный (песок)	—	—	99,49	0,40	0,13	387,5
Мёд пчелиный	1,42	—	79,89	0,24	18,90	315,0
Шоколад в плитках	6,27	22,20	63,39	2,26	1,59	427,5

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Введение

1. Вспомните из курса зоологии два-три примера взаимной зависимости между строением органа и его функцией.

2. Найдите на своём теле области, указанные в статье «Строение тела человека», и определите на нём места, против которых лежат важнейшие внутренние органы.

I. Клетка и ткани

Рассмотрите под микроскопом клетки листочка элодеи и слизистой оболочки рта человека. Отобразите в рисунках и надписях к ним сходство и различие между этими клетками.

II. Костно-мышечная система

1. Ребро барана или иную кость такой же величины положите в печь на раскалённые угли. Наблюдайте, что будет происходить.

Когда кость побелеет, выньте её. Что в кости выгорело и что осталось? Какими свойствами обладают несгораемые вещества кости?

Другую такую же кость положите на 1—2 дня в 10-процентный раствор продажной соляной кислоты. Что происходит с костью в кислоте? Из каких веществ состоит вынутая из кислоты кость и какими свойствами она обладает?

Объясните, чем обуславливается форма, твёрдость и некоторая упругость костей?

2. Вместе с одним из ваших товарищей попрактикуйтесь в наложении шин на конечность. Определите, какие вещи, имеющиеся в каждой квартире, можно использовать при наложении шин.

3. Найдите на скелете лучевую, малую берцовую, теменную и верхнечелюстную кости. Определите, с какими костями и как они соединяются.

4. Пользуясь рисунками учебника, а также и скелетом, прощупайте на своём теле изученные кости. Там, где нельзя прощупать границы костей (например, на черепе), определите приблизительно области, ими занятые.

Прощупайте суставы, которые образуют 1-я плюсневая и 2-я пястная кости.

5. Сравните скелет обезьяны (рис. 22) и человека (рис. 21). Отметьте все общие черты в их строении. Вспомните и запишите те качественные особенности человеческого скелета, которые связаны с вертикальным положением.

6. Прощупайте под кожей важнейшие мышцы, изображённые на цветных таблицах. Определите, где они начинаются и прикрепляются и какое движение костей вызывает сокращение этих мышц.

7. По эргограммам, приведённым на рис. 45 и 47, высчитайте работу, произведённую мышцами. Вес груза примите условно за 500 г.

III. Кровь и кровообращение

1. Рассмотрите под микроскопом каплю собственной крови. Кровь можно получить из конца пальца, тщательно протёртого при помощи ватки спиртом. Для этого наносится укол иглой, которую предварительно прокалывают в пламени спиртовки.

Возьмите предметное стекло, тоже протёртое спиртом. Концом пальца с выступившей каплей крови проведите по стеклу так, чтобы сделать на нём возможно более тонкий мазок. После этого палец надо смазать йодной настойкой¹.

На край мазка поставьте ребром покровное стекло и медленно опускайте, чтобы предохранить препарат от проникновения в него воздуха.

Сделанный мазок крови рассмотрите в разных местах его сначала при малом, а затем при большом увеличении микроскопа.

Какую окраску имеют эритроциты в совершенно тонком слое крови? Как изменяется окраска последней в более толстых слоях?

2. Сравните строение сердца у человека и млекопитающих. Есть ли сходство?

3. Внимательно рассмотрите рис. 50. Научитесь быстро находить на своём теле те точки, в которых зажимаются важнейшие артерии при кровотечении из них.

4. Ударный объём крови одного желудочка сердца рабочего в среднем равен: а) в состоянии сна 60 куб. см, б) в период отдыха 70 куб. см, в) во время работы 90 куб. см. Сердце делает соответственно 70, 75 и 90 сокращений в минуту.

Рабочий спит 8 часов, отдыхает 8 часов и работает 8 часов.

Сколько литров крови выбросят оба желудочка в течение суток?

5. Посчитайте у себя пульс утром (когда проснётесь), после утренней зарядки, днём во время подготовки уроков, после бега в течение 1—2 минут, после быстрого подъёма по лестнице на 4—5-й этаж.

Полученные данные запишите и разницу в них объясните.

IV. Дыхание

1. При помощи сантиметровой ленты измерьте окружность своей груди после спокойного вдоха и выдоха, после самого глубокого выдоха и самого глубокого вдоха. Измерение производится на обнажённом теле. Сантиметровая лента сзади кладётся под нижние углы лопаток, а спереди на соски.

2. В чём выражается сходство между строением органов дыхания млекопитающих и человека?

3. Сколько воздуха проходит через лёгкие в течение суток, если считать, что человек в среднем делает 16 дыхательных движений в минуту и при каждом из них сменяет 500 куб. см воздуха?

4. Пользуясь рис. 67 и объяснением его в тексте учебника, поучитесь с двумя вашими товарищами производить искусственное дыхание.

V. Пищеварение

1. Определите у себя во рту (перед зеркалом) резцы, клыки, малые и большие коренные зубы. Сосчитайте общее количество зубов.

2. Сравните зубной аппарат человека, собаки (или кошки) и лошади (или овцы); что сходного в строении зубной системы человека и этих млекопитающих? В чём выражаются и чем объясняются различия в строении зубов рассмотренных вами животных и человека?

3. Положите в рот кусочек хлеба. Разжёвывайте его в течение 2—3 минут. Какой вкус вы чувствуете? Чем это объясните?

