

011
АБ43

АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО
"ФУНДАМЕНТАЛИЗМ И ИСТОРИЯ"
МОСКВА

611
А 643

АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

Допущено Комитетом по физической культуре
и спорту при Совете Министров СССР
в качестве учебника для студентов
институтов физической культуры

Под редакцией
профессора В. И. Козлова



Москва
«Физкультура и спорт»
1978

н.к.

Анатомия человека. Учебник для студентов институтов физической культуры. Под ред. В. И. Козлова. М. «Физкультура и спорт». 1978.

464 с. с ил.

Учебник написан в соответствии с программой по анатомии человека, утвержденной Комитетом по физической культуре и спорту при Совете Министров СССР для институтов физической культуры. В основе его лежит ранее издававшийся учебник «Анатомия человека» М. Ф. Иваницкого. В соответствии с требованиями Министерства высшего и среднего специального образования СССР этот учебник значительно сокращен в объеме и подвергся коренной переработке.

В настоящем учебнике основное внимание уделено анализу двигательного аппарата человека. Другие разделы анатомии представлены кратко, с учетом основных принципов строения тех или иных систем организма человека.

А $\frac{50300-044}{009(01)-78}$ 61-78

7А.06

ПРЕДИСЛОВИЕ

Прошло 12 лет со времени выхода в свет последнего (четвертого) издания учебника М. Ф. Иваницкого «Анатомия человека». Созданный М. Ф. Иваницким оригинальный учебник сыграл значительную роль в развитии физкультурного образования в нашей стране и в становлении прикладных аспектов анатомической науки. Между тем практика преподавания анатомии человека в институтах физической культуры требовала создания более краткого по объему учебника, который содержал бы современные данные о строении различных систем организма человека.

Основное внимание в настоящем учебнике уделено изучению двигательного аппарата человека с учетом особенностей его работы при наиболее типичных в спортивной деятельности положениях и движениях тела. Строение пищеварительного, дыхательного и моче-полового аппаратов, а также кровеносной и нервной систем разобрано кратко, с учетом основных принципов их структурной организации.

Авторы отказались от традиционного изложения анатомических знаний в форме «учения» (например, учение о костях, учение о мышцах, учение о нервной системе и т. п.), так как такой подход требует глубокого всестороннего анализа не только частной анатомии человека, но и всей сравнительной анатомии, что в рамках относительно небольшого учебного курса не представляется возможным. Исходя из основной задачи — изучения строения тела человека, — авторы стремились к тому, чтобы студенты получили целостное представление об аппаратах и системах органов.

Изучение строения мышечной системы занимает в институтах физической культуры особое место. Причина тому — высокая профессиональная значимость приобретаемых знаний. Поэтому при изложении большого фактического материала по мышечной системе авторы старались постепенно подвести студента к пониманию простых и сложных движений. В соответствии с этим разбор участия отдельных мышц в простых движениях проведен в конце соответствующих глав. Такой прием позволяет формировать у студентов навык синтезировать полученные знания о мышечной системе, с тем чтобы в последующем приступить к анализу сложных движений, в которых участвует весь двигательный аппарат в целом.

С целью облегчения усвоения фактического материала все разбираемые анатомические образования выделены полужирным шрифтом,

разрядкой или курсивом. Полужирный шрифт использовался для выделения наиболее важных анатомических образований. Разрядкой преимущественно отмечены отдельные их части. Курсив применялся для выделения более мелких деталей строения, а также в тех случаях, когда требовалось просто перечислить или только указать на существование некоторых анатомических образований.

Вся терминология приводится в соответствии с Русской анатомической номенклатурой (Москва, 1974), которая была принята на VIII Всесоюзном съезде анатомов, гистологов и эмбриологов. Русская анатомическая номенклатура представляет собой адекватный перевод на русский язык Международной анатомической номенклатуры. Основные анатомические термины даны в учебнике также в латинской транскрипции в соответствии с международной анатомической номенклатурой.

В подготовке учебника приняли участие проф. А. А. Гладышева (ГЦОЛИФК), проф. П. З. Гудзь (зав. каф. анатомии Киевского ИФКа), проф. М. А. Джафаров (зав. каф. анатомии Львовского ИФКа), проф. М. Ф. Иваницкий (ГЦОЛИФК), проф. В. И. Козлов (зав. каф. анатомии ГЦОЛИФКа) и проф. Ф. В. Судзиловский (зав. каф. анатомии ГДОИФКа).

Раздел первый ВВЕДЕНИЕ В АНАТОМИЮ ЧЕЛОВЕКА

Анатомия является естественнонаучной основой физического воспитания

П. Ф. Лесгафт

Глава 1

ПРЕДМЕТ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ АНАТОМИИ. КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

ПРЕДМЕТ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ АНАТОМИИ

Анатомия человека — это наука о строении и формах тела человека в его индивидуальном и историческом развитии. Она относится к важнейшему разделу медико-биологических наук — морфологии. **Морфология** (лат. *morphe* — форма, *logus* — учение) — наука, изучающая внешнее и внутреннее строение живых организмов.

Организм человека устроен удивительным образом. Он включает огромное количество различных образований, начиная от клетки и кончая сложно устроенными системами, такими, как нервная и кровеносная. Достаточно сказать, что количество клеток в организме человека определяется астрономическим числом, равным 10^{14} , чтобы представить, насколько сложно он устроен. Все образования, имеющиеся в организме человека, тесно взаимодействуют, обеспечивая естественные акты жизнедеятельности: пищеварение, дыхание, перемещение организма в окружающей его среде, размножение и т. п. Поэтому основным содержанием анатомии человека является детальное изучение строения человеческого тела, что составляет научную основу понимания процессов жизнедеятельности здорового организма.

Анатомия (от греч. *anatemno* — рассекаю) сложилась как аналитическая наука, так как в ее основе лежит анализ, т. е. расчленение, разложение сложноустроенного объекта на составляющие его элементы. Однако современная анатомия наряду с аналитическим подходом широко использует и синтетический подход, который основан на рассмотрении элементов, составляющих живой организм, с учетом их функциональных взаимосвязей. В самом деле, *строение организма*, понимаемое как его конструкция, обязательно включает понятие *функции*, так как объединение элементов в определенные структуры (скажем, объединение клеток в ткани, а последних — в органы) уже предполагает их функциональную специализацию. В каждой структуре организма имеется закономерное морфологическое разобщение основных процессов, связанных с ее жизнедеятельностью.

Единство структуры и функции анатомических образований означает их принципиальную неделимость, поскольку форма, в самом широком понимании этого слова, есть необходимое и закономерное выражение функции. В этом отношении анатомия подтверждает одно из основных положений диалектического материализма о взаимосвязи

формы и функции. Как отмечает академик АМН СССР В. В. Куприянов, в анатомии форма и строение тела человека познаются как результат длительной эволюции позвоночных животных и одновременно как результат его индивидуального развития.

Форма и функции живого организма подвержены различным изменениям в процессе индивидуального — *онтогенетического* (от греч. *ontos* — сущее, отсюда существо, особь; *genesis* — происхождение, развитие) и исторического — *филогенетического* (от греч. *phylon* — род, племя) развития. Эти изменения отражают этапы естественного приспособления организма к окружающей среде. В условиях изменчивости организма форма стабилизирует и наследственно закрепляет функцию, что делает саму форму относительно более устойчивой, как бы консервативной по отношению к функции. Устойчивость формы (структуры) в процессе индивидуального и исторического развития организма является важнейшим условием сохранения основных констант процессов его жизнедеятельности. Поэтому изучение анатомии дает ключ к пониманию основных закономерностей, лежащих в основе жизнедеятельности организма человека.

Для специалиста в области физической культуры и спорта важное значение имеет не только основное содержание анатомии человека как предмета. В своей практической деятельности преподаватель физического воспитания, тренер и спортсмен постоянно решают вопросы, связанные с возрастными и половыми особенностями строения и функционирования человеческого тела, им нередко требуется детально знать взаимное расположение органов и их функциональную взаимосвязь при тех или иных двигательных режимах. Оценивая значимость изучения анатомии в институтах физической культуры, один из основоположников спортивной анатомии М. Ф. Иваницкий всегда подчеркивал, что этот курс имеет не только общеобразовательное, но и большое прикладное значение.

Изучение анатомии человека, обогащая учащихся знанием большого теоретического и фактического материала, способствует формированию у них материалистического мировоззрения. Анатомия вооружает их фактами, необходимыми для диалектико-материалистического понимания статики и динамики человеческого организма, рассматриваемых как результат его развития в определенных условиях. В этой связи важное значение приобретает анализ тех фактов, которые раскрывают становление организма, взаимоотношения формы и функции в процессе его индивидуального развития. Особое место занимает представление о целостности организма, отражающей его единство с окружающей средой. Все это имеет самое непосредственное отношение к познанию значения труда и физических упражнений в формировании человеческого организма в целом.

Анатомия человека имеет самую тесную связь с другими науками. Трудно назвать область знания, изучаемую в институтах физической культуры, которая не имела бы связи с анатомией. Особенно велика эта связь между анатомией и физиологией, анатомией и спортивной медициной. Многие предметы, особенно спортивные дисциплины, используют анатомические данные для решения конкретных задач, свя-

занных с анализом техники тех или иных упражнений и движений спортсмена.

Изучение анатомии не ограничивается лишь усвоением огромного теоретического материала. Оно также направлено на формирование у учащихся определенных практических навыков. Изучив строение двигательного аппарата, студенты знакомятся с анатомическими методами анализа движений и положений тела в пространстве, что позволяет им самостоятельно проводить исследование работы двигательного аппарата при тех или иных видах спортивной деятельности. Практическим следствием такого подхода может явиться внесение изменений в технику выполнения движения, направленных на повышение ее качества и предупреждение травматических повреждений.

Для изучения строения человеческого тела в анатомии используются различные методы: метод рассечения (препарирования), метод просветления тканей, метод избирательной окраски, методы наливки кровеносных и лимфатических сосудов консервирующими жидкостями и окрашенными массами, методы рентгенографии и рентгеноскопии, коррозионный метод, различные методы изучения движений тела. В настоящее время широко используются также микроскопические и ультрамикроскопические методы, основанные на применении совершенных оптических и электронных микроскопов, которые позволяют рассмотреть самые тонкие структуры. Современная анатомическая техника разнообразна и изменяется в зависимости от задач и условий исследования. Между тем все методы анатомического исследования направлены к тому, чтобы изучить живой организм человека. Среди них для решения задач спортивной науки наибольшее значение имеют те методы, которые позволяют вести наблюдения непосредственно на живом человеке. В этом отношении особого внимания заслуживают рентгенологический метод (рентгенография и рентгеноскопия), который существенно дополняет другие методы исследования, кинематографический метод, позволяющий регистрировать динамику тех или иных процессов, а также специальные методы изучения состояния капиллярного кровообращения.

«При изучении анатомии, — писал П. Ф. Лесгафт, — главным объектом должен всегда быть живой организм, из наблюдений над которым должно исходить всякое изучение, мертвый же препарат должен служить только проверкой и дополнением к изучаемому живому организму»*. Поэтому во время занятий по анатомии недостаточно пользоваться только анатомическими препаратами, рисунками, атласами, учебниками. Необходимо научиться анализировать структурные взаимоотношения на живом организме. Для преподавателя физического воспитания и тренера это особенно важно, так как в своей практической деятельности они всегда имеют дело с живым человеком.

В институтах физической культуры принято излагать анатомию человека по системам органов (костная система, мышечная система, нервная система и т. п.). Такую анатомию нередко называют *система-*

* П. Ф. Лесгафт. Основы теоретической анатомии. Ч. I. Спб., 1905.

тической. Систематическая анатомия в наибольшей мере отражает функциональный принцип, так как описание ее ведется с учетом функционального объединения различных органов в системы и аппараты.

В зависимости от конкретных задач изучения различают еще *топографическую анатомию* (от греч. *topos* — место, *grapho* — пишу), которая преимущественно изучает взаимное расположение органов: *возрастную анатомию*, цель которой состоит в изучении возрастных особенностей организма; *типовую анатомию*, изучающую соотношение между внешней формой и внутренним строением тела; *проекционную анатомию*, анализирующую проекцию органов на наружную поверхность тела человека и т. п. Для тренера и преподавателя физического воспитания важны многие аспекты анатомических знаний: знания и возрастной анатомии, и топографии органов, и проекции их на наружную поверхность тела, и типологических особенностей человеческого тела. В связи с этим в полный курс систематической анатомии включены многие частные особенности, касающиеся топографии органов, их возрастных преобразований, типологии и т. п., между тем ведущим принципом изучения анатомии остается функциональный подход.

Что касается расположения материала в курсе анатомии, то оно может быть различным. Организм человека в определенном смысле представляет собой замкнутую систему, которая не имеет какого-нибудь особого начала или конца. Однако существует устоявшаяся традиция начинать изложение систематической анатомии с костной системы, затем изучаются мышечная система, аппарат движения в целом, строение внутренних органов, кровеносная и лимфатическая системы, нервная система и органы чувств. Важно, чтобы в процессе изучения анатомии сформировалось представление о целостности человеческого организма.

Вполне понятно, что для тренера, спортсмена и преподавателя физического воспитания наибольший интерес представляет *динамическая анатомия*. Все те данные, с которыми они знакомятся в курсе анатомии, важны для них в первую очередь для изучения спортивных упражнений и определения их влияния на организм. Анализ простых и сложных движений, всего двигательного аппарата в целом составляет неотъемлемую часть курса анатомии человека. Важно только помнить о том, что все системы в организме человека тесно взаимосвязаны и оптимальная работа мышечной системы возможна лишь при том условии, если она скоррелирована с деятельностью всех других систем организма.

КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК*

Анатомия человека в своем историческом развитии прошла длинный и сложный путь. Основную роль в ее возникновении и формировании играли запросы практической жизни. Развитие анатомии не шло равномерно, периоды ее относительного расцвета сменялись периодами упадка. Большое значение в становлении анатомии всегда

* Данный раздел составлен по материалам М. Ф. Иваницкого.

имела та идеология, которая была господствующей в данную историческую эпоху. Религиозные предрассудки всегда тормозили развитие анатомии; материалистические воззрения, напротив, всегда способствовали ее расцвету. Анатомия формировалась не изолированно, а вместе с другими науками, в первую очередь биологическими и техническими.

Особо следует остановиться на взаимосвязи между развитием анатомических знаний и физической культуры и спорта. Потребность в анатомическом анализе движений для повышения спортивных результатов, а также в изучении возрастных, половых и индивидуальных особенностей организма для обоснования методов и средств физического воспитания обуславливала необходимость детального анатомического исследования двигательного аппарата, механики движения человеческого тела, возрастной анатомии, строения и функций органов. В свою очередь, расширение анатомических знаний способствовало прогрессу в области теории и практики физической культуры. Ярким примером этого положения может служить творческая деятельность П. Ф. Лесгафта и М. Ф. Иваницкого.

Начальный период развития анатомии своими корнями уходит в далекое прошлое человечества. Среди наскальных изображений, сделанных рукой первобытного человека, встречаются рисунки, изображающие животных, бывших предметом охоты. По этим рисункам можно судить о том, что наши отдаленные предки хорошо знали, например, где располагается сердце у мамонта или бизона. Значительно позднее строение человеческого тела стало предметом специального изучения.

Знаменитые врачи древности Г и п п о к р а т (460—377 гг. до н. э.) и Г а л е н (130—201 гг.) оставили после себя большое число сочинений по анатомии, физиологии и практической медицине. Гиппократ, по-видимому, сам производил анатомические наблюдения на животных, а полученные результаты переносил на человека. Гален внес много нового в анатомию. Он описал ряд мышц, семь пар черепных нервов, доказал, что в артериях находится не воздух, а кровь. Сочинения Галена почти в течение 13 столетий составляли основу анатомических знаний.

В средние века глубокие труды по анатомии человека были созданы на Востоке. Одним из наиболее выдающихся ученых-врачей этого периода был А б у А л и И б н - С и н а (А в и ц е н н а) — 980—1037 гг. Ему принадлежит крупное сочинение под названием «Канон медицины», которое неоднократно издавалось на различных языках. Авиценна сделал ряд анатомических открытий. Так, он первым указал, что сетчатка глаза является световоспринимающим образованием.

В период позднего средневековья, при зарождении капитализма (XVI—XVII вв.), наблюдается подъем уровня анатомических знаний, которыми пользуются и теперь. Из великих ученых эпохи Возрождения в первую очередь следует остановиться на Леонардо да Винчи и Андрее Везалии.

Л е о н а р д о д а В и н ч и (1452—1519), гениальный итальянский ученый и художник, работал в нескольких областях науки и искусства. Он много занимался анатомией человека, препарировал трупы, делал анатомические зарисовки и в своих записях высказал целый ряд

справедливых мыслей, которые не потеряли значения до настоящего времени. Им были изучены многие мышцы, определены места их прикрепления к костям и указаны их функции. Обратив внимание на значение особенностей строения костей и мышц для внешней формы тела, Леонардо да Винчи основал ту важную область учения о строении тела, которая впоследствии была названа пластической анатомией. Большой интерес представляют наблюдения Леонардо да Винчи за механикой движения и анализ положений и движений человеческого тела. Он впервые описал ходьбу человека и обратил внимание на координацию в движениях конечностей. Леонардо да Винчи явился зачинателем учения о движениях тела — динамической анатомии, или кинезиологии.

Величайшим анатомом эпохи Возрождения был Андрей Везалий (1514—1564), которому принадлежит честь создания основ анатомии как современной науки. В 1553 г. Везалий издал свое замечательное сочинение «О строении человеческого тела» (в семи книгах). В нем в систематическом порядке на основании многочисленных исследований было представлено полное и ясное описание строения человеческого тела, его костей и их соединений, мышц, внутренних органов, сердца и кровеносных сосудов, мозга, нервов и органов чувств. Везалий явился реформатором и революционером в анатомии. Своим сочинением он опроверг целый ряд неправильных утверждений Гиппократов и Галена, считавшихся непогрешимыми авторитетами. Сочинение Везалия в середине XVII века было переведено на русский язык Епифанием Славенецким. Значительно позднее оно было переведено на другие языки.

Первым русским анатомом-академиком был А. П. Протасов (1723—1796). Он работал не только в области собственно анатомии, но также занимался вопросами, имеющими непосредственное отношение к физическому воспитанию. В Академии наук им были произнесены две актовые речи: «О воспитании детей и о физических принципах, которые при этом необходимо соблюдать» и «О полезности физических упражнений для сохранения здоровья».

П. А. Загорский (1764—1846) создал первый русский оригинальный учебник анатомии «Руководство к познанию строения человеческого тела», выдержавший пять изданий. П. А. Загорский работал в нескольких областях анатомии и явился основателем первой крупной русской научной анатомической школы. Он выступал против виталистического понятия «жизненная сила», высказывал мнение о том, что функция определяет строение органа, придерживался близких к эволюционной теории взглядов на происхождение человека, был последователем естественнонаучного материализма М. В. Ломоносова.

Гениальный русский хирург и анатом Н. И. Пирогов (1810—1881) высоко поднял уровень анатомических знаний в России и за границей. В числе его трудов были такие замечательные произведения, как «Хирургическая анатомия артериальных стволов и фасций» (1837), «Полный курс прикладной анатомии человеческого тела» (1843—1845) и «Топографическая анатомия, иллюстрированная разрезами, проведенными через замороженное тело человека в трех направлениях» (1851—1854), сохранившие свое значение до нашего времени. Н. И. Пи-

рогов разработал и применил оригинальные методы исследования — изучение анатомии на основании распилов через замороженные трупы и скульптурный метод изучения взаимного расположения органов. Он явился основоположником топографической анатомии, развившейся в самостоятельную науку. Н. И. Пирогов известен также как замечательный хирург, много сделавший в области военно-полевой хирургии.

П. Ф. Л е с г а ф т (1837—1909), замечательный русский анатом, выдающийся общественный деятель, основоположник науки о физической культуре, имеет исключительно важное значение как ученый, создавший теоретические предпосылки для развития физического воспитания в нашей стране. Его самостоятельная деятельность началась в Казанском университете, где он заведовал кафедрой и читал курс «Физиологической анатомии» и где зарекомендовал себя блестящим лектором и эрудированным ученым. П. Ф. Лесгафт впервые в России начал вести занятия по анатомии с группой женщин (около 100 человек), из которых вышли впоследствии первые русские женщины-врачи. Кроме того, П. Ф. Лесгафт читал лекции в Петербургском университете. Он организовал Петербургскую биологическую лабораторию, а при ней в 1896 г. — Высшие научные курсы воспитательниц и руководительниц физического образования. Однако в 1905 г. царское правительство закрыло эти курсы. Тогда П. Ф. Лесгафт организовал Высшую вольную школу с вечерними курсами для рабочих. Эта школа просуществовала в течение двух лет и тоже была закрыта царским правительством как опасная в политическом отношении.

Опубликованные П. Ф. Лесгафтом труды имели исключительно большое значение для развития как анатомии, так и науки о физической культуре. Среди этих трудов крупнейшими являются: «Основы теоретической анатомии» (2 тома), «Анатомия человека (записки университетских лекций)», «Руководство по физическому воспитанию детей школьного возраста», «Семейное воспитание ребенка и его значение», «Основы естественной гимнастики», «Отношение анатомии к физическому воспитанию и главные задачи физического воспитания в школе», «Значение физических упражнений для войск» и др. Эти книги сохраняют свое значение и переиздаются в настоящее время.

Достижения советских анатомов вносят существенный вклад в развитие анатомической науки. Вооруженные марксистско-ленинской философией и передовыми традициями отечественной науки, советские анатомы разрабатывают основные проблемы анатомии.

В. Н. Т о н к о в (1872—1954), профессор Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, автор известного руководства по анатомии, создал большую советскую анатомическую школу. Его ученики использовали в своих исследованиях методы анатомического и макроскопического изучения органов наряду с применением экспериментального метода на животных с последующим микроскопическим анализом получаемых результатов. Основными разделами анатомии, в области которых плодотворно работали анатомы школы В. Н. Тонкова, являются: коллатеральное кровообращение, иннервация кровеносных сосудов, хромафинная система, лимфатическая система и вегетативная нервная система.

В. Н. Шевкуненко (1872—1952) является создателем крупной советской школы топографо-анатомов. Своими трудами, посвященными возрастной и типовой анатомии, он оказал влияние на развитие анатомии также и применительно к задачам физического воспитания, не говоря уже об их значении для развития теоретической и практической медицины в нашей стране.

Выдающийся советский анатом В. П. Воробьев (1876—1937) разработал новые и оригинальные методы макро-микроскопического исследования анатомических объектов и создал вместе со своими сотрудниками много научных трудов по макро-микроскопической анатомии, главным образом вегетативной нервной системы человека и животных. Он составил первый советский атлас по анатомии человека в пяти томах. В. П. Воробьев в своей работе уделял также внимание вопросам, связанным с физической культурой. Им была организована специальная конференция по этим вопросам. Величайшей заслугой В. П. Воробьева является выполнение работы по бальзамированию тела В. И. Ленина.

М. Ф. Иваницкий (1895—1969), крупный советский анатом, разрабатывал вопросы функциональной анатомии применительно к задачам спортивной практики. Им создана кафедра анатомии в Государственном Центральном ордена Ленина институте физической культуры. М. Ф. Иваницкий создал оригинальный курс динамической анатомии, который получил широкое распространение в институтах физической культуры и в котором заложены научные основы «спортивной анатомии», или, как ее сейчас называют, спортивной морфологии.

Под руководством проф. Г. М. Иосифова (1870—1933), а затем академика АМН СССР Д. А. Жданова (1902—1971) были проведены фундаментальные исследования в области анатомии лимфатической системы. Школа академика АМН СССР В. В. Куприянова продолжает успешную разработку проблемы микроциркуляции крови. Большое значение для развития анатомии применительно к задачам физической культуры и спорта имеют работы проф. М. Г. Привеса и его учеников.

В настоящее время многие советские анатомы продолжают изучение вопросов, касающихся физической культуры и спорта, и разрабатывают отдельные проблемы, наиболее существенные из которых можно условно обозначить как спортивная морфология. В содержание спортивной морфологии входит изучение тех структурных и связанных с ними функциональных изменений в организме, которые происходят под влиянием систематических занятий физическими упражнениями и спортом. К спортивной морфологии относится также спортивная антропология, изучающая особенности общего физического развития спортсменов различных специализаций, конституцию и пропорции их тела, состав тела.

При разработке спортивной морфологии основным объектом изучения является живой человек, физкультурник и спортсмен, а методами исследования — все те методы, которые позволяют изучать живого человека. Чаще всего к ним относятся антропометрические и рентгенологические методы, метод фото- и киносъемки, а иногда и некоторые физиологические методы. Однако не все вопросы удается решать, изу-

чая живого человека. Одним из дополнительных методов исследования является экспериментальный подход, заключающийся в изучении лабораторных животных; на них ставят опыты, по возможности соответствующие тем условиям, в которых может находиться человек. Результаты экспериментальных морфологических наблюдений позволяют ориентировочно судить о том, что происходит в человеческом организме при аналогичных условиях.

Глава 2

ПОЛОЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА В ПРИРОДЕ

Человек, как и любой другой живой организм, относится к животному миру, и ему присущи все те признаки, которые характеризуют живое существо. К основным свойствам живого организма следует отнести: 1) постоянный обмен веществ с внешней средой; 2) рост и развитие; 3) размножение; 4) изменчивость и наследственность, благодаря которым организм приспосабливается к окружающей его среде; 5) активное перемещение в пространстве. Каждое из этих свойств имеет определенное структурное обеспечение, которое, в свою очередь, зависит от уровня организации живого организма и среды его обитания.

По своей биологической характеристике человек относится к *типу хордовых* и *подтипу позвоночных*, отличительной особенностью которого является наличие метамерно устроенного позвоночного столба, составляющего скелет туловища, *классу млекопитающих*, *отряду приматов* и *семейству гоминид*.

Современный человек (*homo sapiens* — человек разумный) окончательно сформировался около 30 тысяч лет назад. По сравнению с общей эволюцией жизни на Земле, которая составляет примерно 3—3,5 млрд. лет, это очень небольшой срок. Между тем человек сделал гигантский шаг в своем развитии. Причиной тому — особое положение человека в природе.

Среди всех ныне живущих на Земле животных только человек является социальным существом. Он живет в обществе и в силу этого многими своими особенностями обязан социальной природе. В отличие от всех других животных человек живет не в естественной среде, а в искусственной, которую он сам создает и постоянно изменяет. По этому поводу Ф. Энгельс писал: «Животное только пользуется внешней природой и производит в ней изменения просто в силу своего присутствия; человек же вносимыми им изменениями заставляет ее служить своим целям, господствует над ней. И это является... существенным отличием человека от остальных животных»*.

Развитие человека шло не только по пути изменения строения его тела и поведения (т. е. выработки прямохождения, высокого развития головного мозга, формирования руки как органа труда, становления членораздельной речи и т. п.). Для человечества в целом характерно

* Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., Изд-во политической литературы, 1964, стр. 153.

развитие культуры, т. е. создание запаса знаний, которым оно пользуется сообща и который увеличивает из поколения в поколение.

Процесс накопления знаний относится к самым ранним этапам человеческой культуры. Первоначально знания передавались из поколения в поколение в форме изготовленных орудий труда, простых видов одежды, жилья и т. п., много позднее — с помощью рисунков, а затем письма. Все это стало возможным благодаря возникновению у человека органа труда — руки, который он постепенно совершенствовал и совершенствует в процессе трудовой деятельности, и членораздельной речи. «Благодаря совместной деятельности руки, органов речи и мозга не только у каждого в отдельности, но также и в обществе, люди приобрели способность выполнять все более сложные операции, ставить все более высокие цели и достигать их»*.

Таким образом, особое положение человека в природе связано не столько с биологическими особенностями строения его тела, сколько с его социальной сущностью и участием в трудовых процессах.

Трудовая деятельность является одним из важнейших факторов, определяющих физическое и духовное развитие человека. Трудовые процессы обуславливают определенную специализацию нервной и мышечной систем, в результате чего профессиональная ориентация человека накладывает на него свой отпечаток. Это особенно заметно в спортивной практике, где даже специализация в том или ином виде спорта нередко сопровождается характерными морфологическими изменениями в организме.

На физическое развитие организма существенное влияние оказывают и такие факторы, как питание, жилищные и бытовые условия и т. п. Занятия физической культурой и спортом оказывают всестороннее влияние на развитие организма человека, способствуя сохранению здоровья.

Глава 3

РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Развитие организма человека начинается с *оплодотворения*, когда происходит слияние женской и мужской половых клеток. Процесс этот совершается в половых путях женского организма, в которых затем протекают начальные этапы развития дочернего организма. Все развитие организма принято делить на *пренатальный* и *постнатальный периоды* (от лат. *natus* — роды; значит — периоды: до и после рождения организма).

Половые клетки (мужские — *сперматозоиды*, женские — *яйцеклетки*) вырабатываются в половых железах и отличаются от всех других клеток организма тем, что содержат половинный (гаплоидный) набор *хромосом* — специальных структур, с помощью которых пере-

* Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., Изд-во политической литературы, 1964, стр. 151.

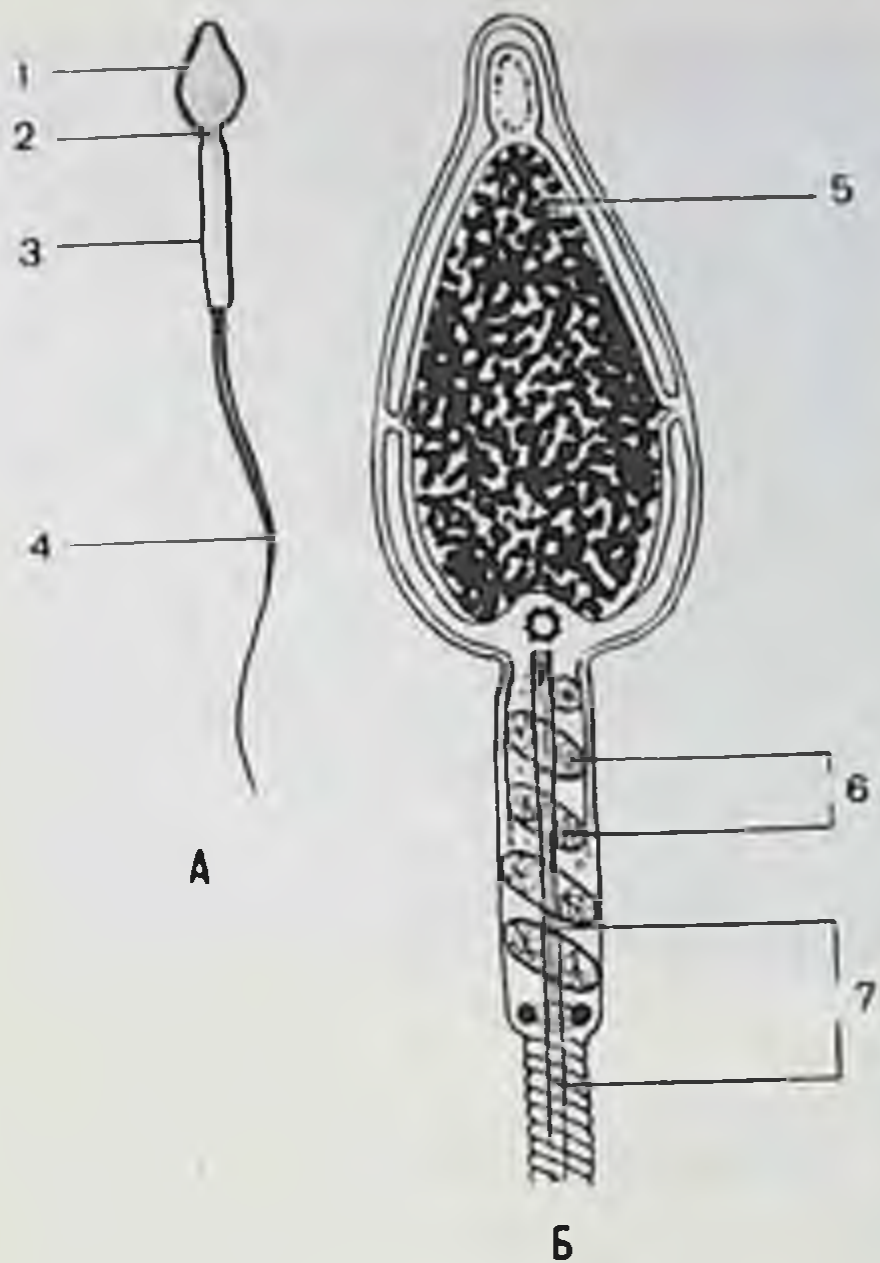


Рис. 1.
Строение мужской половой клетки
(А — общий вид, Б — головка сперматозоида):
1 — головка; 2 — шейка; 3 — тело; 4 — хвостик.
5 — ядро; 6 — митохондриальная спираль; 7 — осевая нить

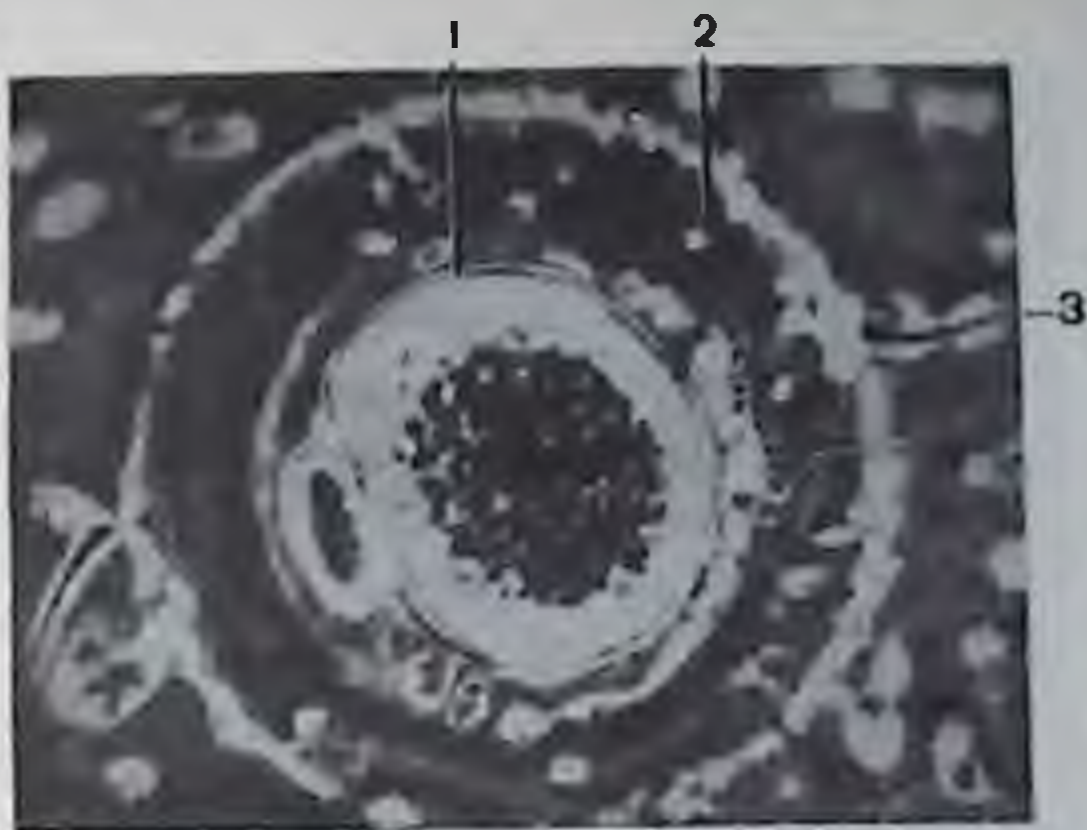


Рис. 2.
Женская яйцеклетка в процессе оплодотворения (по Мюнтцингу):
1 — яйцеклетка; 2 — фолликулярные клетки; 3 — сперматозоид

слиянии мужской и женской половых клеток их наборы хромосом, которые несут наследственные признаки отцовского и материнского организмов, объединяются, что дает начало качественно новому организму.

В мужских половых клетках различают *головку*, содержащую ядро, в котором заключены хромосомы, *шейку*, *тело* и *хвостик* (рис. 1). Благодаря наличию хвостика сперматозоиды способны активно перемещаться; скорость их движения составляет в среднем 7,5 см/час.

Женская половая клетка содержит *ядро* и *цитоплазму*; снаружи она окружена тонкой *фолликулярной оболочкой* (рис. 2). Периодически через 20—30 дней, зрелая яйцеклетка отделяется от *яичника* (женской половой железы) и поступает в половые пути, медленно продвигаясь по ним. Если оплодотворения не происходит, то яйцеклетка удаляется из организма через влагалище.

В акте оплодотворения со стороны женского организма принимает участие одна яйцеклетка (очень редко две и более), а со стороны мужского организма — до 100 млн. сперматозоидов. Каждый сперматозоид потенциально может дать начало новому организму, но в яйцеклетку проникает лишь один, самый активный и жизнеспособный. После проникновения головки сперматозоида в яйцеклетку происходит слияние ядер мужской и женской половых клеток, а сразу же вслед за этим — деление оплодотворенной яйцеклетки на две дочерние, которые



Рис. 3.
Первое деление оплодотворенной женской яйцеклетки на две дочерние клетки (прижизненное микрофото Л. Нильсона)



Рис. 4.
Человеческий зародыш на стадии морулы (прижизненное микрофото Л. Нильсона)

называются бластомерами (рис. 3). Это и есть начало жизни нового организма.

Начальные этапы развития. Через 10 часов после первого деления происходит второе деление и число клеток удваивается: их становится четыре. Эта стадия развития зародыша носит название *морулы* (от лат. *mogum* — тутовая ягода). Деление клеток в моруле идет постоянно, и их число нарастает в геометрической прогрессии (рис. 4). К концу первой недели развития их становится сто. Развивающийся зародыш уже представляет собой небольшой пузырек — *бластулу* (от греч. *blastos* — зачаток, росток), внутри которого определяется полость. На стадии бластулы продолжается интенсивное деление клеток и накопление клеточного материала.

В начале второй недели внутриутробного развития зародыш начинает внедряться в стенку матки (данный процесс получил название *имплантации*). Почему это происходит? На протяжении первой недели питательных веществ, содержащихся в яйцеклетке, вполне хватает для развития зародыша. К концу первой недели запас их исчерпывается, а развивающемуся организму необходимо интенсивное питание. Его дает зародышу материнский организм на всех этапах внутриутробного развития. В результате имплантации зародыша в стенку матки устанавливается теснейшая связь между ним и организмом матери. С этого момента питание зародыша осуществляется через кровеносную систему материнского организма.

К моменту внедрения в стенку матки зародыш достигает уже значительных размеров. Количественное накопление клеточного материала ведет к его качественным преобразованиям. Начинается процесс образования клеточных пластов. На этой стадии развития зародыша, которая получила название *гастролы* (от греч. *gaster* — желудок), часть стенки бластулы постепенно втягивается (т. е. инвагинирует)

Рис. 5.

Ранняя стадия гаструляции (у ската), вид с поверхности (по П. П. Иванову):

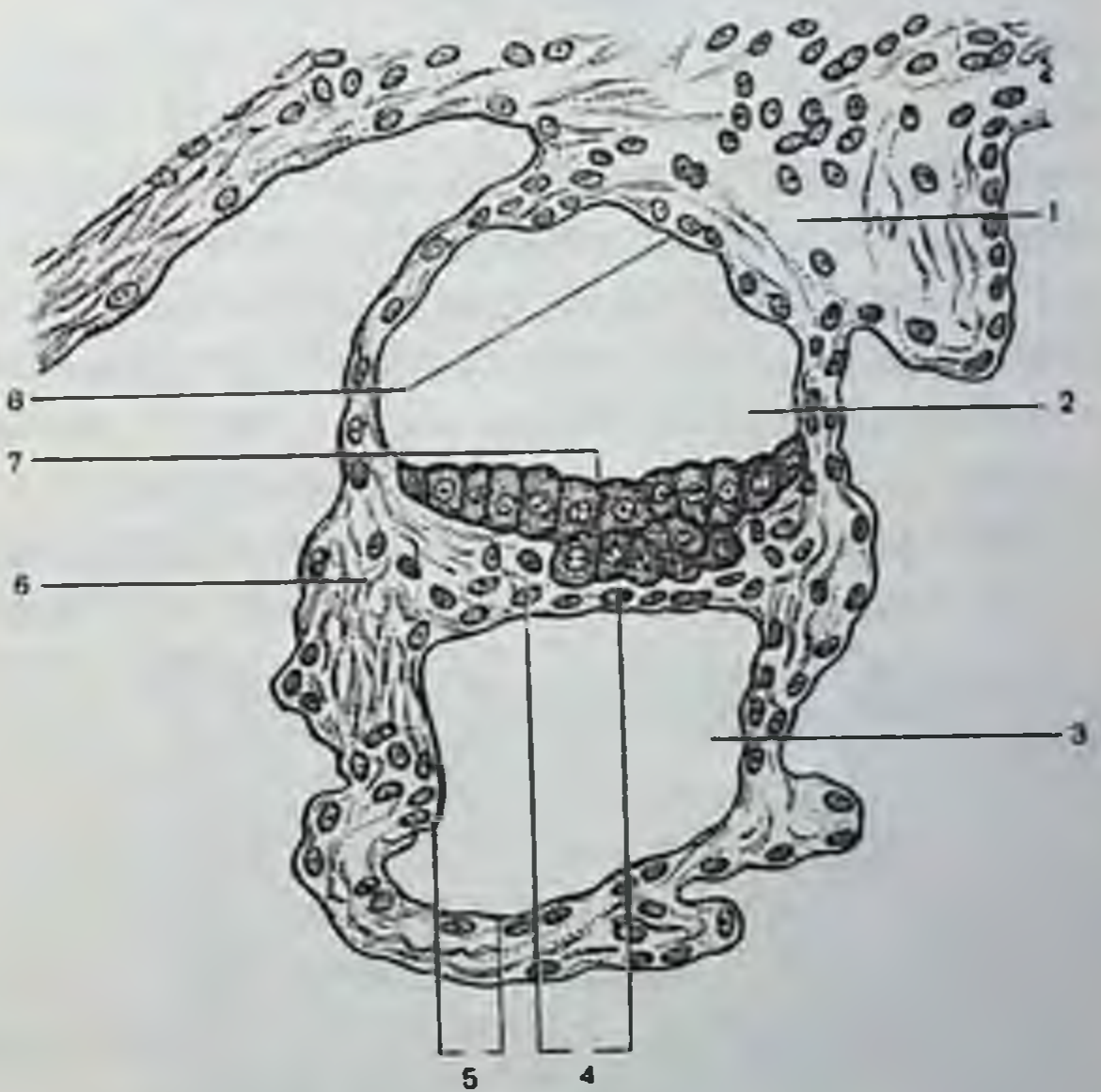
1 — blastopore — первичный рот; 2 — зародышевый узелок



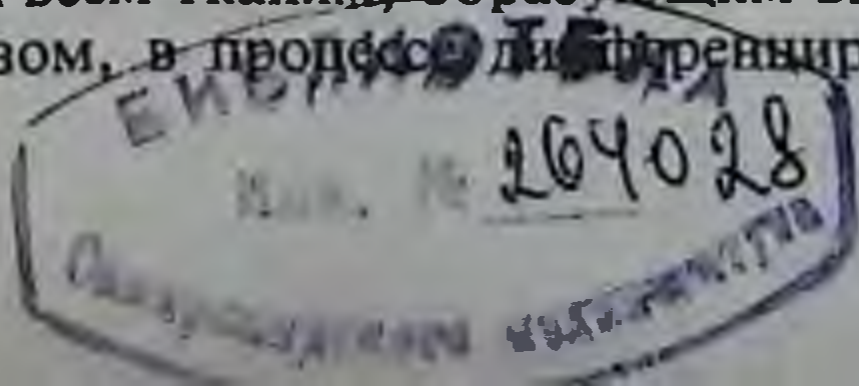
Рис. 6.