4. Сварите жидкий крахмальный клейстер. Налейте его в пробирку на высоту в 0,5 см. Соберите в неё несколько кубических сантиметров своей слюны. Пробирку с крахмалом и слюной подержите в стакане с тёплой, но не горячей водой 15—20 минут. Затем введите в пробирку каплю йодной настойки. Почему нет характерной для крахмала синей окраски?

¹ Прокаливание иглы, употребление спирта и йодной настойки производится против возможного проникновения в ранку болезнетворных бактерий.

5. Нарисуйте три кружка. Вставьте в них подписи: «Слизистая оболочка ротовой полости», «Слюноотделительный центр головного мозга», «Слюнная железа». Соедините кружочки стрелками, показывающими путь первого возбуждения при слюноотделительном рефлексе. Рисунок подпишите: «Дуга безусловного слюноотделительного рефлекса».

6. Нарисуйте дугу, по которой идёт нервное возбуждение, вызывающее рефлекторное отделение желудочного сока.

7. Перепишите и заполните приводимую ниже таблицу.

Действие на пищу ферментов

Название ферментов	Место выделения фермента	Питательное вещество, на которое фермент действует	Вещества, образующиеся в результате действия фермента

8. Сравните строение кишечных каналов человека и млекопитающих (кошки, коровы). Укажите сходство и различия в их строении.

Объясните происхождение этих различий.

VI. Обмен веществ и энергии. Питание

1. Запишите приблизительный вес съеденных вами за завтраком продуктов. Вычислите калорийность завтрака и количество находившихся в нём белков, жиров и углеводов.

2. Запишите продукты, израсходованные в течение дня на питание семьи. Определите их калорийность и вычислите, сколько калорий в среднем содержала пища каждого члена семьи.

3. Подберите пищевые продукты для рациона человека, тратящего 2400—3000 ккал в сутки. Составьте по этим продуктам меню завтрака, обеда и ужина так, чтобы обед включал не менее 50% калорийности всего рациона.

4. Составьте три диаграммы на основные пищевые продукты, доставляющие нам белки, жиры и углеводы.

5. Составьте диаграмму калорийности основных пищевых продуктов.

VII. Выделение

Сравните строение мочевыводящих органов у человека и млекопитающих. Есть ли между ними сходство?

X. Нервная система

1. Приведите 5—6 примеров, показывающих значение нервной системы (помимо тех, которые имеются в учебнике).

2. Сравните общий план строения нервной системы человека и млекопитающих. Есть ли сходство?

3. Как ответит спинальная лягушка на раздражение кожи правой задней конечности?

4. У спинальной лягушки перерезаны все задние спинномозговые корешки на левой стороне. Каковы будут реакции животного на раздражение кожи правой и левой задних конечностей?

5. Каковы будут последствия перерезки у спинальной лягушки всех задних спинномозговых корешков на обеих сторонах? Чем эти последствия объясняются?

6. Что повлечёт за собой перерезка всех передних спинномозговых корешков на обеих сторонах спинальной лягушки? Чем это объясняется?

7. У спинальной лягушки перерезаны все передние спинномозговые корешки правой стороны. Как будет отвечать животное на раздражение кожи правой и левой задних конечностей?

8. Как будет отвечать на раздражение кожи правой и левой задних конечностей спинальная лягушка, у которой перерезаны все правые передние и все левые задние спинномозговые корешки?

9. Нарисуйте схемы рефлекторных дуг, по которым идёт возбуждение, вызывающее сосание, жевание, глотание, отделение желудочного сока.

10. Сравните рис. 113, 114 и 115 и ответьте на вопрос: как шла эволюция головного мозга от низших позвоночных до человека?

11. Проанализируйте поведение в течение дня кошки или собаки, отыщите в нём проявление условно-рефлекторной деятельности.

12. Вспомните виденных вами дрессированных животных. Примените учение И. П. Павлова об условных рефлексах для объяснения процесса их дрессировки.

13. Выработайте у собаки условный двигательный рефлекс на показывание миски. Для этого давайте ей еду всегда из одной и той же миски, которую после кормления убирайте.

14. Вспомните биологию известных вам животных. Попробуйте отыскать в их жизни проявления условно-рефлекторной деятельности.

15. Во время кормления собаки впустите в комнату кошку. Какие изменения произойдут в поведении собаки и чем вы их объясните?

16. Если вы образовали у собаки условный двигательный рефлекс на показывание миски (задание 13), попробуйте вызвать у неё угасательное торможение.

17. Проанализируйте ваше поведение в течение дня, найдите в нём проявления рефлексов, образованных на условные раздражители и на слова, их обозначающие.

18. От каких раздражителей вы просыпаетесь ежедневно (какие центры в коре полушарий у вас являются сторожевыми)?

19. Завяжите товарищу платком глаза и дайте в руки какой-нибудь предмет. Предложите ему определить форму предмета и характер его поверхности (гладкая, скользкая, шероховатая). При помощи какого органа чувств он охарактеризовал предмет?

20. Испытайте на своём товарище чувствительность кожи в различных местах тела. Для этого завяжите вашему товарищу глаза платком. Возьмите из готовальни циркуль с двумя остриями и раздвиньте его концы на 4—5 мм. Осторожно прикасайтесь к коже на различных частях тела вашего товарища то одним, то двумя остриями циркуля. В тех случаях, когда прикасаетесь двумя остриями, ставьте на кожу оба конца циркуля одновременно. После каждого испытания ваш товарищ должен сказать, сколько прикосновений он ощущает: одно или два. Каким органом чувств воспринимаются прикосновения циркулем? Почему в некоторых местах тела два одновременных прикосновения воспринимаются, как одно?