Двухнедельный зародыш человека:

1 — внезародышевые ткани; 2 — амниотический пузырек; 3 — желточный пузырек; 4 — зародышевая энтодерма; 5 — желточный эпителий; 6 — мезодерма; 7 — зародышевая эктодерма; 8 — эпителий амниотической оболочки



внутри зародышевого пузырька (рис. 5). В результате сложного перемещения клеточного материала образуются три зародышевых листка: *эктодерма*, *энтодерма* и *мезодерма*. Они представляют собой упорядоченные пласты клеток, которые отличаются друг от друга своими морфологическими и функциональными свойствами (рис. 6). Появление в процессе развития зародыша структурно-функциональных различий клеточных пластов носит название *дифференцировки*. Эктодерма образует наружную оболочку зародыша; в последующем из нее развивается эпителиальная ткань, составляющая наружный слой кожи. Энтодерма изнутри выстилает кишечную трубку — будущий пищеварительный канал; из нее образуется эпителиальная ткань, составляющая внутренний покров желудочно-кишечного тракта и дыхательных путей. Мезодерма дает начало почти всем тканям, образующим внутреннюю среду организма. Таким образом, в процессе дифференцировки клеточного



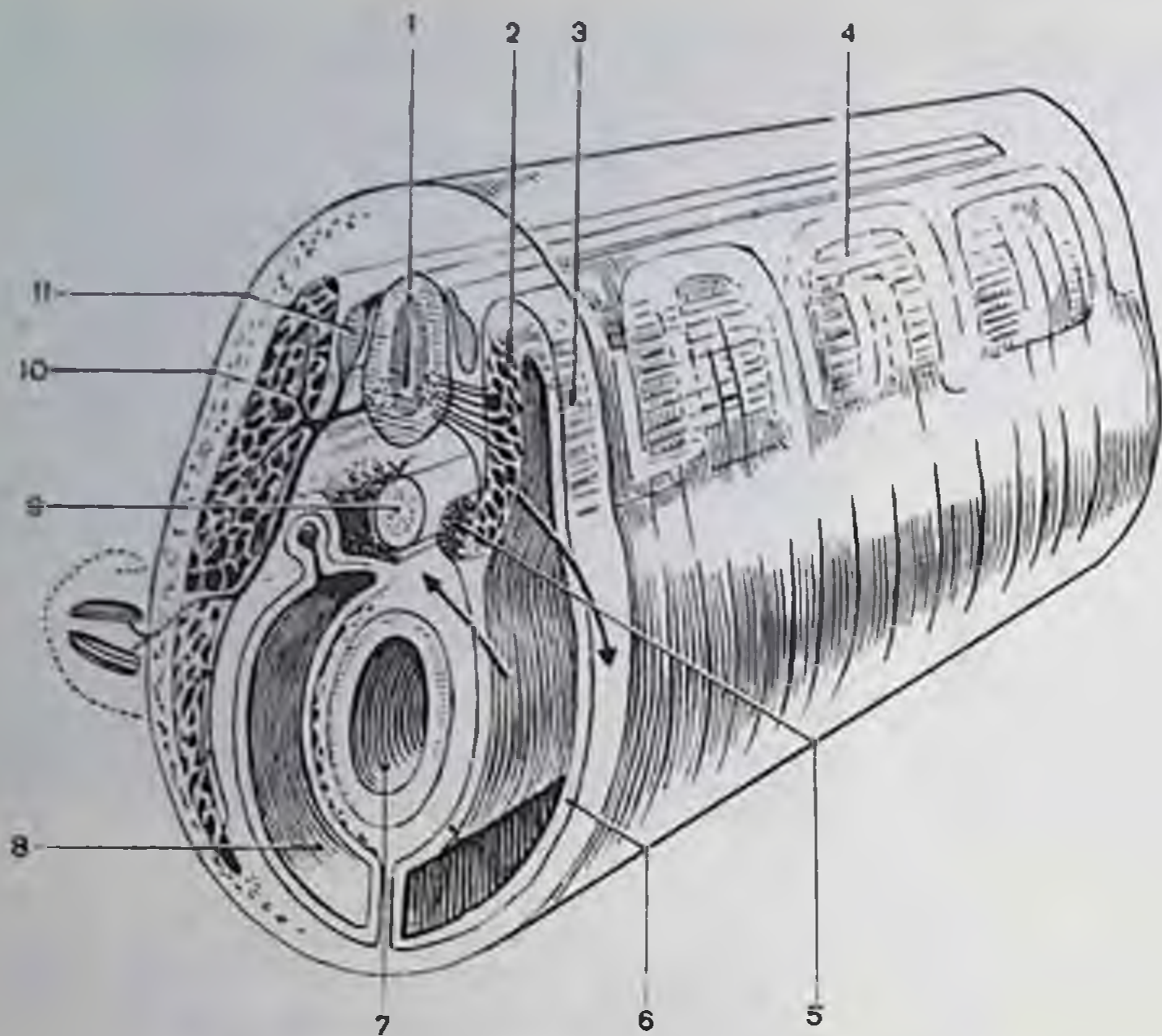


Рис. 7.
Схематическое строение туловища зародыша позвоночного животного:
1 — нервная трубка; 2 — миотом; 3 — дерматом; 4 — сомиты дорзальной мезодермы; 5 — склеритом; 6 — париетальный листок вентральной мезодермы; 7 — кишка; 8 — вторичная полость тела; 9 — хорда; 10 — спинномозговой нерв; 11 — спинномозговой узел

материала, составляющего зародыш, происходит упорядочение клеток в пласты, из которых возникают ткани.

Развитие зародыша человека характеризуется тем, что у него формируются так называемые *провизорные органы*, т. е. такие органы, которые существуют временно и выполняют вспомогательную роль. Они построены из внезародышевого клеточного материала, в котором также различают эктодерму, энтодерму и мезодерму. Внезародышевый клеточный материал особенно интенсивно развивается на первых этапах эмбриогенеза*. Из него образуются стенки амниотического пузыря, образующего первичную внешнюю среду организма, и желточного пузыря, выполняющего питательную функцию.

Таким образом, если первый период развития, который соответствует стадии бластулы, можно обозначить как период накопления клеточного материала, то второй период (стадию гаструлы) следует рассматривать как начальный этап *гистогенеза* (от греч. *histos* — ткань, *genesis* — развитие, образование).

На третьей неделе внутриутробного развития начинается процесс закладки *осевых органов*, т. е. органов, еще не имеющих составных тканевых компонентов. К осевым органам относят: *хорду*, *нервную трубку* и *сомиты мезодермы* (рис. 7). Хорда представляет собой плотный клеточный тяж, составляющий первичный скелет туловища зародыша. В дальнейшем хорда исчезает и на ее месте формируется позвоночный столб. Нервная трубка и располагающиеся по бокам от нее ганглионарные пластинки образуются из материала эктодермы. Это первичная закладка нервной ткани и будущей нервной системы. Мезодерма, а именно ее дорзальная часть (т. е. расположенная в области спины), состоит из *сомитов* — первичных сегментов тела.

* Внутриутробный период развития состоит из двух фаз: *эмбриональной* — первые 2 месяца и *фетальной* — с 3-го по 9-й месяц.

Из мезодермы выселяются клетки *мезенхимы* — зародышевой соединительной ткани. В процессе дифференцировки каждый сомит дает: *склеротом*, из которого развиваются хрящевая и костная ткани, составляющие скелет туловища, *дерматом*, из которого образуется соединительнотканый слой кожи, и расположенный между дерматомом и склеротомом *миотом*, из которого формируется мышечная ткань скелетных мышц. Вентральная часть мезодермы остается несегментированной; из нее образуются тонкие клеточные пластинки (*мезотелиальные*), выстилающие полости тела (грудную и брюшную).

К концу первого месяца внутриутробного развития оказываются сформированными зачатки всех тканей: *эпителиальных*, образующихся из экто- и энтодермы, *соединительной*, *скелетных* (хрящевой и костной), *мышечной* и *нервной*. Таким образом, ткань — это такая генетически сложившаяся формация клеток, которая обладает общностью происхождения, строения и специализирована на выполнение определенных функций.

Со второго месяца внутриутробного развития начинается образование почти всех органов, входящих в состав систем и аппаратов развивающегося зародыша. Наступает третий период развития — *период органогенеза*, который качественно отличается от предыдущих этапов развития. При образовании органов происходит дальнейшая дифференцировка тканей. Наряду с этим усиливается интеграция, т. е. объединение разнородных компонентов в одно гармонично развивающееся целое — *орган*.

К концу второго месяца развития зародыша завершается закладка почти всех органов. К этому же времени происходит становление его внешней формы, в основных чертах формируются голова, туловище и конечности.

С третьего месяца развития начинается интенсивный рост всех отделов и частей тела зародыша, продолжающийся и после рождения ребенка (рис. 8).

Постнатальное развитие. После рождения ребенка его развитие качественно изменяется. Пренатальное развитие протекает в организме матери, который в общем-то составляет внешнюю среду для зародыша. Эта первичная внешняя среда отличается малой изменчивостью, поэтому на развитие зародыша преимущественно влияют наследственные факторы, закодированные в хромосомном аппарате оплодотворенной яйцеклетки.



Рис. 8.

Четырехмесячный зародыш человека, окруженный плодными оболочками (прижизненное фото Л. Нильсона)

С момента рождения ребенок сразу же попадает в естественную внешнюю среду. Она оказывает мощное влияние на развивающийся организм. Начинается приспособление организма к окружающей среде, которое осуществляется в той или иной форме на протяжении всей жизни индивидуума. Вновь приобретаемые организмом признаки наслаиваются на переданные по наследству, в результате чего происходят сложные преобразования в организме.

После рождения темпы роста организма постепенно снижаются. Если вес новорожденного в 32 млн. раз больше веса оплодотворенной яйцеклетки, то вес взрослого человека лишь в 20—25 раз превосходит вес новорожденного.

Физическое развитие организма характеризуется весом, ростом и размерами отдельных частей тела. В период постнатального развития эти показатели изменяются неравномерно (рис. 9). Ускоренный рост организма наблюдается в период раннего детства (от 1 года до 3 лет), в возрасте от 5 до 7 лет и в период полового созревания, при этом изменяются основные пропорции тела. Параллельно с ростом организма наблюдаются возрастные изменения во всех органах и системах.

Примерно к 20—25 годам рост человека прекращается и наступает относительно стабильный период существования. Продолжительность его у разных людей различна.

Весь жизненный цикл человека можно подразделить на отдельные периоды. Каждый из них характеризуется своими особенностями, которые касаются строения и функционирования организма, его отдельных систем и органов. Важное значение для оценки возраста имеют сроки окостенения отдельных частей скелета, состояние органов внутренней секреции, развитие зубов, волосяного покрова и многие другие признаки. Почти все морфологические признаки подвержены значитель-

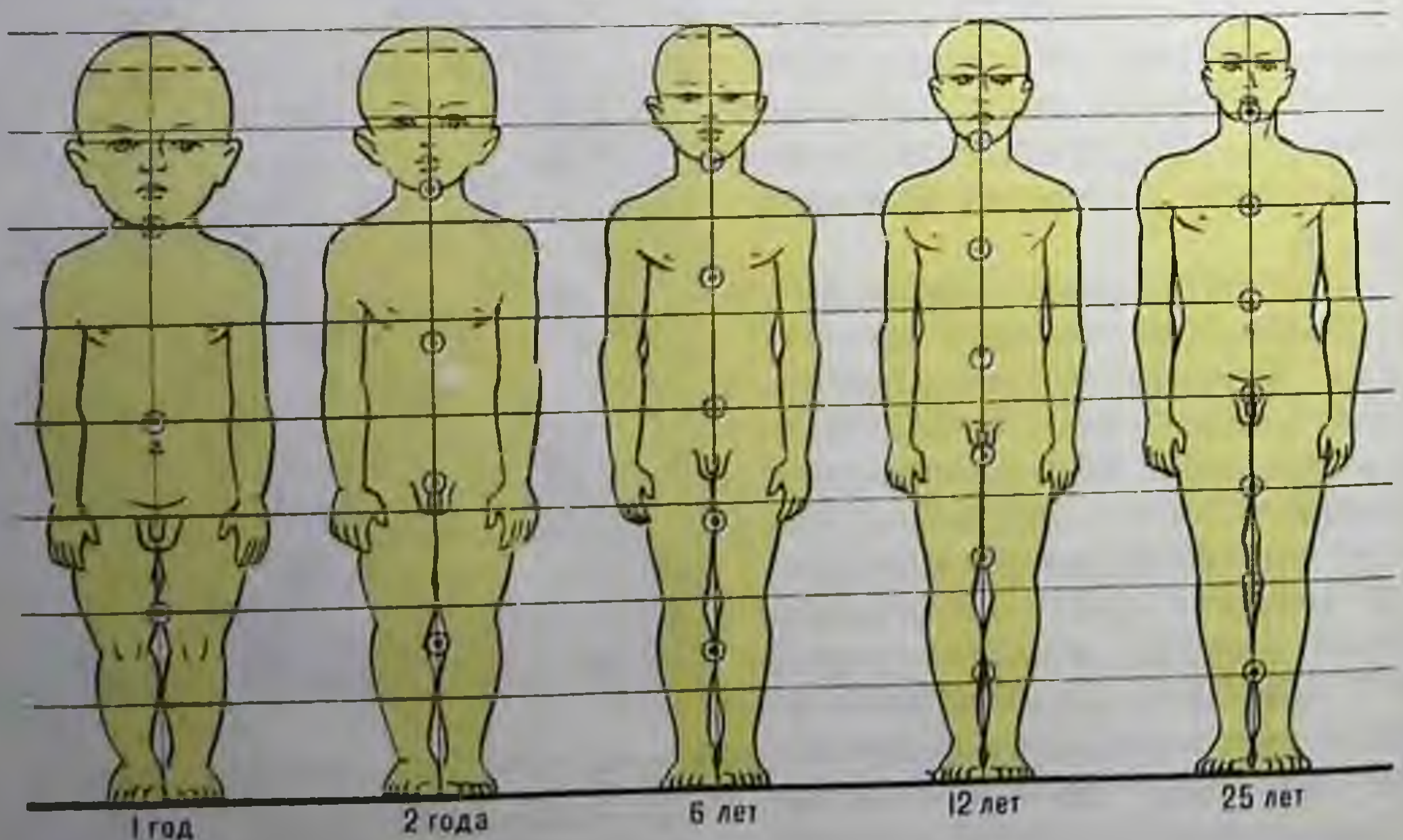


Рис. 9.
Возрастные изменения пропорций тела человека

Возрастной период	Женский организм	Мужской организм
I. Новорожденный	От рождения до 10 дней	
II. Грудной возраст	От 10 дней до 1 года	
III. Раннее детство (преддошкольный возраст)	1—3	1—3
IV. Первое детство (дошкольный возраст)	4—7	4—7
V. Второе детство (младший школьный возраст)	8—11	8—12
VI. Подростковый возраст	12—15	13—16
VII. Юношеский возраст	16—20	17—21
VIII. Зрелый возраст		
I период	21—35	22—35
II период	36—55	36—60
IX. Пожилой возраст	56—74	61—74
X. Старческий возраст	75—90	75—90
XI. Долгожители	90 лет и старше	

ным индивидуальным вариациям. Многое зависит от условий жизни человека, перенесенных им болезней, наследственных особенностей и т. п. Поэтому следует различать хронологический (паспортный) возраст и биологический возраст, которые нередко заметно отличаются друг от друга.

Согласно материалам Академии педагогических наук СССР, существует следующая классификация возрастных периодов (см. табл.).

По мере старения организма в ряде органов возникают склеротические изменения, связанные нередко с разрастанием соединительной ткани. Они, в свою очередь, вызывают понижение функциональных свойств органов и тканей, что ведет к уменьшению их *регенераторных способностей*, т. е. способностей замещения отмирающих клеток новыми элементами.

Занятия физической культурой и спортом способствуют сохранению здоровья, предупреждают преждевременное старение организма, повышают трудоспособность человека, а также удлиняют его жизнь.

Глава 4

СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ОРГАНИЗМА

В процессе исторического развития в организме человека возникают различные структурные элементы: *клетки, ткани, органы*. Последние объединяются в *системы и аппараты*.

Хотя в составе тела человека можно выделить отдельные структурные элементы, характеризующиеся рядом признаков, тем не менее организм человека представляет собой единое целое. Целостность организма состоит в том, что в процессе жизнедеятельности достигается согласованная работа всех структурных компонентов, направленная на поддержание жизни индивидуума и сохранение человека как вида.

Самой элементарной структурой человеческого тела является клетка. С нее начинается развитие организма. Из клеток построены все составные компоненты человеческого тела. На уровне клеток осуществляются те процессы *ассимиляции* (т. е. усвоения вещества) и *диссимиляции* (т. е. разложения веществ), которые лежат в основе жизнедеятельности организма.

Клетки представляют собой очень маленькие образования, поэтому изучать их можно только с помощью микроскопа. Современные световые микроскопы дают увеличение до 2000, а электронные микроскопы — до 100 000. Эти приборы позволяют рассмотреть детали строения клеток.

Клетки различаются по своим размерам и форме. Встречаются круглые, кубические, плоские, удлинённые, веретенообразные, звездчатые, отростчатые клетки (рис. 10). Однако, несмотря на многообразие форм, все клетки имеют единый план строения.

В составе клетки различают *цитоплазму* и *ядро* (рис. 11). Снаружи клетка окружена *оболочкой*, называемой *цитолеммой* или *плазмолеммой*.

Согласно современным данным, цитолемма представляет собой *элементарную биологическую мембрану*, которая имеет три слоя: наружный и внутренний, состоящие из белковых молекул, и средний — липидный слой (рис. 12). Клеточная оболочка является полупроницаемой и регулирует обмен веществ между клеткой и окружающей ее средой. Проникновение веществ в клетку, а также выделение их из клетки в окружающую среду осуществляется с помощью различных механизмов, среди которых следует указать на свободную диффузию, осмос, активный транспорт против градиента концентрации веществ, фагоцитоз и пиноцитоз. Фагоцитоз — это процесс поглощения клеткой плотных частиц из окружающей среды, в основе которого лежит обволакивание частиц клеточной оболочкой и увлечение их внутрь клетки.



Рис. 10.

Форма клеток:

1 — цилиндрические клетки кишечного эпителия; 2 — кубические клетки эпителия мочевых канальцев; 3 — плоские клетки мезотелия брюшины; 4, 5 — округлые клетки крови (4 — лейкоцит и 5 — лимфоцит); 6 — веретеновидные гладкие мышечные клетки; 7 — отростчатая клетка (нервная клетка)

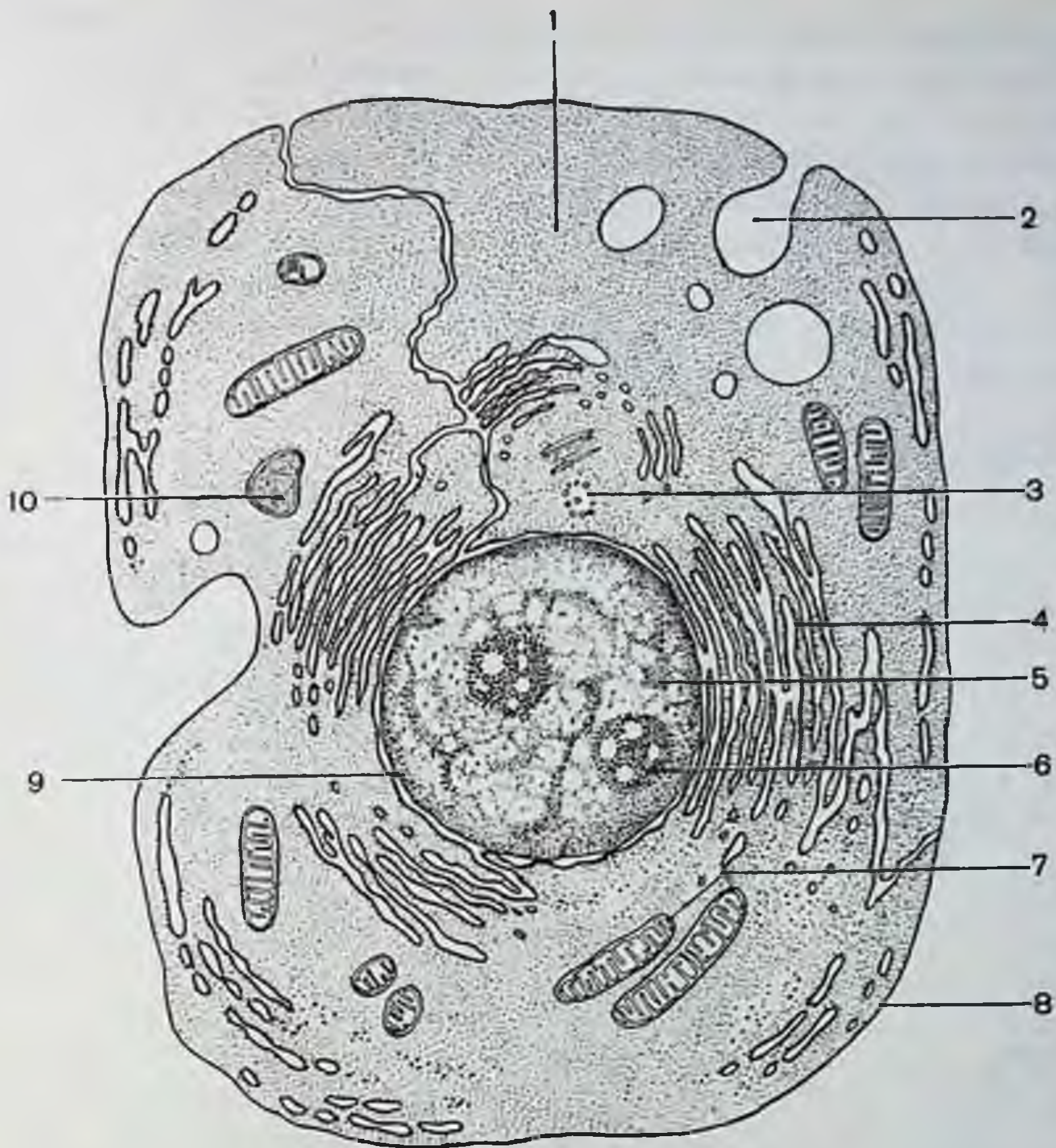


Рис. 11.

Схематическое строение клетки (на основе электронно-микроскопических данных):

1 — цитоплазма; 2 — пиноцитозный пузырек; 3 — центросомы; 4 — эндоплазматическая сеть; 5 — ядро, 6 — ядрышко; 7 — митохондрии; 8 — цитолемма; 9 — оболочка ядра; 10 — лизосома

Пиноцитоз — это одна из разновидностей фагоцитоза, связанная с поглощением жидких веществ.

Ядро клетки, как правило, располагается в центре клетки, имеет круглую или овальную форму. По консистенции оно плотнее, чем окружающая его цитоплазма. Ядро заполнено *кариоплазмой*, а снаружи окружено тонкой оболочкой (*кариолеммой*). Внутри ядра содержится одно, реже два или несколько *ядрышек*, представляющих собой скопление специальных белков. Функциональное назначение ядра преимущественно связано с *хроматином*, в котором сосредоточена ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота), играющая важнейшую роль в хранении и передаче генетического кода в ряду клеточных поколений.

Цитоплазма состоит из *гиалоплазмы*, представляющей собой относительно жидкую часть клетки, в которой определяются *белки*, *органеллы* (специализированные клеточные структуры) и различные *включения*.

Среди органелл общего значения, т. е. обслуживающих общие

функции клеток, выделяют: *цитоплазматическую сеть, рибосомы, митохондрии, пластинчатый комплекс, центросому, лизосомы.*

Цитоплазматическая сеть построена из элементарной биологической мембраны и образует систему разветвленных канальцев, щелевидных полостей, пузырьков и т. п., пронизывающих всю цитоплазму. С цитоплазматической сетью нередко связаны рибосомы — небольшие тельца грибовидной формы. Цитоплазматическая сеть и рибосомы играют основную роль во внутриклеточном синтезе белков.



Рис. 12.

Электроннограмма лейкоцита (по Я. Л. Караганову):

А — обзорный снимок, на котором хорошо видна цитолемма (ув. $\times 5000$); Б — фрагмент клеточной мембраны, на котором видно трехслойное строение цитолеммы (ув. $\times 40000$)

Рис. 13.

Схема строения митохондрии:

1 — выросты внутренней мембраны;
2 — наружная мембрана



М и т о х о н д р и и хорошо различимы лишь под электронным микроскопом. Они имеют оболочку, построенную из элементарной биологической мембраны. Внутри митохондрии от ее оболочки отходят выросты, называемые кристами (рис. 13). Основное функциональное назначение митохондрий состоит в их участии в процессах *окислительного фосфорилирования*, в результате которого в клетках образуется энергия, необходимая для их жизнедеятельности. В митохондриях содержится большое количество *окислительных ферментов* — специальных белковых веществ, участвующих в качестве катализаторов в окислительных процессах. В результате окисления веществ, поступающих в клетку, высвобождается энергия, которая связывается (накапливается) при синтезе макроэргических соединений — *аденозинтрифосфорной кислоты* (АТФ). Примерно 75% всей клеточной энергии образуется в митохондриях. При использовании энергии, сосредоточенной в митохондриях, АТФ разлагается на АДФ (*аденозиндифосфорную кислоту*) и фосфат, в результате чего высвобождается энергия.

П л а с т и н ч а т ы й комплекс располагается около ядра в виде тонкой сети. Функциональное значение его изучено еще недостаточно. Полагают, что с пластинчатым комплексом связана выделительная функция клеток.

Ц е н т р о с о м а — специальная структура, принимающая участие в делении клеток.

Л и з о с о м ы имеют овальную форму. Они содержат большое количество литических ферментов, участвующих в разложении веществ, поступающих в клетку. Тем самым лизосомы связаны с процессами внутриклеточного пищеварения.

Наряду с перечисленными структурами в клетках содержатся еще органеллы специального значения. К ним относят *миофибриллы* в мышечных клетках, *нейрофибриллы* и *синаптические пузырьки* в нервных клетках и т. п. образования. Вполне понятно, что органеллы специального назначения выполняют специализированные функции клеток (для мышечных клеток это будет сокращение, для нервных — проведение возбуждения)*.

Для цитоплазмы характерно наличие в ней обособленных скопле-

* Описание органелл специального значения приведено в соответствующих разделах учебника.

ний различных веществ, которые получили название *включений*. В отличие от органелл включения могут то появляться, то исчезать. Различают *трофические включения*, состоящие из белка, жира, углеводов, витаминов; *секреторные включения*, подлежащие выделению из клетки, и др.

Наряду с клетками встречаются также *симпласты* — своеобразные гигантские клетки, содержащие множество ядер. Полагают, что симпласты образуются в результате неполного деления клеток. К симпластам, в частности, относятся, поперечнополосатые мышечные волокна.

ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК

Клеточный и тканевый состав всех органов постоянно обновляется, так как в процессе жизни происходит отмирание клеток, исчерпавших свои потенциальные возможности. Продолжительность жизни отдельных клеток неодинакова. Так, эпителиальные клетки кишечника живут всего 24 часа, клетки кожи — 5—35 дней, печени — 180 дней. Отмирающие клетки замещаются новыми, которые образуются в результате деления жизнеспособных молодых клеток.

Размножение клеток регулируется на тканевом уровне и составляет естественный процесс *физиологической регенерации* ткани. Известно, что все ткани обладают в той или иной степени способностью к регенерации.

Подавляющее большинство клеток размножается путем *непрямого деления*, или *митоза*. Совокупность изменений, протекающих в клетке и связанных с ее делением, называют *митотическим циклом*.



Рис. 14.
Митотический цикл

М и т о т и ч е с к и й ц и к л принято делить на четыре периода (рис. 14). Первый период — *период собственно митотического деления* — самый короткий и занимает не более 5% времени от всего митотического цикла. В этот период клетка разделяется на две дочерние. Суть митотического деления составляет равное разделение ДНК, с помощью которой закодированы наследственные свойства, между дочерними клетками. За митозом наступает *постмитотический период*, в течение которого происходит нарастание массы вновь образованных клеток. Затем следует *период редупликации ДНК*, т. е. удвоения ее количества. В этот период в клетке усиливаются синтетические процессы и воссоздается точная копия молекул ДНК. Таким образом, в клетке образуется двойное количество наследственного материала, необходимое для двух будущих дочерних клеток. Последний, четвертый, период — это период *накопления энергии*, необходимой для деления клетки. В конце митотического цикла клетка вновь вступает в фазу деления.

Способностью к делению обладают лишь молодые клетки тканей. Часть клеток, образующихся после митоза, участвует в тех функциях, которые выполняет та или иная ткань. Такие специализированные клетки в отличие от молодых утрачивают способность к размножению.

При старении организма способность тканей к омоложению постепенно снижается.

Наряду с митозом возможно также *прямое деление* клеток, или *амитоз*. Для амитоза не характерно строгое распределение генетического материала между дочерними клетками. Нередко амитоз сопровождается неполным делением клетки, т. е. происходит деление ядра, а цитоплазма не разделяется. Так образуются многоядерные клетки.

КЛАССИФИКАЦИЯ ТКАНЕЙ

Т к а н ь — это исторически сложившаяся система клеток, обладающих общностью происхождения, строения и специализировавшихся на выполнении определенных функций.

Имеется несколько классификаций тканей. В основе классификации, которая приводится здесь лежит подразделение тканей по функциональному признаку*.

Г р у п п а п о г р а н и ч н ы х т к а н е й объединяет *эпителиальные ткани* различного происхождения и назначения. Они покрывают поверхность тела, выстилают полости внутренних органов и тем самым выполняют защитную функцию. Наряду с этим эпителиальные ткани активно участвуют в обмене веществ организма благодаря хорошо выраженной способности всасывать и выделять вещества. Часть эпителиальных клеток специализируется на выделении секрета и составляет так называемый *железистый эпителий*.

Характерной особенностью эпителия является объединение эпителиальных клеток в пласты (рис. 15). Под эпителием всегда

* Подробное описание тканей дано в соответствующих разделах учебника.

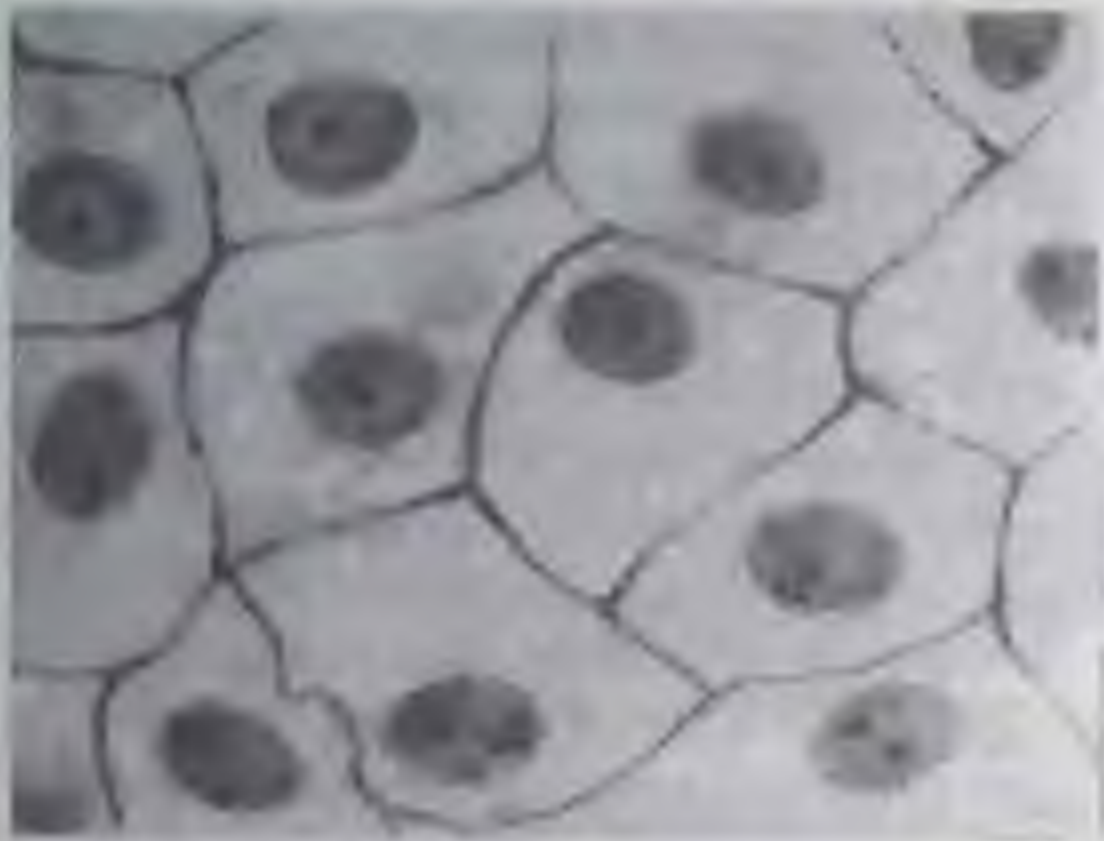


Рис. 15.
Однослойный плоский эпителий мезодермального происхождения (мезотелий)



Рис. 16.
Соединительная ткань:
1 — коллагеновые волокна; 2 — эластические волокна; 3 — макрофаги; 4 — фибробласты

располагается хорошо выраженная *базальная мембрана*, которая отграничивает его от других тканей.

В зависимости от структурных и функциональных свойств различают *однослойный, многослойный и многорядный эпителии*.

Группа тканей внутренней среды самая обширная. К ней относятся кровь и лимфа, различные виды соединительной ткани, хрящевая и костная ткани. Ткани внутренней среды преимущественно выполняют опорно-трофическую функцию.

Характерная морфологическая особенность этих тканей состоит в наличии *межклеточного вещества*, которое продуцируется клетками. В межклеточном веществе соединительной ткани, в частности, различают *основное вещество*, представляющее собой желеобразную массу, богатую мукополисахаридами, и заполняющее свободное пространство между клетками, а также *волокна* (коллагеновые, эластические и других видов) (рис. 16). Последние придают тканям плотность.

Группа мышечных, или сократимых, тканей выполняет в организме специфическую сократительную функцию. К этой группе относят *гладкую мышечную ткань*, обеспечивающую сокращение и перистальтику внутренних органов, и *поперечнополосатую мышечную ткань*, из которой построены скелетные мышцы. Морфологическим субстратом мышечного сокращения являются специальные структуры — *миофибриллы*, расположенные в мышечных клетках.

Последнюю группу составляет нервная ткань. Из этой ткани построена вся нервная система. Основная функция нервной ткани связана с восприятием, проведением и передачей нервного возбуждения. Нервная ткань состоит из *нервных клеток* и *нейроглии*. Нейроглиальные клетки выполняют вспомогательную роль, связанную с питанием нервных клеток.

ПОНЯТИЕ ОБ ОРГАНАХ, СИСТЕМАХ И АППАРАТАХ

Орган (от греч. *organon* — орудие) — анатомически обособленная часть организма, исторически возникшая как единое целое образование, специализировавшееся на выполнении определенных функций. Каждый орган имеет характерные для него форму и строение и занимает определенное положение в организме.

Любой орган состоит из двух основных компонентов: *перенхимы*, построенной из специфической для него ткани, клеточные элементы которой выполняют специфическую функцию, и *стромы*, которая образует внутренний остов (каркас) органа и обеспечивает питание перенхимы.

В зависимости от специфики органа паренхима может быть образована эпителиальной тканью, как, скажем, в железе, в легких; мышечной тканью — в мышцах; нервной тканью — в нервных образованиях.

Строма любого органа построена из соединительной ткани, характерной особенностью которой является наличие специальных опорных структур — коллагеновых и эластических волокон (см. рис. 16). В строме органа проходят кровеносные и лимфатические сосуды, обеспечивающие приток к органам необходимых питательных веществ и отток отработанных продуктов метаболизма. В ней также залегают нервные элементы, принимающие участие в регуляции деятельности органов.

Органы как отдельные компоненты включены в *системы организма*. Система представляет собой совокупность однородных анатомических образований, имеющих общее происхождение и выполняющих единую функцию в организме. Таковыми являются *костная, мышечная, кровеносная, лимфатическая и нервная системы*.

Аппарат — это совокупность органов или систем органов, имеющих различное строение и происхождение, но выполняющих общую функцию в организме. Различают *двигательный аппарат*, состоящий из костной и мышечной систем, *пищеварительный, дыхательный и моче-половой аппараты*.

ЧАСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА. ПЛОСКОСТИ СИММЕТРИИ ТЕЛА И ОСИ ВРАЩЕНИЯ

Тело человека подразделяется на: *голову* (*caput*), *шею* (*collum*), *туловище* (*truncus*), *верхние и нижние конечности* (*membra superiores et membra inferiores*).

В свою очередь, в составе туловища различают: *спину* (*dorsum*), *грудь* (*thorax*), *живот* (*abdomen*), *таз* (*pelvis*); в составе верхней конечности — *плечо* (*brachium*), *предплечье* (*antebrachi-*

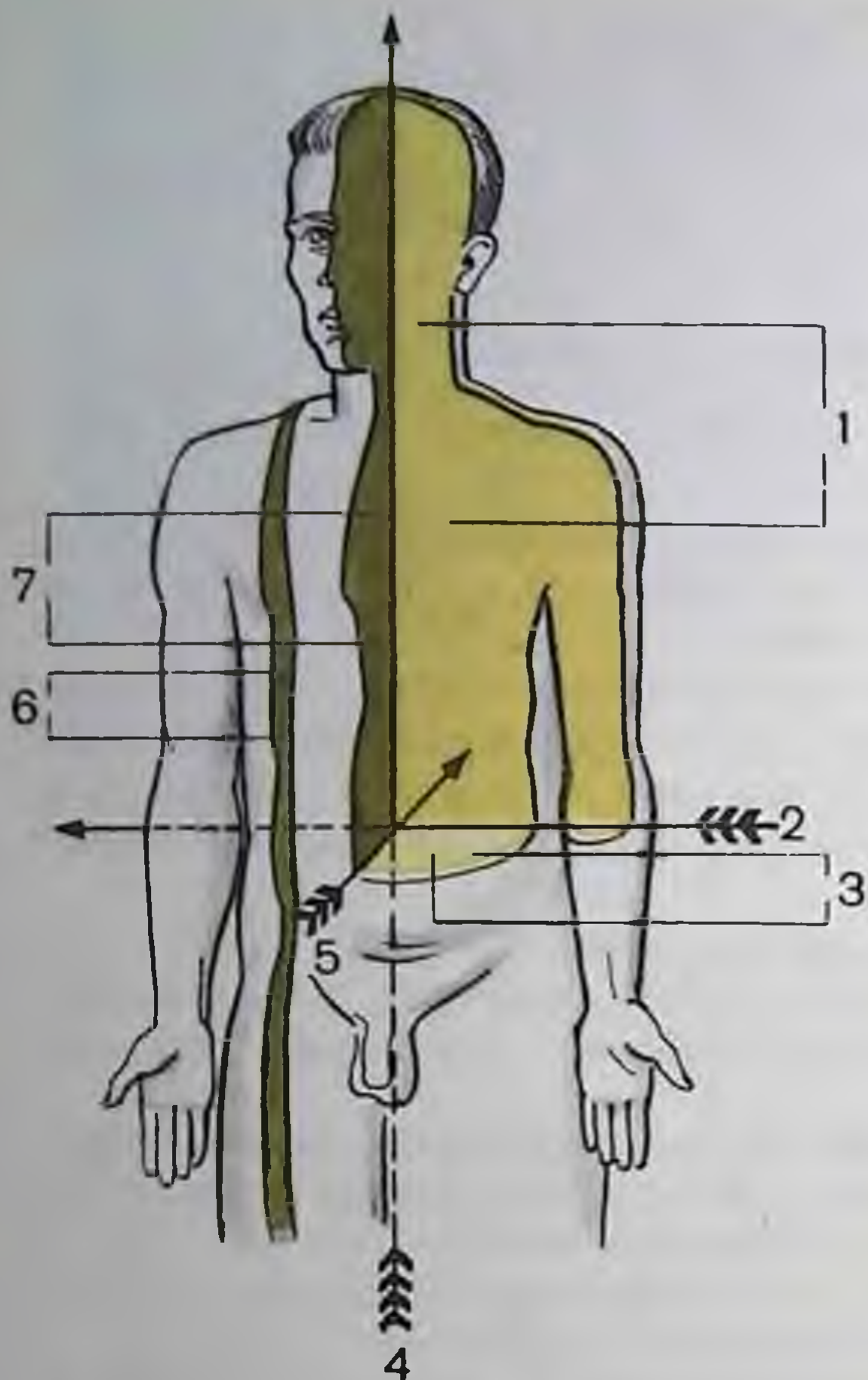


Рис. 17.

Оси и плоскости симметрии тела человека
 1 — фронтальная плоскость; 2 — поперечная ось; 3 — горизонтальная плоскость; 4 — вертикальная ось; 5 — сагиттальная ось; 6 — сагиттальная плоскость; 7 — срединная плоскость

метричные образования, т. е. имеют единый план построения. Однако в дальнейшем, при их специализации, симметрия нарушается. Элементы метамерного строения тела можно хорошо проследить на примере скелета и мышц туловища.

Фронтальная плоскость делит тело и его части на передний (*вентральный*) и задний (*дорзальный*) отделы. У человека симметрия тела относительно фронтальной плоскости принимается лишь условно.

Все плоскости симметрии располагаются взаимно перпендикулярно. В результате пересечения двух плоскостей образуется *ось симметрии*, или *ось вращения*. При пересечении сагиттальной и фронтальной плоскостей образуется *вертикальная ось* — это прямая линия, соединяющая краниальные и каудальные симметричные точки тела или его частей. При вращении звена тела вокруг вертикальной оси его движение происходит строго в горизонтальной плоскости. *Сагиттальная*

им), кисть (*manus*); в составе нижней конечности — бедро (*femur*), голень (*crus*), стопу (*pes*).

Для описания частей тела и местоположения (топографии) органов в анатомии используются специальные плоскости, которые делят тело на симметричные части (рис. 17).

Сагиттальная плоскость разделяет тело человека (его части) на левую и правую половины (отделы). Относительно сагиттальной плоскости различают зеркальную симметрию левой и правой половин тела. Сагиттальную плоскость, проходящую через середину тела, называют еще *срединной плоскостью*.

Горизонтальная плоскость пересекает тело поперечно, разделяя его на головной (*краниальный*) и хвостовой (*каудальный*) отделы. Симметрия тела относительно горизонтальной плоскости получила название *метаметрии*. В процессе развития организма головной и хвостовой отделы тела закладываются как сим-

ось образуется при пересечении горизонтальной и сагиттальной плоскостей. Это прямая линия, соединяющая симметричные точки передней и задней половин тела или его частей. При вращении звена тела вокруг сагиттальной оси движение происходит строго во фронтальной плоскости. *Поперечная ось* образуется при пересечении фронтальной и горизонтальной плоскостей. Она соединяет симметричные точки левой и правой половин тела. При вращении звена тела вокруг поперечной оси движение осуществляется в сагиттальной плоскости. Как видно из изложенного, оси вращения имеют важное значение при описании движений отдельных звеньев тела.

Анатомическая терминология. Анатомические термины служат для обозначения и описания отдельных анатомических образований. Существует специальная *анатомическая номенклатура*, в которой приводится систематический перечень анатомических терминов. В 1955 г. на VI Международном конгрессе анатомов в Париже была утверждена единая анатомическая номенклатура на латинском языке, получившая название *Парижской анатомической номенклатуры*.

В соответствии с Парижской анатомической номенклатурой советскими учеными разработана адекватная анатомическая номенклатура на русском языке. Эта номенклатура принята на VIII Всесоюзном съезде анатомов, гистологов и эмбриологов в 1974 г.

Все анатомические термины в учебнике приводятся на русском языке в соответствии с Русской анатомической номенклатурой. Наряду с этим основные анатомические термины даны и в латинской транскрипции.

Наиболее часто употребляемыми анатомическими терминами являются:

- anterior — передний
- dexter — правый
- distalis — дистальный (более удаленный)
- dorsalis — дорзальный, спинной
- externus — наружный
- frontalis — фронтальный
- horizontalis — горизонтальный
- inferior — нижний
- internus — внутренний
- lateralis — латеральный (боковой)
- medialis — медиальный (ближе к середине)
- medianus — срединный
- posterior — задний
- profundus — глубокий
- proximalis — проксимальный (более близкий)
- sagittalis — сагиттальный
- sinister — левый
- superficialis — поверхностный
- superior — верхний
- transversus — поперечный
- ventralis — вентральный, брюшной
- verticalis — вертикальный

СТРОЕНИЕ КОСТНОЙ СИСТЕМЫ

Глава 1

ОБЩАЯ АНАТОМИЯ КОСТНОЙ СИСТЕМЫ

Костная система состоит из *костей*, которые, будучи соединенными между собой, образуют *скелет* — твердую опору человеческого тела (рис. 18).

Благодаря *соединениям* кости могут перемещаться друг относительно друга. Движение костей происходит в результате сокращения мышц, которые к ним прикрепляются. В этом отношении скелет представляет собой *пассивную часть двигательного аппарата*, выполняющую механическую функцию. Скелет построен из плотных тканей и защищает внутренние органы и мозг, образуя для них естественные костные вместилища.

Наряду с механическими функциями костная система выполняет ряд биологических функций, играющих важную роль в жизнедеятельности организма. В костях содержится основной запас минеральных веществ (кальция, фосфора и др.), которые используются организмом по мере необходимости, поэтому костная система принимает самое непосредственное участие в минеральном обмене веществ. В костях находится красный костный мозг, вырабатывающий форменные элементы крови.

В состав скелета человека входит в общей сложности 206 костей — 85 парных (всего 170) и 36 непарных. Кости скелета взрослого составляют 18% общего веса тела у мужчины и 16% у женщины, а у новорожденного — 14%. В связи с тем, что с возрастом происходит некоторое обезвоживание костной ткани, удельный вес самих костей скелета увеличивается.

СТРОЕНИЕ КОСТИ КАК ОРГАНА

К о с т ь (*os*) — орган, построенный преимущественно из *костной ткани*. Размеры, форма и особенности строения костей определяются их механической ролью как рычагов двигательного аппарата. Основное свойство кости как рычага связано с ее прочностью, которая, в свою очередь, обусловлена свойствами костной ткани.

Костная ткань представляет собой одну из разновидностей тканей внутренней среды организма. Она состоит из *клеток и межклеточного вещества*, в котором содержится большая часть неорганических соединений (рис. 19). Основная масса неорганических соединений (до 96%), образованных слоями кальция.

Имеются два вида костной ткани: *грубоволокнистая* и *пластинчатая*. Они различаются по особенностям строения межклеточного вещества.

Костные клетки (остеоциты) имеют отростчатую форму и лежат в небольших костных полостях, которые повторяют их форму. Остеоциты — это зрелые клетки, неспособные к делению. В них имеется ядро овальной формы и полный набор органелл. Наряду с остеоцитами в костной ткани есть еще *остеобласты* — молодые клетки, участвующие в образовании новой костной ткани, и *остеокласты* — специальные клетки, разрушающие костную ткань.

Межклеточное вещество состоит из *основного вещества*, *оссеиновых волокон* и *неорганических соединений*. Основное вещество представляет собой желеобразную массу состоящую из воды, белков, и *мукополисахаридов*. Оссеиновые волокна состоят из тонких фибрилл, образованных из волокнистого белка — *коллагена*. В *грубоволокнистой* костной ткани пучки оссеиновых (коллагеновых) волокон располагаются беспорядочно, а в *пластинчатой* костной ткани они пространственно упорядочены и имеют определенное направление. Неорганические соединения в виде небольших кристаллов *гидроксиапа-*



Рис. 18.
(Общий вид скелета спереди)

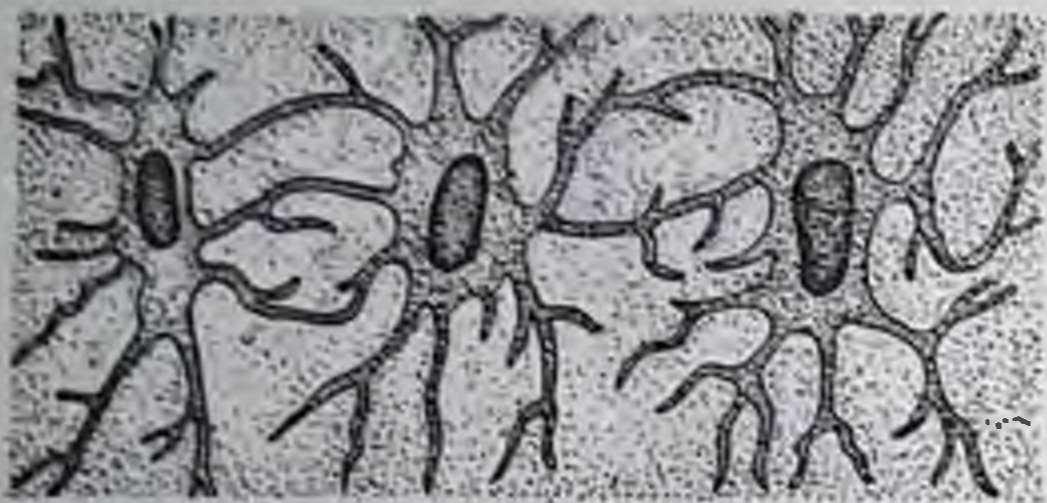


Рис. 19.
Костные клетки

кислоты, то соли растворятся, а органические вещества останутся. Форма кости сохранится, однако сама кость станет мягкой, эластичной. Если кость подвергнуть обжиганию, то органические вещества сгорят, в результате чего кость станет очень хрупкой и начнет крошиться. Значит, эластичность кости зависит от органических веществ, а твердость — от минеральных солей.