То сдвигая, то раздвигая ножки циркуля, определите минимальное расстояние между ними, при котором ощущаются два прикосновения. Испытание проведите на коже пальцев, запястья, предплечья, плеча и шеи. В каких частях тела кожа обладает наибольшей и в каких наименьшей чувствительностью?

21. Почему можно определить положение любой части тела, даже не глядя на неё?

22. Завяжите глаза вашему товарищу и сделайте с ним несколько опытов.

1) Придайте какое-нибудь положение его левой руке, подняв её и согнув в локтевом и запястном суставах. Предложите ему привести в точно такое же положение правую руку. Что вы наблюдаете?

2) Вложите ему в руку кусочек хлеба и предложите его съесть. Правильно ли он донёс до рта полученный хлеб?

3) В одну руку дайте ему пятидесятиграммовую гирьку и в другую — стегограммовую. Предложите определить, в какой руке находится более тяжёлая гирька.

Объясните полученные в опытах результаты.

23. Рассмотрите перед зеркалом свой глаз. Какие части глазного яблока вы обнаружили?

24. Закройте на одну минуту свои глаза ладонью. Затем уберите ладонь и наблюдайте в зеркало за зрачком. Что вы обнаружили и чем это объясните?

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ КУРСА

Введение

1. Что изучают и какими методами пользуются анатомия и физиология? Чем павловские методы изучения функций организма отличаются от методов, применявшихся до него?

2. Что называется функцией? Определите функции желудка, сердца и лёгких.

3. Какие русские учёные оказали наибольшее влияние на развитие анатомии и физиологии? Какова роль в развитии физиологии И. М. Сеченова? Чем характеризуется павловский этап в развитии этой науки?

4. Какое значение имеет изучение анатомии и физиологии человека?

5. В чём заключается учение И. П. Павлова об организме как *целостном единстве*?

6. В чём заключается качественное отличие человека от животного?

7. Какую роль в изучении функций человеческих органов играют эксперименты над животными?

I. Клетка и ткани

1. Что общего имеют в своём строении растительные и животные клетки и какие различия существуют между ними?

2. Каков химический состав клетки и в чём выражается единство элементарного состава живой и неживой природы?

3. Из чего и как образуются ткани и органы организма?

4. Что называется обменом веществ и как Энгельс определял жизнь?

5. Почему растение называют «поставщиком» веществ для построения животного и человеческого организмов?

6. В чём заключается клеточная теория строения организмов и как Энгельс оценивал открытие клетки? Какое открытие сделала О. Б. Лепешинская?

7. Какое строение имеет эпителиальная ткань и в чём заключается значение её в организме?

8. Где встречается в организме и какое имеет значение железистый эпителий?

9. Из каких элементов состоит собственно соединительная ткань, в чём заключается её значение в различных органах?

10. Назовите виды скелетной соединительной ткани, опишите их строение и определите значение в организме.

11. Чем отличается строение поперечно-полосатой и гладкой мышечной ткани? Назовите органы, в состав которых входят эти ткани.

12. В чём заключается основное свойство мышечной ткани? Нарисуйте по памяти кривую одиночного мышечного сокращения и кривую тетануса.

13. Что такое мышечный тонус?

14. Нарисуйте по памяти строение нейрона, сделав под рисунком необходимые подписи.

15. В чём выражается основное свойство нейрона? Какие нервы называются центробежными и какие центробежными?

16. Что такое рефлекс? Нарисуйте по памяти рефлекторную дугу и сделайте подписи над образующими её нейронами.

II. Костно-мышечная система

1. Какое значение имеет костно-мышечная система и из каких органов она состоит?
2. От чего зависит крепость костей, как и почему она изменяется в течение развития человека?
3. Что такое надкостница и в чём её значение?
4. В чём заключаются меры первой помощи при переломе костей?
5. Приведите примеры различных видов соединения костей друг с другом.
6. Как устроен сустав, от чего зависит большая или меньшая подвижность образующих его костей?
7. К чему и как прикрепляются мышцы? Какое значение для организма имеют их сокращения? Какие мышцы называются синергистами и какие антагонистами?
8. Что такое вывих? Что следует предпринять при вывихе до прихода врача?
9. Какое строение имеет позвоночный столб человека и чем он отличается от позвоночника животных?
10. Каково строение отдельных позвонков и как они друг с другом соединяются?
11. Какое значение имеет грудная клетка, из каких костей и хрящей она состоит и как они соединяются друг с другом?
12. На какие основные группы делят мышцы туловища? Назовите важнейшие мышцы и укажите их значение.
13. Назовите кости и мышцы плечевого пояса и верхней конечности, укажите, какие движения вызывают известные вам мышцы.
14. Назовите кости и мышцы таза и нижней конечности, укажите движения, которые вызываются известными вам мышцами.
15. Какие особенности строения верхних и нижних конечностей связаны с вертикальным положением человеческого тела?
16. На какие части делят череп головы, какие кости образуют каждую из этих частей?
17. В чём сходно и чем отличается строение черепов человека и млекопитающих?
18. Назовите мышцы, располагающиеся на черепе, и укажите их значение.
19. Откуда берётся энергия, затрачиваемая на сокращение мышц?
20. Как происходит рефлекторное сокращение мышц?
21. Какое значение в производительности труда имеет частота мышечных сокращений и нагрузка?
22. В чём выражается и от чего зависит утомление?
23. Перечислите правила правильного сидения за партой и укажите, на чём они основаны.
24. Какое значение для костно-мышечной системы и всего организма имеют занятия физкультурой и спортом?