Соотношение составных компонентов костной ткани, определяемое на основании ее химического анализа, у разных людей неодинаково, и даже у одного и того же человека оно может меняться в зависимости от возраста, условий питания и пр. В детском возрасте относительное содержание органических веществ больше, вследствие чего кости детей обладают меньшей твердостью и большей гибкостью; к старости относительное количество органических веществ уменьшается, вместе с чем увеличивается хрупкость костей.

Остеонное строение кости. Кости взрослого человека в подавляющем большинстве построены из пластинчатой костной ткани, образующей *остеоны*, или *гаверсовы системы*. Остеон состоит из concentрически расположенных пластинок костной ткани; в центре его проходит *канал*, содержащий кровеносные сосуды и нервы (рис. 20). Таким образом, развитие кости идет параллельно с формированием ее внутри-

тита откладываются как в оссеиновых волокнах, так и вокруг них. На долю неорганических соединений приходится примерно 2/3 веса кости и примерно 1/2 ее объема.

От соотношения органических и неорганических веществ в костной ткани зависит одно из основных свойств кости — ее механическая прочность. Если кость подвергнуть действию

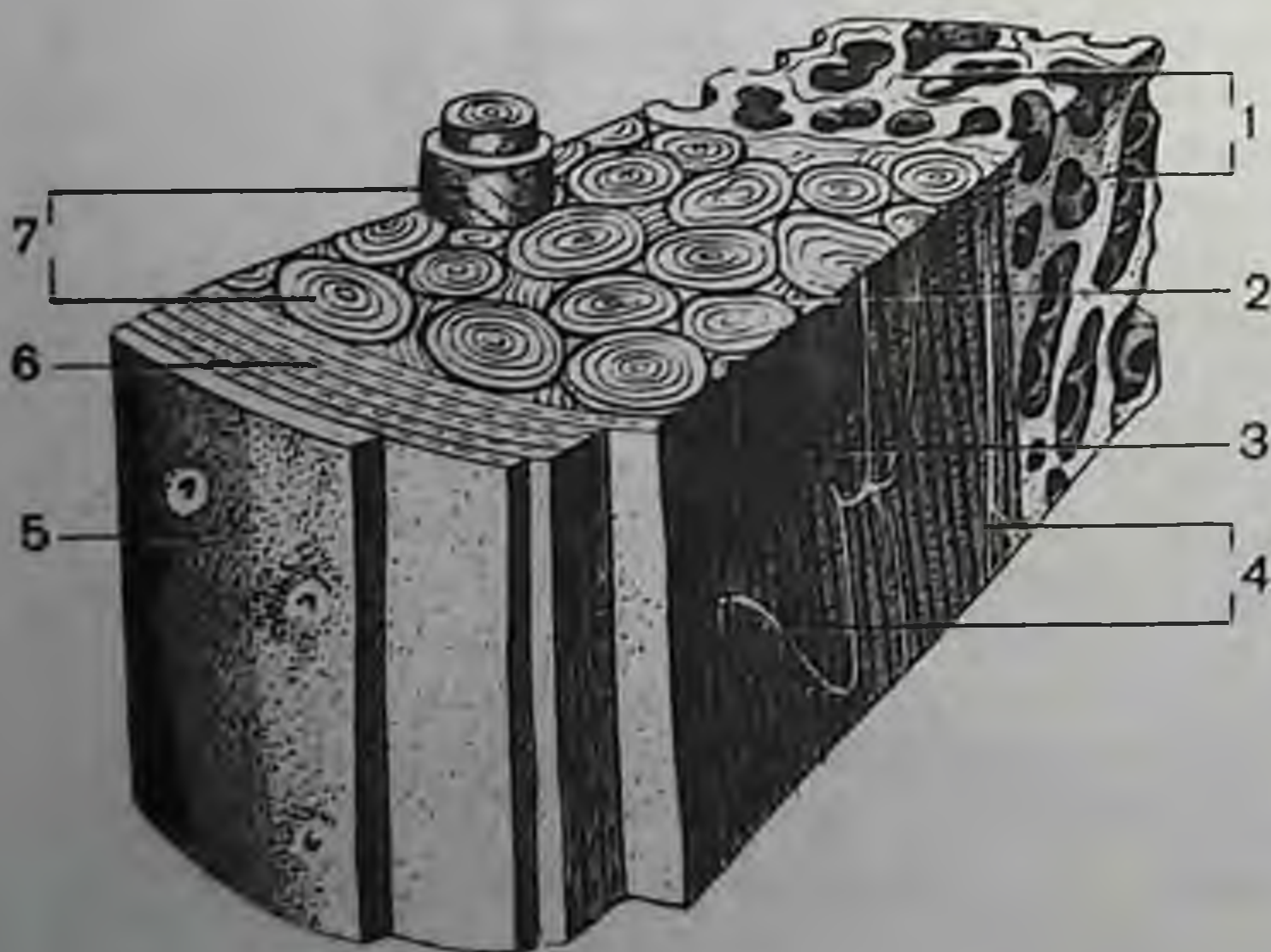


Рис. 20.
Строение пластинчатой кости:
1 — губчатое вещество; 2 — вставочные пластинки; 3 — компактное вещество; 4 — каналы остеонов; 5 — надкостница; 6 — наружные генеральные пластинки; 7 — остеоны

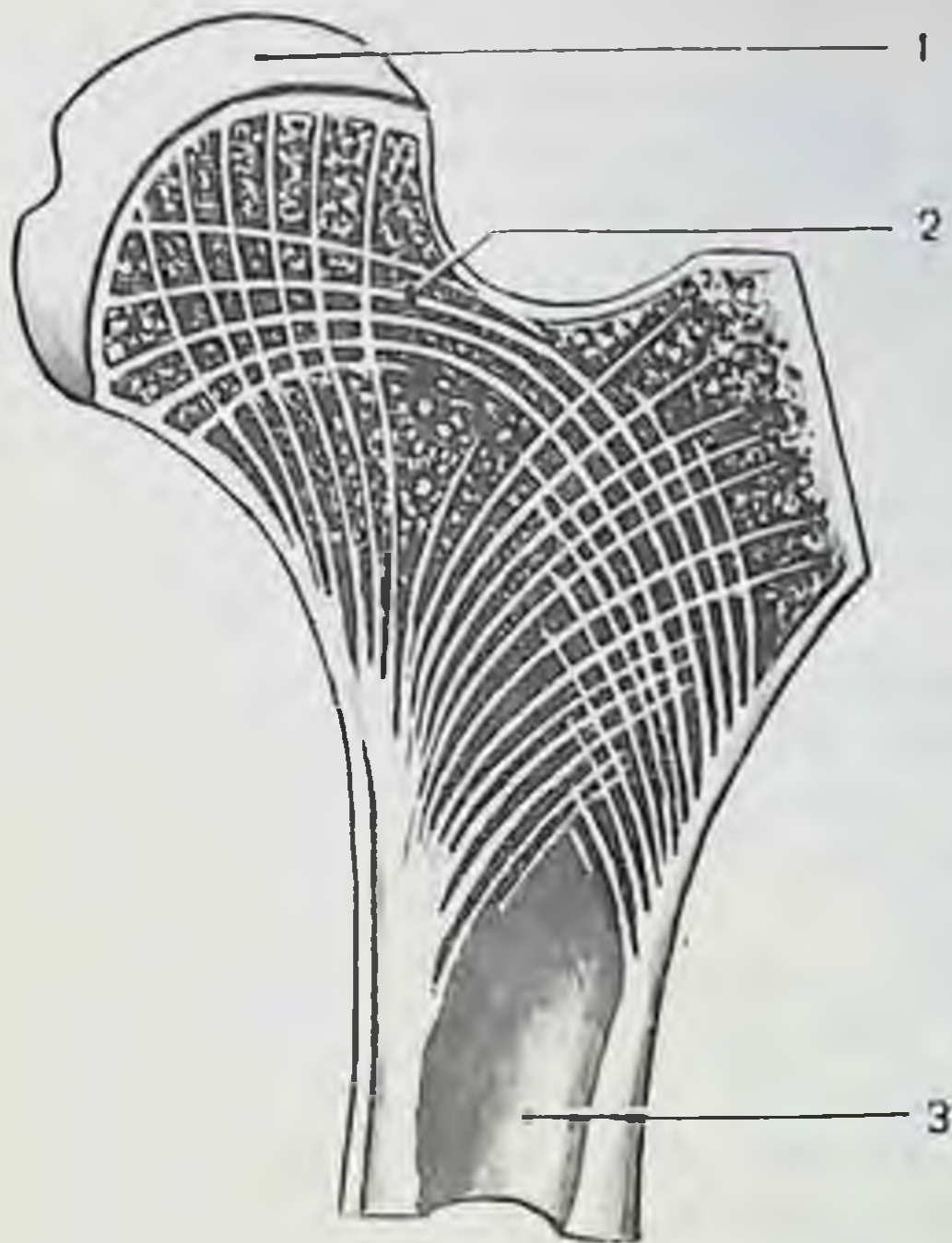


Рис. 21.
Архитектоника костных перекладин в одном из эпифизов бедренной кости (по Ф. Кишш и Я. Сентаготан):
1 — головки бедренной кости; 2 — шейка; 3 — костномозговая полость

Рис. 22.
Надкостница (отвернута лоскутом)

органа кровеносного русла и нервных структур, которые являются составными частями кости как органа.

В каждой костной пластинке оссеиновые волокна лежат параллельно друг другу и ориентированы в одном направлении. В соседних костных пластинках направление волокон почти взаимно перпендикулярное, в результате чего достигается высокая прочность пластинчатой костной ткани к деформациям на изгиб.

Соседние остеоны прилегают друг к другу; промежутки между ними заполнены *вставочными пластинками*.

Остеоны располагаются не хаотически, а в соответствии с действующими на кость физическими нагрузками: в трубчатых костях — параллельно продольной оси кости, в губчатых — перпендикулярно к силам сжатия и растяжения.

На разрезе в кости различают *компактное вещество*, образующее ее наружные слои, и *губчатое вещество*. В компактном веществе остеоны плотно прилежат друг к другу. Снаружи проходят *генеральные (общие) пластинки*, составляющие сплошной слой костного вещества. В губчатом веществе остеоны образуют *костные перекладины*, ориентированные относительно сил, действующих на кость. В промежутках между костными перекладинами располагается *красный костный мозг*, в котором происходит процесс кроветворения (*гемопоз*).

К тому, что было уже сказано относительно общих механических свойств костной ткани, следует добавить, что каждая кость имеет некоторые особенности строения, а ход ее пластинок соответствует направлению линий сжатия и растяжения в данном участке скелета (рис. 21). П. Ф. Лесгафт писал по этому поводу, что «перекладины губ-

чатого вещества расположены параллельно, когда длинная ось кости совпадает или параллельна оси тела и пока поперечные размеры кости не изменяются; в противном случае перекладины образуют кривые сжатия и растяжения, противодействующие силе передвижения или смещения». Направления костных пластинок двух соседних костей представляют собой как бы одну линию, прерываемую в суставах. Например, если взять такой комплекс костей, как скелет стопы, где каждый свод состоит из ряда самостоятельных костей, то оказывается, что линия, показывающая общее направление костных пластинок этих костей, имеет дугообразную форму. Аналогичное явление можно подметить и на других участках скелета.

Снаружи кости покрыты *надкостницей* (рис. 22). Она представляет собой тонкую соединительнотканную оболочку, имеющую вид пленки и состоящую из двух слоев — наружного, волокнистого, и внутреннего, костеобразующего. Надкостница богата кровеносными сосудами и нервами, идущими к костям.

Благодаря наличию в надкостнице окончаний чувствительных нервов кость при ушибе болезненна. Если надкостница на каком-либо участке скелета отслаивается, например при сильном ушибе, то прилегающий поверхностно лежащий слой кости может омертветь (полного омертвления кости при отслаивании надкостницы обычно не наступает). Более глубоко лежащие слои остаются жизнеспособными, так как получают питание окольным путем — из тех кровеносных сосудов, которые проходят в участках, соседних с поврежденным. В надкостнице имеются клетки, составляющие ее так называемый камбий, которые способны образовывать при различных раздражениях и повреждениях кости новое костное вещество. Клетки надкостницы, вырабатывающие костную ткань, также носят название остеобластов.

Форма костей. Форма костей разнообразна и определяется помимо наследственно передаваемых особенностей условиями функции костей, в том числе влияниями внешнего характера (тягой мышц, прикрепляющихся к костям, действием силы тяжести, давящей на кости, условиями питания и пр.). В тех местах, где к костям прикрепляются мышцы, имеются *шероховатости, бугристости, отростки*.

Различают *длинные* (или *трубчатые*), *короткие* и *плоские* кости (рис. 23). Кроме того, встречаются кости неправильной, или смешанной, формы.

Особенностью *длинных, или трубчатых, костей* является то, что каждая из них имеет длинную, содержащую *костномозговую полость*, среднюю часть, называемую *телом*, или *диафизом*, и два расширенных *конца*, или *эпифиза*. Один эпифиз располагается ближе к туловищу — *проксимальный конец*, а другой — дальше от него — *дистальный конец*. Расширенный конец трубчатой кости, представляющий собой утолщение приблизительно шаровидной или цилиндрической формы, называется *головкой*, а прилегающая к ней суженная часть — *шейкой* кости. На концах кости имеются суставные

* П. Ф. Лесгафт. Основы теоретической анатомии. Ч. I. Спб. 1905.

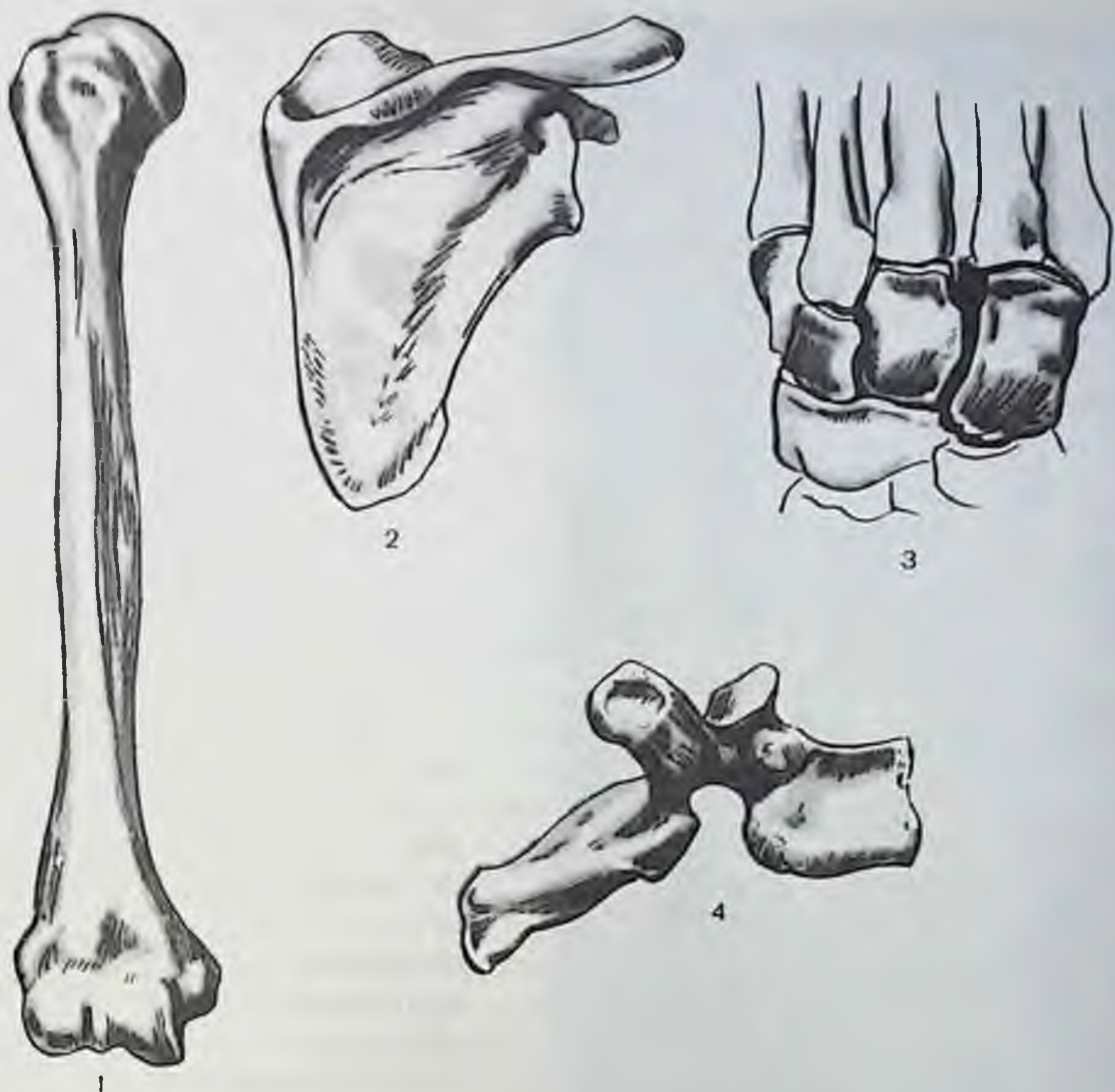


Рис. 23.

Форма костей:

1 — длинная, или трубчатая, кость; 2 — плоская кость; 3 и 4 — короткие кости

поверхности, покрытые гиалиновым хрящом. Они служат для сочленения ее с соседними костями. В костномозговой полости располагается желтый костный мозг, представляющий скопление жировой ткани. Тело трубчатых костей построено преимущественно из компактного костного вещества, а эпифизы — из губчатого. Трубчатые кости составляют большую часть скелета конечностей.

Короткие кости несколько напоминают по форме куб, а в некоторых случаях — шар. У них приблизительно одинаковые поперечный, переднезадний и вертикальный размеры. Из коротких костей образован позвоночный столб. Они имеются также в области запястья и предплюсны и обуславливают достаточную прочность и необходимую подвижность данного участка скелета.

Плоские, или широкие, кости — тонкие, но имеют значительные поперечный и продольный размеры. Эти кости служат для прикрепления мышц и образования полостей, например в области таза. Они поддерживают и защищают от повреждений внутренние



Рис. 24.

Рентгенограмма кости:
 1 — компактное вещество. 2 — губчатое вещество;
 3 — костномозговая полость

органы. В области черепа кости этой формы образуют замкнутую полость, стенки которой защищают мозг.

При изучении той или иной кости необходимо определить, как она располагается в теле живого человека, и рассмотреть, какие поверхности, края, шероховатости, отростки и другие образования она имеет. При изучении костей пользуются следующими основными терминами: *тело, конец (эпифиз), поверхность, край, гребень, отверстие, вырезка, бугор, борозда, канал* и пр.

Рентгеновское изображение кости. Рентгенологический метод, основанный на использовании рентгеновских лучей, играет важную роль в изучении костной системы, поскольку позволяет исследовать особенности строения и развития костей непосредственно на живом человеке. Это обстоятельство существенно повышает значимость рентгеноанатомических данных в спортивной практике, которая нередко требует постоянного контроля за динамикой развития костной системы спортсменов под влиянием физических нагрузок.

На рентгенограммах костей хорошо различимы компактное и губчатое вещество, конфигурация костномозговой полости, которые на обычных анатомических препаратах не видны. Компактное вещество кости дает на рентгенограммах интенсивную контрастную тень, а губчатому веществу соответствует умеренно просветленная тень, имеющая сетевидный рисунок (рис. 24). Костномозговая полость выявляется в виде просветления на фоне общей тени кости. В местах наличия хрящей также имеются участки просветления.

Контуры компактного вещества диафизов обычно четкие и гладкие за исключением тех мест, где прикрепляются к ним мышцы и связки. Чем сильнее развита мускулатура, тем лучше выражены места прикрепления мышц (бугры, отростки, шероховатости). Поэтому наруж-

ный рельеф кости, обусловленный прикреплением мышц, у взрослого человека выражен сильнее, чем у ребенка, а у мужчины — сильнее, чем у женщины. В области эпифизов компактное вещество имеет вид тонкого слоя, окружающего снаружи губчатое вещество. В зависимости от размеров ячеек и костных перекладин губчатого вещества рентгеновское изображение его имеет более или менее подчеркнутый рисунок.

Кровоснабжение и иннервация костей. Кости кровоснабжаются ветвями близлежащих артерий. В надкостнице артериальные сосуды образуют сравнительно густую сеть, от которой отходят тонкие ветви, проникающие непосредственно в костное вещество через специальные *питательные отверстия*. Этими отверстиями начинаются *питательные каналы*, идущие обычно перпендикулярно к продольной оси кости. Из питательных каналов кровеносные сосуды попадают в *каналы остеонов*, где залегают *кровеносные капилляры*. По каналам остеонов кровеносные сосуды достигают капиллярной сети костного мозга, из которой формируются начальные венозные сосуды кости. Венозная кровь от костей оттекает в близлежащие вены.

В иннервации костей принимают участие близко расположенные нервы, ветви которых образуют в надкостнице сплетение. Одна часть нервных волокон заканчивается в надкостнице, а другая вместе с кровеносными сосудами проникает в каналы остеонов.

СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ

В зависимости от подвижности отдельных звеньев скелета кости в теле человека соединяются между собой различными способами. Наиболее простым видом соединения костей является *непрерывное соединение*, при котором одна кость соединяется с другой с помощью непрерывного слоя менее прочной, но более эластичной ткани, чем костная ткань. Для таких соединений характерна небольшая подвижность костей. Более совершенным является *прерывное соединение*, когда между концами соединяющихся костей имеется щель, или суставная полость. Прерывные соединения отличаются значительно большей подвижностью, чем непрерывные.

Наряду с непрерывными и прерывными соединениями различают еще так называемые полусуставы — *симфизы (сращения)*. К ним, в частности, относят *лобковый симфиз*, представляющий собой соединение с помощью хряща, внутри которого имеется небольшая полость. По характеру строения и степени подвижности симфизы близки к непрерывным соединениям.

Непрерывные соединения могут быть образованы с помощью соединительной ткани — *фиброзные соединения*, а также с помощью хряща — *хрящевые соединения*. К непрерывным соединениям относятся и *синостозы* — соединения посредством костной ткани.

К **фиброзным соединениям (синдесмозам)** относятся *связки, межкостные перепонки и межкостные швы* (рис. 25).

Связки служат в основном для укрепления различных соединений костей. Однако отдельные мощные связки, проходящие вблизи суставов, могут ограничивать движения в них. Связки представляют собой

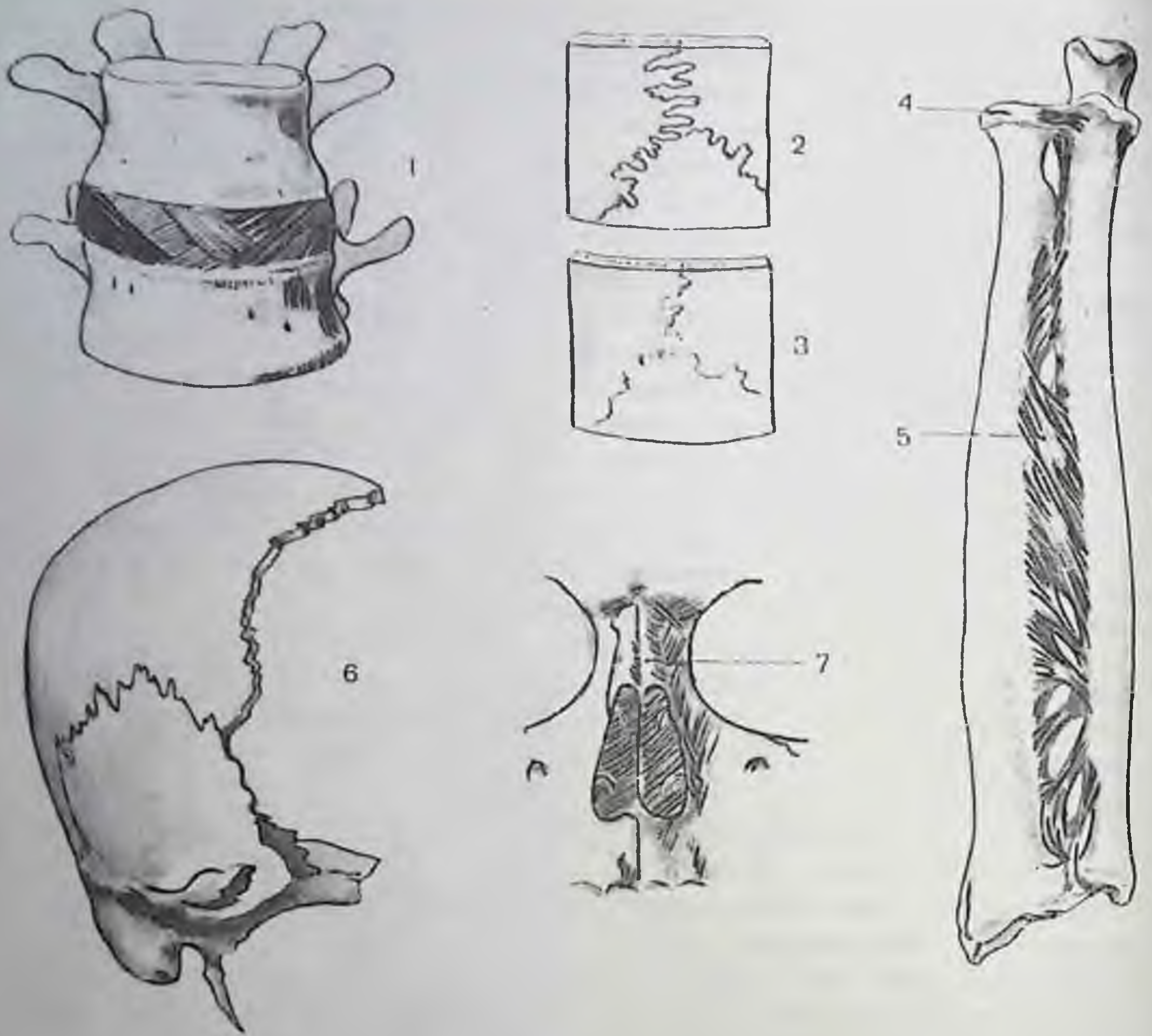


Рис. 25.

Различные виды непрерывных соединений костей:

1 — межпозвоночный диск (синхондроз); 2 — трубчатый шов (синдесмоз); 3 — синдесмоз, перешедший в сино-стоз; 4 — кольцевая связка (синдесмоз); 5 — межкостная перепонка; 6 — чешуйчатый шов; 7 — плоский шов (ориг. М. Ф. Иванецкого)

соединительнотканые тяжи, крепость которых увеличивается тем, что составляющие их волокна идут не параллельно, а имеют перекрестный и косой ход. Некоторые из связок, как, например, подвздошно-бедренная, длинная подошвенная и другие, могут выдерживать очень большую нагрузку на растягивание, равную несколькимстам килограммов.

Построены связки из плотной соединительной ткани, богатой коллагеновыми волокнами (рис. 26). Однако встречаются и такие связки, которые содержат значительное количество эластических волокон. Эти связки обладают меньшей крепостью, чем остальные фиброзные соединения, но зато большей гибкостью. Примером эластических связок могут служить соединения, встречающиеся у человека в области позвоночного столба, — так называемые желтые связки, расположенные между дугами позвонков.

Межкостные перепонки на значительном протяжении соединяют

расположенные по соседству кости, например кости предплечья или кости голени, и закрывают некоторые костные отверстия, например запирающее отверстие тазовой кости. Они являются дополнением к костному скелету, увеличивая поверхность места начала мышц. Межкостные перепонки не полностью закрывают пространство между костями, образуя отверстия для прохождения кровеносных сосудов и нервов.

К фиброзным соединениям относятся также швы черепа. Они характеризуются тем, что между двумя смежными костями находится небольшая прослойка соединительной ткани. С возрастом может наблюдаться замещение соединительной ткани швов костной тканью, фиброзного соединения костным (*синостозом*).

Хрящевые соединения (синхондрозы) представляют собой хрящевые прослойки между костями. Они обладают значительной прочностью и упругостью, благодаря чему могут выполнять функции рессорного характера. Подвижность этого вида соединений сравнительно невелика и зависит от высоты данной хрящевой прослойки: чем она больше, тем больше подвижность, и наоборот.

Хрящевая ткань относится к тканям внутренней среды организма, выполняет опорную функцию и отличается упругой консистенцией. Она состоит из хрящевых клеток — хондроцитов и большого количества *межклеточного вещества* (рис. 27), которое содержит *хондриновые волокна*, идентичные по строению коллагеновым волокнам, и *основное вещество*, представляющее собой гелеобразную субстанцию, богатую мукополисахаридами. В зависимости от строения межклеточного вещества различают *гиалиновый, волокнистый и эластический хрящи*.



Рис. 26.
Плотная оформленная соединительная ткань

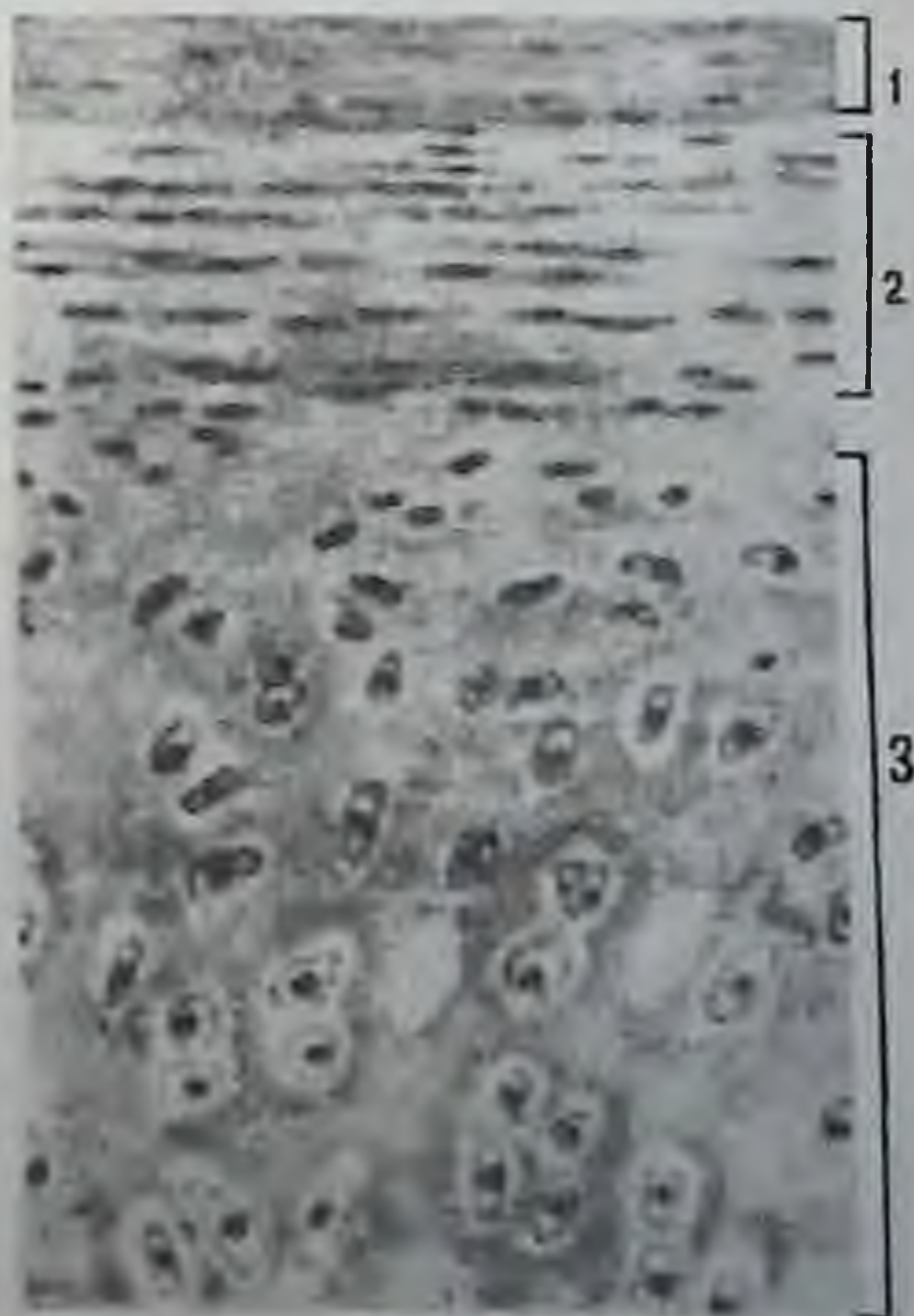


Рис. 27.
Гиалиновый хрящ:
1 — надхрящница, 2 — краевая часть хряща, 3 — собственно хрящевая ткань

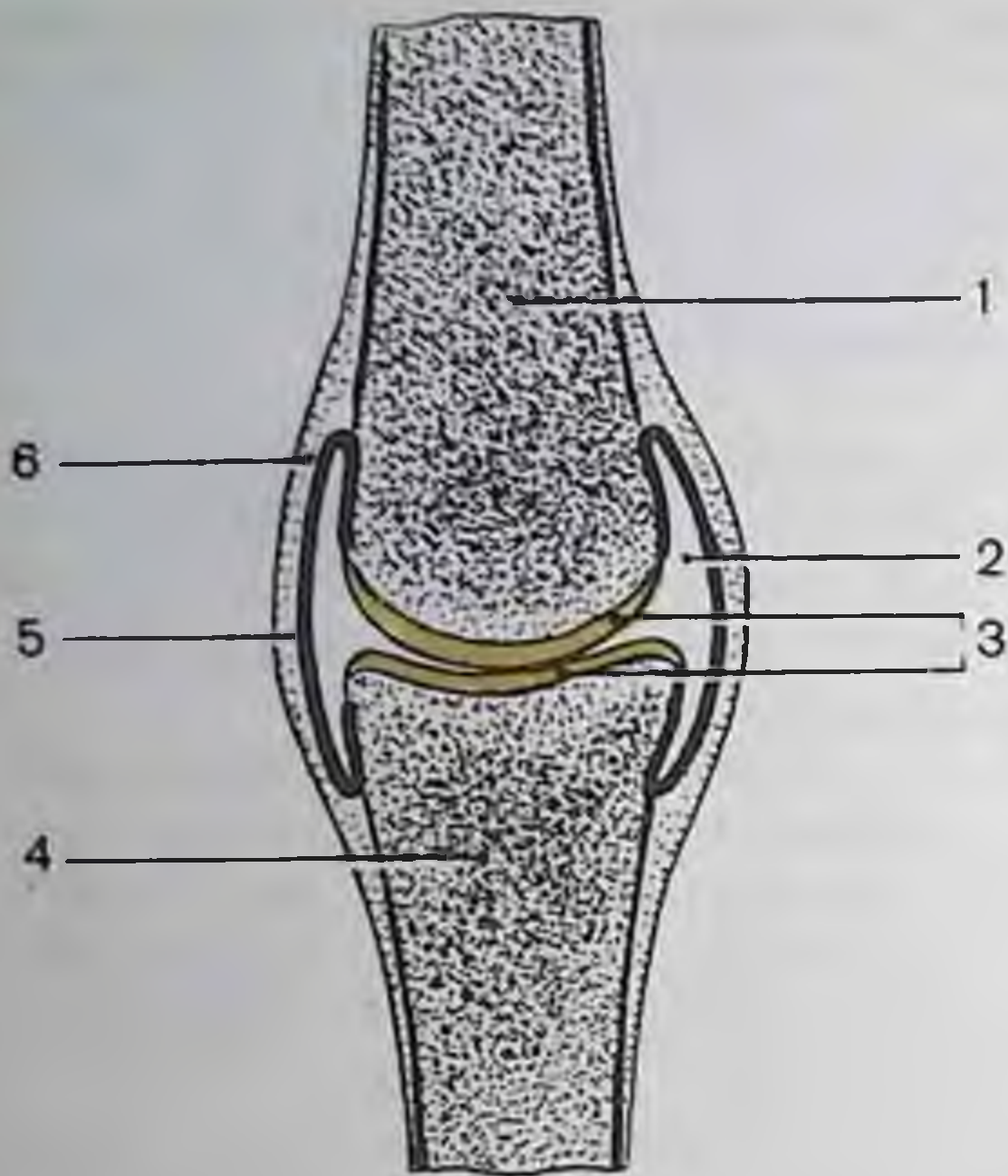


Рис. 28.

Схематическое строение сустава:

1 и 4 — суставные концы костей; 2 — суставная полость; 3 — суставной хрящ; 5 — синовиальная мембрана суставной капсулы; 6 — суставная капсула

сочленяющихся костей, *суставную капсулу*, окружающую суставные концы сочленяющихся костей, и *суставную полость* в виде щели между суставными поверхностями костей (рис. 28).

Суставные поверхности костей по своей форме соответствуют друг другу, т. е. если на одной кости имеется выпуклость, то на другой — соответствующая ей вогнутость. Такое соответствие поверхностей сочленяющихся костей носит название *конгруентности*. Суставные поверхности костей покрыты слоем *гиалинового хряща*, который увеличивает их конгруентность. Головки трубчатых костей покрыты более толстым слоем гиалинового хряща в средней, наиболее выпуклой, части и более тонким — по периферии. У соответствующих этим головкам суставных впадин, напротив, гиалиновый хрящ более тонкий в середине, а более толстый — по краям.

Поверхность гиалинового хряща, обращенная в полость сустава, гладкая, что облегчает движение одной кости относительно другой. Благодаря эластичности гиалинового хряща в суставах происходит смягчение ударов и сотрясений, которые могут испытывать сочленяющиеся кости при ходьбе, прыжке и других движениях. Кроме того, эластические свойства хряща, его способность деформироваться, оказывают некоторое влияние на увеличение подвижности в суставах.

Суставная капсула состоит из двух слоев: наружный слой образует *фиброзная мембрана*, а внутренний — *синовиальная мембрана*. Фиброзная мембрана, по сути дела, представляет собой переход надкостницы одной из сочленяющихся костей в надкостницу

Большей упругостью, но меньшей крепостью обладают синхондрозы, построенные из гиалинового хряща. Примером таких синхондрозов могут служить эпифизарные хрящи, находящиеся между телами и концами трубчатых костей в период их роста и в дальнейшем замещаемые костной тканью. В результате замещения в синхондрозах хрящевой ткани костной синхондроз превращается в синостоз. Так происходит замещение костной тканью *эпифизарных хрящей*, и эпифизы срастаются с диафизом в трубчатых костях.

Прерывные соединения еще называются *синовиальными соединениями* или *суставами* (articulatio).

В суставе различают *суставные поверхности* сочле-

другой. Пучки фиброзной мембраны идут в различных направлениях, причем можно выделить пучки, расположенные более поверхностно и идущие в продольном направлении, и пучки, расположенные более глубоко и ориентированные поперечно.

Синовиальная мембрана построена из рыхлой соединительной ткани. Она доходит до суставных хрящей. Ее внутренняя поверхность, обращенная в сторону сустава, гладкая и блестящая. Эта поверхность покрыта слоем эндотелиальных клеток. Синовиальная мембрана выделяет в полость сустава *синовию* — липкую прозрачную жидкость, которая по функции является своего рода смазкой, способствующей уменьшению трения сочленяющихся в суставе костей.

Толщина суставной капсулы не везде одинакова. Обычно там, где капсула не покрыта мышцами, она толще, в других же местах — тоньше. Нередко в капсулу сустава вплетаются связки, укрепляющие ее.

С у с т а в н а я п о л о с т ь представляет собой герметически закрытое пространство щелевидной формы, заполненное синовиальной жидкостью. Суставная полость ограничена суставными поверхностями костей, которые плотно прилежат друг к другу, и синовиальной мембраной. В суставной полости отрицательное давление (т. е. меньше атмосферного), в результате чего суставные поверхности удерживаются в соприкосновении друг с другом. Так, например, если на подвешенном трупe перерезать находящиеся около тазо-бедренного сустава мягкие ткани, не повреждая капсулы этого сустава, то одного лишь отрицательного давления будет достаточно, чтобы удержать в соприкосновении суставные поверхности, хотя расхождению их способствует внешняя сила в виде тяжести нижней конечности; при повреждении же суставной капсулы воздух попадает в полость сустава, вследствие чего давление в ней становится равным атмосферному и происходит расхождение суставных поверхностей.

Удержанию костей в сочленованном состоянии способствует и ряд других факторов. Среди них важную роль играет прочность суставной капсулы, которая достигается за счет толщины фиброзной мембраны и связок. Тяга мышц, проходящих около того или иного сустава, также имеет исключительно важное значение в его укреплении. В большей мере это относится к тем суставам, подвижность в которых очень велика (плечевой сустав).

Наряду с основными элементами суставов в них встречаются *д о б а в о ч н ы е о б р а з о в а н и я*, имеющие непосредственное отношение к специфике биомеханики в том или ином суставе. Среди добавочных образований различают *складки* синовиальной мембраны, *внутрисуставные хрящи (диски, мениски), связки*.

Складки синовиальной мембраны в некоторых суставах, например в коленном, содержат жировую ткань и носят название жировых складок. Суставные диски, находящиеся в некоторых суставах, представляют собой пластинки волокнистого хряща, делящие полость сустава на два отдела. Если в середине диска есть отверстие, то такой диск принято называть суставным мениском. Диски и мениски увеличивают конгруэнтность сочленяющихся поверхностей и рессорные свойства суставов. Вместе с тем они увеличивают степень подвижности в суставах. Ту же

функцию несут и синовиальные складки. Их можно обнаружить во всех суставах, включая самые мелкие, например суставы между фалангами пальцев. В некоторых суставах, например в плечевом, по краю суставной впадины имеется прикрепленная к этому краю суставная губа, построенная из волокнистого хряща. Суставные губы увеличивают площадь соприкосновения сочленяющихся поверхностей и способствуют более равномерному давлению одной кости на другую.

Связочный аппарат у разных суставов построен не одинаково. В одних случаях связки сустава представляют собой утолщенные места суставной капсулы (например, подвздошно-бедренная связка); в других — связки находятся на некотором, иногда довольно значительном, расстоянии от суставной сумки (например, крестцово-остистая и крестцово-бугорная связки); в третьих — связки расположены внутри суставов (например, крестообразные связки коленного сустава). Связки, укрепляя суставы, одновременно играют роль тормозов, ограничивающих подвижность сочленяющихся в суставе костей. Путем систематических упражнений можно увеличить эластичность связочного аппарата и вместе с тем увеличить степень подвижности в суставе.

Биомеханика суставов. Каждое свободное твердое тело имеет шесть так называемых «степеней свободы». Оно обладает возможностью производить следующие «неприводимые» перемещения: три перемещения поступательного характера (соответственно направлению трех основных осей системы координат — поперечной, сагиттальной и вертикальной) и три вращательных движения около этих осей. Если тело в одной своей точке закреплено, оно уже не может производить перемещения и его движения ограничиваются вращениями около трех осей, т. е. тело имеет три степени свободы. В том случае, когда закрепленными оказываются две точки тела, оно обладает только одной степенью свободы. И, наконец, при трех закрепленных точках число степеней свободы тела равно нулю.

Все звенья скелета связаны между собой с помощью суставов. Таким образом, максимальное число степеней свободы, которым может обладать одно звено тела по отношению к другому, смежному с ним, звену, равняется трем.

Степень подвижности в том или ином суставе зависит от особенностей его строения, и прежде всего от формы суставных поверхностей сочленяющихся костей. В связи с этим суставы различают по форме.

Шаровидные суставы являются наиболее подвижными соединениями костей в теле человека. Они имеют три взаимно перпендикулярные оси вращения: сагиттальную, поперечную и вертикальную. Вокруг сагиттальной оси возможно *отведение* (abductio) и *приведение* (adductio), вокруг поперечной — *сгибание* (flexio) и *разгибание* (extensio), вокруг вертикальной — *вращение* (rotatio), которое включает *поворот внутрь* (pronatio) и *поворот наружу* (supinatio). Наряду с описанными движениями возможно еще *круговое движение* (circumductio), при котором происходит пересечение основных осей вращения в суставе, в результате чего свободный конец кости описывает круг.

К шаровидным суставам относят также *ореховидный* (или *чашеобразный*) сустав, в котором суставные поверхности больше полусферы.

Эллипсоидные суставы имеют две оси вращения — поперечную и сагиттальную. В них возможны сгибание и разгибание, приведение и отведение, а также круговое движение. В некоторых суставах, например в луче-запястном, можно пассивно произвести небольшую ротацию, используя эластические свойства суставного хряща.

К двухосным суставам принадлежат также *седловидные суставы*. Суставная поверхность сочленяющихся в таком суставе костей несколько напоминает форму седла. В этих суставах возможно помимо приведения, отведения, сгибания и разгибания также круговое движение.

Блоковидные и цилиндрические суставы имеют одну ось вращения. Блоковидные суставы в чистом виде находятся, например, между фалангами пальцев. К блоковидным суставам относятся также *винтообразные суставы*. Средняя линия борозды у них идет несколько наискось по отношению к плоскости, перпендикулярной к оси вращения, а при продолжении этой линии образуется не круг, а винт. Примером может служить голено-стопный сустав. В блоковидном суставе возможны два движения — сгибание и разгибание. Цилиндрический сустав напоминает по форме суставной поверхности отрезок цилиндра. В этом суставе возможны повороты внутрь и наружу (луче-локтевой сустав) или направо и налево (атлanto-осевой сустав).

Одной из разновидностей блоковидного сустава являются *мышцелковые суставы*. К таким суставам, в частности, относится коленный сустав, в котором наряду со сгибательно-разгибательными движениями возможна ротация.

Плоские суставы характеризуются тем, что в них нет определенных осей вращения и их суставные поверхности по форме приближаются к плоским. Движения в этих суставах ограничены и могут заключаться в небольшом скольжении одной суставной поверхности относительно другой. Эти движения возможны, несмотря на крепость связочного аппарата. Они происходят отчасти за счет деформации суставных хрящей. Примерами плоских суставов являются соединения многих костей запястья или костей предплюсны.