III. Кровь и кровообращение

1. Какое значение имеет кровь и почему её называют внутренней средой организма? Почему важно постоянство её состава?
2. Какой состав имеет плазма крови?
3. Где образуются эритроциты и лейкоциты, как они различаются по своему строению и функциям?
4. Как происходит свёртывание крови и в чём его значение?
5. Какими средствами можно остановить кровотечение?
6. В каких случаях производят переливание крови, какие правила следует при этом соблюдать?
7. Какие достижения имеет советская наука в области переливания крови?

8. Что называется инфекцией?
9. Какова роль И. И. Мечникова в разработке теории иммунитета?
10. Какие виды иммунитета различают?
11. Что такое лечебная сыворотка и в каких случаях её применяют?
12. Какое значение имеет кровообращение?
13. Какое строение имеет сердце, как действуют его створчатые и полулунные клапаны? По каким внешним признакам судят о работе сердца?
14. Как различаются по своему строению и значению артерии, капилляры и вены, каковы особенности движения в них крови?
15. Как происходит движение крови по большому и малому кругам кровообращения?
16. Что такое сердечный ритм и чем он обуславливается?
17. Как определяется минутный объём крови и как он изменяется у тренированного и нетренированного человека при работе?
18. Какими путями можно тренировать сердце и почему эта тренировка должна находиться под контролем врача?
19. В чём выражается и чем вызывается переутомление сердца?
20. Как при различной деятельности человека изменяется работа его сердца и как она регулируется нервной системой и гуморальным путём?
21. Как и почему изменяется давление крови в различных сосудах и какое это имеет значение?
22. Почему кровь, поступая в артерии периодически, течёт в них непрерывной струёй?
23. Что облегчает движение крови в венах, расположенных ниже сердца?
24. Что такое пульс и где его легче всего обнаружить?
25. Чем объясняется разная быстрота движения крови в артериях, капиллярах и венах, какое это имеет значение?
26. Как происходит перераспределение крови в организме и как оно регулируется?
27. Что такое кровяные депо и в чём их значение?
28. В чём заключаются особенности сердечно-сосудистой системы детей?
29. Каковы состав и значение лимфы, как происходит её движение в организме?

IV. Дыхание

1. Какое значение имеют органы дыхания?
2. Опишите строение лёгких и тот путь, по которому в них проникает воздух.
3. Почему воздух, проходя через носовую полость, согревается, очищается от пыли и обезвреживается?
4. Какое строение и значение имеет гортань?
5. Как происходит спокойный вдох (почему происходит вызывающее вдох расширение грудной полости; почему оно влечёт за собой расширение лёгких; как можно объяснить проникновение в расширившиеся лёгкие воздуха из внешней среды)?
6. Как происходит спокойный выдох (почему уменьшается объём грудной полости; почему это приводит к уменьшению ёмкости лёгких; как последнее отражается на внутрилёгочном давлении; что происходит с воздухом, находящимся в лёгких)?
7. Чем глубокий вдох и выдох отличаются от спокойного вдоха и выдоха?
8. Что такое жизненная ёмкость лёгких и почему следует тренировать дыхательную мускулатуру?
9. Что такое вредное пространство?
10. Как изменяется дыхание при деятельности у тренированного и нетренированного человека?
11. Почему в альвеолярных ходах кислород поступает в кровь, а в тканях, наоборот, выходит из крови?

12. Почему в альвеолярных ходах углекислый газ выходит из крови, а в тканях входит в кровь?
13. Почему пребывание в комнате с угарным газом может вызвать смерть?
14. Как регулируется дыхание?
15. Как следует бороться с ухудшением состава воздуха в классных помещениях?
16. Как ведётся борьба с пылью?
17. Что такое пылевая и капельная инфекция?

V. Пищеварение

1. Почему организм не может обходиться без пищи и в чём заключается значение процессов пищеварения?
2. Какими свойствами обладают ферменты?
3. Какое строение имеют зубы и в чём заключается уход за ними?
4. Как И. П. Павлов производил операцию наложения фистулы слюнной железы у собаки и какие закономерности слюноотделения он установил?
5. Каким методом изучается слюноотделение у человека и что при помощи этого метода установлено?
6. Какая существует связь между характером пищи и выделением желудочного сока? Какие химические превращения происходят с пищей в желудке?
7. Какие операции делал И. П. Павлов на собаках, чтобы изучить сокоотделение в желудке? Какие фазы в деятельности желудочных желез он установил?
8. Как регулируется деятельность поджелудочной железы и на какие вещества действует выделяемый ею сок?
9. Каковы состав и свойства кишечного сока, какое действие он оказывает на пищу?
10. Какое значение имеет жёлчь?
11. В чём выражается согласованность деятельности разных отделов желудочно-кишечного канала?
12. Опишите строение кишечной ворсинки и механизм всасывания.
13. В чём заключаются известные вам функции печени?
14. Какие процессы идут в толстой кишке?

VI. Обмен веществ и энергии. Питание

1. Что такое ассимиляция и что происходит в результате её в организме?
2. Что называют диссимиляцией и какое она имеет значение?
3. В чём противоположность и взаимная связь ассимиляции и диссимиляции, почему эти два процесса объединяются под общим названием обмена веществ и энергии?
4. Чем характеризуется обмен веществ у детей?
5. Какие изменения происходят в организме при недостаточном и чрезмерном питании?
6. Какому общему закону природы подчиняется обмен веществ?
7. Как происходит регуляция обмена веществ в организме?
8. Что понимается под термином «основной обмен» и как изменяется обмен веществ при работе?
9. Сколько калорий тепловой энергии выделяется при окислении в организме одного грамма белка, жира и углевода? Сколько этих питательных веществ должно содержаться в пищевом рационе человека, не занимающегося тяжёлым физическим трудом?
10. Что называется белковым минимумом и по каким данным определяется количество белка, расщепляющегося в организме?

11. Какие белки называются полноценными?
12. Какое значение имеют для организма вода и минеральные соли?
13. Опишите несколько авитаминозов, чтобы показать на них значение для организма витаминов.
14. Сколько раз в день следует принимать пищу, какую роль в правильном питании играет аппетит?
15. Какие следует соблюдать меры, чтобы предупредить желудочно-кишечные заболевания?
16. В чём выражается первая помощь при пищевых отравлениях?

VII. Выделение

1. Какие продукты распада образуются в клетках и через какие органы они выделяются во внешнюю среду?
2. Каково строение почки, как функционируют клубочки и канальцы?
3. Какие органы относят к мочевыводящим и как происходит выведение из организма мочи?

VIII. Кожа

1. Какое строение имеет кожа и в чём заключаются её функции?
2. Как происходит теплоотдача путём излучения и проведения тепла и в каких условиях она возможна?
3. Как происходит теплоотдача, если температура воздуха превышает температуру тела?
4. Как организм борется с охлаждением?
5. Какое значение имеет одежда?
6. Как следует сохранять кожу в чистоте?
7. Как достигается закаливание организма?
8. В чём заключаются особенности гигиены кожи детей?
9. Что следует предпринять до прихода врача при обморожениях и ожогах?

IX. Внутренняя секреция

1. Какие железы называются эндокринными и какими методами их изучают?
2. Какова роль в организме щитовидной железы и какие болезни связаны с ненормальным развитием её?
3. Какое значение имеют околощитовидные железы?
4. Что известно о роли в организме зубной железы?
5. Как называется гормон мозгового вещества надпочечников, когда он выделяется в больших количествах и какие явления при этом вызывает?
6. Какие отклонения от нормы наблюдаются в организме при недостаточном или чрезмерном развитии передней доли гипофиза, как действуют гормоны задней доли гипофиза?
7. Какие железы обладают и внутренней, и внешней секрецией, как такие железы называются?
8. Какое значение имеет внутренняя и внешняя секреция поджелудочной железы, каковы последствия её удаления или поражения?
9. Под влиянием каких желез и гормонов поддерживается постоянство содержания сахара в крови?
10. Каковы последствия удаления половых желез у животных?
11. Как отражается кастрация на человеке?
12. Какую роль играет женский половой гормон при беременности?
13. Как используются практически знания о роли гормонов в организме?

X. Нервная система

1. Какое значение имеет нервная система?
2. Какие части различают в нервной системе, чем отличается серое вещество от белого, что представляют собой нервные центры (или ядра), нервные узлы (или ганглии) и нервы?

3. Что такое рефлекс и что называют рефлекторной дугой?
4. Что такое суммация возбуждений?
5. Почему ответная реакция на раздражение небольшого участка кожи может выразиться в сокращении мышц многих частей тела и почему обычно этого не наблюдается?
6. Какие части нервной системы наиболее утомляемы и как следует бороться с утомляемостью нервных центров?
7. Нарисуйте по памяти поперечный разрез через спинной мозг, сделайте под рисунком все необходимые подписи.
8. Как образуются спинномозговые нервы и почему их называют смешанными?
9. Каковы функции спинного мозга?
10. Какие проводящие пути проходят в спинном мозгу?
11. Какими оболочками покрыты спинной и головной мозг?
12. Какие отделы различают в стволовой части головного мозга?
13. Как располагается серое и белое вещество в продолговатом мозгу и варолиевом мосту, какие нервные центры здесь находятся и какие проводящие пути проходят?
14. Каково строение и значение мозжечка?
15. Почему движения и мышечный тонус, нарушенные у животного повреждением мозжечка, могут восстановиться? При каком условии восстанавливаются движения человека, получившего ранения мозжечка?
16. Какие центры лежат в бугорках четверохолмия и какое значение имеет красное ядро?
17. Какие проводящие пути находятся в среднем мозгу?
18. Какие части различают в промежуточном мозгу и каково их значение?
19. Где лежат подкорковые центры и какое они имеют значение?
20. Назовите черепномозговые нервы и области их распространения.
21. Какие нейроны относятся к соматическим и какие к вегетативным, как передаётся возбуждение от центральной нервной системы к органам по соматическим и вегетативным путям?
22. Каково строение симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы?
23. Приведите примеры двойной иннервации органов вегетативной нервной системой.
24. Какое влияние оказывает вегетативная нервная система на скелетную мускулатуру?
25. Каковы последствия удаления полушарий у различных позвоночных?
26. Опишите строение полушарий головного мозга у человека.
27. Как идеалисты и материалисты объясняют психическую деятельность человека, какие факты можно привести в доказательство того, что она является функцией головного мозга?
28. Какими методами изучают функции полушарий головного мозга, какие зоны можно выделить в них у человека?
29. Какова роль И. М. Сеченова и И. П. Павлова в изучении высшей нервной деятельности?
30. В чём разница между безусловным и условным рефлексом?
31. Каков механизм образования условного рефлекса?
32. Какие виды условных рефлексов различают и какова их роль в жизни животных?
33. Как образуются рефлексы 2-го и 3-го порядков?
34. Как можно объяснить учением И. П. Павлова дрессировку животных?
35. Какова методика изучения условных рефлексов?
36. При каких условиях происходит торможение условных рефлексов и какое это имеет значение в жизни животных?
37. В чём выражается синтетическая и аналитическая деятельность коры полушарий?