Степень подвижности в суставах зависит от соответствия сочленяющихся поверхностей (по величине их площадей). Чем это соответствие больше, тем подвижность в суставе меньше, и наоборот. Например, в плечевом суставе площадь суставной поверхности головки плечевой кости значительно больше, чем площадь поверхности суставной впадины лопатки. Плечевой сустав является одним из наиболее подвижных. В суставах плоской формы (например, в суставах между клиновидными костями предплюсны) имеется полное соответствие сочленяющихся поверхностей, и подвижность в этих суставах ничтожна.

Величина подвижности в соединениях костей, в частности в суставах, зависит от особенностей строения этих соединений. Она неодинакова у людей различного возраста, пола, связана с индивидуальными особенностями, степенью тренированности и пр. Большое влияние на эту величину оказывает функциональное состояние нервной системы,

степень ее подготовленности к выполнению движений с большой амплитудой. Многие наблюдения позволяют считать, что во всех соединениях костей, касается ли это суставов, синдесмозов или синхондрозов, у женщин подвижность в среднем больше, чем у мужчин; у лиц молодого возраста больше, чем у лиц старшего возраста; у тренированных в упражнениях «на гибкость» больше, чем у нетренированных.

Классификация суставов. В зависимости от строения и функции суставов их различают: а) по форме суставных поверхностей сочленяющихся костей, б) по числу осей вращения, в) по сложности строения.

По форме суставных поверхностей, как указывалось, имеются шаровидные, блоковидные, седловидные, плоские и т. п. суставы.

По числу осей вращения различают многоосные (трехосные), двухосные и одноосные суставы.

Наряду с этим выделяют простые, сложные и комбинированные суставы. В *простых суставах* соединяются только две кости и, следовательно, имеются две суставные поверхности. Типичным примером могут служить межфаланговые суставы пальцев. В *сложных суставах* сочленяется более двух костей. Нередко сложный сустав может состоять из нескольких функционально самостоятельных простых суставов, как, например, локтевой сустав. Характерной особенностью сложных суставов является то, что составляющие его простые суставы объединены в одно анатомическое образование и имеют общую суставную капсулу. *Комбинированный сустав* представляет собой функциональное объединение двух или нескольких анатомически самостоятельных суставов. Движения в одном суставе невозможны без того, чтобы не происходило движений в другом суставе. Таковы, например, левый и правый височно-нижнечелюстные суставы.

РАЗВИТИЕ СКЕЛЕТА

Опорная функция в организме человека выполняется различными элементами, которые в совокупности образуют скелет. Отличительной особенностью всех элементов скелета является то, что они построены из тканей внутренней среды (соединительной, хрящевой и костной), которые в механическом отношении характеризуются определенным сочетанием прочностных и эластических свойств: чем эластичнее ткань, тем она менее прочна (соединительная ткань), и, напротив, чем прочнее ткань, тем она менее эластична (костная ткань). В результате рационального сочетания этих свойств тканей достигается высокая прочность и хорошая гибкость всего скелета в целом.

Развитие скелета в организме человека протекает постепенно и проходит ряд стадий. В период внутриутробного развития скелет закладывается в виде длинного плотного тяжа клеток, идущего от головного до хвостового конца туловища, и носит название спинной струны или хорды. По бокам от хорды имеются локальные скопления мезенхимных клеток (первичной, зародышевой соединительной ткани), которые образуют тонкие перепонки между зачатками будущих мышц (см. рис. 7). Это так называемая стадия *перепончатого* (или соединительнотканного) скелета.

По мере развития мышц предъявляются более высокие требования к прочностным свойствам скелета. Уже на 2-м месяце внутриутробного развития большая часть перепончатого скелета заменяется хрящевой тканью. Формируются хрящевые модели будущих костей. Однако элементы соединительнотканного (мягкого) скелета сохраняются в некоторых отделах. Они располагаются преимущественно на стыках хрящевых моделей костей, образуя первичные непрерывные их соединения. Эта стадия развития скелета носит название *хрящевой*. Хрящевой скелет отличается большей прочностью, чем перепончатый, однако и ее еще недостаточно, так как для интенсивно развивающихся мышц зародыша необходима твердая опора.

На 3-м месяце внутриутробного развития начинается формирование *костного скелета*. Процесс замены хрящевой и соединительной тканей костной очень длительный и полностью заканчивается лишь к 18—20 годам, когда организм достигает половой зрелости.

Развитие костей может протекать непосредственно на основе соединительной ткани — это *первичные кости*. Они не проходят хрящевой стадии развития. К ним относятся кости крыши черепа, большинство костей лица, ключица и ряд других костей. Кости, развивающиеся на основе хрящевой ткани, называют *вторичными*. Хрящевую стадию развития проходит большинство костей человеческого тела.

Формирование костной ткани связано с появлением на месте будущей кости специальных клеток — *остеобластов*. Остеобласты быстро размножаются, образуя *ядро окостенения*. Они также участвуют в продукции межклеточного вещества, которое богато неорганическими соединениями, что придает прочность развивающейся костной ткани (рис. 29).

Развитие и рост костей на месте хряща осуществляются путем так называемого *периостального* и *энхондрального окостенений*. Периостальное окостенение происходит снаружи, со стороны надкостницы. Костное вещество, откладывающееся снаружи, вырабатывают имею-

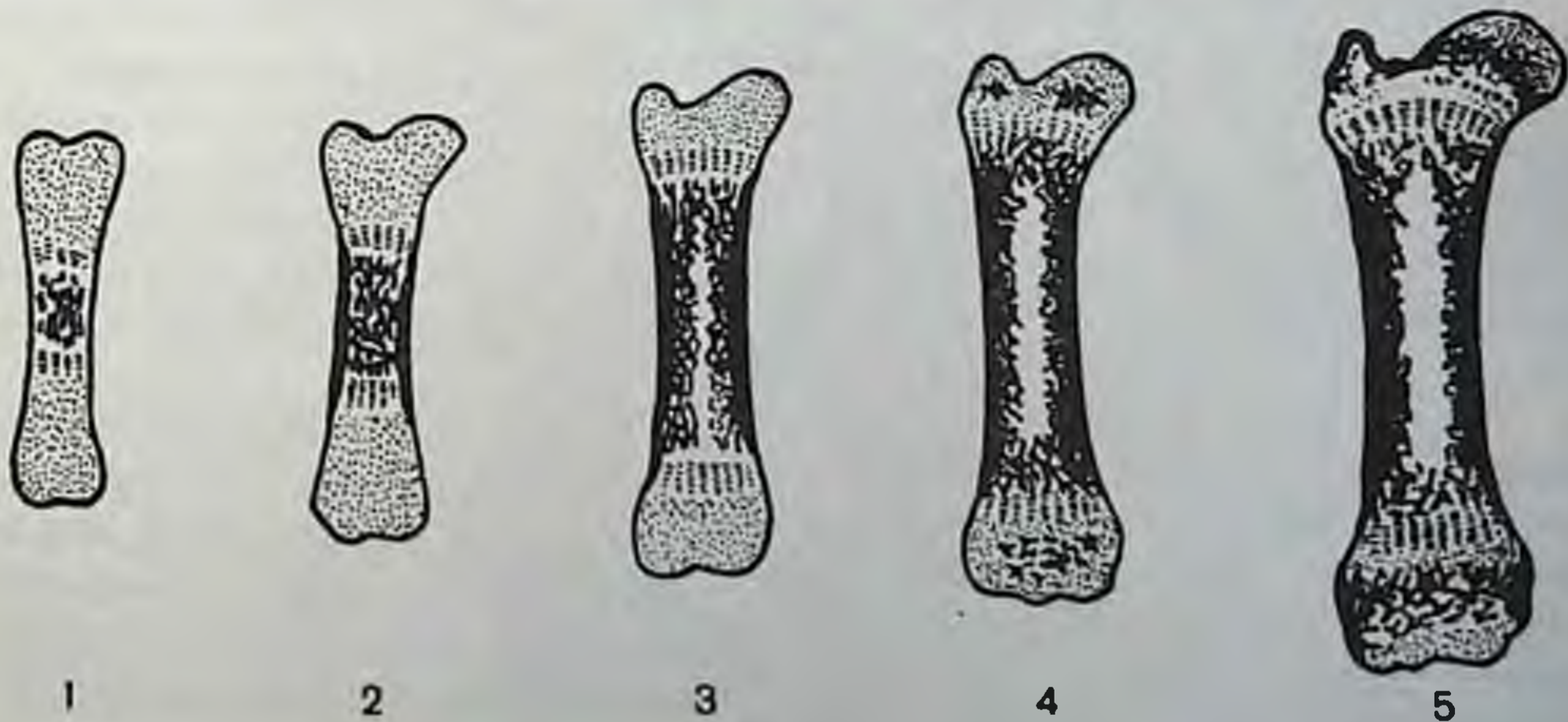


Рис. 29.

Стадии развития кости на месте хряща:

1 — хрящевая модель кости с первичным ядром окостенения в диафизе; 2 — появление слоя периостальной кости; 3 — образование костномозговой полости в костном диафизе; 4 — появление ядер энхондрального окостенения в эпифизах; 5 — полное окостенение, за исключением эпифизарных хрящей и суставных хрящей

щиеся в надкостнице остеобласты. Энхондральное окостенение начинается внутри хрящевой закладки будущей кости. Здесь возникает ядро окостенения, происходит рассасывание хряща и замещение его перекладинами, построенными из костной ткани. Признано, что рост кости в толщину сопровождается не только отложением костного вещества снаружи, но и рассасыванием костной ткани со стороны полости кости, производимым особыми крупными многоядерными клетками — остеокластами. О величине полости трубчатых костей, образующейся благодаря рассасыванию, можно судить, сравнивая, например, бедренную кость новорожденного с той же костью взрослого: бедренная кость новорожденного может поместиться внутри полости бедренной кости взрослого.

Развитие диафиза длинных трубчатых костей происходит путем как периостального, так и энхондрального окостенения. Эпифизы развиваются преимущественно путем энхондрального окостенения. В смешанных костях наблюдается различное сочетание процессов энхондрального и периостального развития костной ткани.

Развитие эпифизов несколько отстает от развития диафизов. Так, к моменту рождения почти все диафизы построены из костной ткани, тогда как в эпифизах имеются лишь ядра окостенения.

После замены хрящевой ткани эпифизов костной тканью в костях остаются тонкие прослойки хрящевой ткани на границе между диафизом и эпифизами. Это — *эпифизарные хрящи*, представляющие собой пример типичного синхондроза. За счет эпифизарных хрящей происходит рост костей в длину в период постнатального развития вплоть до 18—20 лет. Рост в длину отдельных костей может продолжаться до 25 лет.

После этого наблюдается срастание эпифизов с диафизом, т. е. превращение синхондроза в синостоз. Хрящевая ткань, покрывающая суставные концы костей, сохраняется на протяжении всей жизни человека.

Кость представляет собой живое образование, в котором происходят регулируемые нервной системой процессы роста и обмена веществ. В том месте, где кость получает большее и лучшее питание, она развивается быстрее. Наблюдения, касающиеся постнатального развития скелета, показывают, что там, где давление на кость оказывается более сильным, процессы окостенения протекают быстрее, чем в местах, где давление слабее (например, на ноге быстрее, чем на руке; в области нижних позвонков быстрее, чем в области верхних).

Параллельно с развитием костей протекает формирование их соединений. На стадии хрящевого скелета подавляющее большинство соединений является непрерывным. По мере замены хрящевой ткани костной, что стоит в прямой связи с повышением функциональной активности всего двигательного аппарата в целом, происходит преобразование части непрерывных соединений в суставы, с помощью которых достигается больший объем движений.

В процессе развития суставов мезенхима, заполняющая пространство между эпифизами костей, рассасывается, в результате чего между ними образуется щель — будущая суставная полость (рис. 30). Соеди-

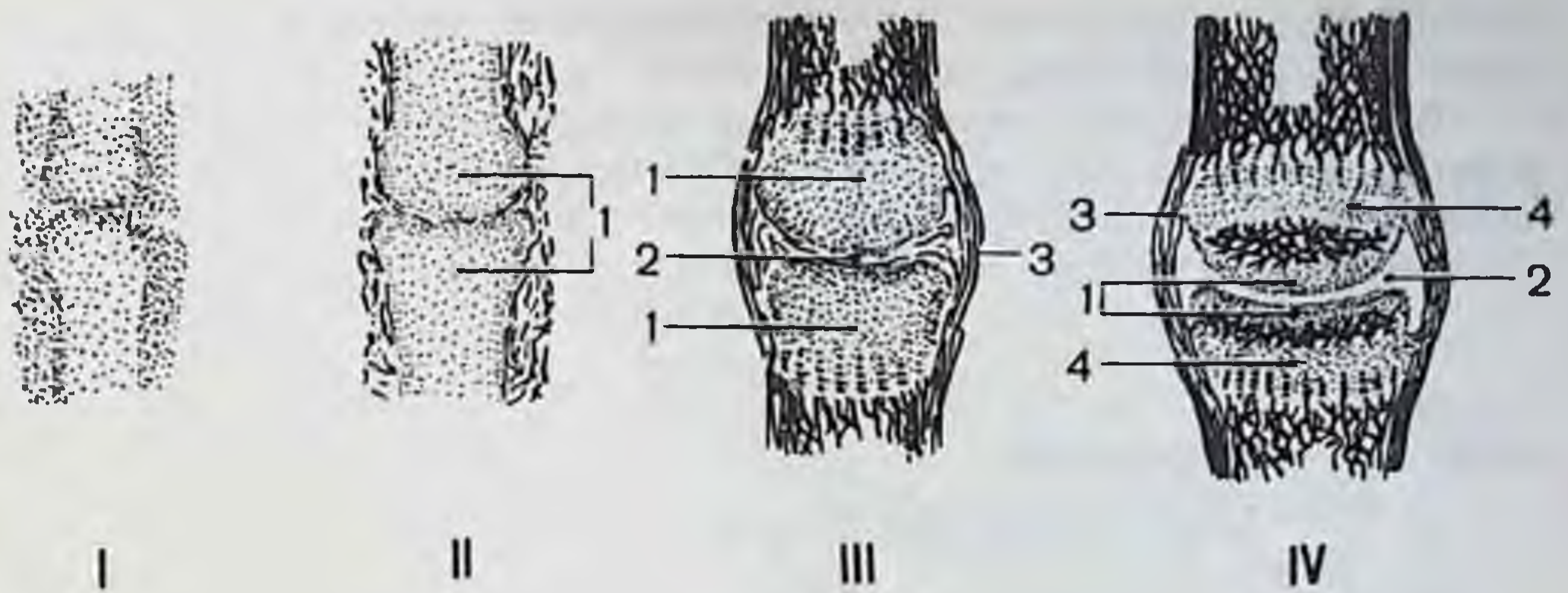


Рис. 30.

Стадии развития сустава:

I — предхрящевая концентрация мезенхимы; II — стадия закладки хрящевых моделей костей; III — формирование полости и капсулы сустава; IV — форма развитого сустава.
 1 — суставные концы костей, покрытые суставным хрящом; 2 — суставная полость; 3 — суставная капсула; 4 — эпифизарный хрящ.

нительнотканые элементы, окружающие суставные концы, напротив, уплотняются и преобразуются в суставную капсулу. Формирование суставов в основном протекает в период внутриутробного развития. Однако окончательное моделирование суставных поверхностей заканчивается уже после рождения.

На рост костей и формирование суставов, особенно на развитие подвижности в них, оказывают влияние многие факторы. Так, занятия физическими упражнениями способствуют выработке более совершенных механических свойств кости в смысле сопротивляемости на излом, изгиб, сдавливание, растяжение, скручивание. В этом отношении пластические свойства кости значительны. Изменения функциональных свойств костей под влиянием физических упражнений протекают под постоянным контролем нервной системы. Характер раздражений, которые получает та или иная кость при выполнении какого-либо физического упражнения, обуславливает особенности изменений, происходящих в ней. Эти изменения сводятся в основном к тому, что в местах наибольшей нагрузки компактный слой кости увеличивается, костные перекладины утолщаются, а само губчатое вещество кости становится более крупноячеистым. Эти структурные изменения происходят одновременно с функциональными изменениями самого вещества кости, выражающимися, в частности, в повышении ее механических свойств. В процессе занятий физическими упражнениями увеличивается приток крови ко всему двигательному аппарату, в частности к костям, но особенно к тем образованиям двигательного аппарата, на которые при выполнении упражнения падает основная нагрузка. Характер ее при занятиях различными физическими упражнениями неодинаков. Так, у гимнастов во время работы на перекладине или на кольцах нагрузка на верхние конечности гораздо больше, чем у бегунов или прыгунов. При одних упражнениях (в упоре) происходит сдавливание костей верхних конечностей по их длине, при других (в висе) — растягивание их в том же направлении. Постоянная тренировка в этих упражнениях не может не

способствовать укреплению костных перекладин, идущих в направлении сдавливания и растягивания этих костей*.

В скелете лучших спортсменов всегда обнаруживаются резко выраженные прогрессивные морфофизиологические изменения. Они носят характер рабочей гипертрофии, усиливают скелет и, безусловно, являются благоприятными.

Глава 2

СКЕЛЕТ ТУЛОВИЩА

ПОЗВОНОЧНЫЙ СТОЛБ

Состав позвоночного столба. П о з в о н о ч н ы й с т о л б является осевым скелетом туловища и выполняет роль твердой опоры тела. Он защищает находящийся внутри *позвоночного канала* спинной мозг и участвует в движениях туловища и головы. Позвоночный столб состоит из отдельных костных сегментов — *позвонков*, которые последовательно соединяются друг с другом (рис. 31). Различают 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 4—5 копчиковых позвонков. Крестцовые и копчиковые позвонки, срастаясь между собой, образуют отдельные кости: *крестец* и *копчик*.

Строение позвонков. П о з в о н о к (vertebra) имеет спереди массивное *тело*, а сзади *дугу* с отходящими от нее *отростками* (рис. 32). Тело позвонка на наружной поверхности имеет плотное костное вещество, внутри же содержит губчатое вещество, направление пластинок которого идет вертикально и горизонтально. Своими нижней и верхней поверхностями тела выше- и нижележащие позвонки соединяются при помощи межпозвоночных дисков.

Передняя поверхность тела позвонка, так же как и боковые, имеет несколько вогнутую форму, задняя поверхность обращена в сторону *позвоночного отверстия*, которое располагается между телом позвонка и его дугой.

Позвоночные отверстия, налегая одно на другое, в совокупности образуют *позвоночный канал*, в котором находится спинной мозг. Так как дуга позвонка у места прикрепления к его телу имеет снизу и сверху *вырезки*, то каждые две вырезки выше- и нижележащего позвонков образуют *межпозвоночное отверстие*, через которое проходят спинно-мозговые нервы и кровеносные сосуды.

Каждый позвонок имеет семь отростков. Непарный, обращенный кзади отросток называется *остистым*. Он служит для прикрепления связок и мышц. Остальные отростки — парные. К ним принадлежат *поперечные отростки*, направленные в стороны от позвонков и лежащие приблизительно во фронтальной плоскости, и *верхние* и *нижние суставные отростки*. Поперечные отростки служат для прикрепления мышц, связок, а суставные — для сочленения с такими же отростками

* Изменения скелета в процессе занятий спортом более подробно описаны в учебном пособии В. И. Козлова и А. А. Гладышевой «Основы спортивной морфологии». М., ФиС, 1977.

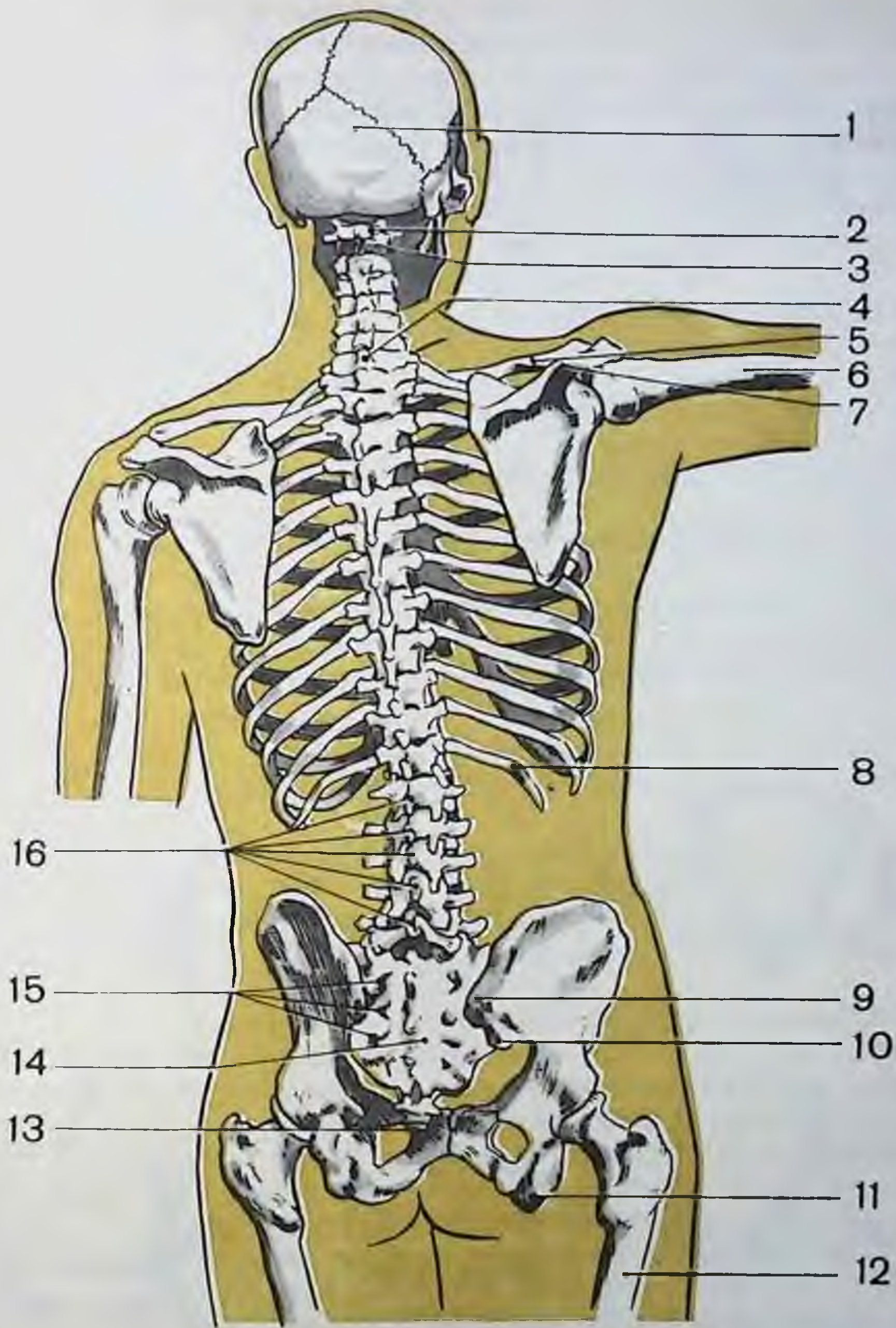


Рис. 31.

Скелет туловища, шеи и головы (вид сзади):

1 — затылочная кость; 2 — атлант; 3 — остистый отросток второго шейного позвонка (осевого); 4 — остистый отросток седьмого шейного позвонка; 5 — ключица; 6 — плечевая кость; 7 — ость лопатки; 8 — двенадцатое ребро; 9 — задняя верхняя подвздошная ость; 10 — задняя нижняя подвздошная ость; 11 — седалищный бугор; 12 — бедренная кость; 13 — копчик; 14 — крестец; 15 — задние крестцовые отверстия; 16 — остистые отростки поясничных позвонков (ориг. М. Ф. Иваницкого)

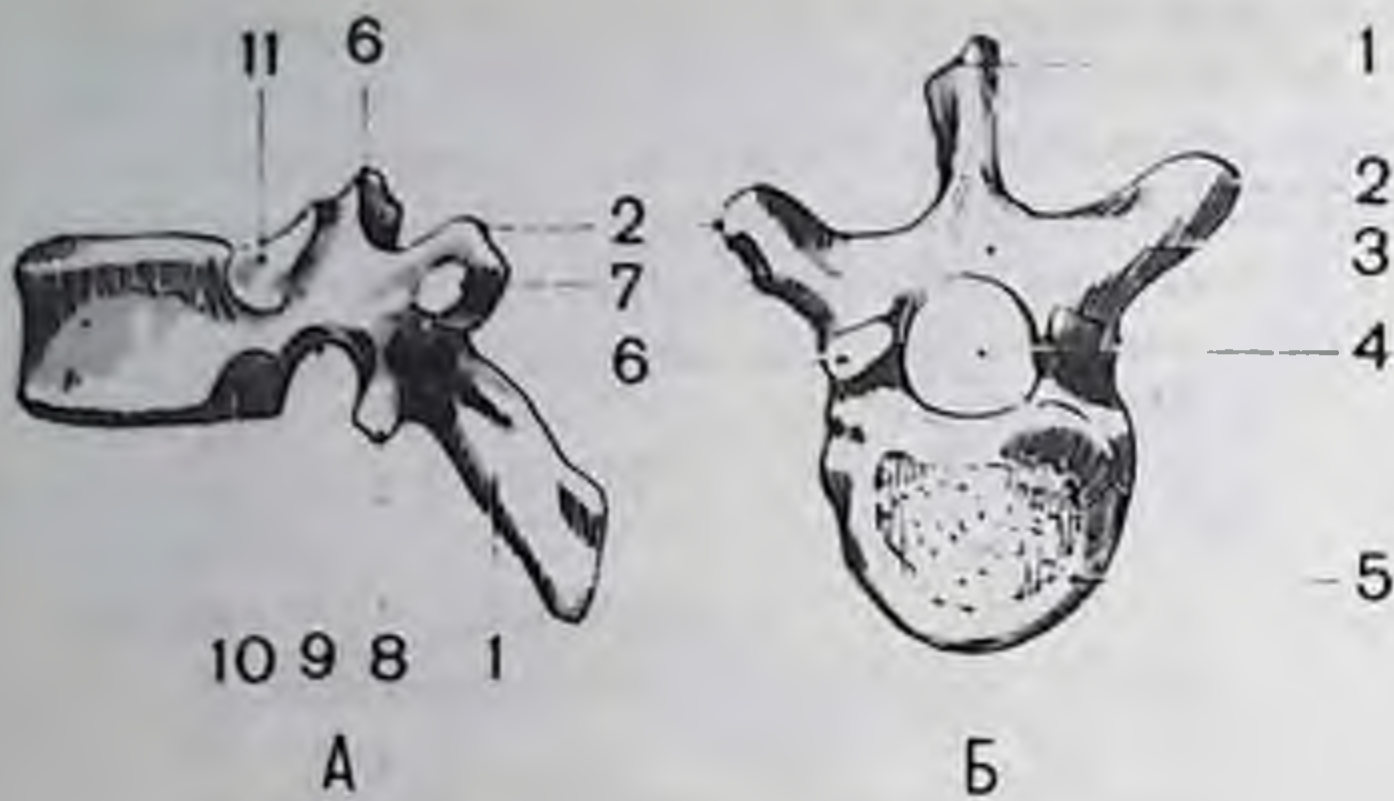


Рис. 32.
Грудной позвонок (А — вид сбоку, Б — вид сверху):
1 — остистый отросток, 2 — поперечный отросток; 3 — дуга позвонка; 4 — позвоночное отверстие; 5 — тело позвонка; 6 — верхний суставной отросток; 7 — поперечная реберная ямка; 8 — нижний суставной отросток; 9 — нижняя позвоночная вырезка; 10 — нижняя реберная ямка; 11 — верхняя реберная ямка

выше- и нижележащих позвонков и образования межпозвоночных суставов.

В различных отделах позвоночного столба позвонки имеют разные размеры, форму и величину отростков, что обусловлено особенностями движения туловища и силами сдавления, действующими на позвонки.

Шейные позвонки (*vertebrae cervicales*), начиная со второго, имеют сравнительно небольшое тело, большое позвоночное от-

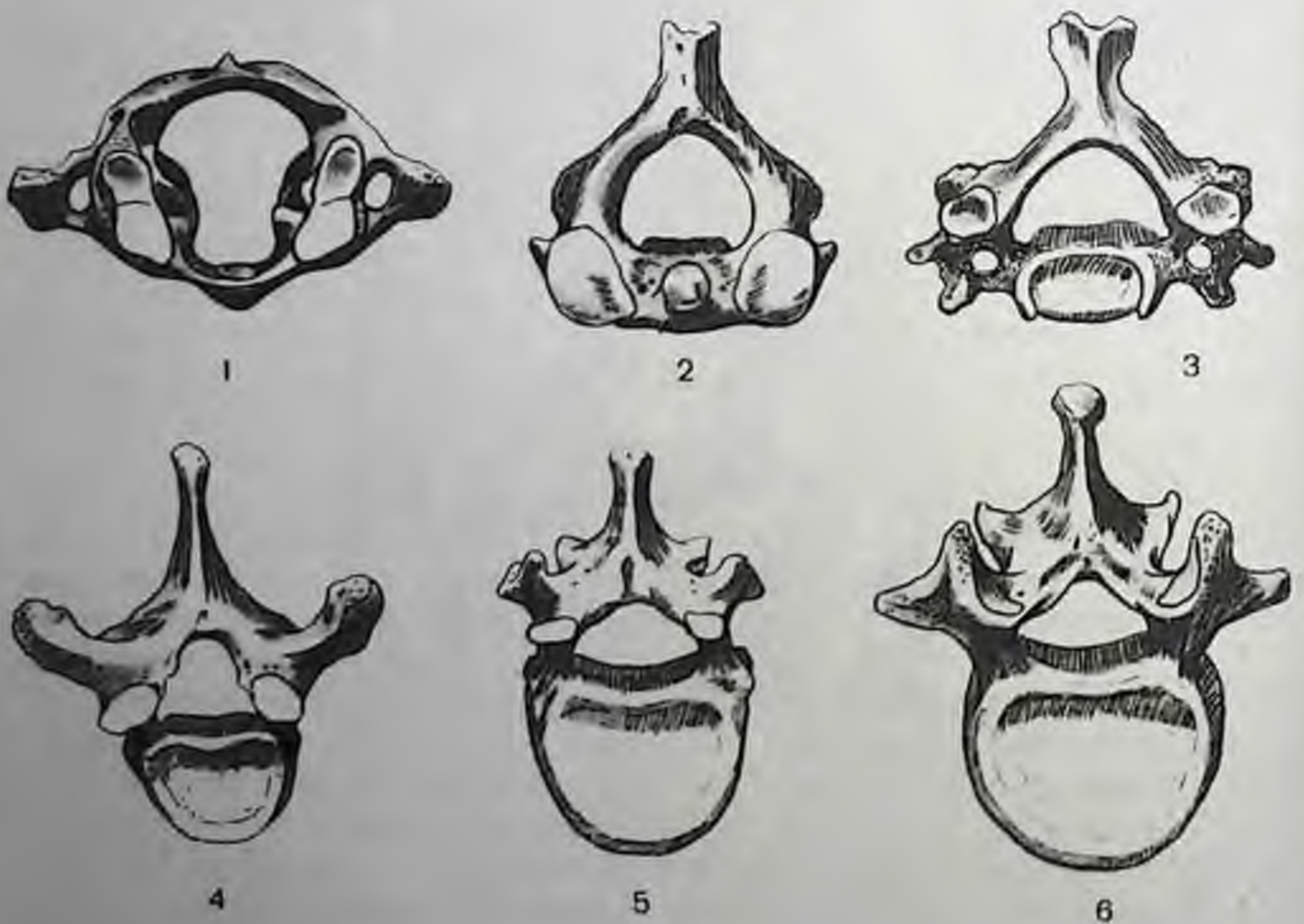


Рис. 33.
Различия в строении позвонков (вид сверху):
1 — атлант; 2 — осевой позвонок; 3 — четвертый шейный позвонок; 4 — пятый грудной позвонок; 5 — двенадцатый грудной позвонок; 6 — поясничный позвонок

верстие, расщепленный на конце остистый отросток (за исключением седьмого позвонка) и отверстия на поперечных отростках; верхняя поверхность шейных позвонков вогнута в поперечном направлении, а нижняя — в переднезаднем (рис. 33). Поперечные отростки шейных позвонков образовались в результате срастания зачатков шейных ребер с собственно поперечными отростками. На поперечных отростках шейных позвонков имеются передние бугорки, которые у шестого шейного позвонка носят название правого и левого *сонных бугорков*. Кпереди от каждого из них проходит общая сонная артерия.

Первый шейный позвонок, *атлант*, не имеет тела, вырезок, остистого отростка и представляет собой кольцо, образованное *передней и задней дугами*. Спереди на передней дуге и сзади на задней дуге находятся *бугорки*. На задней поверхности передней дуги есть небольшая суставная поверхность для сочленения с зубовидным отростком второго позвонка. По бокам атланта имеются массивные утолщения — *латеральные массы*, снабженные сверху и снизу *суставными поверхностями* для сочленения с затылочной костью и вторым шейным позвонком.

Второй шейный позвонок, *осевой позвонок*, имеет дополнительный отросток, так называемый *зуб*, который представляет собой не что иное, как часть тела атланта, приросшую ко второму позвонку. По бокам от зуба, имеющего спереди суставную поверхность для сочленения с передней дугой атланта, находятся *верхние суставные площадки* для сочленения с нижними суставными поверхностями атланта.

Седьмой шейный позвонок, *выступающий позвонок*, имеет хорошо развитый остистый отросток, резко выдающийся под кожей. Он легко прощупывается и служит опознавательной точкой для отсчета позвонков. Остистые отростки вышележащих позвонков прощупываются значительно хуже.

Грудные позвонки (vertebrae thoracicae) сочленяются с ребрами, поэтому они имеют на боковой поверхности своего тела, у места соединения дуги позвонка с его телом, *реберные ямки* (см. рис. 33). Поскольку ребра обычно соединяются с двумя рядом лежащими позвонками, то у большинства грудных позвонков имеются по две неполные реберные ямки: одна на верхнем краю тела позвонка, а другая — на нижнем. Две такие полуямки двух соседних позвонков, дополняя друг друга, составляют между их телами одно общее углубление, с которым сочленяется головка ребра. Исключение составляют первый грудной позвонок (он имеет ямку для первого ребра и полуямку для второго), а также одиннадцатый и двенадцатый (они имеют по одной ямке). На поперечных отростках всех остальных грудных позвонков находятся также суставные поверхности (*поперечные реберные ямки*) для сочленения с бугорками ребер. Остистые отростки грудных позвонков располагаются наклонно и налегают друг на друга как бы в виде черепиц, особенно в области среднего участка грудного отдела. Сочленяющиеся поверхности суставных отростков расположены преимущественно во фронтальной плоскости.

Поясничные позвонки (vertebrae lumbales) отличаются



Рис. 34.

Крестец и копчик (вид слева):

1 — мус; 2 — ушковидная поверхность; 3 — боковой крестцовый гребень; 4 — срединный крестцовый гребень; 5 — верхушка крестца; 6 — первый копчиковый позвонок

и смотрит в сторону полости таза, задняя, *дорзальная*, поверхность шероховатая и имеет гребни. У крестца различают также *латеральные части*, которые сформировались благодаря срастанию поперечных отростков. На латеральных сторонах крестца имеются *ушковидные поверхности*, служащие для сочленения с правой и левой подвздошной костями. На тазовой и дорзальной поверхностях крестца находятся *тазовые и дорзальные крестцовые отверстия*. Через них проходят спинномозговые нервы и кровеносные сосуды. Между этими отверстиями на тазовой поверхности крестца располагаются поперечные линии, представляющие собой остатки от межпозвоночных дисков крестцового отдела. Дорзальная поверхность крестца имеет по средней линии *срединный крестцовый гребень*, образовавшийся в результате слияния остистых отростков крестцовых позвонков, и два *латеральных гребня*, образовавшихся после слияния поперечных отростков. Кроме того, между срединным и латеральным гребнями проходит с каждой стороны по небольшому *промежуточному гребню*, образовавшемуся на месте слияния суставных отростков. В области основания крестца спереди находится *мус*, а сзади — *суставные отростки*, служащие для сочленения с суставными отростками пятого поясничного позвонка. Через крестец проходит канал, называемый *крестцовым каналом*. Его стенки об-

ся массивностью тела (см. рис. 33). Они имеют короткий, но толстый остистый отросток, направленный горизонтально кзади. Их суставные отростки располагаются приблизительно в сагиттальной плоскости. Кроме того, поясничные позвонки имеют еще небольшие отростки, добавочные и сосковые, не встречающиеся на прочих позвонках.

Прощупывание остистых отростков грудных и поясничных позвонков лучше всего производить при согнутом положении позвоночного столба, когда эти отростки несколько отходят друг от друга. Ориентировочно можно считать, что остистый отросток четвертого поясничного позвонка располагается на прямой, соединяющей гребни подвздошных костей.

К р е с т е ц (*os sacrum*) образуется от слияния 5 крестцовых позвонков (рис. 34). Он представляет собой массивное образование треугольной формы, обращенное *основанием* кверху, а *клиновидной вершиной* книзу. Его передняя, или *тазовая*, поверхность вогнута и

разовались в результате слияния тел и дуг крестцовых позвонков между собой; крестцовый канал является частью общего позвоночного канала. Нижнее отверстие этого канала называется *крестцовой щелью*.

К о п ч и к (*os coccygis*) чаще всего состоит из 4 позвонков (см. рис. 34). Из них лучше всего выражен первый, остальные же обычно представляют собой небольшие косточки шаровидной формы, соответствующие телам позвонков. Других элементов позвонки копчика не имеют.

Соединения позвонков. Различают соединения: между телами позвонков, между их дугами и между отростками (рис. 35).

Между телами позвонков располагаются *межпозвоночные диски* (*disci intervertebrales*), соединяющие их в единую твердую опору туловища. В центре каждого межпозвоночного диска имеется *студенистое ядро*, представляющее собой остаток спинной струны (дорзальной хорды), по периферии — *фиброзное кольцо*, состоящее из волокнистого хряща, отдельные элементы которого, его волокна, идут в горизонтальном и косом направлениях. На поперечных разрезах межпозвоночные диски по форме соответствуют прилегающим поверхностям тел позвонков. На разрезах видно, что студенистые ядра выступают; это объясняется тем, что в силу своей эластичности они стремятся увеличиться в вертикальном направлении и таким образом способствуют некоторому раздвиганию тел позвонков. Благодаря эластичности межпозвоночных дисков позвоночный столб имеет способность несколько амортизировать те сотрясения и удары, которые он испытывает при различных толчках (прыжок, бег и пр.). Высота межпозвоночных дисков в общей сложности составляет одну четверть высоты всей подвижной части позвоночного столба. Известно, что величина подвижности между двумя смежными позвонками зависит от высоты межпозвоночных дисков и от поперечного и переднезаднего размеров тел позвонков. В тех местах, где диски выше, эта подвижность больше. В частности, в

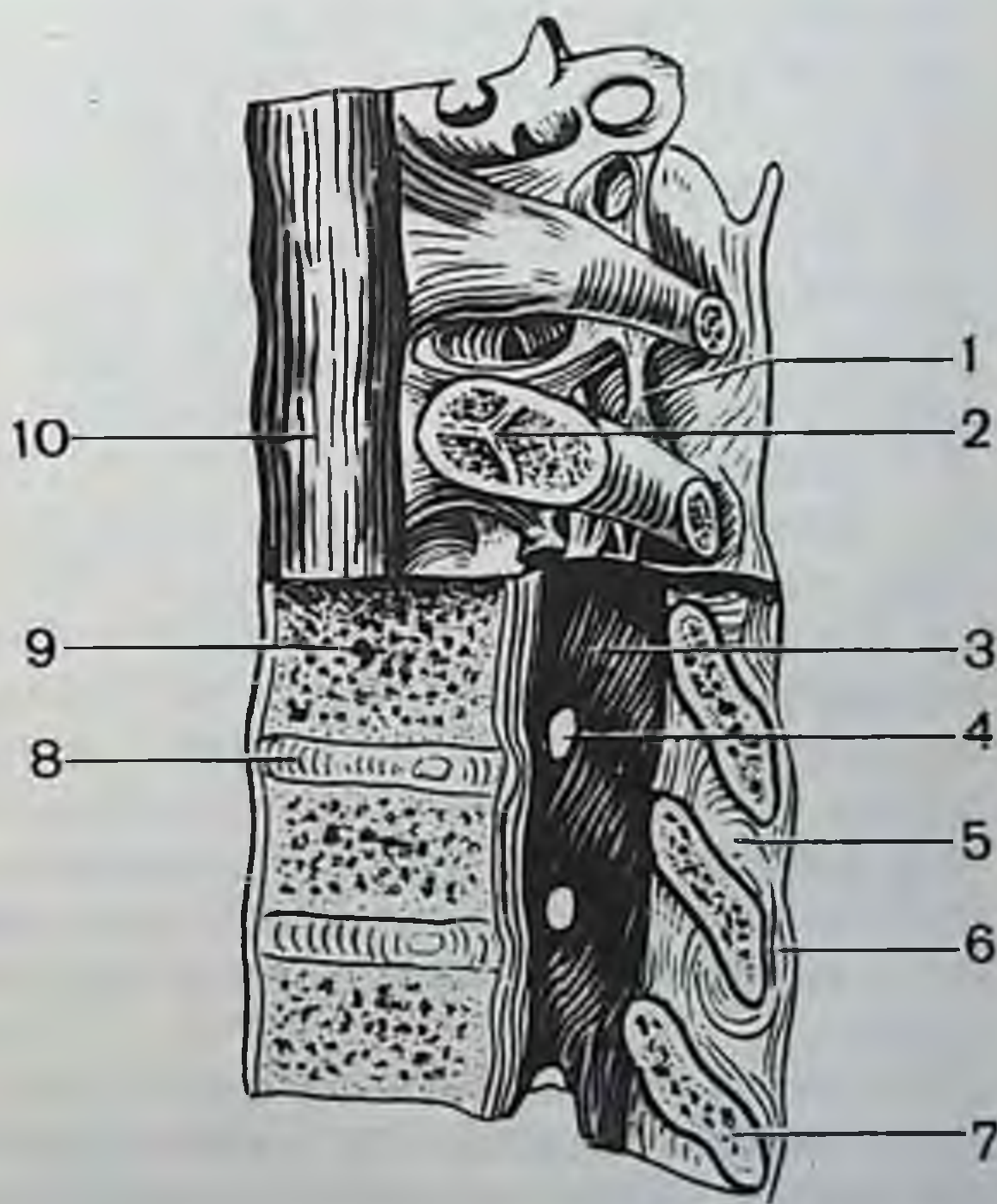


Рис. 35.

Соединения позвонков (грудной отдел позвоночного столба. В нижней части проведен сагиттальный срез):

1 — межпоперечная связка; 2 — сустав головки ребра (в разрезе); 3 — желтая связка; 4 — межпозвоночное отверстие; 5 — межостистая связка; 6 — надостистая связка; 7 — остистый отросток; 8 — межпозвоночный диск; 9 — тело позвонка; 10 — передняя продольная связка

поясничном отделе высота каждого межпозвоночного диска равняется приблизительно одной трети смежного с ним тела позвонка, в шейном отделе — приблизительно одной четверти, в верхней и нижней частях грудного отдела — одной пятой, а в средней части того же отдела — одной шестой.

Основное механическое свойство межпозвоночных дисков заключается в их высокой эластичности, благодаря которой под влиянием давления они увеличиваются в поперечном и переднезаднем размерах, несколько уменьшаясь в вертикальном размере. Будучи освобождены от давления вдоль позвоночного столба, они принимают свои первоначальные размеры. Поэтому в положении лежа тело человека длиннее на 2—3 см, чем в положении стоя.

С возрастом относительная высота межпозвоночных дисков уменьшается. У новорожденного она составляет более 50% высоты всего позвоночного столба, в то время как у взрослых — около 25%. Есть наблюдения, показывающие, что к старости уменьшение высоты позвоночного столба может достигать 7 см.

По передней и задней поверхностям тел позвонков и межпозвоночных дисков проходят *передняя и задняя продольные связки*.

Между дугами позвонков располагаются очень крепкие связки, состоящие из эластиновых волокон, которые придают связкам желтый цвет. Поэтому и сами связки называются *желтыми* (lig. flavum). При движениях позвоночного столба, особенно при сгибании, эти связки растягиваются и напрягаются.

Между остистыми отростками позвонков находятся *межостистые связки*, а между поперечными — *межпоперечные*. Над остистыми отростками по всей длине позвоночного столба проходит *надостистая связка*. Подходя к черепу, она увеличивается в сагиттальном направлении. В этом месте ее называют *выйной связкой*.

Нижние суставные отростки каждого позвонка соединяются с верхними отростками нижележащего позвонка, образуя *межпозвоночные суставы* (articulationes intervertebrales). Форма суставных поверхностей этих отростков плоская, хотя в поясничном отделе она приближается к цилиндрической. Капсула сустава прикрепляется по свободному краю суставных отростков, местами она укреплена фиброзными пучками. Суставные отростки парные, поэтому смежные позвонки соединены двумя суставами, работающими одновременно, т.е. между суставными отростками образуется комбинированный сустав.

Соединение черепа с позвоночным столбом имеет свои особенности и представляет собой комбинацию нескольких сочленений между атлантом и затылочной костью (*атлanto-затылочный сустав*), а также атлантом и осевым позвонком (*атлanto-осевой сустав*). Подобная комбинация сочленений обуславливает большую свободу движений головы вокруг трех осей, как в шаровидном суставе.

Атлanto-затылочный сустав состоит из двух анатомически обособленных суставов (левого и правого) и поэтому в целом является комбинированным суставом. Форма суставных поверхностей эллипсоидная. В этом суставе возможны сгибание и разгибание головы вокруг

поперечной оси, а также наклон головы вправо и влево (т. е. отведение и приведение) вокруг сагиттальной оси.

Три сустава между атлантом и осевым позвонком также объединяются в комбинированный атланто-осевой сустав с одной вертикальной осью вращения; из них непарным является сустав цилиндрической формы между зубом осевого позвонка и передней дугой атланта, а парным — плоский сустав между нижней суставной поверхностью атланта и верхней суставной поверхностью осевого позвонка. При вращении головы вокруг вертикальной оси атлант движется вместе с затылочной костью, играя роль как бы вставочного мениска между черепом и остальной частью позвоночного столба.

В укреплении этих суставов принимает участие довольно сложно построенный связочный аппарат, в состав которого входят прежде всего *крестообразная связка* атланта и *крыловидные связки*. В свою очередь, крестообразная связка состоит из *поперечной связки* атланта и двух пучков, верхнего и нижнего. Поперечная связка проходит сзади зуба и, будучи натянутой между правой и левой боковыми массами атланта, укрепляет его. Крыловидные связки, правая и левая, идут от боковых поверхностей зуба вверх и наружу, прикрепляясь к затылочной кости. Между атлантом и затылочной костью находятся две мембраны, передняя и задняя, закрывающие щели между этими костями.

Соединение копчика с крестцом в молодом возрасте имеет суставную полость, которая с годами превращается в синхондроз. Копчик в этом соединении может смещаться главным образом в переднезаднем направлении. Амплитуда подвижности верхушки копчика у женщин, например, равняется приблизительно 2 см. В укреплении этого хрящевого соединения принимает участие и связочный аппарат.

Изгибы позвоночного столба. Позвоночный столб имеет изгибы: в сагиттальной и фронтальной плоскостях: кпереди — *лордозы*, кзади — *кифозы*, в сторону, правую или левую, — *сколиозы* (рис. 36). Наиболее рано образуется кифоз в грудном отделе. У новорожденного, кроме этого кифоза, изгибы позвоночного столба в переднезаднем направлении мало заметны. Шейный лордоз появляется по мере того, как ребенок начинает держать голову прямо, а поясничный — когда он

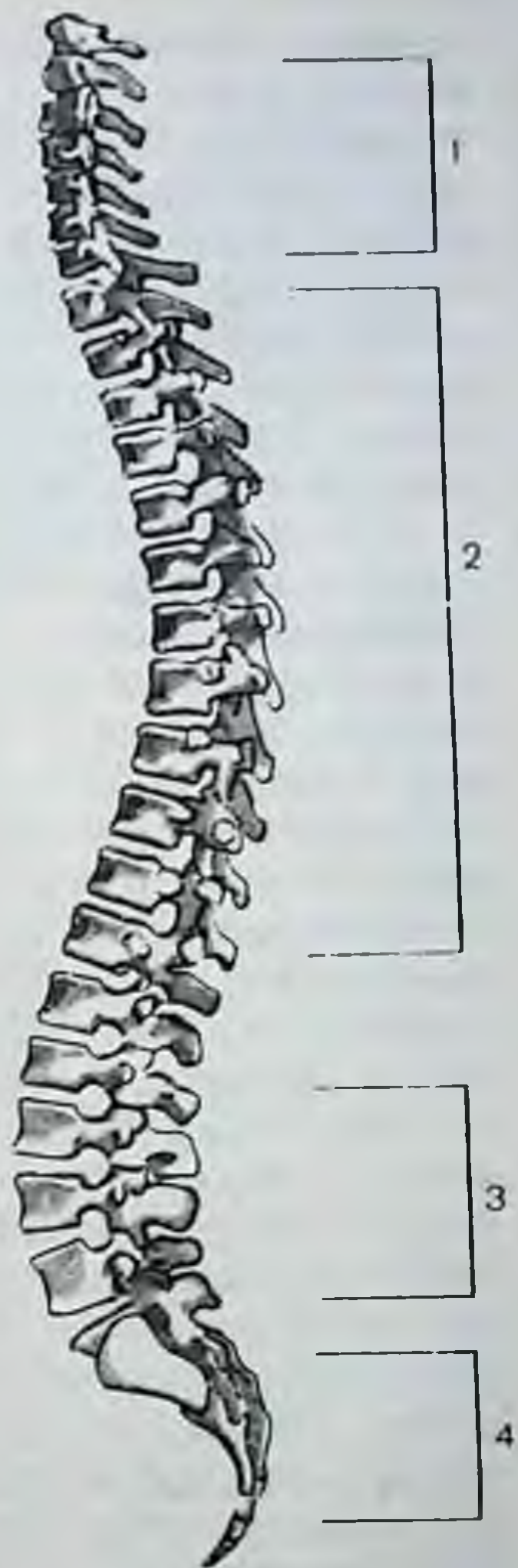


Рис. 36.

Изгибы позвоночного столба:
1 — шейный лордоз; 2 — грудной кифоз;
3 — поясничный лордоз; 4 — крестцовый кифоз

начинает стоять. При передвижении ребенка на четвереньках поясничный лордоз, как и у четвероногих животных, незаметен. Изгибы позвоночного столба отчетливо выявляются к 5—6 годам, окончательно же сформировываются годам к 18—20. Если представить себе вертикаль, проведенную через общий центр тяжести тела, когда человек стоит совершенно прямо, то поясничный лордоз оказывается расположенным кпереди от этой вертикали примерно на 5 см, грудной — кзади приблизительно на 2,5 см и, наконец, шейный — кпереди на 1,5 см. Лордозы, кифозы и сколиозы легче всего изучать по положению линии остистых отростков при рассмотрении ее сзади и сбоку.

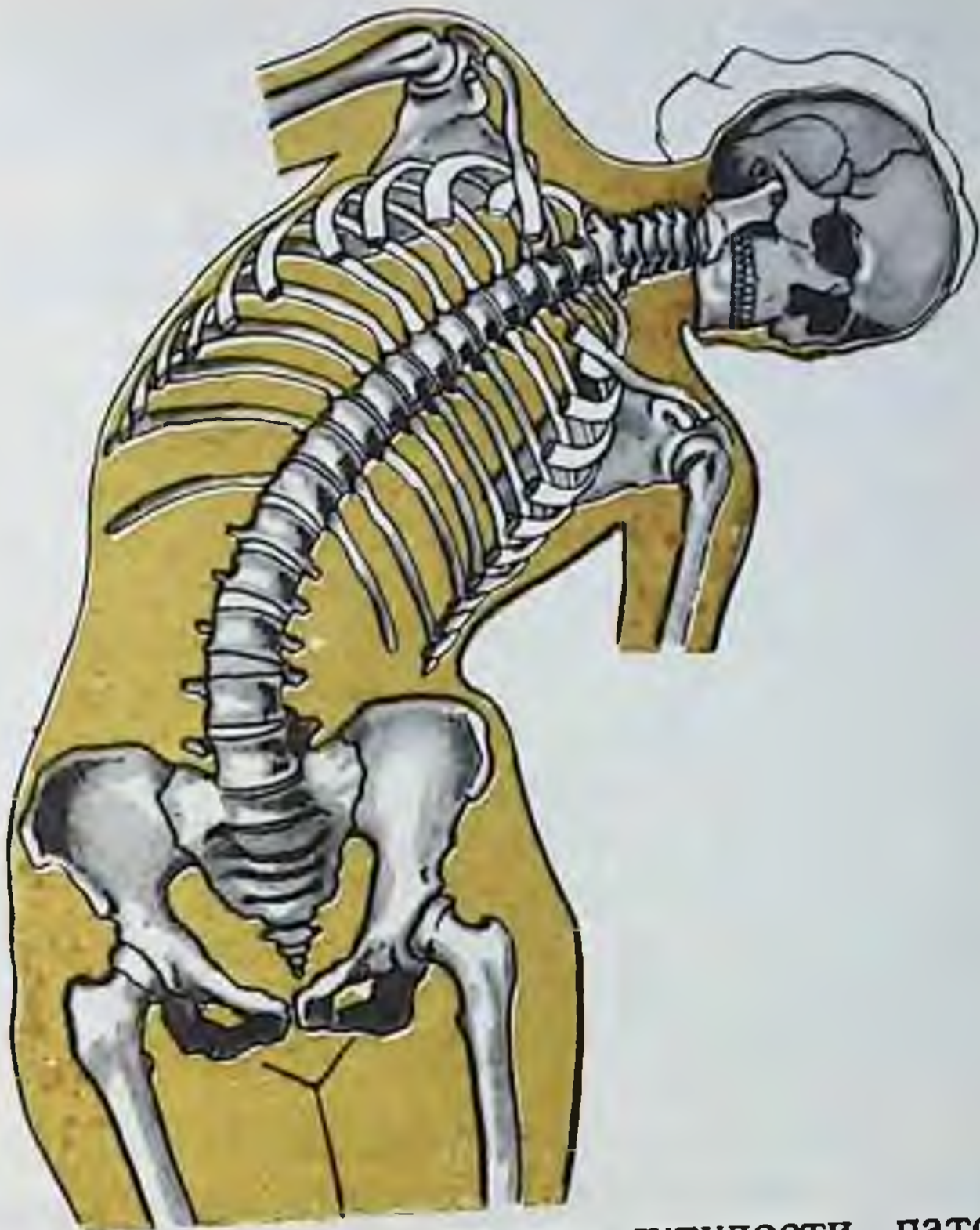
По мере формирования изгибов позвоночного столба меняется и форма межпозвоночных дисков. Если у новорожденного они имеют одинаковую высоту как спереди, так и сзади, то у взрослого на сагиттальном разрезе приобретают несколько клиновидную форму. В области лордозов большая высота клина обращена кпереди, а меньшая — кзади, в области же грудного кифоза, наоборот, большая высота находится сзади, а меньшая — спереди. В крестцовом и копчиковом отделах позвоночный столб имеет изгиб, обращенный кзади. Межпозвоночные диски крестцового отдела имеют временное значение и замещаются на 17—25-м году жизни костной тканью, вследствие чего подвижность крестцовых позвонков друг относительно друга становится невозможной.

Поскольку с возрастом эластические свойства межпозвоночных дисков уменьшаются, восстановление их формы в случае ее изменения становится трудным. Поэтому принято считать, что предупредить сутуловатость, связанную с деформацией межпозвоночных хрящей, легче, чем ее исправить. Изгибы позвоночного столба, обращенные кпереди и кзади, как уже отмечалось, намечаются еще у плода, но окончательно формируются после рождения, во время роста организма в результате влияния различных, главным образом внешних, факторов онтогенеза. Особенно большую роль эти факторы играют в развитии боковых изгибов. Есть наблюдения, свидетельствующие о том, что боковые изгибы обычно образуются у ребенка в первые школьные годы в связи с ассиметричным держанием тела, ассиметричным напряжением мышц при длительном неподвижном сидении.

К числу моментов, влияющих на развитие всех изгибов позвоночного столба, в том числе и боковых, относятся: тонус мышц и ассиметрия их развития, действие силы тяжести, а также влияние привычного держания тела. Степень выраженности поясничного лордоза тесно связана с положением таза и нижних конечностей. Если человек сидит и ноги его согнуты, то поясничный лордоз сглажен; если же он стоит, то вместе с напряжением подвздошно-поясничных мышц, идущих от поясничной части позвоночного столба и от подвздошных костей к бедренным костям, и подвздошно-бедренных связок наклон таза увеличивается, одновременно увеличивается и поясничный лордоз. К этому присоединяется также влияние тонуса длинных мышц, идущих сзади вдоль позвоночного столба и способствующих его удержанию в вертикальном положении (мышца, выпрямляющая туловище).

Физические упражнения оказывают очень большое влияние на раз-

Рис. 37.
Графическая реконструкция с рентгенограмм, показывающая положение позвоночного столба при наклоне туловища вправо (ориг. М. Ф. Иванниченко)



витие позвоночного столба, предупреждая развитие сутулости, патологических боковых искривлений, и являются также мощным средством для исправления имеющихся дефектов.

Изгибы позвоночного столба увеличивают его рессорные свойства. Под действием внешних влияний изгибы могут несколько изменяться в течение одного и того же дня. В связи с этим высота всего позвоночного столба, равно как и рост человека, не является величиной строго постоянной. Суточные колебания роста обычно наблюдаются в пределах 1 см, но нередко бывают больше, достигая 2—2,5 см. Описаны случаи суточных колебаний роста, достигающих 4 и даже 6 см.

Движение позвоночного столба. Благодаря межпозвоночным дискам и связкам позвонки образуют гибкий и эластичный столб, при движениях которого две эластические системы противодействуют друг другу: межпозвоночные диски не дают возможности соседним позвонкам сблизиться, а связки, соединяющие дуги и отростки позвонков, — отдалиться друг от друга. В силу небольшой подвижности в межпозвоночных суставах движения между двумя соседними позвонками не могут быть обширными. Однако благодаря тому, что позвоночный столб состоит из большого числа отдельных костных сегментов, незначительные движения между позвонками, суммируясь, обуславливают довольно большую подвижность позвоночного столба в целом (рис. 37).

Эта подвижность неодинаково выражена в различных отделах позвоночного столба. Наибольшая подвижность наблюдается в шейном и поясничном отделах, меньшая — в верхнем и нижнем участках грудного отдела, самая малая — в среднем участке грудного отдела. Это

объясняется тем, что грудные позвонки соединяются с ребрами и участвуют в образовании грудной клетки, которая отличается очень небольшой подвижностью при движениях туловища. Крестец практически неподвижен.

Движения позвоночного столба возможны вокруг трех осей:

1) вокруг поперечной оси — сгибание (до 160°) и разгибание (до 145°);

2) вокруг сагиттальной оси — отведение и приведение (наклоны в сторону с общей амплитудой движения 165°);

3) вокруг вертикальной оси — скручивание туловища (поворот в стороны с общей амплитудой движения 120°).

Наряду с этим позвоночный столб участвует в круговом движении туловища, когда происходит пересечение осей вращения (сагиттальной и поперечной). При сокращении и расслаблении мускулатуры туловища возможны пружинящие движения — тогда наблюдаются чередующиеся увеличение и сглаживание изгибов позвоночного столба.

Степень подвижности позвоночного столба во многом зависит от эластичности межпозвоковых дисков и ориентации суставных щелей межпозвоночных суставов. Во время движений позвоночного столба межпозвоночные диски не только деформируются, принимая несколько клинообразную форму, но также выступают в направлении, противоположном движению.

Благодаря тому что суставные щели межпозвоночных суставов в верхнем шейном отделе ориентированы в горизонтальной плоскости, а в нижнем шейном отделе почти во фронтальной, преимущественными движениями в шейном отделе являются: вращение шеи и головы вокруг вертикальной оси и наклоны их в сторону вокруг сагиттальной оси. В грудном отделе позвоночного столба суставные щели межпозвоночных суставов ориентированы преимущественно во фронтальной плоскости, значит, наиболее свободно будут выполняться движения вокруг сагиттальной оси (наклоны туловища в сторону). По мере перехода от грудного отдела позвоночного столба к поясничному направление суставных щелей межпозвоночных суставов приближается к сагиттальной плоскости, обеспечивая тем самым сгибание и разгибание туловища вокруг поперечной оси. Необходимо добавить, что благодаря цилиндрической поверхности суставных отростков в поясничном отделе позвоночного столба возможны движения достаточного объема и вокруг сагиттальной оси — наклоны в стороны.

Во всех движениях туловища позвоночный столб принимает участие как единое целое образование, поэтому степень его подвижности определяется особенностями строения всех видов соединений позвонков: суставов, синхондрозов и синдесмозов.

В зависимости от индивидуальных особенностей различают два типа подвижности позвоночного столба при наклоне в сторону. Один тип характеризуется тем, что остистые отростки позвонков образуют довольно равномерно изогнутую линию, другой тип — тем, что движения происходят главным образом в нижнем шейном и верхнем поясничном отделах, в то время как средний шейный и средний грудной отделы почти не принимают участия в них. В меньшей мере неравномер-

ность подвижности наблюдается при движении позвоночного столба в сагиттальной плоскости. При его сгибании грудной кифоз увеличивается, а шейный и поясничный лордозы уменьшаются; наоборот, при разгибании шейный и поясничный лордозы увеличиваются, а грудной кифоз уменьшается.

Для огромного большинства положений тела характерно давление на позвоночный столб, направленное сверху вниз — к крестцу. Оно оказывает известное сплющивающее действие на межпозвоночные диски. При стойке на кистях также происходит сдавливание дисков, однако направлено оно в обратную сторону, т. е. от крестца к поясничным и грудным позвонкам. При различных висах (например, при висе на кистях), а также при упорах (например, на кольцах или на параллельных брусьях) сила тяжести оказывает не сдавливающее, а, наоборот, растягивающее действие на межпозвоночные диски грудных и поясничных позвонков. Казалось бы, при этом можно было ожидать увеличения длины грудного и поясничного отделов позвоночного столба. Однако измерения его длины, произведенные по прямой между такими опознавательными точками, как остистый отросток седьмого шейного позвонка и первый крестцовый позвонок, показывают, что при висе эта прямая не только не больше, но даже меньше, чем при обычном положении тела стоя. Это объясняется тем, что при висе в упоре увеличивается поясничный лордоз, в результате чего остистые отростки позвонков, в частности поясничных, сближаются.

ГРУДНАЯ КЛЕТКА

Состав грудной клетки. Г р у д н а я к л е т к а (thorax) является частью скелета туловища (рис. 38). Она защищает находящиеся внутри ее полости сердце, легкие и другие органы и принимает самое непосредственное участие в акте дыхания. Грудная клетка состоит из грудного отдела *позвоночного столба*, двенадцати пар *ребер* и *грудины*, которые связаны между собой с помощью различных видов соединений в единое целое образование.

Строение ребер. Каждое р е б р о (costa) состоит из *костной части ребра*, расположенной сзади, и передней части — *реберного хряща*. Верхние семь пар ребер прикрепляются своими хрящами к грудине и носят название *истинных ребер*, нижние же пять пар до грудины не доходят и называются *ложными ребрами*. Восьмое, девятое и часто десятое ребра прикрепляются своими хрящами к хрящу вышележащего ребра, образуя так называемую *реберную дугу*. Одиннадцатое и двенадцатое ребра не соединяются с вышележащими ребрами, а свободно оканчиваются среди мышц и носят название *колеблющихся ребер*.

Каждое ребро представляет собой узкую изогнутую костную пластинку. В нем различают средний отдел, *тело*, и два *конца*, *задний* и *передний*. На заднем конце ребро имеет утолщение, *головку*, на которой находится разделенная гребешком на две площадки *суставная поверхность* для сочленения с телами двух смежных позвонков. Головки первого, одиннадцатого и двенадцатого ребер прикрепляются к телу

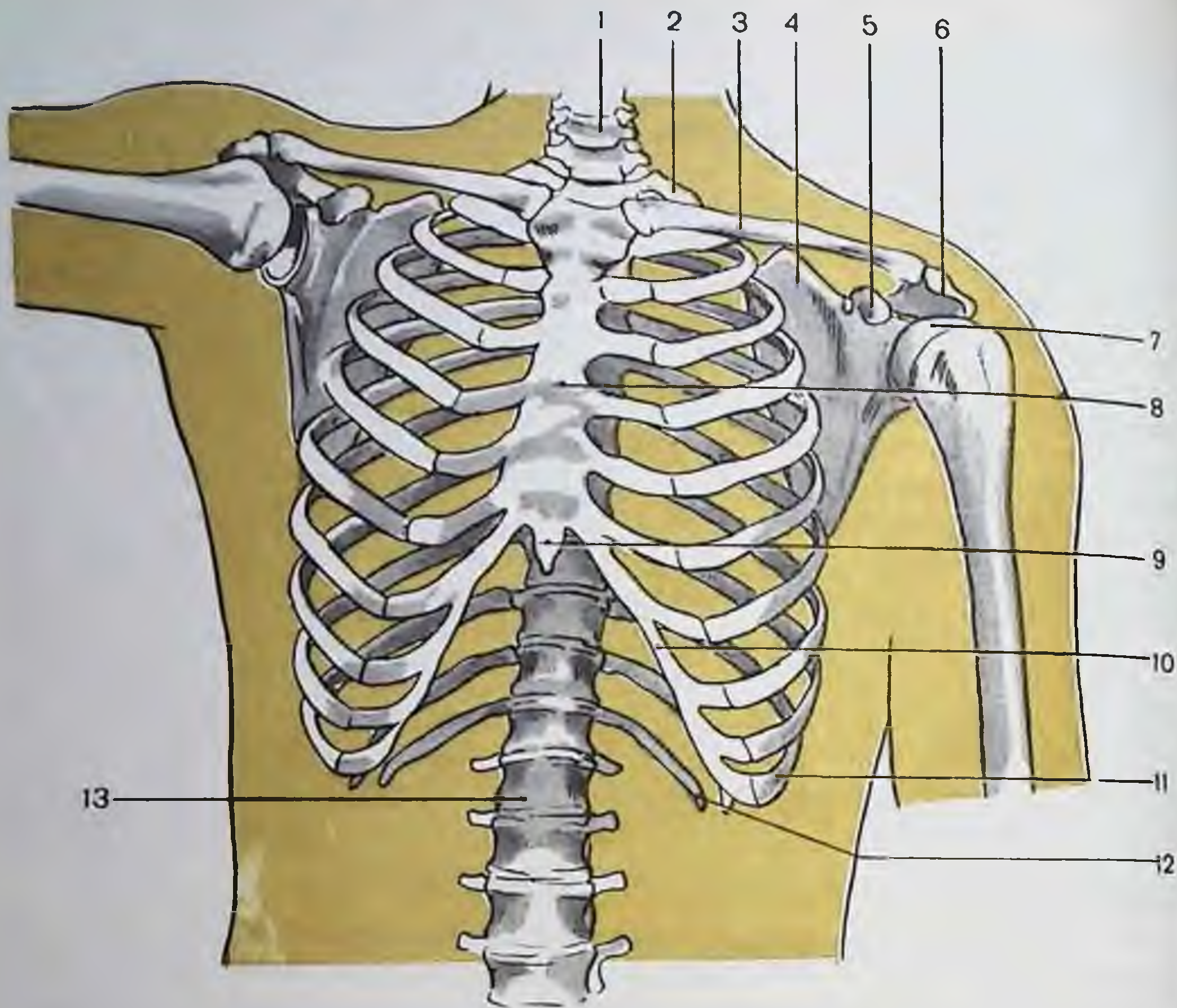


Рис. 38.

Скелет грудной клетки:

1 — седьмой шейный позвонок; 2 — первое ребро; 3 — ключица; 4 — лопатка; 5 — клювовидный отросток лопатки; 6 — акромий; 7 — головка плечевой кости; 8 — грудина; 9 — мечевидный отросток; 10 — реберная дуга; 11 — десятое ребро; 12 — двенадцатое ребро; 13 — первый поясничный позвонок (ориг. М. Ф. Иваницкого)

только одного позвонка, поэтому их суставная поверхность не разделяется на две части. Кпереди и кнаружи от головки располагается несколько суженная часть ребра, его шейка. За ней следует *бугорок*, имеющий *суставную поверхность* для сочленения ребра с поперечным отростком позвонка. На одиннадцатом и двенадцатом ребрах эти бугорки отсутствуют. У нижнего края внутренней поверхности ребра находится *борозда*, по которой проходят кровеносные сосуды и нервы. От первого и до седьмого ребра длина ребер увеличивается, а от восьмого до двенадцатого уменьшается.

Строение грудины. Грудина (sternum) представляет собой плоскую удлинённую кость, расположенную в переднем отделе грудной клетки. Эта кость состоит из *рукоятки*, *тела* и *мечевидного отростка*. Рукоятка является наиболее широкой и вместе с тем наиболее утолщённой частью грудины, имеет несколько *вырезов*, из которых верхняя, *яремная*, — непарная, остальные же — *ключичная* и *реберные* — парные. Тело грудины книзу расширяется и имеет по бокам суставные поверхности для сочленения с хрящами третьего — седьмого ребер. Мече-

видный отросток, как и вся грудина, плоской формы. Он соединяется с телом грудины при помощи синхондроза, который переходит в синостоз сравнительно поздно, после 30 лет.

Отсчет ребер легче всего вести по их передним концам, так как здесь ребра покрыты лишь тонким слоем мягких тканей. Начиная с пятого ребра отсчет ведется по косой линии вниз и кзади соответственно положению передних отделов межреберных промежутков. При этом нужно не терять соприкосновения с поверхностью кожи и, прощупывая каждое ребро, ставить концы пальцев в межреберные промежутки. Ввиду того что первое ребро на большем своем протяжении покрыто ключицей, вместо первого ребра прощупывают ключицу, ставя большой палец в первый межреберный промежуток.

Легко прощупывается также передняя поверхность всей грудины, включая и поверхность мечевидного отростка. При поднимании ребер и втягивании передней стенки живота нижний край реберной дуги и отдельные ребра, а часто и мечевидный отросток резко выступают под кожей.

Соединения ребер с позвоночным столбом. С позвонками ребра соединяются с помощью двух суставов (рис. 39): *сустава головки ребра* — с телом позвонка и *реберно-поперечного сустава* — с поперечным отростком. У одиннадцатого и двенадцатого ребер реберно-поперечный сустав отсутствует. Форма сустава головки ребра — плоская, а реберно-поперечного — цилиндрическая. Капсула обоих суставов укреплена связками. При движе-

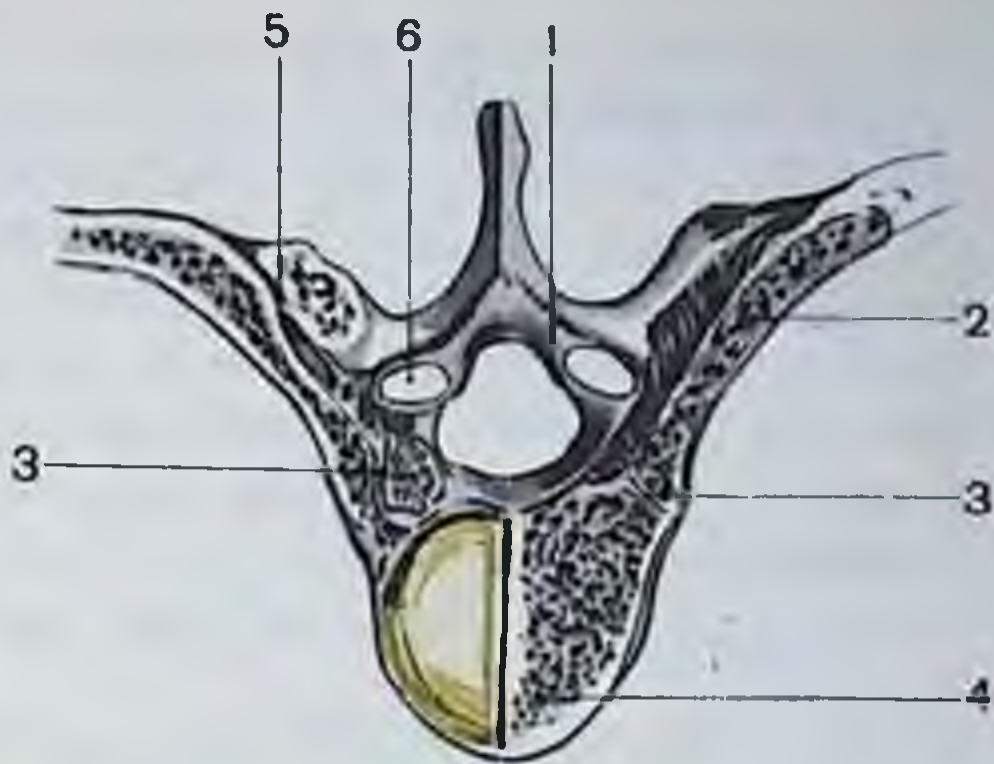


Рис. 39.

Соединение ребер с позвоночным столбом: 1 — дуга позвонка; 2 — ребро; 3 — сустав головки ребра; 4 — тело позвонка; 5 — реберно-поперечный сустав; 6 — суставной отросток позвонка

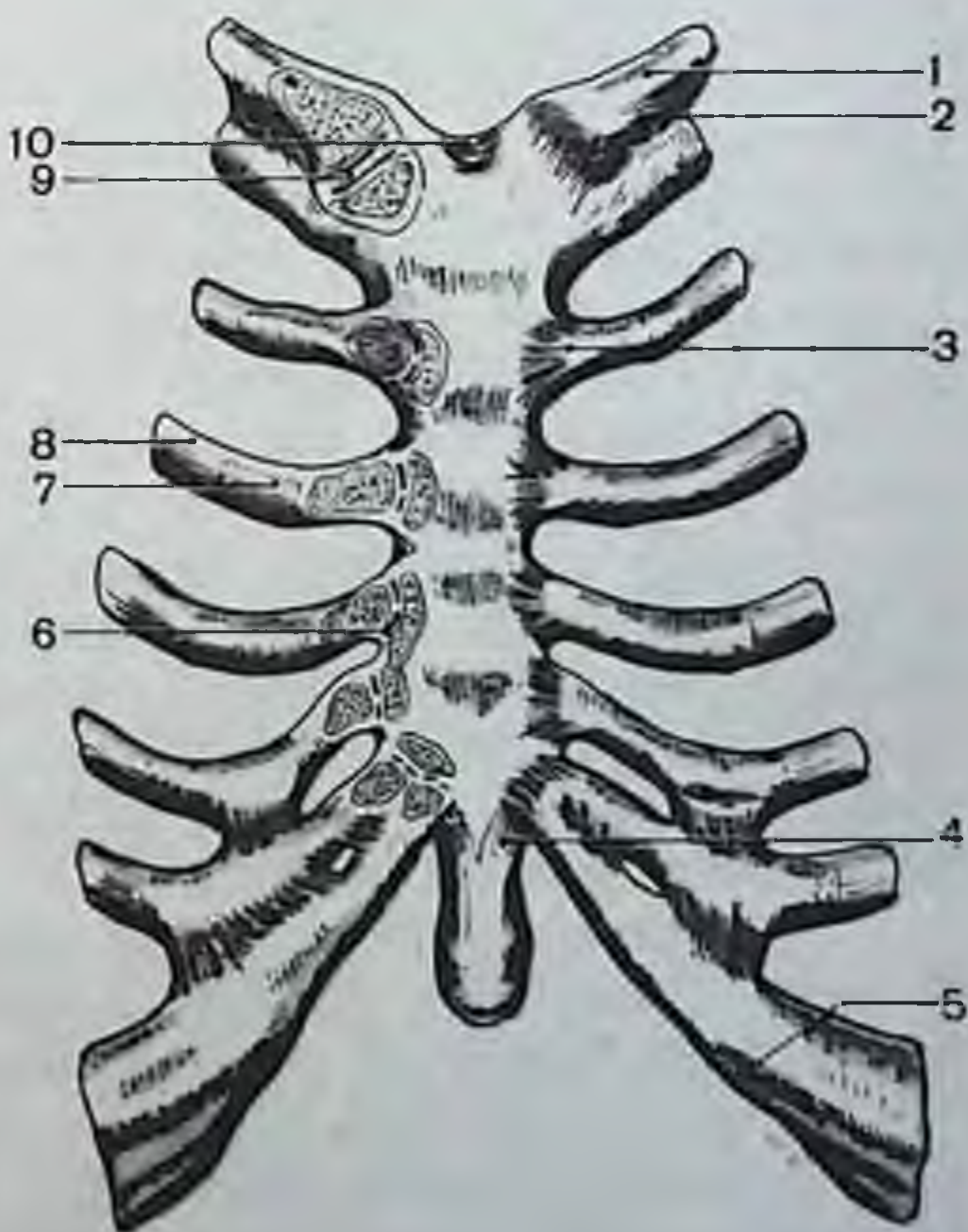


Рис. 40.

Грудино-ключичный сустав и соединения ребер с грудиной:

1 — ключица; 2 — реберно-ключичная связка; 3 — лучистая грудино-реберная связка; 4 — реберно-мечевидная связка; 5 — реберная дуга; 6 — один из грудино-реберных суставов; 7 — третий реберный хрящ; 8 — третье ребро; 9 — суставной диск (грудино-ключичный сустав вскрыт); 10 — межключичная связка

жения ребер оба сустава функционируют одновременно, образуя комбинированный *реберно-позвоночный сустав*. Ось вращения его проходит параллельно шейке ребра. В момент вдоха задние концы ребер вращаются на месте, а передние (в силу скрученности ребра) поднимаются вверх и отдаляются кпереди, способствуя тем самым увеличению объема грудной клетки. Скрученность ребер по оси в верхних и нижних отделах грудной клетки неодинакова, поэтому при вдохе размеры ее в верхних отделах увеличиваются преимущественно в переднезаднем направлении, а в нижних — в поперечном. При выдохе передние концы ребер опускаются, что также связано с их вращением на месте.

Соединение ребер с грудиной. Истинные ребра (с первого по сель-мое) соединяются с грудиной при помощи реберных хрящей (рис. 40). Хрящ первого ребра непосредственно срастается с грудиной, а хрящи остальных шести ребер соединяются с ней при помощи небольших *грудино-реберных суставов* плоской формы. Передние концы восьмого, девятого и десятого ребер, как уже говорилось, не достигают грудины и соединяются с хрящом вышележащего ребра, образуя *реберную дугу*.

Форма грудной клетки зависит от возраста и пола. К моменту рождения поперечный и переднезадний размеры ее становятся приблизительно одинаковыми, так что на поперечном сечении она имеет округлую, близкую к четырехугольной форму. У новорожденных грудная клетка конусообразной формы, что связано с относительно слабым развитием легких и сильным развитием печени. Постепенно в процессе постнатального онтогенеза происходит уменьшение переднезаднего размера грудной клетки и увеличение наклона ребер (он особенно увеличивается к старости). У женщин грудная клетка относительно несколько короче и уже, чем у мужчин.

О форме грудной клетки можно судить по трем ее размерам: вертикальному, поперечному и переднезаднему. Вертикальный размер определяют с помощью антропометра как кратчайшее расстояние между двумя уровнями — верхнего края грудины и переднего края десятых ребер. Поперечный и переднезадний размеры определяют с помощью толстого циркуля. Однако наиболее точно размеры грудной полости на живом человеке можно определить с помощью рентгенологического метода исследования.

Различают грудную клетку *конической, цилиндрической и плоской формы*. Коническая грудная клетка обычно короткая, а плоская — длинная. Встречаются также промежуточные формы.

На форму грудной клетки, а тем более на ее подвижность оказывают большое влияние физические упражнения. Общеизвестным является наблюдение, констатирующее увеличение жизненной емкости легких под воздействием систематических занятий физической культурой и спортом, что стоит в прямой связи с увеличением подвижности ребер и диафрагмы.

С формой грудной клетки связаны некоторые особенности формы и положения внутренних органов. Например, при узкой и длинной грудной клетке сердце нередко имеет вытянутую в вертикальном направ-

ленин форму (капельное сердце), дуга аорты стоит низко, в то время как при широкой грудной клетке сердце занимает более горизонтальное положение (лежащее сердце), дуга аорты менее изогнута и стоит выше, достигая в некоторых случаях уровня верхнего края рукоятки грудины.

Глава 3 СКЕЛЕТ ГОЛОВЫ

Скелет головы, или *ч е р е п*, выполняет двойную функцию: с одной стороны, он служит вместилищем для головного мозга и органов чувств, защищая эти образования, с другой — является началом и твердой опорой для элементов пищеварительного и дыхательного аппаратов. Скелет головы построен из целого ряда различных по форме и происхождению костей, соединенных между собой в единое целое. В анатомии человека принято подразделять скелет головы на *собственно череп* (cranium), или мозговой череп, и *кости лица*, или лицевой череп.

Сегментарное строение осевого скелета, отчетливо выраженное в области туловища, казалось бы, должно быть и в области головы. Однако у человека следы метамерного строения головы выявляются лишь на ранних этапах эмбриогенеза, при закладке основания черепа и так называемых висцеральных дуг. При дальнейшем развитии, связанном с формированием головного мозга и органов чувств, а также начальных отделов пищеварительного и дыхательного аппаратов, происходит сложное преобразование скелета головы, приводящее к возникновению множества своеобразно устроенных костей.

Для черепа человека характерно значительное развитие его мозгового отдела по сравнению с лицевым, что объясняется сильным развитием головного мозга. Большую часть лицевого черепа составляет жевательный аппарат, состоящий из нижней и верхней челюстей.

Строение мозгового черепа. Мозговой череп имеет эллипсоидную форму и образует полость, в которой помещается головной мозг. Череп соединен с позвоночным столбом с помощью комбинированного атланта-затылочного сустава. Через *большое затылочное отверстие* полость черепа сообщается с позвоночным каналом, и здесь проходит спинной мозг.

В образовании мозгового черепа принимают участие непарные кости — *затылочная, клиновидная, решетчатая и лобная*, а также парные — *височная и теменная* (рис. 41). В черепе принято различать *крышу* и *основание*. Развитие их костей протекает по-разному. Если кости основания черепа проходят хрящевую стадию развития, то кости крыши черепа формируются непосредственно из соединительной ткани и хрящевой стадии развития не проходят. Четкой границы между крышей и основанием черепа нет. Ее обычно проводят в виде прямой плоскости через наружное затылочное возвышение, верхние края наружных слуховых проходов и надбровные дуги лобных костей.

На распиле костей крыши черепа можно видеть внутреннюю и наружную пластинки компактного вещества с заключенным между

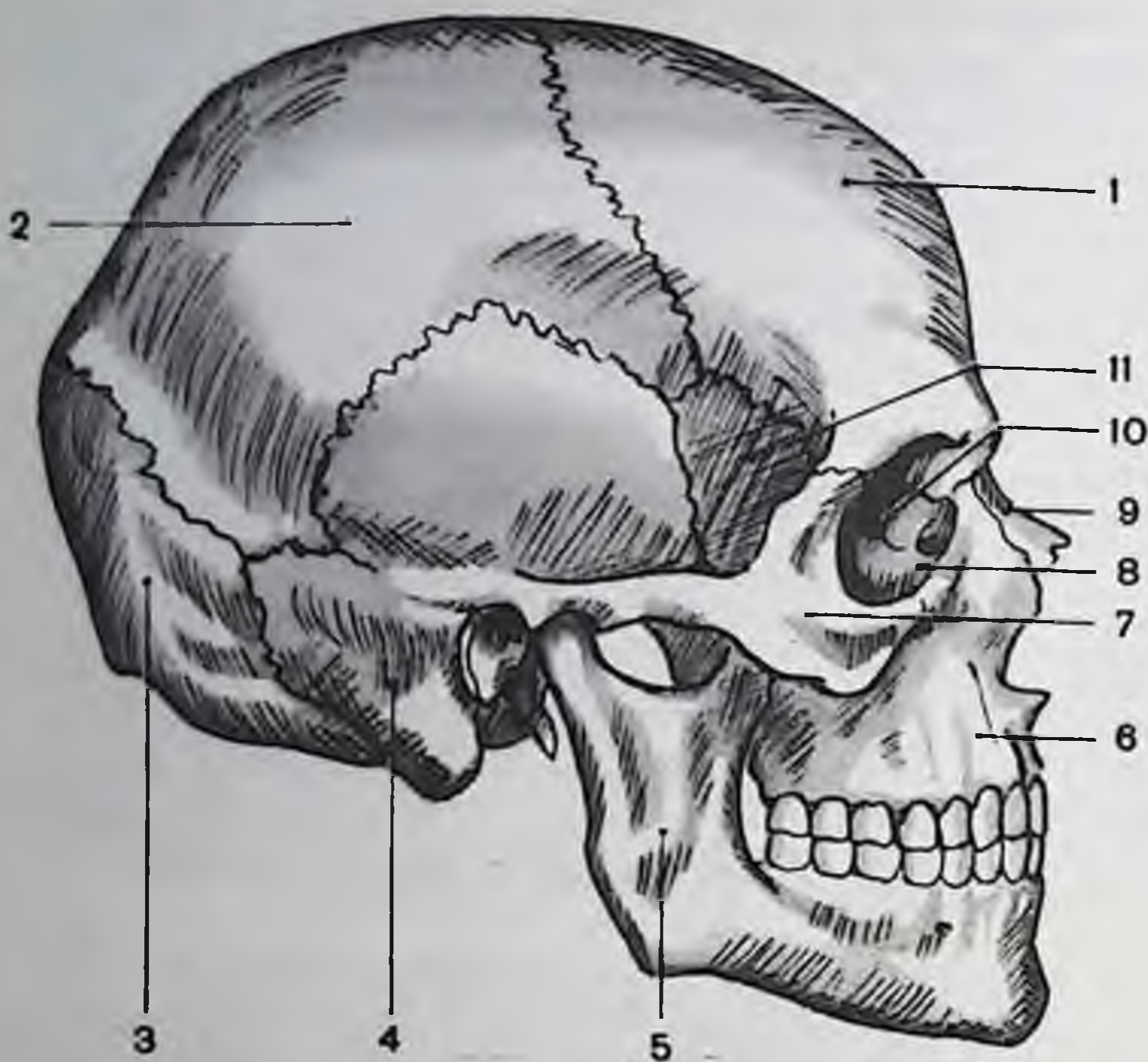


Рис. 41.
Череп (вид справа):
1 — лобная кость; 2 —
теменная кость; 3 — за-
тылочная кость; 4 — ви-
сочная кость; 5 — нижняя
челюсть; 6 — верхняя
челюсть; 7 — скуловая
кость; 8 — слезная кость;
9 — носовая кость; 10 —
глазничная пластинка ре-
шетчатой кости; 11 —
клиновидная кость (ориг.
М. Ф. Иванецкого)

ними губчатым веществом, в котором проходят венозные каналы. На внутренней поверхности костей мозгового черепа имеются небольшие углубления, получившие название *пальцевых вдавлений*, которые соответствуют извилинам головного мозга; а также *борозды*, соответствующие артериям и венозным синусам.

З а т ы л о ч н а я к о с т ь (*os occipitale*) принимает участие в образовании основания черепа и заднего отдела крыши черепа. В затылочной кости имеется самое крупное отверстие — *большое затылочное отверстие*; по бокам от него лежат *затылочные мышелки*, с помощью которых череп соединяется с позвоночным столбом. Над ними проходит *канал подъязычного нерва*. На наружном крае затылочной кости имеется *яремная вырезка*, которая вместе с такой же вырезкой на височной кости образует *яремное отверстие*. Через него проходят нервы и внутренняя яремная вена. На наружной поверхности затылочной кости находится *наружный затылочный выступ*, хорошо прощупываемый под кожей. Кнаружи от него идет верхняя выйная линия, ниже этой линии — нижняя, а выше — наивысшая. Все они служат для прикрепления мышц.

К л и н о в и д н а я к о с т ь (*os sphenoidale*) состоит из *тела* и трех пар *отростков* (рис. 42). В стороны и кверху отходят отростки, называемые *малыми крыльями*, в стороны и кнаружи — отростки, именуемые *большими крыльями*, книзу — *крыловидные отростки*.

Тело клиновидной кости имеет приблизительно форму куба и содержит воздухоносную пазуху, сообщающуюся спереди с носовой полостью. На верхней поверхности тела есть углубление, называемое *турецким седлом*, где лежит гипофиз (железа внутренней секреции). Сзади турецкое седло ограничено *спинкой*, а с боков имеет борозды, в которых залегают внутренние сонные артерии, из-за чего борозды

носят название *сонных*. У основания каждого из малых крыльев клиновидной кости, правого и левого, располагается *зрительный канал*, через который в глазницу проходит зрительный нерв. Большие крылья клиновидной кости, имеющие форму неправильных пластинок, обращены одной, вогнутой, поверхностью в полость черепа, другой, плоской, — в полость глазницы, а третьей, несколько вогнутой, — кнаружи, в височную ямку, дно которой они и составляют. У основания больших крыльев расположены *круглое* и *овальное отверстия*. Кзади от овального отверстия находится *остистое отверстие*. Между большими и малыми крыльями имеется *верхняя глазничная щель*, через нее также проходят сосуды и нервы.

Л о б н а я к о с т ь (*os frontale*) участвует в образовании как крыши, так и основания черепа. На ее наружной поверхности имеется острый *надглазничный край*, на котором справа и слева находятся возвышения, называемые *надбровными дугами*. Выше надбровных дуг располагаются *лобные бугры*, а между надбровными дугами — углубление, именуемое *глабеллой* (надпереносьем). Местоположение этих образований можно легко определить — прощупывая или даже визуалью. Глазничные части лобной кости представляют собой тонкие пластинки, нижняя поверхность которых обращена в сторону глазницы и составляет ее верхнюю стенку. Внутри лобной кости содержатся лобные воздухоносные пазухи, сообщающиеся с полостью носа.

Р е ш е т ч а т а я к о с т ь (*os ethmoidale*) по форме похожа на сплюснутый с боков куб. Она состоит из *решетчатой* и *перпендикулярной пластинок* и *решетчатого лабиринта*. В ограничении полости черепа эта кость принимает участие своей решетчатой пластинкой. Через ее отверстия из полости черепа в носовую полость проходят обонятельные нервы. Перпендикулярная пластинка располагается в срединной плоскости и идет вертикально вниз от нижней поверхности решетчатой пластинки, принимая участие в образовании перегородки носа. Правый и левый решетчатые лабиринты построены из тонких костных пластинок, которые идут в различных направлениях, образуя

Рис. 42.

Клиновидная кость
(вид спереди):

1 — тело; 2 — верхняя
глазничная щель; 3 —
глазничная поверхность
большого крыла; 4 — ви-
сочная поверхность боль-
шого крыла; 5 — крыло-
видный канал; 6 — кры-
ловидный отросток;
7 — овальное отверстие;
8 — малое крыло

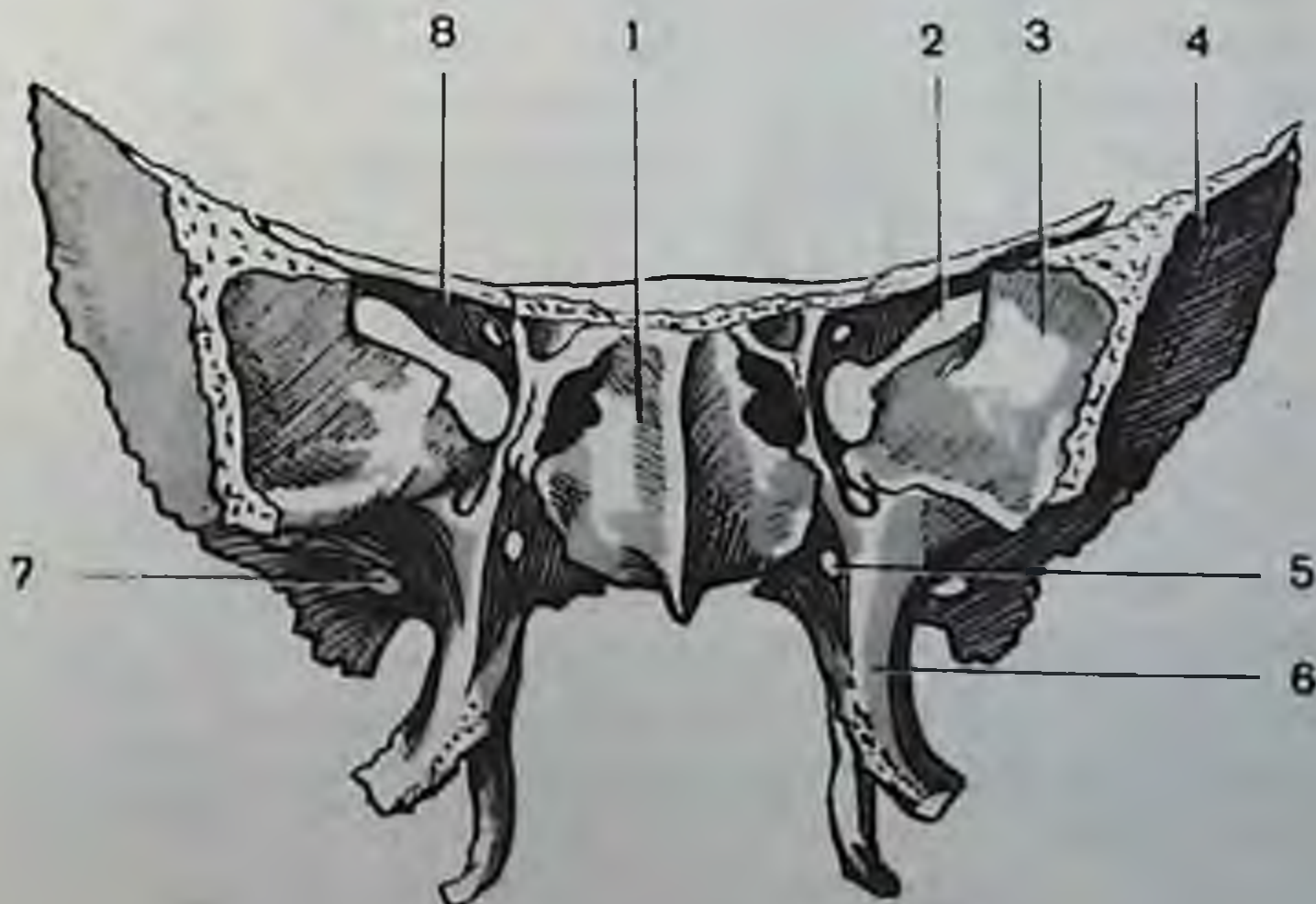




Рис. 43.