38. В чём выражается иррадиация и концентрация нервных процессов в коре полушарий?
39. В каких взаимоотношениях находятся процессы возбуждения и торможения?
40. Какие типы нервной системы различал И. П. Павлов?
41. Какими особенностями характеризуется высшая нервная деятельность человека? Что такое вторая сигнальная система?
42. Как объясняет И. П. Павлов сон и сновидения? Что такое гипноз?
43. Перечислите правила гигиены нервной системы.
44. Что такое рецепторы, на какие группы их делят, какие рецепторы образуют органы чувств?
45. В чём выражается специфичность рецепторов?
46. Как контролируется правильность сведений, доставляемых органами чувств?
47. В чём состоит учение И. П. Павлова об анализаторах?
48. Что называют порогом различения?
49. Где располагаются и чем возбуждаются органы вкуса и обоняния?
50. Назовите органы чувств кожи и укажите их значение для организма.
51. Какое строение имеет ухо и как воспринимаются звуковые раздражения?
52. Какое значение имеют преддверие и полукружные каналы внутреннего уха?
53. Какие ощущения получает человек от рецепторов, находящихся в мышцах и суставах?
54. Какое строение имеет глазное яблоко и как происходит восприятие световых раздражений?
55. Что такое аккомодация?
56. Чем объясняется и как исправляется дальнозоркость и близорукость?
57. Как изменяется чувствительность сетчатки в темноте и на свету, чем это объясняется?
58. Какое значение имеет парность органов зрения?
59. Чем объясняется цветоощущение?
60. Перечислите правила гигиены органов зрения.

XI. Развитие организма

1. Опишите строение яйцевой клетки и сперматозоида, укажите отличия их друг от друга.
2. Что называется оплодотворением?
3. Как происходит развитие и питание зародыша?
4. Как развивается организм после рождения?

Заключение

1. В чём проявляется в СССР забота о подрастающем поколении?
 2. Как охраняется труд и здоровье в Советском Союзе?
 3. Какое значение имеют работы И. П. Павлова и советских физиологов для медицины?
-

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет и методы анатомии и физиологии человека. Начало развития анатомии и физиологии. Развитие анатомии и физиологии в России. Значение анатомии и физиологии человека. Организм как целое. Организм и среда. Взаимная связь между строением и функциями. Строение тела человека 5

I. КЛЕТКА И ТКАНИ

- § 1. Клетка. Строение клетки. Химический состав. Деление клетки. Развитие организма. Обмен веществ. Растительные и животные клетки. Клеточная теория строения организмов 16
- § 2. Эпителиальная ткань. Виды эпителия. Плоский и цилиндрический эпителий. Железистый эпителий 22
- § 3. Соединительная ткань. Виды соединительной ткани. Собственно соединительная ткань. Скелетная, или опорная, соединительная ткань 23
- § 4. Мышечная ткань. Строение поперечно-полосатой мышечной ткани. Сократимость как основное свойство мышечной ткани. Гладкая мышечная ткань. Мышечный тонус 26
- § 5. Нервная ткань. Строение нервной ткани. Возбудимость и проводимость. Односторонность проведения. Центробежные и центростремительные нервы. Рефлекс и рефлекторная дуга 29

II. КОСТНО-МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

- § 6. Значение и общее строение костно-мышечной системы. Функции костно-мышечной системы. Скелет. Мышцы 33
- § 7. Строение и состав костей. Крепость костей. Химический состав. Строение. Надкостница. Перелом кости 35
- § 8. Соединение костей. Неподвижное соединение. Полуподвижное соединение. Подвижное соединение. Движение в суставах. Вывих 38
- § 9. Скелет и мышцы туловища. Позвоночный столб. Грудная клетка. Мышцы туловища 41
- § 10. Скелет и мышцы верхних конечностей. Плечевой пояс. Верхняя конечность. Мышцы верхних конечностей 44
- § 11. Скелет и мышцы нижних конечностей. Тазовый пояс. Нижняя конечность. Мышцы нижних конечностей 46
- § 12. Скелет и мышцы головы. Строение черепа. Возрастные и половые особенности черепа. Мышцы головы и шеи 49
- § 13. Работа мышц. Условия нормальной деятельности мышц. Ритм и нагрузка. Утомление мышц. Сложность движений 53
- § 14. Гигиена костно-мышечной системы. Гигиена детского скелета. Гигиена детской мускулатуры. Значение спорта в развитии костно-мышечной системы 53

III. КРОВЬ И КРОВООБРАЩЕНИЕ

- § 15. Кровь. Значение крови. Количество и состав крови. Плазма. Эритроциты. Лейкоциты. Кровяные пластинки. Кроветворные органы. Малокровие 61

16*

§ 16. Свертывание крови. Процесс свёртывания. Значение свёртывания. Первая помощь при кровотечениях	65
§ 17. Переливание крови. Группы крови. Переливание крови. Достижения в области переливания крови	66
§ 18. Иммуитет. Инфекционные болезни. Естественный иммунитет. Искусственный иммунитет. Влияние на иммунитет состояния организма. Лечебная сыворотка	68
§ 19. Кровообращение. Органы кровообращения. Большой круг кровообращения. Малый круг кровообращения. Открытие кровообращения	70
§ 20. Работа сердца. Строение сердца. Ритм сердечных сокращений. Внешние проявления деятельности сердца. Работа сердца при покое и при различной деятельности. Работа сердца у тренированного и нетренированного человека. Тренировка сердца. Переутомление сердца	73
§ 21. Регуляция работы сердца. Изолированное сердце. Нервная регуляция. Гуморальная регуляция	77
§ 22. Движение крови в сосудах. Причины движения крови. Пульс. Скорость тока крови	79
§ 23. Кровоснабжение организма. Кровоснабжение органов при разных условиях. Кровяные депо	80
§ 24. Регуляция движения крови в сосудах. Рефлекторные влияния на величину просвета сосудов. Химические влияния на величину просвета сосудов	81
§ 25. Особенности кровеносной системы детей. Кровь. Сердце. Сосуды	82
§ 26. Лимфа и лимфообращение. Лимфа — внутренняя среда организма. Движение лимфы. Значение лимфы	83