Височная кость (вид снаружи):

1 — чешуя; 2 — скуловой отросток; 3 — наружный слуховой проход; 4 — каменная часть; 5 — шиловидный отросток; 6 — барабанная часть; 7 — сосцевидный отросток (ориг. М. Ф. Ивинского)



Рис. 44.

Височная кость (вид снизу):

1 — внутреннее сонное отверстие; 2 — каменная часть; 3 — наружное сонное отверстие; 4 — временная ямка; 5 — шило-сосцевидное отверстие; 6 — сосцевидный отросток; 7 — барабанная часть; 8 — нижнечелюстная ямка; 9 — скуловой отросток

стенки решетчатых ячеек, содержащих воздух и сообщающихся с носовой полостью.

В сторону носовой полости от решетчатой кости отходят *носовые раковины*, *верхняя* и *средняя*, между которыми располагается *верхний носовой ход*.

Теменная кость (*os parietale*) — парная. Она составляет центральную часть крыши черепа. Каждая из теменных костей представляет собой четырехугольную пластинку, выпуклую снаружи и вогнутую снутри. На ее выпуклой поверхности есть возвышение — *теменной бугор*, легко прощупываемый под кожей.

Височная кость (*os temporale*) является также парной (рис. 43). Она принимает участие в образовании как основания черепа, так и его крыши. Эта кость состоит из трех частей: *каменистой*, *чешуйчатой* и *барабанной*.

Каменная часть имеет форму трехсторонней пирамиды, к которой сзади присоединяется *сосцевидный отросток* кости. Внутри каменной части располагается среднее и внутреннее ухо, где размещается орган слуха и равновесия. Эта часть обращена нижней своей поверхностью книзу, т. е. в сторону наружного основания черепа, а передней и задней — в полость черепа. На передней поверхности каменной части, у ее верхушки, видно большое *тройничное вдавление* от узла тройничного нерва. Передняя поверхность каменной части принимает участие в образо-

вани крыши барабанной полости, которая, в свою очередь, образует полость среднего уха.

На задней поверхности каменной части височной кости находится *внутреннее слуховое отверстие*, через которое проходят лицевой и преддверно-улитковый нервы; на нижней поверхности — *наружное сонное отверстие*, через которое в одноименный канал входит внутренняя сонная артерия (рис. 44); на вершине каменной части соответственно переднему концу сонного канала находится *внутреннее сонное отверстие* (здесь внутренняя сонная артерия входит в полость черепа); на нижней поверхности, у заднего края основания этой части, — *яремная ямка*. Кзади и кнаружи от яремной ямки находится *шило-сосцевидное отверстие*, через которое из черепа выходит лицевой нерв. Спереди этого отверстия имеется *шиловидный отросток*. К каменной части височной кости относится сосцевидный отросток, который располагается кзади от наружного слухового прохода и легко прощупывается под кожей.

Чешуйчатая часть височной кости имеет вид полукруглой, вертикально расположенной пластинки. Она принимает участие в образовании крыши черепа. От наружной поверхности чешуйчатой части отходит *скуловой отросток*, который вместе с височным отростком скуловой кости образует легко прощупываемую под кожей *скуловую дугу*. У основания скулового отростка располагается *нижнечелюстная ямка*, участвующая в формировании височно-нижнечелюстного сустава.

Барабанная часть височной кости представляет собой изогнутую пластинку, которая снизу и спереди ограничивает *наружный слуховой проход*.

Соединения костей черепа. Кости черепа взрослого человека соединяются с помощью *швов* — непрерывных (фиброзных) соединений. Узкое щелевидное пространство между костями заполнено соединительной тканью, которая к старости местами может замещаться костной тканью. Различают: *зубчатый шов*, при котором края соединяющихся костей посредством зубцов вклиниваются один в другой; *чешуйчатый шов*, когда кости накладываются своими скошенными краями друг на друга; *плоский шов*, для которого характерна гладкая поверхность краев соединяющихся костей. Шов между лобной и теменными костями носит название *венечного*, между теменными — *сагиттального*, между теменными и затылочной — *лямбдовидного*. Все остальные швы называются соответственно тем костям, которые они соединяют.

На **внутреннем основании черепа** различают три *черепные ямки*: *переднюю*, *среднюю* и *заднюю* (рис. 45).

Передняя черепная ямка образована глазничной частью лобной кости, решетчатой пластинкой решетчатой кости и малыми крыльями клиновидной кости. Средняя черепная ямка образована преимущественно мозговой поверхностью больших крыльев клиновидной кости, верхней поверхностью ее тела, а также передней поверхностью каменной части височной кости. Наконец, задняя черепная ямка образована затылочной костью и задней поверхностью каменной части височной кости.

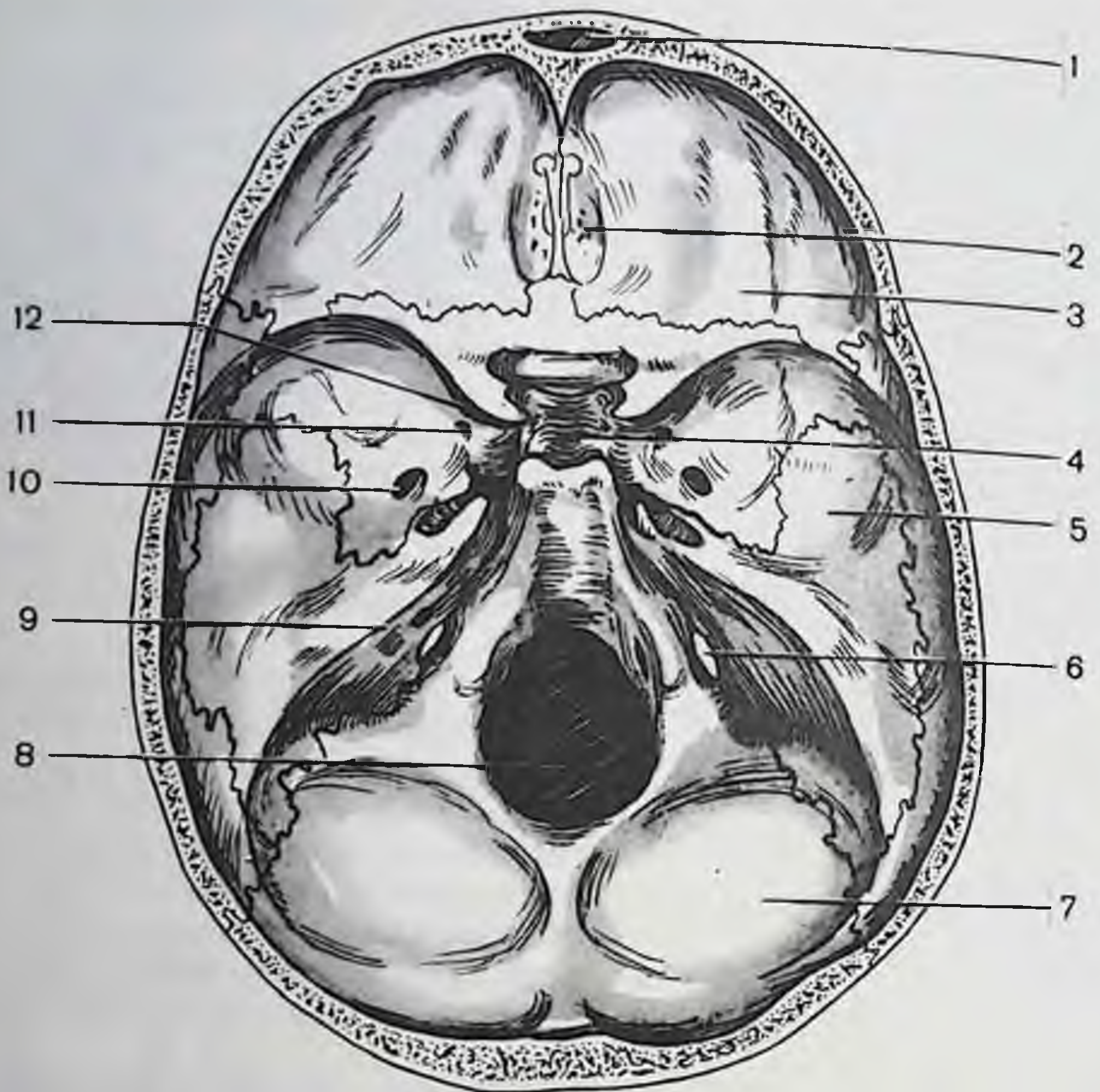


Рис. 45.

Внутренняя поверхность основания черепа:

1 — лобная пазуха; 2 — решетчатая пластинка решетчатой кости; 3 — передняя черепная ямка; 4 — турецкое седло; 5 — средняя черепная ямка; 6 — яремное отверстие; 7 — задняя черепная ямка; 8 — большое затылочное отверстие; 9 — каменная часть височной кости; 10 — овальное отверстие; 11 — круглое отверстие; 12 — верхняя глазничная щель

Каждая из этих ямок соответствует положению отдельных частей головного мозга. В передней черепной ямке располагаются лобные доли полушарий большого мозга, в средней — височные доли, в задней — мозжечок, мост и продолговатый мозг. Каждая ямка имеет ряд сообщений. Передняя черепная ямка через отверстия в решетчатой пластинке сообщается с полостью носа. Из средней черепной ямки верхняя глазничная щель и зрительный канал ведут в полость глазницы; через верхнюю глазничную щель проходят глазодвигательный, блоковый, глазной, отводящий нервы и глазная вена, а через зрительный канал — зрительный нерв и глазная артерия. Круглое отверстие ведет в крылонобную ямку и через нее в глазницу; через круглое отверстие проходит вторая ветвь тройничного нерва. Овальное и остистое отверстия сообщают среднюю черепную ямку с наружным основанием черепа. Через овальное отверстие проходит третья ветвь тройничного нерва, а через остистое — средняя менингеальная артерия. В задней черепной ямке находится несколько отверстий: большое затылочное отверстие,

которое сообщает полость черепа с позвоночным каналом; яремное отверстие, где находится верхняя луковица внутренней яремной вены и проходят нервы головного мозга (языко-глоточный, блуждающий, добавочный); внутреннее слуховое отверстие, через которое проходят лицевой и преддверно-улитковый нервы.

Наружное основание черепа, или наружная поверхность основания черепа, образовано костями мозгового черепа; спереди оно прикрыто костями лица. Наружное основание черепа неровно, имеет множество отверстий, бугорков, отростков, наиболее важные из которых описаны при разборе отдельных костей.

Кости лица. Лицевая часть черепа находится под передним отделом мозгового черепа и составляет скелет начальных отделов пищеварительного и дыхательного аппаратов. Наиболее массивными костями являются *верхняя и нижняя челюсти* (рис. 47). Остальные кости лица (*нёбная, носовая, слезная, нижняя носовая раковина, сошник и скуловая кость*) большей частью тонкие, дополняют верхнюю челюсть с различных сторон и принимают участие в образовании полости носа и глазниц.

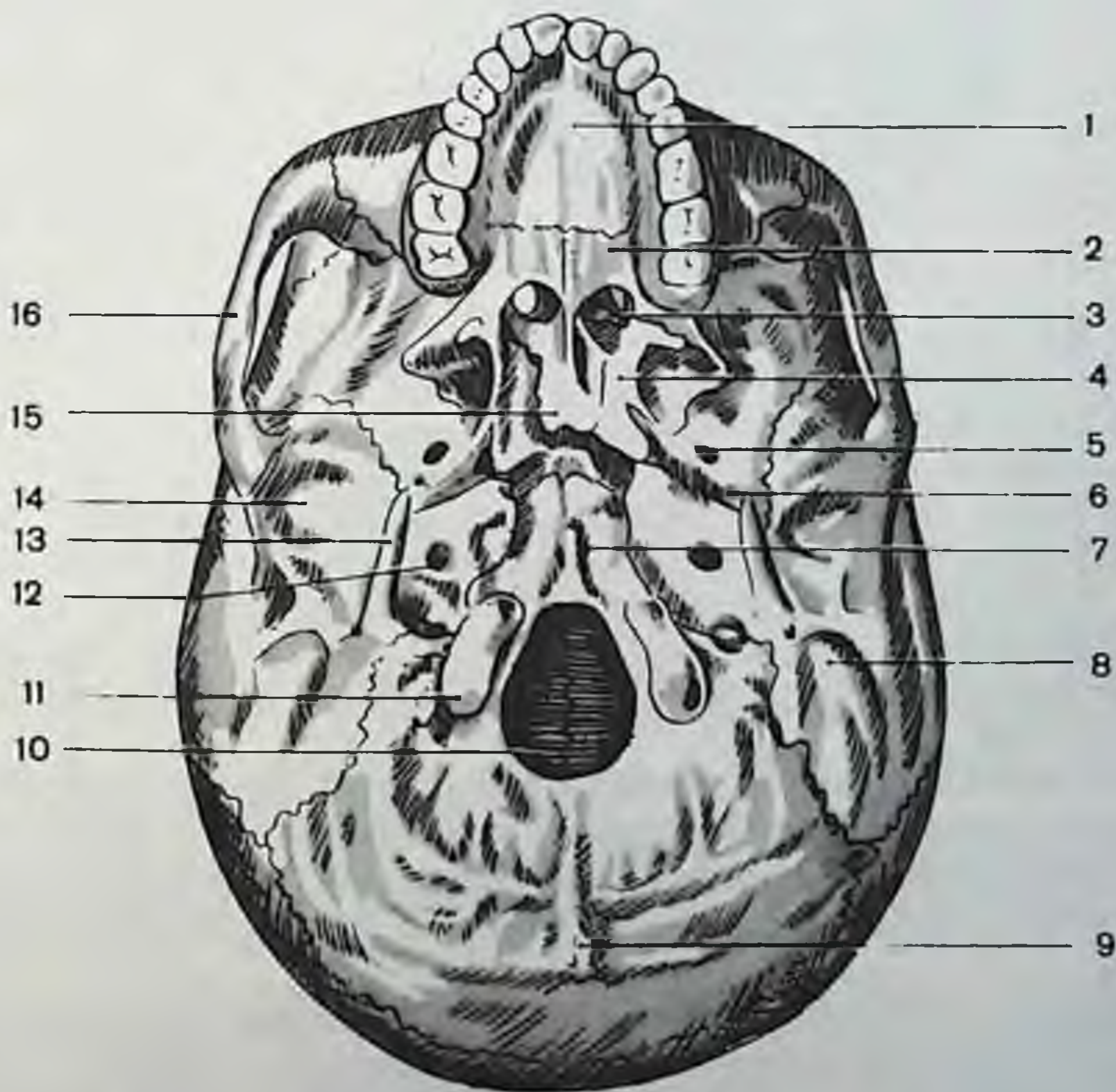


Рис. 46.

Наружная поверхность основания черепа:

1 — нёбный отросток верхней челюсти; 2 — горизонтальная пластинка нёбной кости; 3 — хоана; 4 — крыловидный отросток клиновидной кости; 5 — овальное отверстие; 6 — остистое отверстие; 7 — глоточный бугорок; 8 — сосцевидный отросток височной кости; 9 — наружный затылочный выступ; 10 — большое затылочное отверстие; 11 — затылочный мыщелок; 12 — наружное сонное отверстие; 13 — шиловидный отросток височной кости; 14 — нижнечелюстная ямка; 15 — сошник; 16 — скуловая дуга

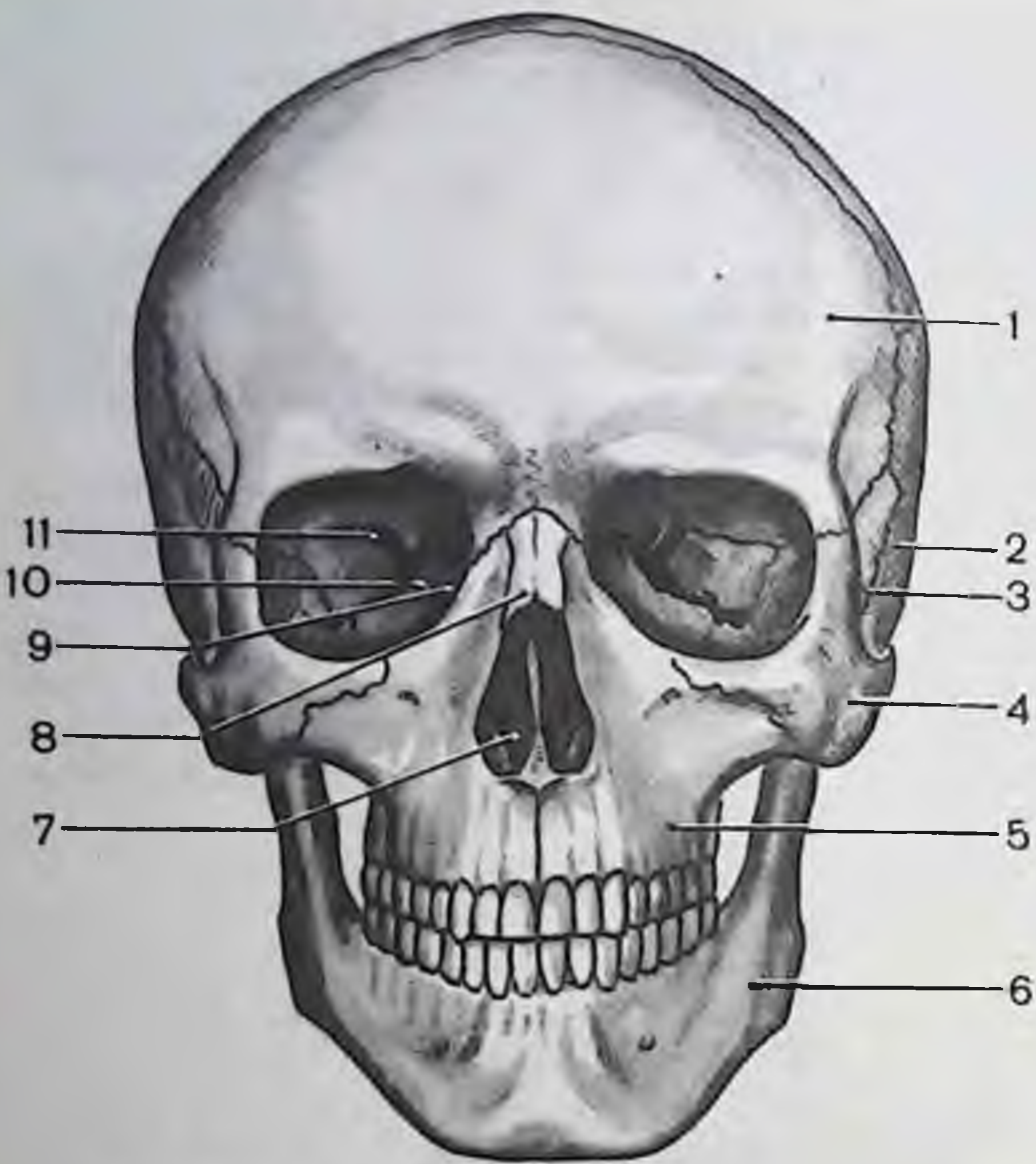


Рис. 47.
Кости лица (ориг.
М. Ф. Иванецкого):
1 — лобная кость; 2 — ви-
сочная кость; 3 — клино-
видная кость; 4 — скуло-
вая кость; 5 — верхняя
челюсть; 6 — нижняя че-
люсть; 7 — грушевидное
отверстие; 8 — носовая
кость; 9 — слезная кость;
10 — глазничная влас-
тинка решетчатой кости;
11 — верхняя глазничная
щель

Верхняя челюсть (maxilla) — парная кость. Она участвует в образовании глазницы, носовой и ротовой полостей, а также подвисочной и крыло-небной ямок. Эта кость соединяется со всеми костями лица, а также с лобной, решетчатой и клиновидной костями. Верхняя челюсть имеет *тело* и четыре отростка: *лобный*, *скуловой*, *альвеолярный* и *нёбный*. Форму ее тела обычно сравнивают с трехгранной пирамидой, основание которой обращено в сторону лица, верхняя поверхность, глазничная, — в сторону глазницы, внутренняя, носовая, — в сторону носовой полости и наружная, подвисочная, — в сторону подвисочной ямки.

Тело верхней челюсти содержит большую *воздухоносную пазуху* (гайморову пазуху), непосредственно сообщающуюся с полостью носа. На передневнутреннем крае тела находится *носовая вырезка*, на задней поверхности — *бугор верхней челюсти*, к которому прикрепляются мышцы.

Лобный отросток отходит от передневнутреннего края тела, направлен вертикально кверху и соединяется спереди с носовой костью, а сверху — с лобной. Он участвует в образовании костной основы носа. Задней своей поверхностью лобный отросток примыкает к слезной кости.

Короткий и широкий скуловой отросток отходит от тела кости кнаружи и соединяется со скуловой костью.

Альвеолярный отросток отходит спереди и снаружи книзу от те-

ла верхней челюсти и образует *альвеолярную дугу*, на которой располагаются *зубные альвеолы*, отделенные друг от друга перегородками.

Нёбный отросток отходит от нижнего края носовой поверхности тела в виде горизонтально расположенной пластинки. Вместе с одноименной пластинкой противоположной стороны он принимает участие в образовании *твердого нёба*.

Н и ж н я ч е л ю с т ь (mandibula) — крепкая, толстая непарная кость, сочленяющаяся справа и слева с височной костью. Она состоит из *тела* и *правой и левой ветвей*.

Тело имеет наружную и внутреннюю поверхности. Книзу оно утолщается и ограничивается краем, именуемым *основанием* нижней челюсти, а сверху имеет *альвеолярную часть*, образующую альвеолярную дугу, на которой у взрослого располагается 16 зубных альвеол. На передней поверхности нижней челюсти имеется в середине подбородочное возвышение, а снизу и по сторонам — подбородочный бугорок, легко прощупываемые под кожей. Внутри тела кости почти по всей ее длине справа и слева проходят *каналы*, начинающиеся на внутренней поверхности каждой из ветвей и открывающиеся спереди подбородочными отверстиями, находящимися по сторонам от подбородочного возвышения. В этих каналах проходят сосуды и нервы к зубам.

Ветвь нижней челюсти образует с ее телом угол, легко прощупываемый под кожей. На наружной поверхности этого угла находится *жевательная бугристость*, к которой прикрепляется жевательная мышца, а на внутренней поверхности — *крыловидная бугристость*, где прикрепляется медиальная крыловидная мышца. Каждая из ветвей нижней челюсти имеет в своей верхней части два отростка: передний — *венечный* и задний — *суставный*. Венечный служит для прикрепления височной мышцы, а суставный имеет на своем конце *головку*, сочленяющуюся с височной костью. Эта головка легко прощупывается под кожей спереди наружного слухового прохода. Ниже головки находится узкое место — *шейка* нижней челюсти, на передней поверхности которой имеется ямка для прикрепления латеральной крыловидной мышцы.

К костям лица, а точнее, висцерального скелета, относят *подъязычную кость* (os hyoideum). Она имеет изогнутую форму, несколько напоминающую подкову, и находится сзади и немного ниже нижней челюсти. Она состоит из *тела*, легко прощупываемого под кожей, и двух отростков, так называемых *больших* и *малых рожков*, служащих местом прикрепления мышц и связок.

Г л а з н и ц а (orbita) имеет форму четырехгранной пирамиды, обращенной своей верхушкой кзади и кнутри, а основанием кпереди и кнаружи. Наиболее сложно построена внутренняя стенка глазницы, образованная лобным отростком верхней челюсти, слезной костью, глазничной пластинкой решетчатой кости и отчасти телом клиновидной кости. Верхняя стенка образована глазничной частью лобной кости, малыми крыльями клиновидной кости, наружная — большими крыльями клиновидной кости и скуловой костью, нижняя же — верхней поверхностью тела верхней челюсти.

Глазница сообщается с полостью черепа через верхнюю глазничную щель и зрительный канал, с полостью носа — через *носо-слезный*

канал, образованный слезной костью, лобным отростком верхней челюсти и нижней носовой раковиной, с подвисочной ямкой — через нижнюю глазничную щель, которая расположена между большими крыльями клиновидной кости и телом верхней челюсти. Сзади и снизу глазница сообщается с крыло-нёбной ямкой.

Носовая полость (cavum nasi) ограничена верхней, нижней и боковыми стенками (рис. 48). Она разделена костной перегородкой, расположенной в срединной плоскости и образованной перпендикулярной пластинкой решетчатой кости и сошником. Верхняя стенка носовой полости образована решетчатой пластинкой решетчатой кости, а также носовой и лобной костями, нижняя — нёбным отростком верхней челюсти и горизонтальной пластинкой нёбной кости, боковые стенки — верхней челюстью, слезной и решетчатой костями, нижней носовой раковиной, перпендикулярной пластинкой нёбной кости и внутренней поверхностью крыловидного отростка клиновидной кости. Переднее отверстие носовой полости, называемое *грушевидным*, сообщает ее с окружающей средой; задние отверстия, *хоаны*, обращены к наружному основанию черепа и сообщают носовую полость с полостью глотки.

Носовая полость справа и слева подразделяется носовыми раковинами, находящимися на ее наружной стенке, на три хода: *нижний* (под нижней носовой раковиной), *средний* (между нижней и средней раковинами) и *верхний* (между средней и верхней раковинами). Все эти ходы соединяются друг с другом расположенным по сторонам носовой перегородки *общим носовым ходом*. Носовая полость сообщается со всеми смежными с нею полостями и воздухоносными пазухами. Верхний носовой ход сообщается с полостью черепа через отверстия решетчатой пластинки решетчатой кости, средний — с пазухой верхней челюсти, с ячейками решетчатой кости и с лобной пазухой, нижний — с полостью глазницы через носо-слезный канал. Сзади, на уровне верхней носовой раковины, в носовую полость открывается пазуха клиновидной кости. Носовая полость сообщается также с крыло-нёбной ямкой через крыловидно-нёбное отверстие и с ротовой полостью через резцовый канал.

Крыло-нёбная ямка располагается между костями лицевого и мозгового черепа и ограничена спереди телом верхней челюсти

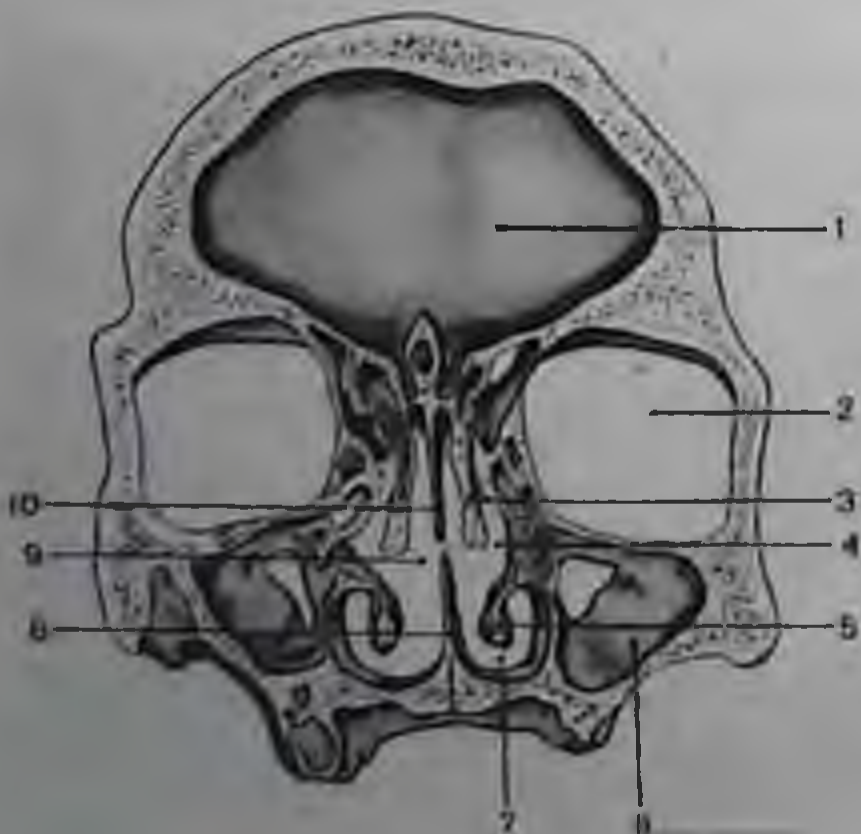


Рис. 48.

Полость носа и носовые ходы (фронтальный распил через кости лица):

1 — лобная пазуха; 2 — глазница; 3 — средняя носовая раковина; 4 — средний носовой ход; 5 — нижняя носовая раковина; 6 — пазуха верхней челюсти; 7 — нижний носовой ход; 8 — сошник; 9 — общий носовой ход; 10 — перпендикулярная пластинка решетчатой кости (ориг. М. Ф. Иванецкого)

Контрфорсы. В некоторых местах череп имеет утолщения, называемые *контрфорсами*. Благодаря им ослабляется, становится умеренной сила тех сотрясений и механических толчков, которые череп испытывает при ходьбе, беге, прыжке, жевательных движениях, а также при занятиях некоторыми видами спорта (боксом, футболом и др.). Контрфорсы являются своего рода опорными местами черепа, между которыми находятся его более тонкие образования (рис. 50).

Различают четыре контрфорса. Три из них напоминают по виду изогнутые колонны, упирающиеся внизу в альвеолярную дугу верхней челюсти и переходящие вверху в кости лицевого и мозгового черепа. Четвертый контрфорс соответствует наиболее утолщенным местам нижней челюсти.

Лобно-носовой контрфорс упирается внизу в утолщенные стенки луночек клыка и соседних с ним зубов. Вверх он продолжается в виде плотной пластинки лобного отростка верхней челюсти, доходя до наружного края носовой части лобной кости.

Скуло-височный контрфорс начинается от утолщения луночек первых двух больших коренных зубов и направляется кверху от скуловой кости, которая сама упирается снаружи и сзади в скуловой отросток височной кости, а сверху — в лобную кость. Этот контрфорс является наиболее выраженным.

Крыло-нёбный контрфорс образован крыловидным отростком клиновидной кости и перпендикулярной пластинкой нёбной кости. К нему примыкает задний отдел альвеолярного отростка верхней челюсти с одной стороны и бугор верхней челюсти с другой.

Нижнечелюстной контрфорс представляет собой утолщение в области тела нижней челюсти, которое с одной стороны упирается в ее зубные луночки, а с другой — продолжается вдоль ветви этой кости к ее шейке и головке. При жевании через головку передается давление с нижней челюсти на височную кость.

Возрастные и индивидуальные особенности черепа. В строении черепа весьма заметны возрастные различия. Соотношение между мозговым и лицевым черепом у новорож-

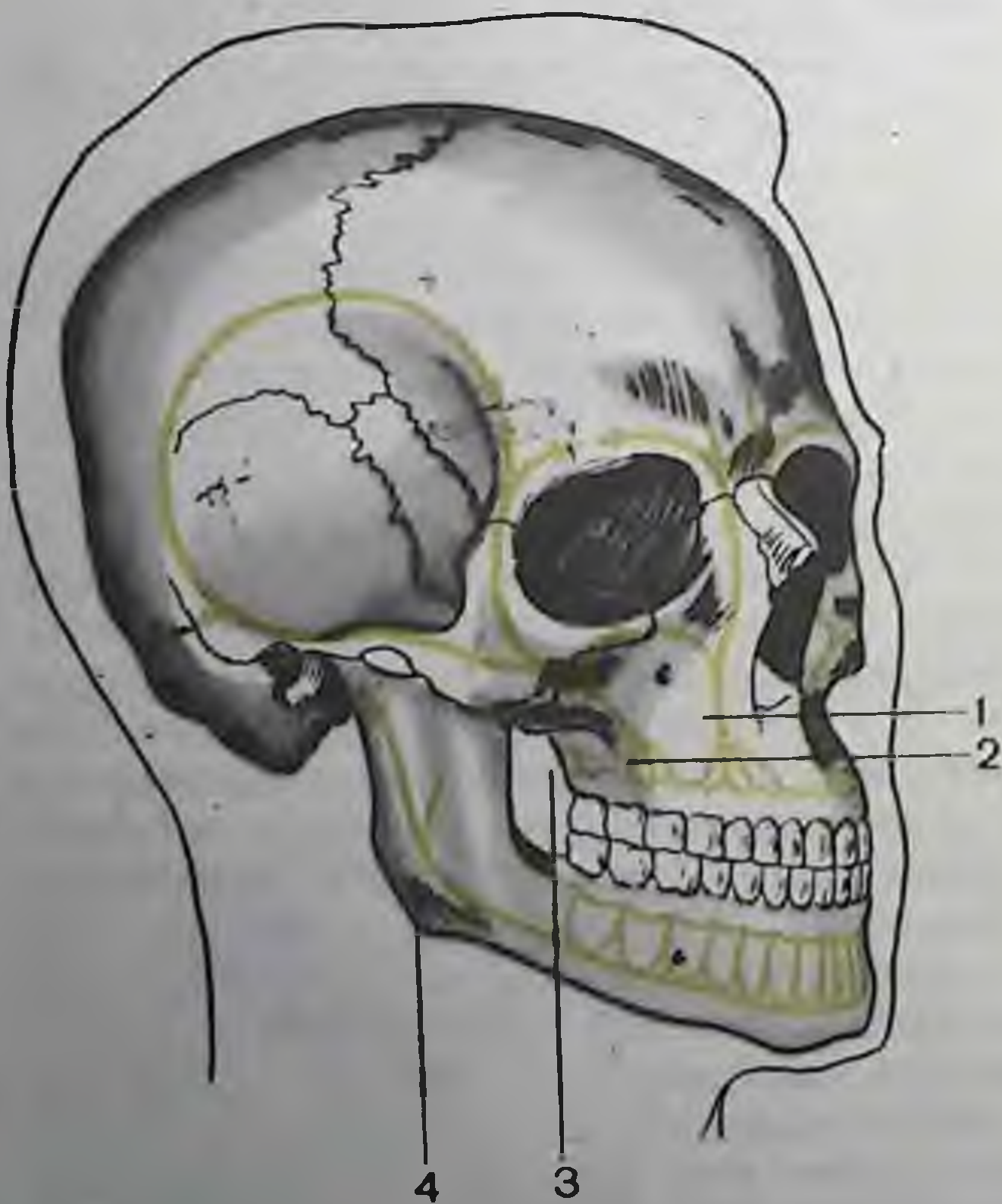


Рис. 50.

Контрфорсы черепа:

1 — лобно-носовой, 2 — скуло-височный; 3 — крыло-нёбный, 4 — нижнечелюстной (ориг. М. Ф. Иванецкого)

Рис. 51.

Череп новорожденного.

1 — передний родничок; 2 — теменной бугор; 3 — задний родничок; 4 — сосцевидный родничок; 5 — клиновидный родничок; 6 — лобный бугор



денного иное, чем у взрослого человека, а именно: мозговой череп у новорожденного относительно больше, чем лицевой, что связано с некоторым отставанием развития жевательного аппарата по сравнению с развитием мозга и органов чувств.

Швы черепа как таковые у новорожденного отсутствуют. В области крыши черепа между отдельными костями имеются значительные прослойки соединительной ткани, образующие в некоторых местах расширения, именуемые *родничками* (рис. 51). Наиболее крупными из них являются передний (лобный) и задний (затылочный). По бокам находятся парные роднички — переднебоковой (клиновидный) и заднебоковой (сосцевидный). В области родничков мозг прикрыт лишь тонкой соединительнотканной оболочкой, через которую под кожей легко ощущается пульсация артерий мозга.

Отсутствие сформированных швов между костями и синостозов между некоторыми частями таких костей, как лобная, затылочная, клиновидная, височная, делает череп новорожденного чрезвычайно пластичным.

Заращение всех родничков кроме лобного происходит в первые месяцы. Лобный родничок заращается на втором году жизни. После 30-летнего возраста швы черепа постепенно начинают заращаться (т. е. синдесмоз преобразуется в синостоз).

У лиц старшего возраста крыша черепа обычно представляет собой одно сплошное костное образование. К возрастным изменениям черепа людей пожилого возраста можно отнести уменьшение высоты лицевого черепа, что связано с выпадением зубов и атрофией зубных луночек, а также увеличением хрупкости костей.

Статистические данные показывают, что абсолютные размеры емкости полости черепа у женщин в среднем меньше, чем у мужчин, приблизительно на 100 см^3 , что связано с меньшими абсолютными размерами тела женщины. Однако относительный размер полости черепа у женщин несколько больше, чем у мужчин. Кроме того, лицевой череп по сравнению с мозговым черепом у женщин развит несколько меньше, чем у мужчин. Наружная поверхность черепа у женщин более гладка. Находящиеся в ней различные выступы, шероховатости, служащие для прикрепления мышц и связок, менее развиты, чем у мужчин.

Индивидуальные особенности черепа также значительно варьируют. Можно видеть две крайние формы черепа: *длинноголовую* и *короткоголовую* (рис. 52). Если величину наибольшего поперечного размера черепа разделить на величину продольного размера (от надпереносья до

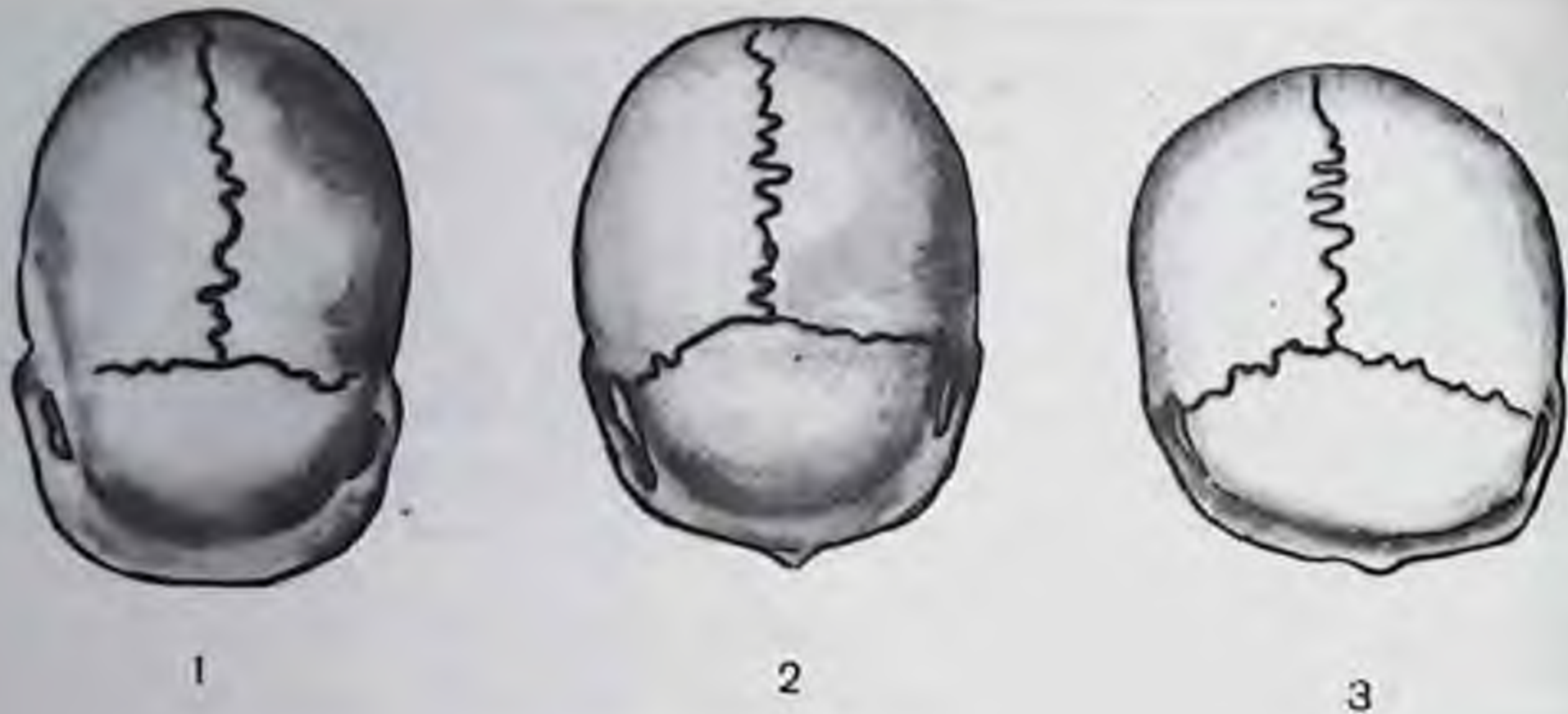


Рис. 52.

Формы черепа:

1 — длинноголовая, 2 — среднеголовая; 3 — короткоголовая

наружного затылочного возвышения), то получится некоторая отвлеченная величина, индекс, который для длинноголовых (*долихоцефалов*) не превышает 75 (условно, чтобы не иметь дела с десятичными дробями, полученное частное умножают на сто), а для короткоголовых (*брахицефалов*) — больше 80. Индекс между 75 и 80 характеризует средний тип (*мезоцефалов*).

При рассмотрении головы в профиль можно видеть, что у одних людей сравнительно больше выступает верхняя часть черепа, а у других — нижняя. Если провести прямую, соединяющую надпереносье и наиболее выступающий кпереди край верхней челюсти, то можно определить угол между этой прямой и горизонтальной плоскостью, идущей через наружный слуховой проход и нижнюю стенку глазницы, — *лицевой угол*. Он колеблется от 80 до 90°. Его уменьшение характеризует так называемый прогнатизм черепа, а его увеличение — ортогнатизм черепа. У новорожденных и детей череп более ортогнатичен, чем у взрослых. У мужчин он более прогнатичен, чем у женщин.

Глава 4

СКЕЛЕТ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Основное назначение конечностей — перемещение тела в пространстве, т. е. обеспечение *локомоции*. Благодаря вертикальному положению тела человека верхние конечности утратили локомоторную функцию и превратились в своеобразный хватательный орган, выполняющий разнообразные движения, не связанные с перемещением тела.

У человека анатомические и функциональные особенности верхних конечностей сложились под влиянием трудовой деятельности. Рука стала органом труда. Кисть не только способна захватывать предмет, как у различных животных, но и обхватывать его, что возможно благодаря противопоставлению (*оппозиции*) большого пальца всем остальным пальцам.

Скелет верхней конечности представляет собой цепь связанных с помощью суставов и связок костей различной формы (рис. 53). В нем

выделяют *плечевой пояс* и *свободную верхнюю конечность*. Плечевой пояс соединяет свободную верхнюю конечность с туловищем и благодаря особенностям своего строения увеличивает объем движений верхней конечности.

КОСТИ ПОЯСА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

В состав пояса верхней конечности входят *лопатка* и *ключица*.

Лопатка (*scapula*) представляет собой плоскую кость треугольной формы, расположенную на задней поверхности туловища (рис. 54). Она имеет три края: *верхний*, *медиальный* и *латеральный* и между ними три угла: *латеральный*, *нижний* и *верхний*. Латеральный угол сильно утолщен и имеет *суставную впадину*, которая служит для сочленения лопатки с головкой плечевой кости. Прилегающее к впадине суженное место называется *шейкой лопатки*. Над и под суставной впадиной находятся *бугорки* — *надсуставной* и *подсуставной*. Нижний угол располагается приблизительно на уровне верхнего края восьмого ребра и легко прощупывается под кожей. Верхний угол обращен кнутри и кверху.

Реберная поверхность лопатки обращена к грудной клетке; эта поверхность несколько вогнута и образует *подлопаточную ямку*. Тыльная поверхность лопатки выпукла и имеет *ость*, идущую от внутреннего края лопатки к ее наружному углу. Ость делит тыльную поверхность лопатки на две *ямки*: *надостную* и *подостную*, в которых располагаются одноименные мышцы. Ость лопатки легко прощупывается под кожей (рис. 55). Кнаружи она переходит в *плечевой*

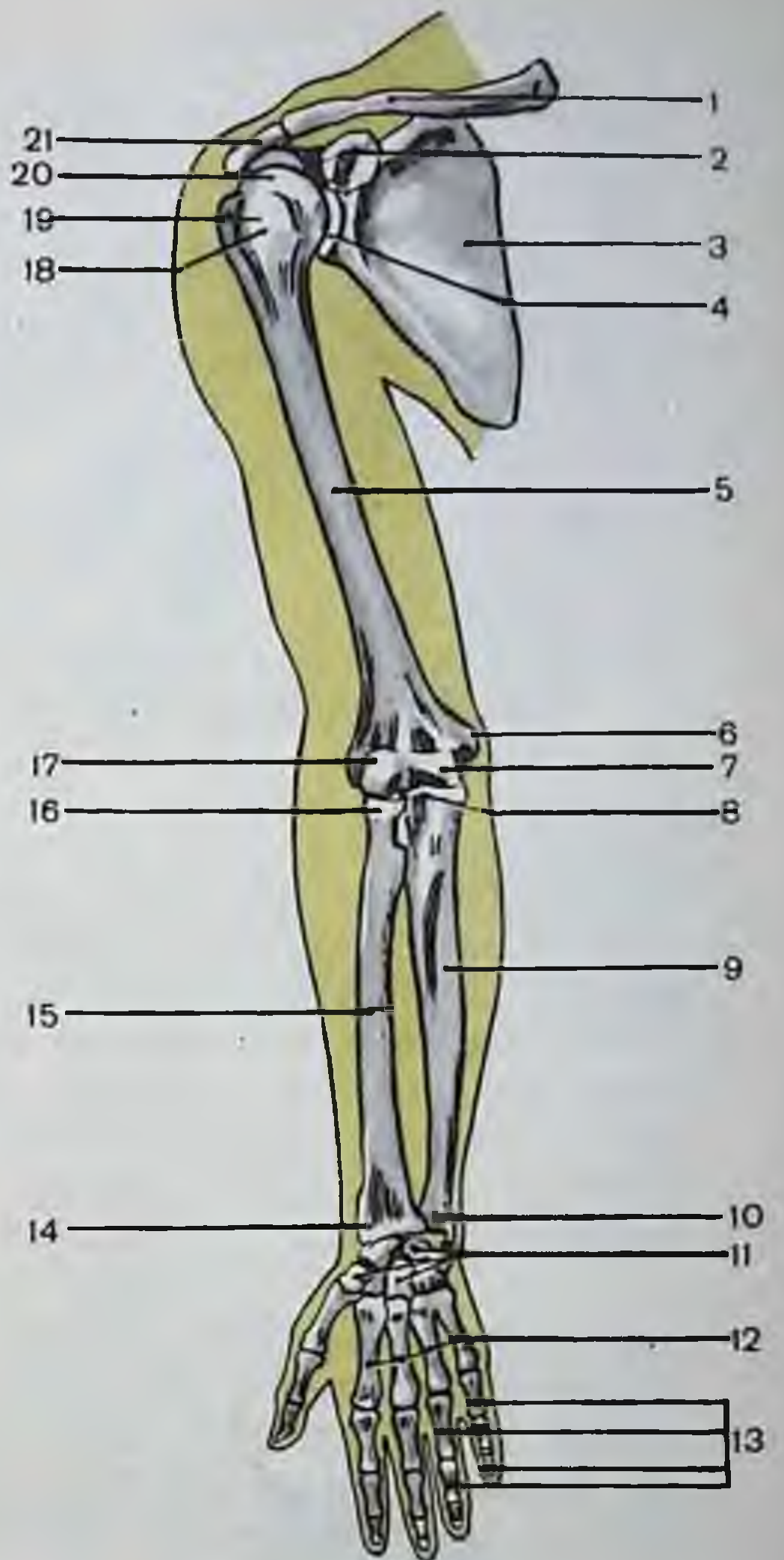


Рис. 53.

Скелет верхней конечности (правой), вид спереди:

1 — ключица; 2 — клювовидный отросток лопатки; 3 — лопатка; 4 — суставная впадина; 5 — плечевая кость; 6 — медиальный надмышелек; 7 — блок плечевой кости; 8 — венечный отросток локтевой кости; 9 — локтевая кость; 10 — головка локтевой кости; 11 — кости запястья; 12 — кости пястья; 13 — фаланги пальцев; 14 — латеральный шиловидный отросток; 15 — лучевая кость; 16 — головка лучевой кости; 17 — головка мышелка плечевой кости; 18, 19 — малый бугорок; 20 — головка плечевой кости; 21 — акромийон

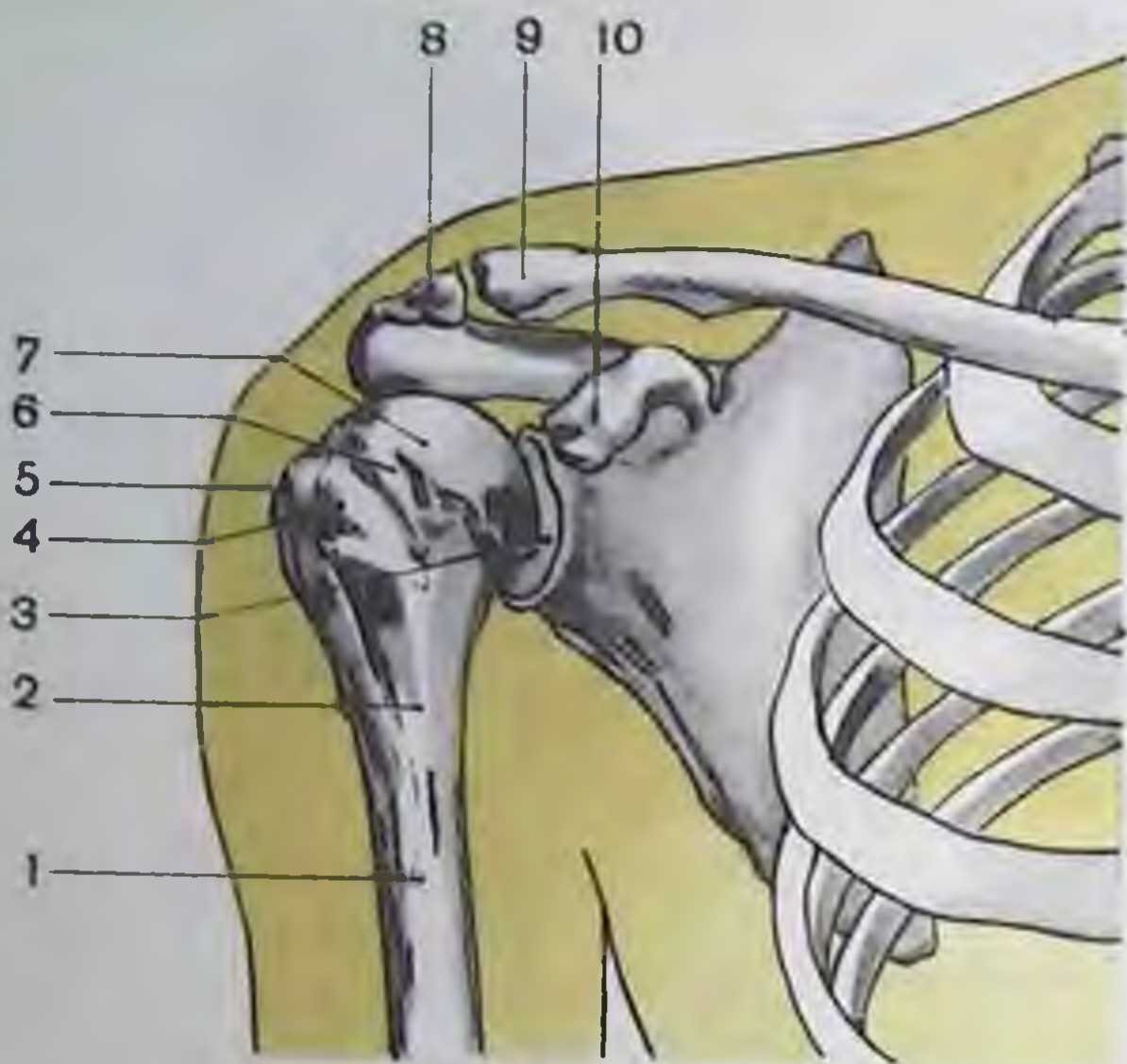


Рис. 54.

Кости пояса верхней конечности:

1 — плечевая кость; 2 — хирургическая шейка плечевой кости; 3 — суставная впадина лопатки; 4 — малый бугорок; 5 — большой бугорок; 6 — анатомическая шейка; 7 — головка; 8 — акромион; 9 — акромияльный конец ключицы; 10 — клювовидный отросток лопатки (ориг. М. Ф. Иванишского)



Рис. 55.

Прощупывание ости лопатки (фото М. Ф. Иванишского)

отросток лопатки (акромион), который располагается над плечевым суставом. Его наружная крайняя точка служит опознавательной точкой при определении ширины плеч.

Кроме акромиального лопатка имеет обращенный вперед *клювовидный отросток*, который служит для прикрепления мышц и связок.

Ключица (*clavicula*) представляет собой S-образно изогнутую по длинной оси трубчатую кость. Она располагается горизонтально спереди и сверху грудной клетки на границе с шеей, соединяясь медиальным концом — *грудинным* — с грудиной, а латеральным — *акромиальным* — с лопаткой. Ключица находится непосредственно под кожей и легко прощупывается на всем своем протяжении. Своей нижней поверхностью она при помощи связок и мышцы прикрепляется к грудной клетке, а связками — к лопатке. Соответственно этому на нижней поверхности ключицы имеются шероховатости в виде бугорка и линии.

СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ ПЯСА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Грудино-ключичный сустав (*articulatio sternoclavicularis*) образован грудиной и ключицей (см. рис. 40). Он является двукамерным. Форма суставных поверхностей сочленяющихся в нем костей приближается к седловидной. Однако благодаря наличию *суставного диска*,

делящего полость сустава на две камеры, движения возможны вокруг трех взаимно перпендикулярных осей: вертикальной, сагиттальной и поперечной. Соответственно трем осям вращения это следующие движения: вперед и назад; поднятие и опускание; некоторое вращение. Кроме того, в данном суставе возможно круговое движение. При круговом движении акромиальный конец ключицы описывает эллипс.

Капсула сустава тонка. Он укреплен главным образом *межключичной связкой*, соединяющей грудинные концы обеих ключиц, *реберно-ключичной связкой*, идущей от хряща первого ребра к нижней поверхности ключицы, и, кроме того, *подключичной мышцей*. Положение щели грудино-ключичного сустава легко определяется прощупыванием спереди и сверху в так называемой малой надключичной ямке.

У некоторых лиц (чаще всего у лиц физического труда) имеется еще *реберно-ключичный сустав*, который находится между первым ребром и ключицей и возникает на месте реберно-ключичной связки.

Акромиально-ключичный сустав (*articulatio acromioclavicularis*) соединяет ключицу с лопаткой. Форма суставных поверхностей обычно плоская. Возможны превращения сустава в синхондроз. Сустав укреплен *клювовидно-ключичной связкой*, идущей от клювовидного отростка лопатки к нижней поверхности ключицы. Лопатка относительно ключицы может производить вращение вокруг сагиттальной оси, проходящей через сустав, а также небольшие движения вокруг вертикальной и поперечной осей. Таким образом, небольшие движения в акромиально-ключичном суставе могут совершаться вокруг трех взаимно перпендикулярных осей. Поскольку сустав имеет плоскую форму, подвижность в нем довольно незначительна и возможна благодаря эластическим свойствам суставного хряща.

К собственным связкам лопатки относятся *клювовидно-акромиальная* и *верхняя поперечная связки*. Первая похожа на треугольную пластинку, идущую от акромиона лопатки к ее клювовидному отростку. Она образует так называемый свод плечевого сустава и принимает участие в ограничении подвижности в нем при отведении плеча.

КОСТИ СВОБОДНОЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Свободная верхняя конечность состоит из трех отделов: плеча, предплечья и кисти.

Плечевая кость (*humerus*) является типичной трубчатой костью (см. рис. 53). Тело ее в верхнем отделе имеет на поперечном сечении округлую форму, а в нижнем — трехгранную.

На верхнем конце (проксимальном эпифизе) плечевой кости находится *головка плечевой кости*. Она имеет форму полушария, обращена к лопатке и несет на себе суставную поверхность, к которой примыкает так называемая *анатомическая шейка* плечевой кости. Кнаружи от шейки находятся два бугорка, служащие для прикрепления мышц: *большой бугорок*, обращенный кнаружи, и *малый бугорок*, обращенный кпереди. От каждого из бугорков идет книзу гребень. Между бугорками и гребнями имеется борозда, в которой проходит сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча. Ниже бугорков находится наиболее суженное место плечевой кости — ее *хирургическая шейка*.

На наружной поверхности тела (диафиза) плечевой кости имеется *дельтовидная бугристость*, к которой прикрепляется дельтовидная мышца. При развитии дельтовидной мышцы в результате спортивной тренировки наблюдается не только увеличение дельтовидной бугристости, но также увеличение в данном участке толщины всего компактного слоя кости. По задней поверхности тела плечевой кости спирально сверху вниз и кнаружи идет *борозда лучевого нерва*.

Нижний конец (дистальный эпифиз) плечевой кости образует *мыщелок* и имеет суставную поверхность, которая служит для сочленения с костями предплечья. Медиальная часть суставной поверхности, сочленяющаяся с локтевой костью, называется *блоком плечевой кости*, а латеральная, сочленяющаяся с лучевой костью, имеет шаровидную форму и называется *головкой мыщелка плечевой кости*. Над блоком спереди и сзади располагаются ямки, в которые при сгибании и разгибании предплечья входят отростки локтевой кости — *венечный* (спереди) и *локтевой* (сзади). Эти ямки носят соответствующие названия: передняя — *венечной ямки* и задняя — *ямки локтевого отростка*. По обеим сторонам дистального конца плечевой кости расположены *медиальный* и *латеральный надмыщелки*, легко прощупываемые под кожей, особенно медиальный, имеющий на своей задней стороне борозду локтевого нерва. Надмыщелки служат для прикрепления мышц и связок.

Локтевая кость (ulna). Эта кость имеет трехгранную форму тела (см. рис. 53). На верхнем, проксимальном, конце кости находится утолщение, на котором спереди располагается *блоковидная вырезка*, служащая для сочленения с плечевой костью, а на латеральном крае — *лучевая вырезка*, служащая для сочленения с головкой лучевой кости. Блоковидная вырезка ограничена спереди и сзади отростками: передним — *венечным* и задним — *локтевым* (олекраноном). Несколько ниже переднего отростка располагается *бугристость локтевой кости*, к которой прикрепляется плечевая мышца. Нижний, или дистальный, конец локтевой кости имеет утолщение, называемое *головкой локтевой кости*. На лучевой стороне ее имеется суставная поверхность для сочленения с лучевой костью. От заднего края головки локтевой кости отходит *медиальный шиловидный отросток*; на нижней поверхности головки имеется суставная поверхность.

Локтевая кость прощупывается под кожей на всем протяжении, начиная от локтевого отростка и кончая шиловидным. Спереди эта кость в верхнем отделе покрыта мышцами, а в нижнем — сухожилиями, через которые ее также можно прощупать. Головка локтевой кости резко выступает под кожей, особенно сзади и несколько кнутри.

Лучевая кость (radius). В противоположность локтевой кости у лучевой утолщен не верхний, а нижний конец. Верхний конец имеет *головку лучевой кости*, обращенную в сторону плечевой кости. На верхней поверхности головки находится ямка для сочленения с головкой мыщелка плечевой кости. По краю головки лучевой кости располагается *суставная окружность* для сочленения с локтевой костью. Несколько ниже головки лучевая кость имеет наиболее суженное место — *шейку лучевой кости*. Ниже и кнутри от шейки находится хорошо выра-

женная бугристость лучевой кости, которая служит местом прикрепления сухожилия двуглавой мышцы плеча. На нижнем конце (эпифизе) лучевая кость имеет *запястную суставную поверхность*, которая служит для сочленения с костями запястья. Снаружи на этом конце имеется прощупываемый под кожей *латеральный шиловидный отросток*, а снутри — *локтевая вырезка* для сочленения с головкой локтевой кости.

Острые края локтевой и лучевой костей, обращенные друг к другу, ограничивают межкостное пространство и называются *межкостными краями*.

Большая часть лучевой кости располагается среди мышц. Под кожей можно хорошо прощупать следующие ее отделы: ниже и сзади латерального края мышелка плечевой кости — головку; внизу — латеральный шиловидный отросток; сзади, снаружи и отчасти спереди — весь нижний отдел кости.

Кости кисти. К и с т ь (manus) имеет три отдела (рис. 56): *запястье* (carpus), *пясть* (metacarpus) и *пальцы* (digiti).

Кости запястья. Восемь мелких по величине костей запястья имеют неправильную форму. Они расположены в два ряда.

Проксимальный ряд составляют следующие кости, если идти со стороны большого пальца в сторону пятого пальца: *ладьевидная*, *полулунная*, *трехгранная* и *гороховидная*.

Дистальный ряд составляют также четыре кости: *многоугольная*, *трапецевидная*, *головчатая* и *крючковидная*, которая своим крючком обращена к ладонной стороне кисти.

Рис. 56.

Кости кисти (правой). Вид спереди:

1 — дистальные фаланги; 2 — средние фаланги; 3 — проксимальные фаланги; 4 — сесамовидные кости; 5 — пястные кости; 6 — многоугольная кость; 7 — трапецевидная кость; 8 — головчатая кость; 9 — ладьевидная кость; 10 — латеральный шиловидный отросток; 11 — дистальный конец лучевой кости; 12 — локтевая кость; 13 — головка локтевой кости; 14 — полулунная кость; 15 — треугольная кость; 16 — гороховидная кость; 17 — крючковидная кость (ориг. М. Ф. Иваницкого)



Проксимальный ряд костей запястья образует выпуклую в сторону лучевой кости суставную поверхность. Дистальный ряд соединяется с проксимальным при помощи сустава неправильной формы.

Кости запястья лежат в разных плоскостях и образуют желоб (*борозду запястья*) на ладонной поверхности и выпуклость на тыльной. В борозде запястья проходят сухожилия мышц-сгибателей пальцев. Ее внутренний край ограничен гороховидной костью и крючком крючковидной кости, которые легко прощупываются; наружный край составлен двумя костями — ладьевидной и многоугольной.

Кости пясти. Пясть состоит из пяти трубчатых пястных костей. Пястная кость первого пальца короче остальных, но отличается своей массивностью. Наиболее длинной является вторая пястная кость. Следующие кости по направлению к локтевому краю кисти уменьшаются в длине. Каждая пястная кость имеет *основание, тело и головку*.

Основания пястных костей сочленяются с костями запястья. Основания первой и пятой пястных костей имеют суставные поверхности седловидной формы, а остальные — плоские суставные поверхности. Головки пястных костей имеют полушаровидную суставную поверхность и сочленяются с проксимальными фалангами пальцев.

Кости пальцев. Каждый палец состоит из трех *фаланг: проксимальной, средней и дистальной*. Исключение составляет первый палец, имеющий только две фаланги — проксимальную и дистальную. Проксимальные фаланги являются наиболее длинными, дистальные — наиболее короткими. Каждая фаланга имеет среднюю часть — *тело* и два конца — проксимальный и дистальный. На проксимальном конце находится *основание фаланги*, а на дистальном — *головка фаланги*. На каждом конце фаланги имеются суставные поверхности для сочленения с соседними костями.

Кроме указанных костей кисть имеет еще *сесамовидные кости*, которые расположены в толще сухожилий между пястной костью большого пальца и его проксимальной фалангой. Встречаются также непостоянные сесамовидные кости между пястной костью и проксимальной фалангой второго и пятого пальцев. Сесамовидные кости расположены обычно на ладонной поверхности, но изредка встречаются и на тыльной поверхности. К сесамовидным костям относят и гороховидную кость. Все сесамовидные кости, равно как и все отростки костей, увеличивают плечо силы тех мышц, которые к ним прикрепляются.

СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ СВОБОДНОЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Плечевой сустав (*articulatio humeri*) образован головкой плеча и суставной впадиной лопатки (рис. 57). Он имеет шаровидную форму. Суставная поверхность головки соответствует приблизительно одной трети шара. Суставная впадина лопатки равна лишь одной трети или даже одной четверти суставной поверхности головки. Глубина суставной впадины увеличивается за счет *суставной губы*, идущей по краю суставной впадины (рис. 58).

Суставная капсула тонкая и большая по размеру. Она начинается около суставной губы и прикрепляется к анатомической шейке плече-



Рис. 57.

Незакрывающийся плечевой сустав, вид спереди:

1 — клювовидно-акромальная связка, 2 — клювовидно-плечевая связка, 3 — капсула плечевого сустава, 4 — сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча, 5 — короткая головка двуглавой мышцы плеча, 6 — верхняя поперечная связка лопатки (ориг. М. Ф. Иванниченко)

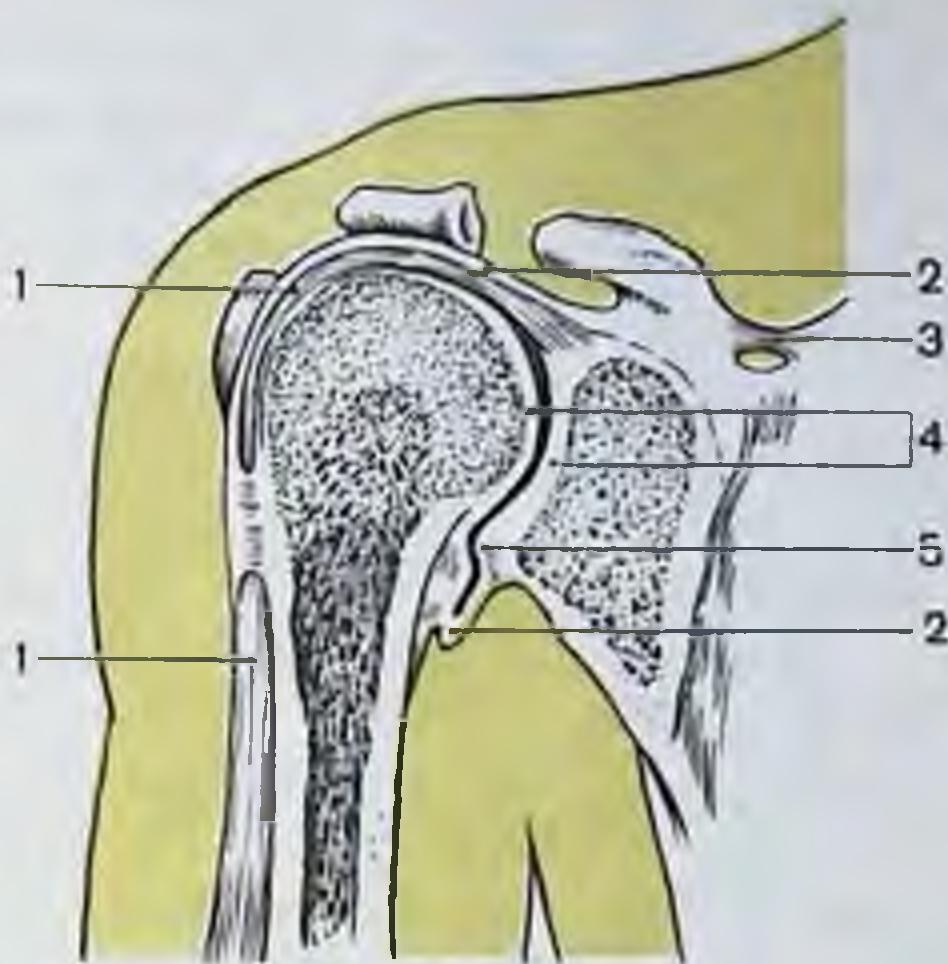


Рис. 58.

Плечевой сустав (фронтальный распил):

1 — сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча, 2 — капсула плечевого сустава, 3 — верхняя поперечная связка лопатки, 4 — суставной хрящ, 5 — суставная губа (ориг. М. Ф. Иванниченко)

вой кости. Внутренний слой капсулы перекидывается через борозду между бугорками плечевой кости, образуя вокруг сухожилия длинной головки двуглавой мышцы плеча *межбугорковое синовиальное влагалище*. Капсула сустава укреплена *клювовидно-плечевой связкой*, которая идет от клювовидного отростка лопатки и вплетается в капсулу сустава. Помимо этого, в капсулу вплетаются волокна тех мышц, которые проходят около плечевого сустава. К их числу относятся: надостная, подостная, подлопаточная и малая круглая мышцы. Эти мышцы не только укрепляют плечевой сустав, но при движениях в нем оттягивают соответствующие части капсулы, предохраняя ее от ущемления.

Благодаря шаровидной форме суставных поверхностей сочленяющихся костей в плечевом суставе возможны движения вокруг трех взаимно перпендикулярных осей: поперечной, сагиттальной и вертикальной. Вокруг сагиттальной оси происходит отведение и приведение плеча, вокруг поперечной — движение вперед (сгибание) и движение назад (разгибание), вокруг вертикальной — поворот внутрь и наружу, т. е. пронация и супинация. Кроме того, в плечевом суставе возможно круговое движение (циркумдукция). Движения в плечевом суставе нередко сочетаются с движениями пояса верхней конечности. В результате этого вытянутой верхней конечностью можно описать приблизительно полусферу. Однако движение только в плечевом суставе имеет значительно меньшую амплитуду. Верхнюю конечность можно отвести не более чем до уровня горизонта, т. е. примерно на 90° . Дальнейшее движение, благодаря которому руку можно поднять вверх, происходит по преимуществу за счет движения лопатки и ключицы. Наблюдения на живом

человеке показывают, что при поднимании руки кверху нижний угол лопатки отводится кнаружи, т. е. лопатка, а вместе с ней и весь плечевой пояс верхней конечности вращаются вокруг сагиттальной оси (рис. 59).

Являясь одним из наиболее подвижных суставов человеческого тела, плечевой сустав довольно часто повреждается. Это объясняется тонкостью его суставной капсулы, а также большой амплитудой возможных в нем движений.

Локтевой сустав (*articulatio cubiti*) состоит из трех суставов: плече-локтевого, плече-лучевого и луче-локтевого проксимального (рис. 60, 61). Эти три сустава имеют одну общую капсулу и одну суставную полость, представляя, таким образом, сложный сустав.

Плече-локтевой сустав имеет блоковидную (отчасти винтообразную) форму с одной осью вращения, проходящей поперечно, плече-лучевой сустав — шаровидную, проксимальный луче-локтевой сустав — цилиндрическую. Из этих трех суставов лучше всего просматривается положение щели плече-лучевого сустава в ямке, находящейся на задней поверхности предплечья у его верхнего конца с лучевой стороны (в верхней лучевой ямке, или «ямке красоты»).

В локтевом суставе возможны сгибание и разгибание, пронация и супинация. Поперечная ось вращения плече-лучевого сустава проходит через центр головки мыщелка и соответствует продолжению оси блока плечевой кости. Приблизительно можно считать, что эта ось проходит через нижний край латерального и медиального надмыщелков плечевой кости. Продольная ось плече-лучевого сустава, вокруг которой возможны пронация и супинация предплечья, идет через центр головки мыщелка плечевой кости, через центр головки лучевой и (дистально) центр

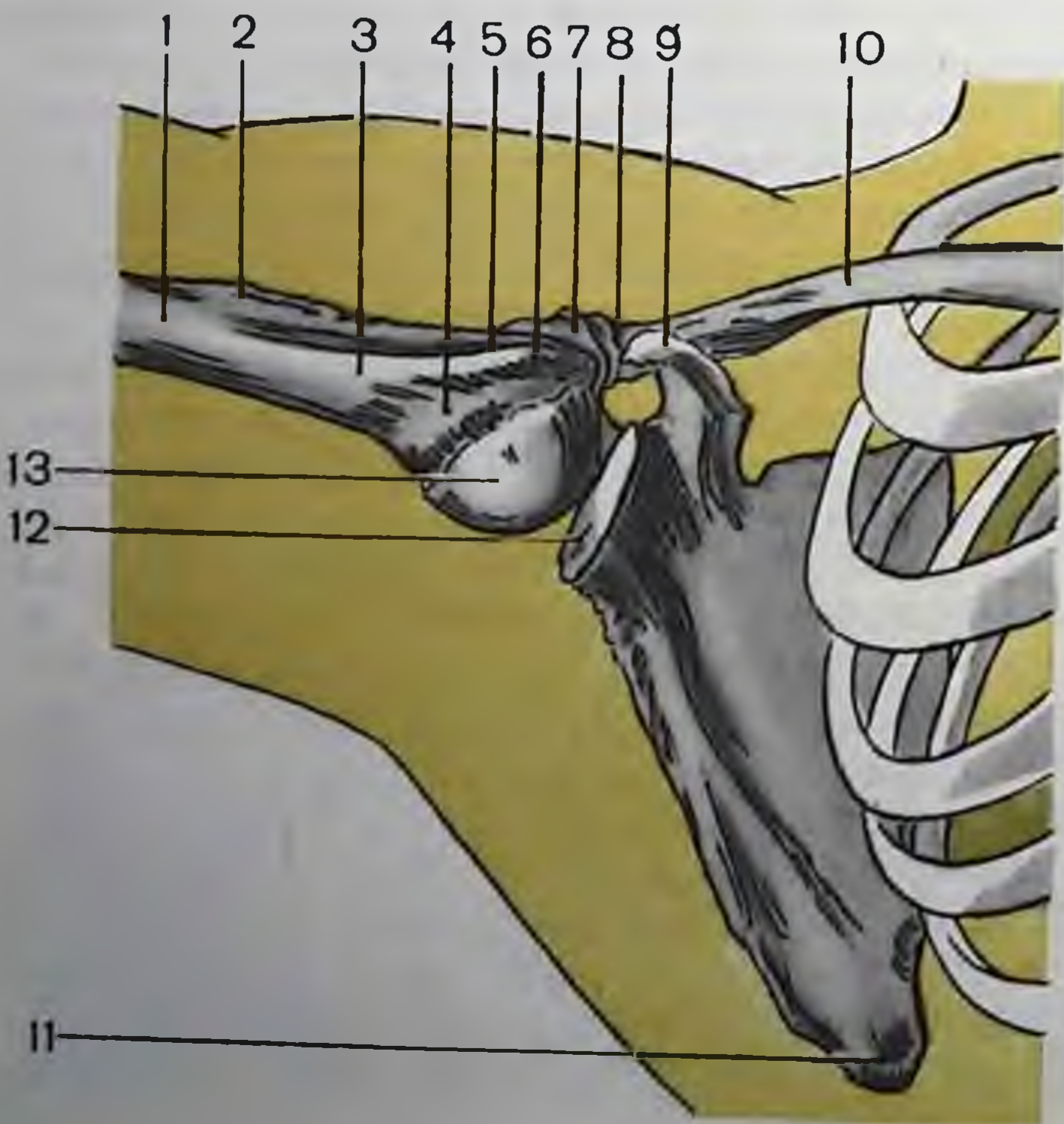


Рис. 59.

Положение костей плечевого пояса и плечевого сустава при поднятой руке (рисунок с рентгенограммы по М. Ф. Иваницкому): 1 — плечевая кость; 2 — дельтовидная бугристость; 3 — хирургическая шейка; 4 — анатомическая шейка; 5 — гребешок большого бугорка; 6 — малый бугорок; 7 — акромия; 8 — акромияльный конец ключицы; 9 — клювовидный отросток лопатки; 10 — тело ключицы; 11 — нижний угол лопатки; 12 — суставная впадина лопатки; 13 — головка плечевой кости

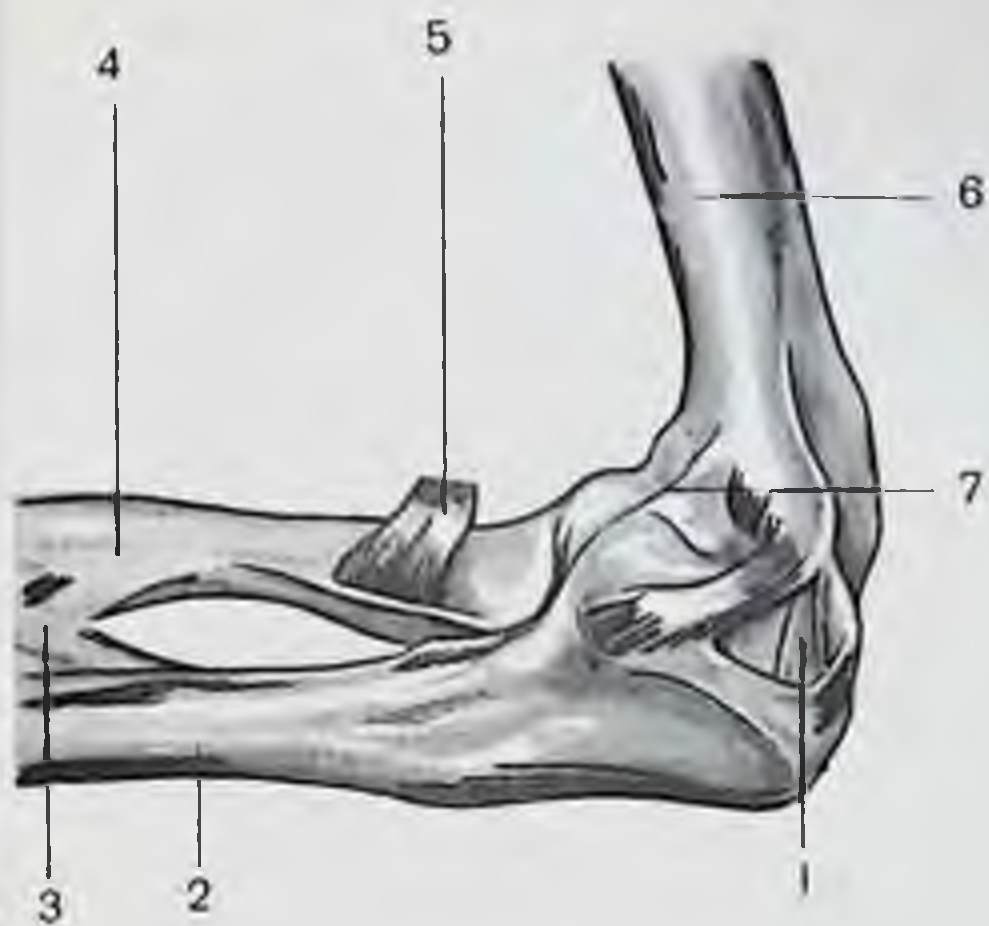


Рис. 60.

Правый локтевой сустав:

1 — локтевая коллатеральная связка; 2 — локтевая кость; 3 — межкостная перепонка предплечья; 4 — лучевая кость; 5 — сухожилие двуглавой мышцы плеча (перерезано); 6 — плечевая кость; 7 — суставная капсула

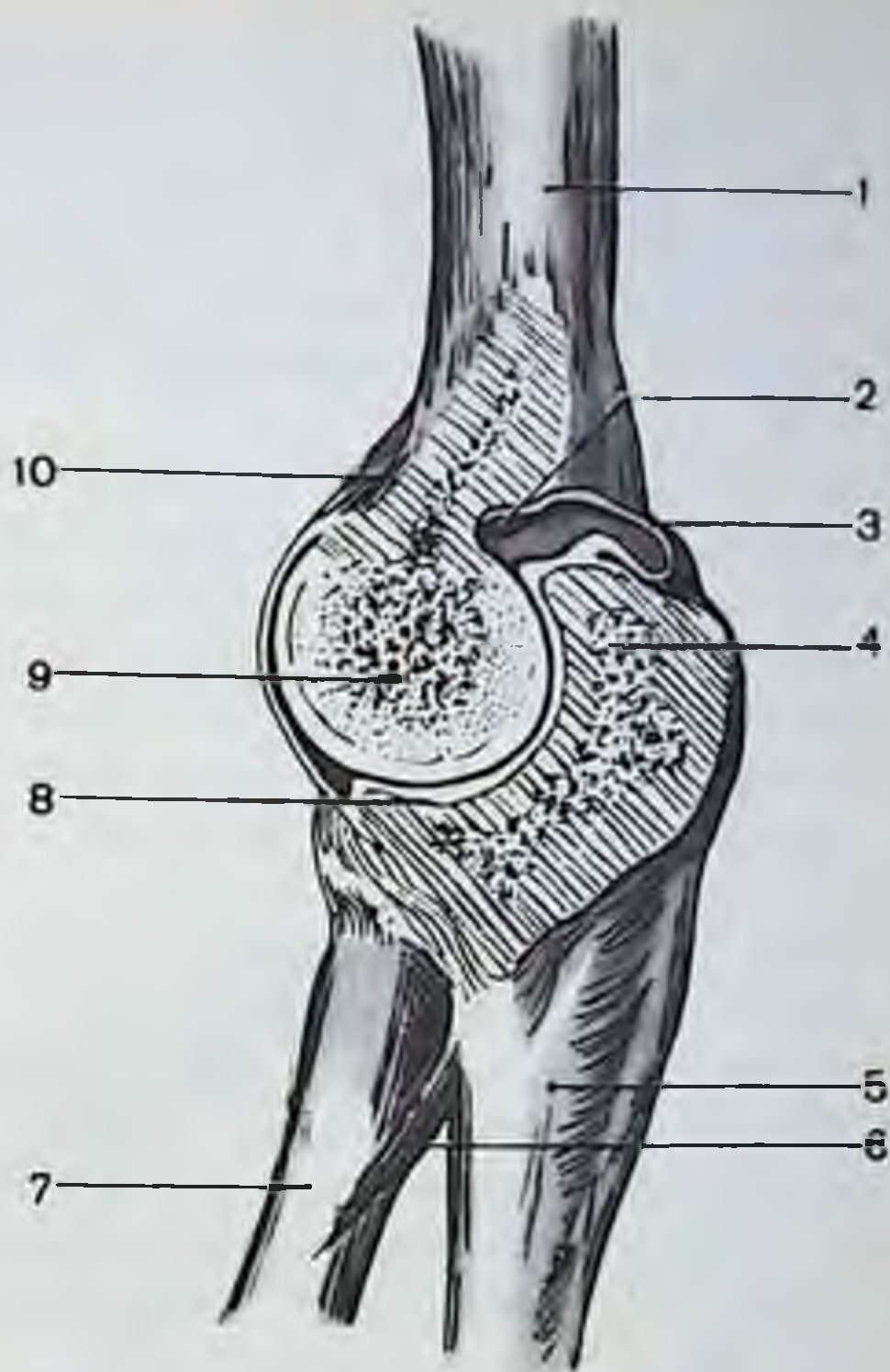


Рис. 61.

Правый локтевой сустав (сагиттальный распил):

1 — плечевая кость; 2 — ямка локтевого отростка; 3 — капсула сустава; 4 — локтевой отросток локтевой кости; 5 — локтевая кость; 6 — косая струна; 7 — лучевая кость; 8 — венечный отросток локтевой кости; 9 — блок плечевой кости; 10 — венечная ямка

головки локтевой кости. Блок плеча имеет дугу, равную 320° , а блоковидная вырезка локтевой кости — 180° ; такими образом, величина подвижности вокруг поперечной оси, т. е. сгибание и разгибание составляет 140° ($320^\circ - 180^\circ = 140^\circ$). Амплитуда движения при пронации и супинации предплечья также равняется приблизительно 140° , однако в результате систематической спортивной тренировки она может достигать 180° , а с приложением внешнего усилия — даже и большей величины.

Локтевой сустав укрепляется следующими связками: *локтевой коллатеральной связкой*, идущей от медиального надмыщелка к краю блоковой вырезки локтевой кости, и *лучевой коллатеральной связкой*, которая идет от латерального надмыщелка и, разделяясь на два пучка, сгибающих головку лучевой кости спереди и сзади, прикрепляется к локтевой кости. *Кольцевая связка лучевой кости* охватывает головку спереди, снаружи и сзади и прикрепляется двумя своими концами к локтевой кости.

У людей с сильно развитой мускулатурой нередко отмечается неполное разгибание в локтевом суставе, что можно связать не только с большим развитием локтевого отростка локтевой кости, но также с

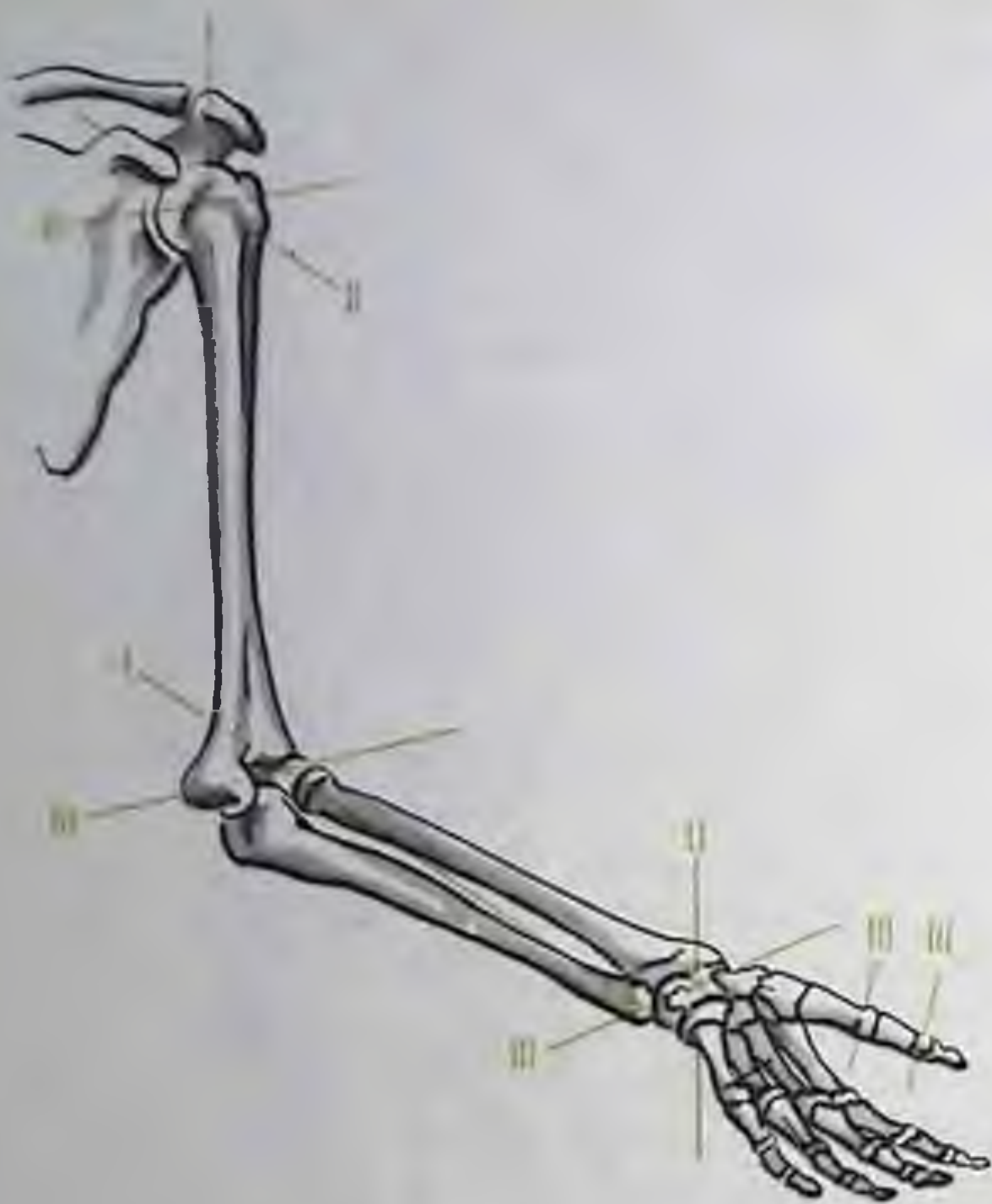


Рис. 62.

Оси вращения в суставах верхней конечности (по М. Ф. Иваницкому):

I — вертикальная ось; II — сагиттальная ось; III — поперечная ось

вырезкой на лучевой кости. Движение в нем происходит одновременно с движением в проксимальном суставе, поэтому оба сустава представляют собой в функциональном отношении один комбинированный сустав. Ось вращения в этом суставе проходит через головки лучевой и локтевой костей; в нем возможны пронация и супинация (рис. 62). В среднем объем этих движений равен 140° .

Луче-запястный сустав (*articulatio radiocarpea*). В образовании этого сустава принимают участие лучевая кость и кости проксимального ряда запястья: ладьевидная, полулунная и трехгранная (рис. 63). Локтевая кость до поверхности луче-запястного сустава не доходит (она «дополняется» *суставным диском*). Таким образом, в образовании локтевого сустава наибольшую роль из двух костей предплечья играет локтевая кость, а в образовании луче-запястного сустава — лучевая кость.

В луче-запястном суставе, имеющем эллипсоидную форму, возможны сгибание и разгибание, приведение и отведение кисти. Пронация и супинация кисти происходит вместе с одноименными движениями костей предплечья. Небольшое пассивное движение вращательного характера также возможно в луче-запястном суставе (на $10-12^\circ$), однако оно происходит за счет эластичности суставного хряща. Положение щели луче-запястного сустава определяется с тыльной поверхности, где

повышенным тонусом мышц (сгибателей предплечья), которые препятствуют полному разгибанию. Наоборот, у людей со слабо развитой мускулатурой можно наблюдать не только разгибание, но даже переразгибание в этом суставе, особенно у женщин.

Соединения костей предплечья между собой. Кости и предплечья (лучевая и локтевая) связаны между собой двумя суставами: *проксимальным луче-локтевым суставом* и *дистальным луче-локтевым суставом*. Пространство между лучевой и локтевой костями заполнено *межкостной перепонкой предплечья*, которая представляет собой одну из разновидностей синдесмоза; движению костей предплечья она не препятствует.

Дистальный луче-локтевой сустав образован головкой локтевой кости и локтевой

она без труда обнаруживается через мягкие ткани; кроме того, ее положение определяется с лучевой и локтевой сторон. С лучевой стороны в области нижней лучевой ямки можно прощупать щель между латеральным шиловидным отростком и ладьевидной костью. С локтевой стороны прощупывается углубление между головкой локтевой кости и трехгранной костью, соответствующее локтевому участку полости луче-запястного сустава.

Движения в луче-запястном суставе тесно связаны с движениями в *среднезапястном суставе*, который располагается между проксимальным и дистальным рядами костей запястья. Этот сустав имеет сложную поверхность неправильной формы. Общий объем подвижности при сгибании кисти достигает 85° , при разгибании также приблизительно 85° . Приведение кисти в этих суставах возможно на 40° , а отведение — на 20° . Кроме того, в луче-запястном суставе возможно круговое движение (циркумдукция).

Луче-запястный и среднезапястный суставы укреплены многочисленными связками. Связочный аппарат кисти очень сложен. Связки располагаются на ладонной, тыльной, медиальной и латеральной поверхностях запястья, а также между отдельными костями запястья. Наиболее важными являются *коллатеральные связки запястья* — *лучевая* и *локтевая*. Первая идет от латерального шиловидного отростка к ладьевидной кости, вторая — от медиального шиловидного отростка — трехгранной кости.