IV. ДЫХАНИЕ

§ 27. Значение и строение дыхательного аппарата. Значение органов дыхания. Полость носа. Гортань. Трахея. Бронхиальное дерево. Лёгкие	85
§ 28. Механизм дыхания. Вдох. Выдох. Модель грудной полости. Глубокий вдох и глубокий выдох	88
§ 29. Лёгочная вентиляция. Дыхательный объём. Частота дыхательных движений. Лёгочная вентиляция. Жизненная ёмкость лёгких. Дыхание при покое и деятельности	90
§ 30. Газообмен. Газообмен в лёгких. Транспорт газов. Газообмен в тканях. Отравление угарным газом	92
§ 31. Регуляция дыхания. Дыхательный центр. Нервная регуляция. Химическая регуляция	95
§ 32. Борьба за чистый воздух. Проветривание помещений. Борьба с пылью в школе. Производственная пыль. Прогулки на свежем воздухе. Озеленение городов и рабочих посёлков. Капельная и пылевая инфекции	97

V. ПИЩЕВАРЕНИЕ

§ 33. Значение пищеварительных процессов. Значение пищи. Значение пищеварения. Ферменты. И. П. Павлов и его классические исследования в области пищеварения	99
§ 34. Пищеварение в ротовой полости. Ротовая полость. Язык. Зубы. Слюнные железы. Хроническая фистула слюнной железы. Механизм слюноотделения. Особенности слюноотделения у человека. Глотание. Пищевод	102
§ 35. Пищеварение в полости желудка. Строение желудка. Изолированный желудочек. Изменение пищи в полости желудка. Сокоотделение при разной пище. Механизм сокоотделения	107

§ 36.	Пищеварение в тонкой кишке. Тонкая кишка. Сок поджелудочной железы. Кишечный сок. Жёлчь. Процессы, идущие в тонкой кишке. Согласованность в работе органов пищеварения	111
§ 37.	Всасывание. Аппарат всасывания. Механизм всасывания. Сахарообразовательная функция печени. Барьерная роль печени	114
§ 38.	Изменение пищевых остатков в толстой кишке. Толстая кишка. Процессы, идущие в толстой кишке	116

VI. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ПИТАНИЕ

§ 39.	Ассимиляция. Превращение веществ. Усвоение белков. Усвоение жиров. Усвоение углеводов. Ассимиляция	118
§ 40.	Диссимиляция. Распад веществ. Освобождение энергии в организме. Диссимиляция	119
§ 41.	Обмен веществ и энергии. Возрастные особенности обмена веществ. Нарушения в обмене веществ. Закон сохранения вещества и энергии. Регуляция обмена веществ	120
§ 42.	Обмен веществ и составление пищевого рациона. Основной обмен. Обмен при работе. Калорийность пищи. Химический состав пищи. Белковый минимум. Азотистое равновесие. Полноценные и неполноценные белки	123
§ 43.	Пищевые продукты и их питательная ценность. Химический состав продуктов. Продукты, доставляющие белок. Продукты, доставляющие углеводы. Продукты, доставляющие жиры	127
§ 44.	Вода и минеральные соли. Вода. Минеральные соли	128
§ 45.	Витамины. Значение витаминов. Витамин А. Группа витаминов В. Витамин С. Витамин D. Витамин Е. Витамин К. Борьба с авитаминозами	129
§ 46.	Гигиена питания. Режим питания. Аппетит. Предупреждение желудочно-кишечных заболеваний. Первая помощь при пищевых отравлениях	132

VII. ВЫДЕЛЕНИЕ

§ 47.	Строение и функции почек. Конечные продукты распада. Строение почки. Функции клубочков, капсул и мочевых канальцев. Регуляция мочеобразования	134
§ 48.	Моча и выведение её из организма. Моча. Мочевыводящие органы. Мочевыведение	136

VIII. КОЖА

§ 49.	Строение и значение кожи. Строение кожи. Потовые железы. Волосы. Сальные железы. Ногти. Защитные функции кожи	138
§ 50.	Теплорегуляция. Участие кожи в теплорегуляции. Теплоотдача путём проведения и излучения. Теплоотдача путём испарения пота. Механизм теплорегуляции. Жилище и одежда	140
§ 51.	Гигиена кожи. Сохранение кожи в чистоте. Закаливание организма. Особенности гигиены кожи детей. Обморожение и ожоги	142

IX. ВНУТРЕННЯЯ СЕКРЕЦИЯ

§ 52.	Железы внутренней секреции. Эндокринные железы. Значение гормонов. Методы изучения эндокринных желез	145
§ 53.	Щитовидная железа. Щитовидная железа. Базедова болезнь. Микседема. Кретинизм. Опыты над животными. Значение щитовидной железы	146
§ 54.	Околощитовидные, зубная и надпочечные железы, гипофиз. Околощитовидные железы. Зубная железа. Надпочечные железы. Гипофиз	149

§ 55. Смешанные железы. Поджелудочная железа. Половые железы. Удаление и пересадка половых желез. Наблюдения над человеческими кастратами. Роль женского гормона в развитии беременности	151
--	-----

X. НЕРВНАЯ СИСТЕМА

§ 56. Значение, общий план строения, свойства. Значение нервной системы. Общий план строения. Свойства нервной системы	155
§ 57. Деятельность нервной системы. Рефлекс. Сложность рефлекторной деятельности. Односторонность проведения. Суммация. Торможение. Утомление	156
§ 58. Спинной мозг. Внешнее строение. Внутреннее строение. Спинно-мозговые нервы. Спинальные животные. Функции спинного мозга. Проводящие пути	159
§ 59. Ствол головного мозга. Части головного мозга. Продолговатый мозг и варолиев мост. Мозжечок. Средний мозг. Промежуточный мозг. Подкорковые центры. Черепномозговые нервы	165
§ 60. Вегетативная нервная система. Общие понятия. Симпатический отдел. Парасимпатический отдел. Двойная иннервация. Вегетативные рефлексы	172
§ 61. Полушария головного мозга. Мозг низших позвоночных. Мозг пресмыкающихся и птиц. Полушария мозга у млекопитающих. Строение полушарий у человека. Вес человеческого мозга. Значение больших полушарий. Развитие мозга и психика	175
§ 62. Значение отдельных частей полушарий. Методы физиологического изучения полушарий. Зоны коры полушарий	180
§ 63. Рефлекторная деятельность коры полушарий у животных. Ведущая роль русских учёных в разработке учения о рефлекторной деятельности коры полушарий. Безусловные и условные рефлексы. Образование условных рефлексов. Виды рефлексов. Механизм образования условных рефлексов. Кора полушарий и внутренние органы	182
§ 64. Значение условных рефлексов в жизни животных. Пищевые рефлексы. Оборонительные рефлексы. Обилие условных рефлексов. Условные рефлексы на время. Условные рефлексы высших порядков. Дрессировка животных	189
§ 65. Методика изучения условных рефлексов. Особенности исследования условных рефлексов. «Башня молчания». Устройство камер для изучения условных рефлексов	191
§ 66. Торможение условных рефлексов. Внешнее торможение. Внутреннее торможение. Значение торможения	192
§ 67. Движение нервных процессов в коре полушарий. Иррадиация и концентрация нервных процессов. Взаимоотношение возбуждения и торможения. Типы нервной системы	195
§ 68. Высшая нервная деятельность человека. Условные рефлексы. Вторая сигнальная система. Нервные процессы в коре полушарий. Поведение человека	196
§ 69. Сон. Павловская теория сна. Сновидение. Гипноз	199
§ 70. Гигиена нервной системы. Режим дня. Сон. Действие на нервную систему ядов	200
§ 71. Органы чувств. Специфичность рецепторов. Учение И. П. Павлова об анализаторах. Порог различения	202
§ 72. Органы обоняния и вкуса. Обоняние. Вкус	204
§ 73. Кожная чувствительность. Рецепторы кожи. Тактильные рецепторы. Терморепцепторы. Болевые рецепторы. Пути, проводящие раздражение от кожи	205
§ 74. Орган слуха. Слуховой аппарат. Наружное ухо. Среднее ухо. Внутреннее ухо. Механизм восприятия звуковых раздражений	206

§ 75. Чувство положения тела в пространстве. Преддверие и полукружные каналы. Мышечно-суставное чувство	209
§ 76. Орган зрения. Строение глаза. Светопреломление в глазу и аккомодация. Дальнозоркость и близорукость. Зрачковый рефлекс. Световоспринимающая функция. Значение парности органа зрения. Цветовосприятие. Гигиена глаза	211

XI. РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМА

§ 77. Оплодотворение. Половые клетки. Оплодотворение	218
§ 78. Развитие зародыша. Развитие зародыша. Питание зародыша в матке	220
§ 79. Развитие человека после рождения. Возрастные периоды. Особенности развития в детском возрасте. Особенности развития в период полового созревания	222

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Забота в СССР о подрастающем поколении. Охрана труда и здоровья в СССР. Советская наука на службе охраны здоровья	225
---	-----

Приложение

Химический состав и калорийность пищевых продуктов	230
Задания для самостоятельной работы	232
Вопросы для повторения курса	236

Рубен Бакиевич Гарибьян
и Николай Георгиевич Марков
Анатомия и физиология человека
Учебник для педагогических училищ

Редактор *Н. Г. Марков*
Худож. редактор *Б. М. Кисин*

Обложка художника *Г. В. Смеловой*
Цветные таблицы I—X и XII выполнены
художником *В. А. Беляевым*

Техн. редактор *Н. Н. Махова*

Сдано в набор 24/VIII 1954 г. Подписано
к печати 8/II 1955 г. Бумага 60×92¹/₁₆.
Печ. листов 15,5 + вкл. 1,5. Учётно-изд.
листов 16,52 + вкл. 0,79. Тираж 20000 экз.
А-01044

Цена без переплёта 4 р. 55 к.
Переплёт бумажный 50 к.,
коленкорový 1 р. 50 к.

Учпедгиз. Москва, Чистые пруды, 6
Заказ № 2187

Отпечатано с матриц типографии № 2
Управления культуры Ленгорисполкома
Ленинград, Социалистическая, 14, в типо-
графии «Красный Печатник». Ленинград,
проспект имени И. В. Сталина, 91.
Заказ № 584.

2

Цена 5 р. 35 к.