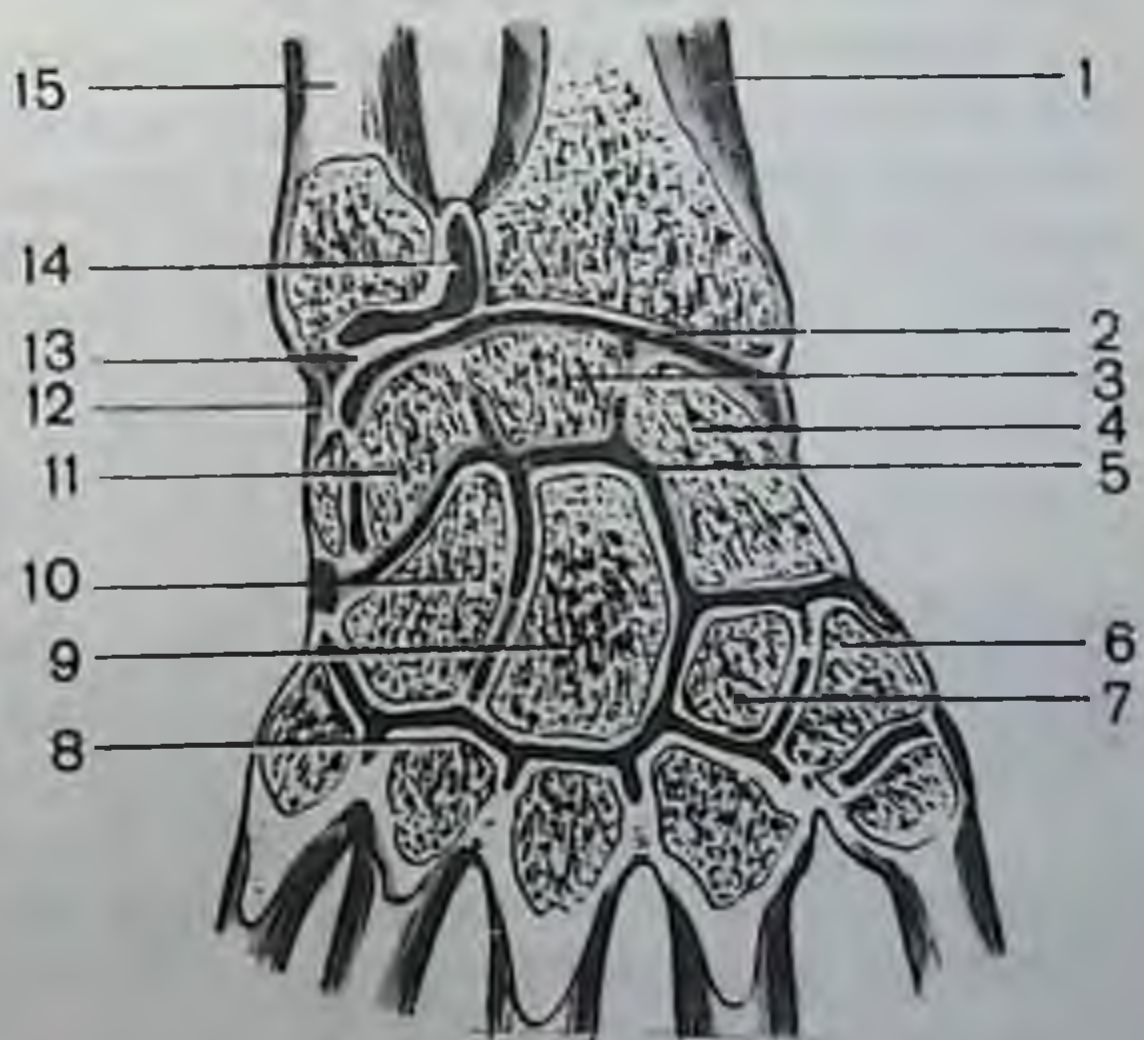
Между костными возвышениями на лучевой и локтевой сторонах ладонной поверхности кисти перекинута связка — *удерживатель сгибателей*. Она не имеет непосредственного отношения к суставам кисти, а является, по сути дела, утолщением фасции. Перекидываясь через борозду запястья, она превращает ее в *канал запястья*, где проходят сухожилия сгибателей пальцев и срединный нерв.

Запястно-пястные суставы (articulationes carpometacarpeae) представляют собой соединения дистального ряда костей запястья с основаниями пястных костей. Эти суставы, за исключением запястно-пястного сустава большого пальца кисти, имеют плоскую форму и

Рис. 63.

Суставы кисти (фронтальный распил через кости кисти):

1 — лучевая кость; 2 — щель луче-запястного сустава; 3 — полулунная кость; 4 — ладьевидная кость; 5 — щель среднезапястного сустава; 6 — многоугольная кость; 7 — трапециевидная кость; 8 — щель запястно-пястных суставов; 9 — головчатая кость; 10 — крючковидная кость; 11 — трехгранная кость; 12 — локтевая коллатеральная связка запястья; 13 — суставной диск; 14 — щель дистального луче-локтевого сустава; 15 — локтевая кость



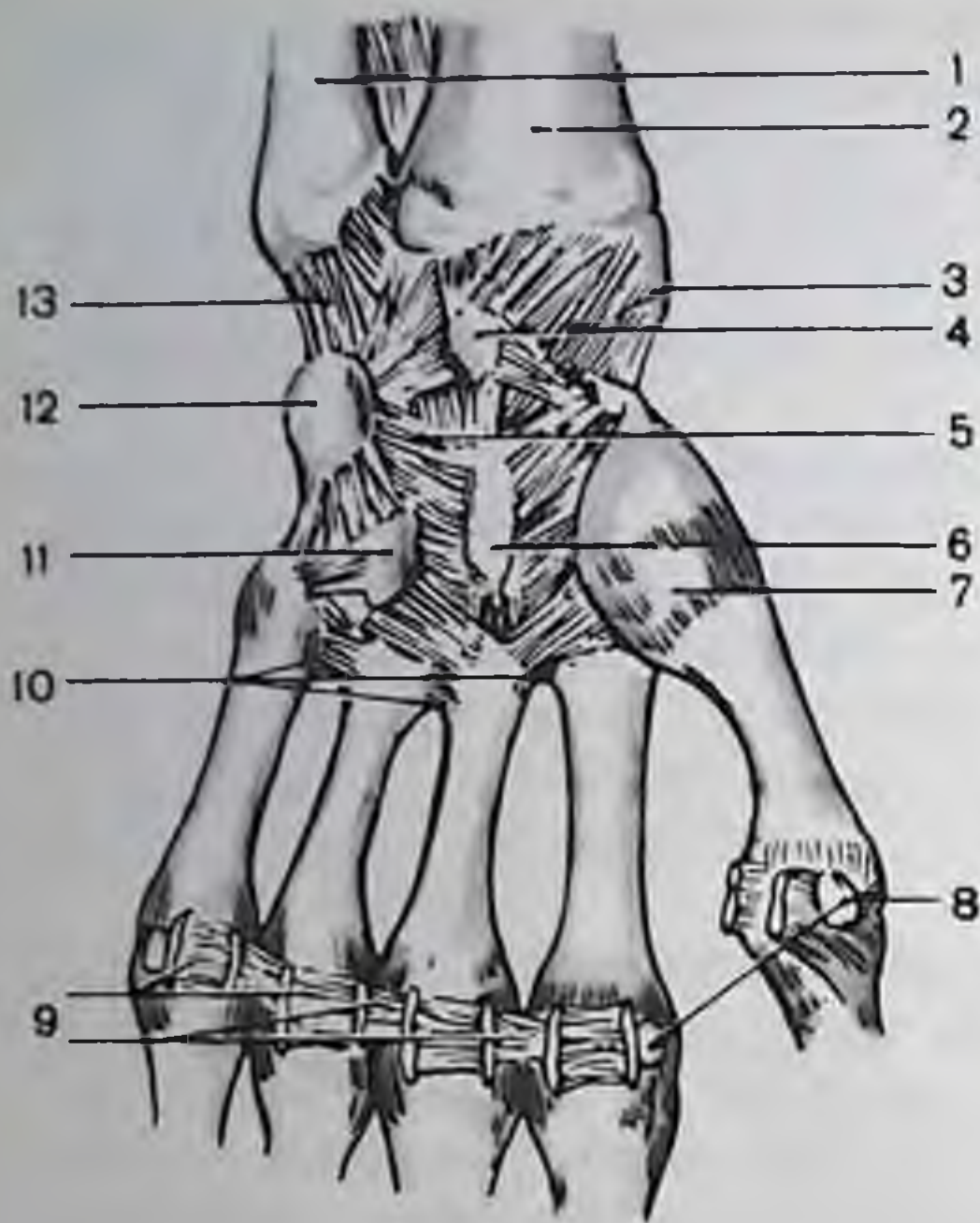


Рис. 64.

Связочный аппарат кисти с ладонной поверхности:

1 — локтевая кость; 2 — лучевая кость; 3 — локтевая кость; 4 — ладонная луче-запястная связка; 5 — лучистая связка запястья; 6 — головчатая кость; 7 — 1-й запястно-пястный сустав; 8 — сесамовидные кости; 9 — глубокая поперечная пястная связка; 10 — ладонные связки; 11 — крючковидная кость; 12 — гороховидная кость; 13 — локтевая коллатеральная связка запястья

малоподвижны. Объем движений в них не превышает 5—10°. Подвижность в этих суставах, а также между костями запястья резко ограничена хорошо развитыми связками.

Связки, расположенные на ладонной поверхности кисти, составляют крепкий ладонный связочный аппарат (рис. 64). Он соединяет кости запястья между собой, а также с пястными костями. На кисти можно различить связки, идущие дугообразно, радиально и поперечно. Центральной костью связочного аппарата является головчатая, к которой прикрепляется большее число связок, чем к какой-либо другой кости запястья. Тыльные связки кисти развиты гораздо слабее, чем ладонные. Они соединяют между собой кости запястья, составляя утолщения капсул, покрывающих суставы между этими костями. Второй ряд костей запястья помимо ладонных и тыльных связок имеет также межкостные связки (рис. 65).

В связи с тем что кости дистального ряда запястья и четыре (II—V) кости пясти малоподвижны друг относительно друга и прочно связаны в единое целое образование, составляющее центральное костное ядро кисти, их обозначают как **т в е р д у ю о с н о в у к и с т и**.

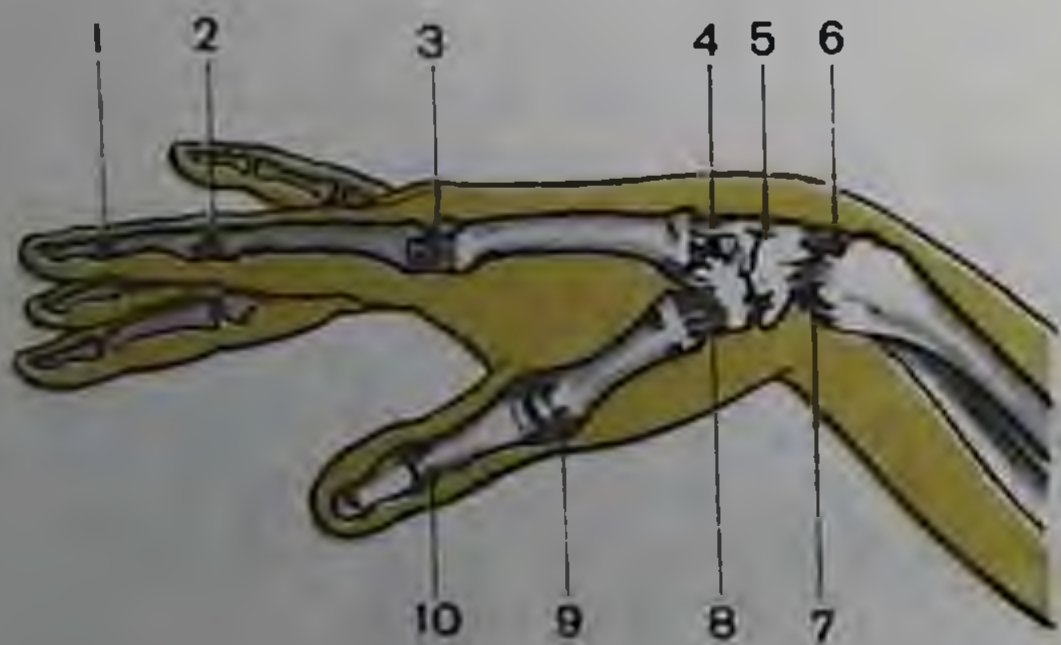


Рис. 65.

Связочный аппарат суставов кисти:

1 — коллатеральная связка дистального межфалангового сустава; 2 — коллатеральная связка проксимального межфалангового сустава; 3 — коллатеральная связка пястно-фалангового сустава второго пальца; 4 — тыльная запястно-лучевая связка; 5 — тыльная межпястная связка; 6 — тыльная луче-запястная связка; 7 — ладонная луче-запястная связка; 8 — связки запястно-пястного сустава первого пальца; 9 — коллатеральные связки пястно-фалангового сустава большого пальца (ориг. М. Ф. Иванникова)

Запястно-пястный сустав большого пальца кисти образован многоугольной костью и основанием первой пястной кости. Суставные поверхности имеют седловидную форму. В суставе возможны следующие движения: приведение и отведение, противопоставление (оппозиция) и обратное движение (репозиция), а также круговое движение (циркумдукция). Благодаря противопоставлению большого пальца всем остальным пальцам значительно возрастает объем хватательных движений кисти.

Величина подвижности в запястно-пястном суставе большого пальца составляет $45-60^\circ$ при отведении и приведении и $35-40^\circ$ при противопоставлении и обратном движении.

Пястно-фаланговые суставы (*articulationes metacarpophalangeae*) образованы головками пястных костей и основаниями проксимальных фаланг пальцев. Все эти суставы имеют шаровидную форму и соответственно три взаимно перпендикулярные оси вращения, вокруг которых происходят сгибание и разгибание, приведение и отведение, а также круговое движение (циркумдукция). Сгибание и разгибание возможны на $90-100^\circ$, отведение и приведение — на $45-50^\circ$.

Пястно-фаланговые суставы укреплены *коллатеральными* связками, расположенными по бокам от них. С ладонной стороны капсулы этих суставов имеют добавочные связки, именуемые *ладонными*. Волокна их переплетаются с волокнами *глубокой поперечной пястной связки*, которая препятствует расхождению головок пястных костей в стороны.

Межфаланговые суставы кисти (*articulationes interphalangeae manus*) имеют блоковидную форму, их оси вращения проходят поперечно. Вокруг этих осей возможно сгибание и разгибание. Объем их в проксимальных межфаланговых суставах равен $110-120^\circ$, в то время как в дистальных — $80-90^\circ$. Все межфаланговые суставы укреплены хорошо выраженными *коллатеральными связками*.

Глава 5

СКЕЛЕТ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Скелет нижних конечностей развивается в непосредственной связи со специфичным вертикальным положением тела человека в пространстве. И при стоянии, и при перемещении в пространстве (локомоции) тело человека опирается на нижние конечности. В отличие от верхней конечности, которая у человека выполняет хватательную функцию, анатомо-физиологические особенности нижней конечности обусловлены локомоторной функцией.

В нижней конечности различают: *тазовый пояс* и *свободную нижнюю конечность* (рис. 66). Пояс нижней конечности служит для соединения свободной нижней конечности с туловищем. В составе свободной нижней конечности выделяют: *бедро*, *голень* и *стопу*.

В отличие от костей верхних конечностей, кости нижних конечностей более массивные, что связано с выполнением ими опорной

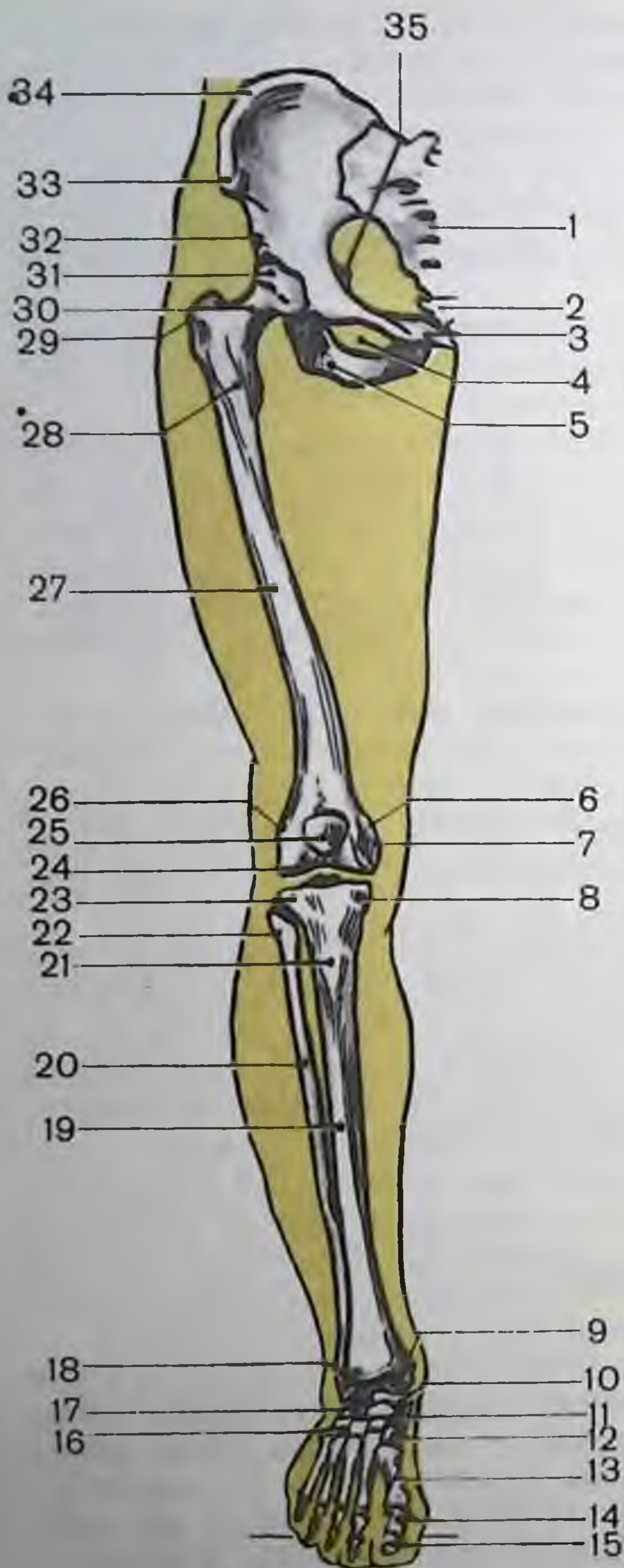


Рис. 66.

Скелет нижней конечности:

1 — крестец; 2 — копчик; 3 — лобковый бугорок; 4 — запирающее отверстие; 5 — седалищный бугор; 6 — медиальный надмышелок бедренной кости; 7 — медиальный мышелок бедренной кости; 8 — медиальный мышелок большеберцовой кости; 9 — медиальная лодыжка; 10 — головка таранной кости; 11 — ладьевидная кость; 12 — медиальная клиновидная кость; 13 — первая плюсневая кость; 14 — проксимальная фаланга; 15 — дистальная фаланга; 16 — кубовидная кость; 17 — пяточная кость; 18 — латеральная лодыжка; 19 — передний край большеберцовой кости; 20 — тело малоберцовой кости; 21 — бугристость большеберцовой кости; 22 — головка малоберцовой кости; 23 — латеральный мышелок большеберцовой кости; 24 — латеральный мышелок бедренной кости; 25 — надколенник; 26 — латеральный надмышелок бедренной кости; 27 — тело бедренной кости; 28 — межвертельная линия; 29 — большой вертел; 30 — шейка бедренной кости; 31 — головка бедренной кости; 32 — передняя нижняя подвздошная ость; 33 — передняя верхняя подвздошная ость; 34 — подвздошный гребень; 35 — седалищная ость (ориг. М. Ф. Иванникова)

функции. Соединения костей нижней конечности также характеризуются большими размерами и прочностью связочного аппарата.

В скелете нижней конечности, как и в верхней конечности, число костных элементов по мере удаления от пояса конечности возрастает. Проксимальный отдел (бедро) имеет одну кость; средний отдел (голень) состоит из двух параллельно расположенных костей; дистальный отдел (стопа), наподобие кисти, построен из многочисленных мелких костей, объединенных в *предплюсну, плюсну и пальцы*.

КОСТИ ПОЯСА НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Пояс нижней конечности с каждой стороны образует одна *тазовая кость*.

Тазовая кость (*os coxae*) имеет сложную форму и принадлежит большей своей частью к типу плоских костей. Тазовая кость состоит из трех костей: *подвздошной*, *седалищной* и *лобковой*, которые принимают участие в образовании *вертлужной впадины*, служащей для сочленения таза с головкой бедра (рис. 67). Каждая из этих костей закладывается у зародыша как самостоятельная, но примерно к 14—16-летнему возрасту они срастаются между собой, образуя единую тазовую кость.

Подвздошная кость (*os ilium*) составляет верхнезадний отдел тазовой кости. Она является наиболее крупной по сравнению с остальными и имеет утолщенную часть — *тело*, принимающее участие в образовании вертлужной впадины, и *крыло*, которое представляет собой широкую, тонкую в центре пластинку. Верхний ее край называется *подвздошным гребнем*. Он легко прощупывается на все своем протяжении под кожей. Спереди подвздошный гребень оканчивается *верхней передней подвздошной остью*, несколько ниже которой располагается *нижняя передняя подвздошная ость*. Соответственно им на заднем крае крыла подвздошной кости располагаются *верхняя и нижняя задние подвздошные ости*. Они служат для прикрепления мышц и связок. Подвздошная кость имеет внутреннюю поверхность, образующую углубление — *подвздошную ямку*. Кзади и медиально на подвздошной кости находится суставная *ушковидная поверхность*, служащая для сочленения подвздошной кости с крестцом. Книзу подвздошная ямка ограничена *дугообразной линией*, которая кзади доходит до ушковидной поверхности подвздошной кости. Кзади же от ушковидной поверхности располагается *подвздошная бугристость*. Наружная поверхность подвздошной кости носит название *ягодичной*.

Седалищная кость (*os ischii*) имеет *тело*, расширенная часть которого находится в области вертлужной впадины. Изгибаясь под углом, оно продолжается в *ветвь седалищной кости*, переходящую

Рис. 67.

Тазовая кость (правая):

1 — подвздошный гребень; 2 — тело подвздошной кости; 3 — тело лобковой кости; 4 — верхняя ветвь лобковой кости; 5 — нижняя ветвь лобковой кости; 6 — ветвь седалищной кости; 7 — седалищный бугор; 8 — тело седалищной кости; 9 — крыло подвздошной кости



в лобковую кость. В месте своего изгиба седалищная кость имеет значительный выступ — *седалищный бугор*. Несколько выше от бугра располагается *седалищная ость*. Между подвздошной костью и седалищной остью находится *большая седалищная вырезка*, а между остью и бугром — *малая седалищная вырезка*.

Лобковая кость (*os pubis*) состоит из *тела* и двух *ветвей* — *верхней* и *нижней*. Тело кости участвует в образовании *вертлужной впадины*. Ветви лобковой кости расположены под углом друг к другу. Поверхность кости, обращенная к срединной плоскости тела, называется *симфизальной поверхностью*; она соединяется с такой же поверхностью лобковой кости противоположной стороны.

Лобковая кость вместе с седалищной участвуют в замыкании большого отверстия, расположенного на наружнопередней стенке малого таза с обеих сторон и именуемого *запирательным*. Оно закрыто тонкой соединительнотканной перепонкой — *запирательной мембраной*.

СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ ПОЯСА НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Тазовые кости соединяются между собой спереди, образуя *лобковый симфиз*, а также с крестцом сзади с помощью *крестцово-подвздошных суставов* (рис. 68). Сочленения костей тазового пояса отличаются чрезвычайно малой подвижностью, в результате чего тазовые кости прочно соединены со скелетом туловища и образуют вместе с крестцом и копчиком единое костное кольцо — *таз* (*pelvis*)

Крестцово-подвздошный сустав (*articulatio sacroiliaca*) образован ушковидными поверхностями крестца и подвздошной кости. Форма суставных поверхностей неправильная, а сам сустав относится к плоским сочленениям. Суставная капсула его туго натянута и начинается от краев суставных поверхностей. Движения в суставе почти полностью отсутствуют. Подвижность ограничивается мощными межкостными синдесмозами, среди которых необходимо выделить:

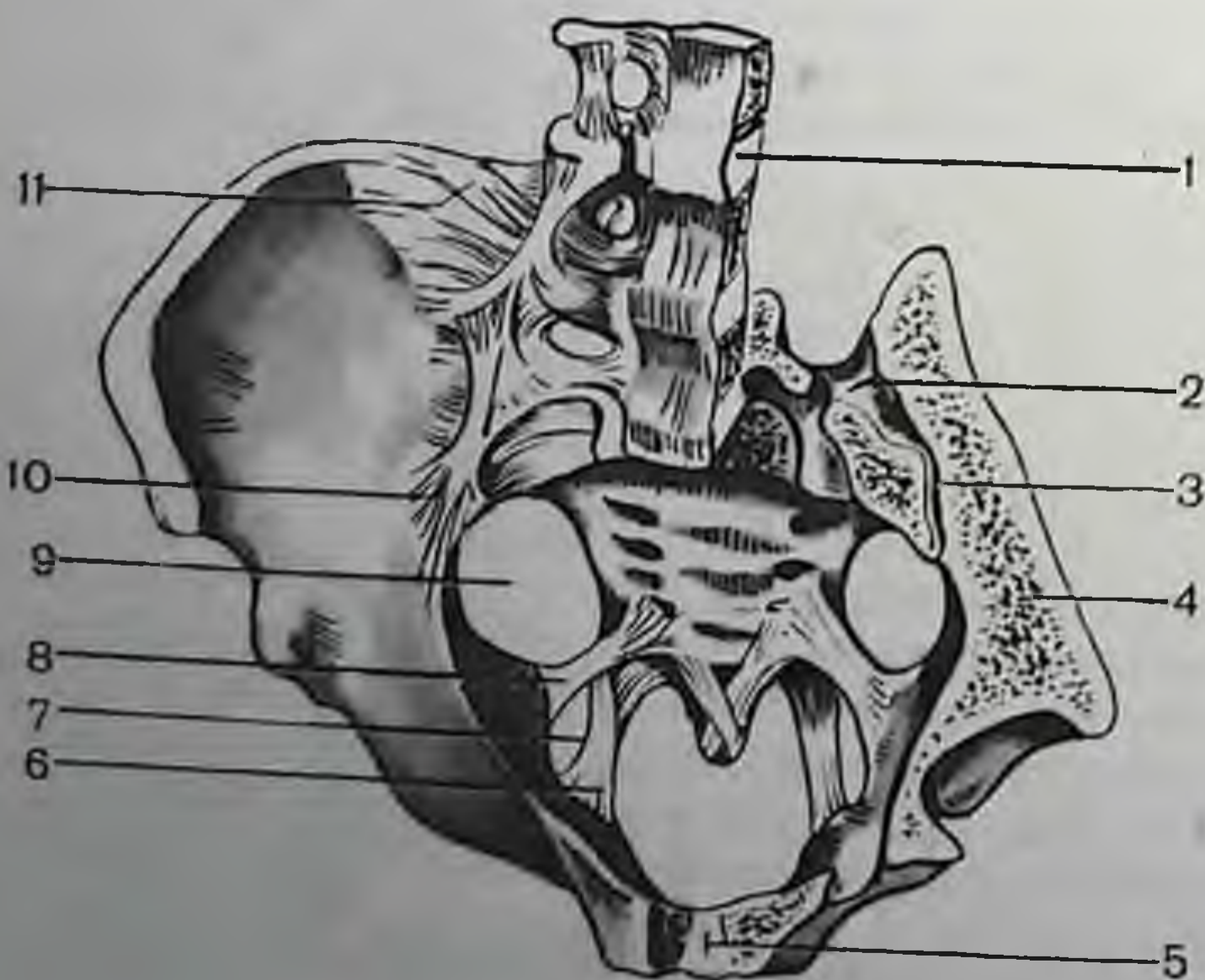
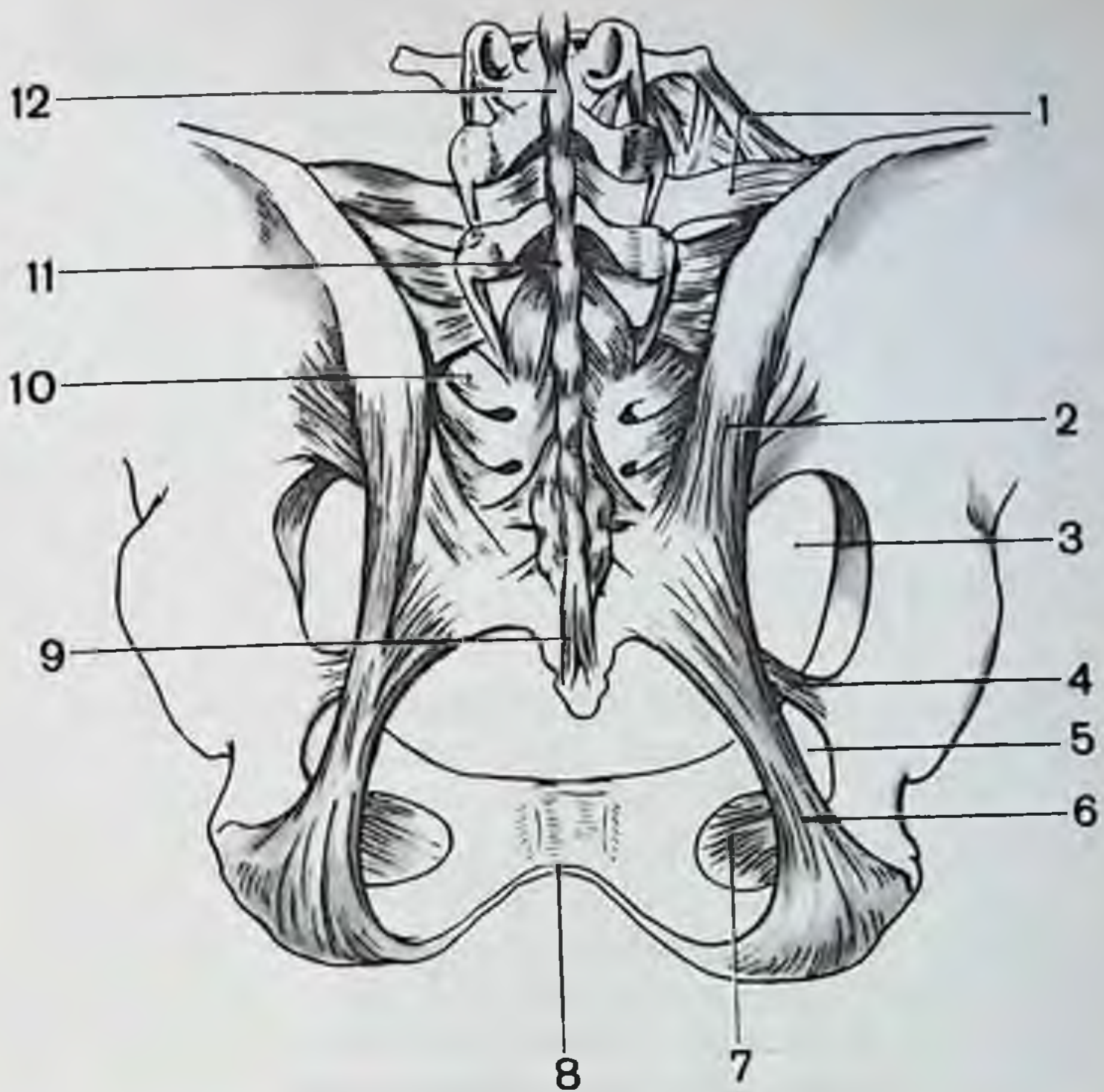


Рис. 68.

Соединения костей таза, вид сверху (по Р. Д. Синельникову):

- 1 — межпозвоночный диск;
- 2 — межкостная крестцово-подвздошная связка; 3 — шель крестцово-подвздошного сустава; 4 — горизонтальный распил тазовой кости; 5 — лобковый симфиз; 6 — крестцово-бугорная связка; 7 — малое седалищное отверстие; 8 — крестцово-остистая связка; 9 — большое седалищное отверстие; 10 — ventральные крестцово-подвздошные связки; 11 — подвздошно-поясничная связка

Рис. 69.
Связки таза, вид
сзади:
1 — подвздошно-пояс-
ничная связка. 2 — дор-
зальная крестцово-под-
вздошная связка; 3 —
большое седалищное от-
верстие; 4 — крестцо-
во-остистая связка; 5 —
малое седалищное отвер-
стие; 6 — крестцово-буг-
орная связка; 7 — запи-
рательная мембрана; 8 —
дугообразная связка лоб-
ка; 9 — задняя крестцо-
во-копчиковая связка;
10 — межкостные крест-
цово-подвздошные связ-
ки. 11 — межкостистая
связка; 12 — надостистая
связка (ориг. М. Ф. Ива-
ниченко)



межкостные крестцово-подвздошные и дорзальные крестцово-подвздошные связки. Они заполняют весь промежуток между подвздошной бугристостью и бугристостью крестца. На передневерхней поверхности сочленяющихся костей имеется ряд дополнительных связок. Подвздошно-поясничная связка идет от четвертого-пятого поясничного позвонка к заднему отделу крыла подвздошной кости и также принимает участие в укреплении крестцово-подвздошного сустава.

Лобковый симфиз (*symphysis pubica*) относится к полусуставам. Он представляет собой хрящевое соединение лобковых костей, внутри которого имеется небольшая щель, расположенная в сагиттальной плоскости. Наружная поверхность лобкового симфиза покрыта фиброзной тканью, образующей вверху и внизу лобковые связки.

Среди синдесмозов таза необходимо отметить крестцово-бугорную и крестцово-остистую связки, которые принимают участие в укреплении крестцово-подвздошного сочленения, ограничивая подвижность нижнего отдела крестца (рис. 69). Первая идет от крестца к бугру седалищной кости, а вторая — от крестца к седалищной ости. Между этими связками и соответствующими вырезками на седалищной кости образуются большое и малое седалищные отверстия, через которые проходят мышцы, сосуды и нервы.

ВОЗРАСТНЫЕ, ПОЛОВЫЕ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ТАЗА

Таз, будучи образованным из тазовых костей, крестца и копчика, жестко соединенных между собой, служит опорой для туловища и нижних конечностей. В составе таза выделяют большой таз — его верхний

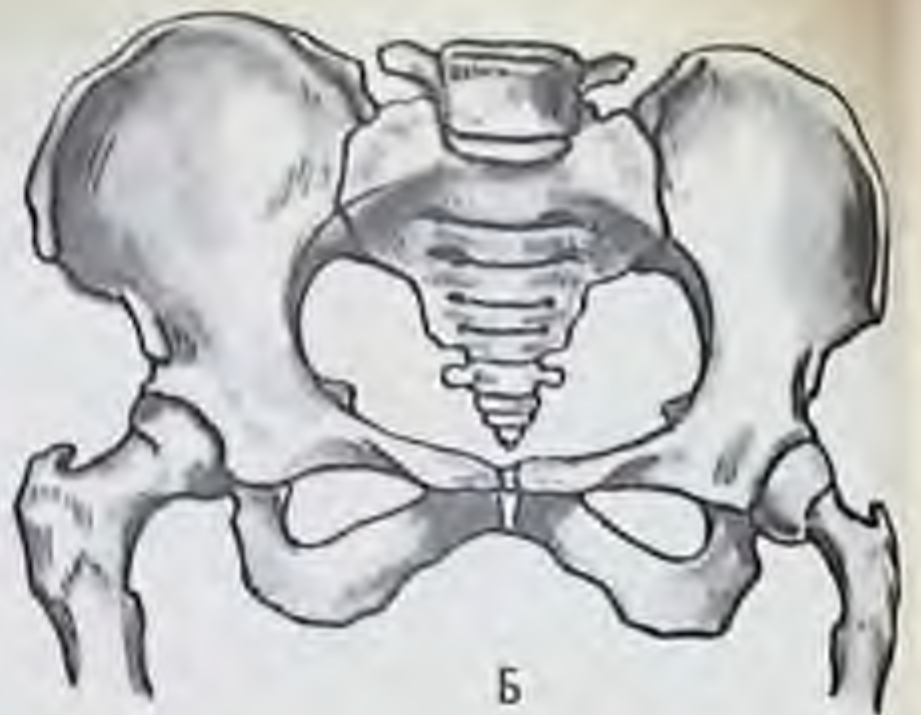


Рис. 70.

Половые различия в строении таза (А — мужской таз; Б — женский таз)

отдел и *малый таз* — нижний отдел. Границей между большим и малым тазом служит *пограничная линия*, идущая по верхнему краю лобкового симфиза, далее вдоль дугообразных линий на подвздошных костях и достигающая сзади мыса.

Большой таз служит опорой для внутренних органов брюшной полости, для прикрепления мышц брюшной стенки. Малый таз имеет вид канала с двумя отверстиями, верхним и нижним. Верхнее отверстие носит название входа в полость малого таза, нижнее — выхода. В малом тазу находится целый ряд органов (мочевой пузырь, прямая кишка, у женщин — матка, влагалище и др.).

Таз имеет резко выраженные половые особенности: женский таз более широк и короток, чем мужской (рис. 70). Крылья подвздошных костей у женского таза более развернуты, чем у мужского; на мужском они расположены более вертикально. Вход в полость малого таза у женщин по своим размерам больше, чем у мужчин; мыс у мужчин более выражен, чем у женщин. Полость малого таза у женщин менее суживается книзу, чем у мужчин, что связано с меньшей изогнутостью у женщин передней поверхности крестца, с большим расхождением седалищных бугров в стороны. Нижняя поверхность места соединения лобковых костей у женщин образует дугу, а нижние ветви лобковых и ветви седалищных костей располагаются под прямым углом; в мужском тазу соединение лобковых костей образует не дугу, а хорошо выраженный острый угол, равный обычно $70-75^\circ$.

Размеры мужского и женского таза неодинаковы. Так, расстояние между верхними передними подвздошными остями у женщин в среднем равняется 26 см, а у мужчин — 23 см; расстояние между подвздошными гребнями соответственно 29 и 26 см. Все размеры малого таза у женщин больше, чем у мужчин. Это объясняется тем, что малый таз у женщин представляет собой естественный родовой канал, по которому продвигается плод во время родов. Однако кости женского таза несколько тоньше и не имеют столь хорошо выраженных шероховатостей и бугров, как мужской таз.

По отношению к горизонтальной плоскости тела плоскость входа в полость малого таза имеет наклон, равный $55-75^\circ$. В положении стоя этот наклон больше, чем в положении сидя. Если рассматривать таз в

Рис. 71.
 Направление силовых линий в области таза, по которым распределяется сила тяжести в положениях стоя и сидя (ориг. М. Ф. Иванецкого)



профиль, то при стоянии передние верхние подвздошные ости и передняя поверхность лобкового симфиза будут расположены приблизительно в одной фронтальной плоскости. Наклон таза в положении сидя может значительно уменьшаться, что зависит от подвижности позвоночного столба. Тяжесть тела передается по позвоночному столбу на крестец, а от крестца идет в двух направлениях: к лобковому симфизу и к седалищным буграм (рис. 71). Таким образом, в механическом отношении таз представляет собой как бы две костные дуги, из которых одна образована крестцом, подвздошными и лобковыми костями, а другая — крестцом, седалищными костями и нисходящими ветвями лобковых костей. Сопrotивляемость таза на внешнюю нагрузку очень велика, он может выдерживать давление более 1200 кг.

В период детства и препубертатный период наблюдается интенсивный рост всех костей таза. В эти периоды подвздошная, седалищная и лобковая кости соединены между собой синхондрозами; крестец также представлен отдельными позвонками. У девочек развитие таза протекает быстрее, чем у мальчиков. Только в пубертатном периоде (13—18 лет) таз приобретает характерные черты таза взрослого человека. Крылья подвздошных костей разворачиваются, граница входа в малый таз четко обозначается на всем протяжении. Лобковая, подвздошная и седалищная кости срастаются в одну тазовую кость; происходит синостозирование крестцовых позвонков. Окончательно половые и индивидуальные особенности таза формируются примерно к 18 годам.

КОСТИ СВОБОДНОЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Бедренная кость (femur) — наиболее крупная трубчатая кость (рис. 72). Тело ее имеет цилиндрическую форму и несколько изогнуто кпереди; по его задней поверхности тянется *шероховатая линия*, которая служит для прикрепления мышц. Книзу тело расширяется. На проксимальном эпифизе находится *головка бедренной кости*, имеющая суставную поверхность, которая служит для сочленения с вертлужной впадиной. В середине поверхности головки имеется ямка. Головка соединяется с телом кости хорошо выраженной шейкой, ось которой по отношению к продольной оси тела бедренной кости располагается при-

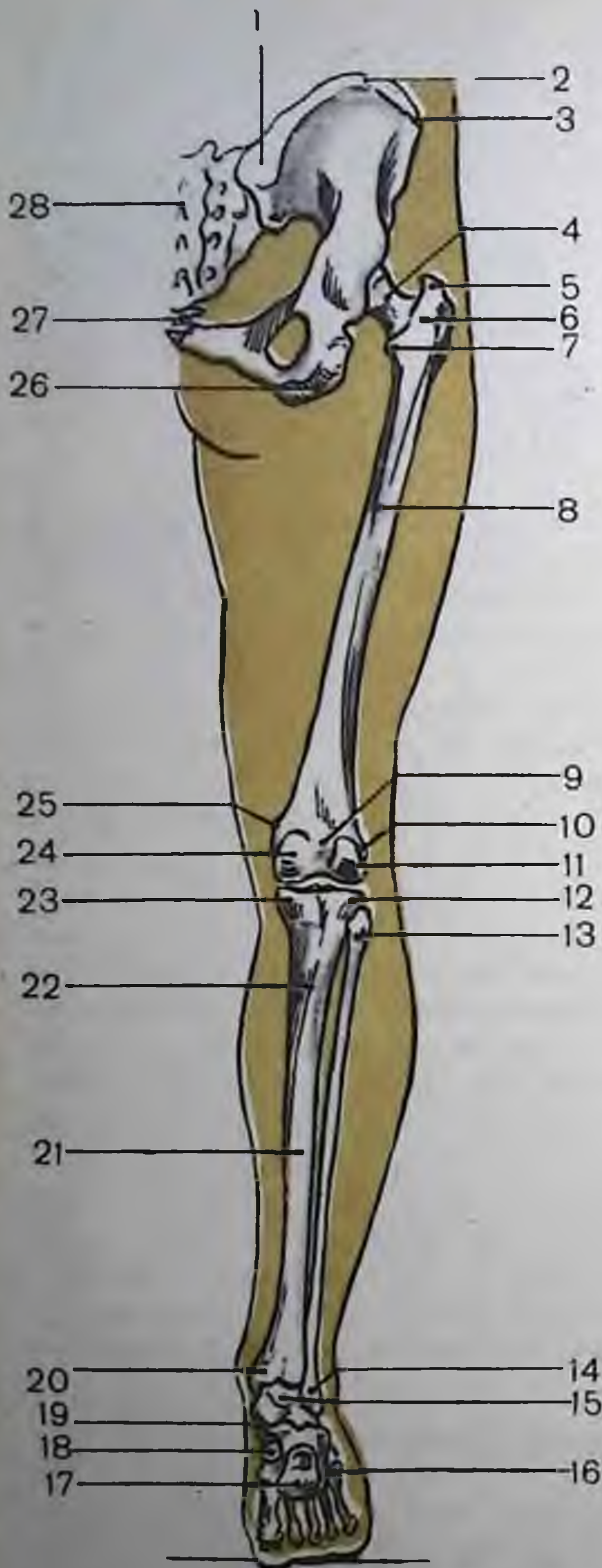


Рис. 72.

Кости свободной нижней конечности, вид сзади:

1 — задняя верхняя подвздошная ось; 2, 3 — подвздошный гребень; 4 — шейка бедренной кости; 5 — большой вертел; 6 — межвертельный гребень; 7 — малый вертел; 8 — шероховатая линия; 9 — подколennая поверхность; 10 — латеральный надмыщелок бедренной кости; 11 — латеральный мыщелок бедренной кости; 12 — латеральный мыщелок большеберцовой кости; 13 — головка малоберцовой кости; 14 — латеральная лодыжка; 15 — блок таранной кости; 16 — бугристость пятой плюсневой кости; 17 — пяточный бугор; 18 — медиальная клиновидная кость; 19 — бугристость ладьевидной кости; 20 — медиальная лодыжка; 21 — задняя поверхность тела большеберцовой кости; 22 — линия камбаловидной мышцы; 23 — медиальный мыщелок большеберцовой кости; 24 — медиальный мыщелок бедренной кости; 25 — медиальный надмыщелок бедренной кости; 26 — седалищный бугор; 27 — кончик; 28 — крестец (ориентир М. Ф. Иванникова)

близительно под углом 130° . В том месте, где шейка переходит в тело, находятся два бугра: *большой вертел* и *малый вертел*. Первый выступает латерально, легко прощупывается под кожей; второй расположен внутри и сзади. Кнутри от большого вертела, со стороны шейки бедра, находится *вертельная ямка*. Оба вертела соединены спереди *межвертельной линией*, а сзади — хорошо выраженным *межвертельным гребнем*. Все эти выступы и ямки служат для прикрепления мышц. Дисталь-

ный конец тела бедренной кости, расширяясь, без резкой границы переходит в два *мыщелка* — *медиальный* и *латеральный*, между которыми находится *межмыщелковая ямка*, хорошо видимая сзади. Мыщелки бедра имеют суставные поверхности, служащие для сочленения с большеберцовой костью и с надколенником. Радиус поверхности мыщелков (если смотреть на них в профиль) кзади уменьшается, что придает контуру мыщелков форму отрезка спирали. На боковых поверхностях бедренной кости, несколько выше суставных поверхностей мыщелков, находятся выступы — *медиальный* и *латеральный надмыщелки*, к которым прикрепляются связки. Эти выступы, как и мыщелки, легко прощупываются под кожей снаружи и снутри.

Надколенник (*patella*) находится спереди дистального эпифиза бедренной кости и по форме несколько напоминает двояковыпуклую линзу с более тупым верхним краем и сужением книзу. Эта кость имеет сзади суставную поверхность, сочленяющуюся с суставной поверхностью дистального эпифиза бедренной кости. Надколенник является наиболее крупной сесамовидной костью. Он увеличивает плечо силы четырехглавой мышцы бедра, в толще сухожилия которой находится.

Большеберцовая кость (*tibia*) на верхнем своем конце расширяется, образуя *медиальный* и *латеральный мыщелки* (рис. 73). На мыщелках сверху находятся суставные поверхности, которые служат для сочленения с мыщелками бедра; между ними расположено *межмыщелковое возвышение*. Снаружи на латеральном мыщелке имеется суставная поверхность для сочленения с головкой малоберцовой кости. Тело большеберцовой кости похоже на трехгранную призму, основание которой обращено кзади; оно имеет три поверхности соответственно трем сторонам призмы: внутреннюю, наружную и заднюю. Между внутренней и

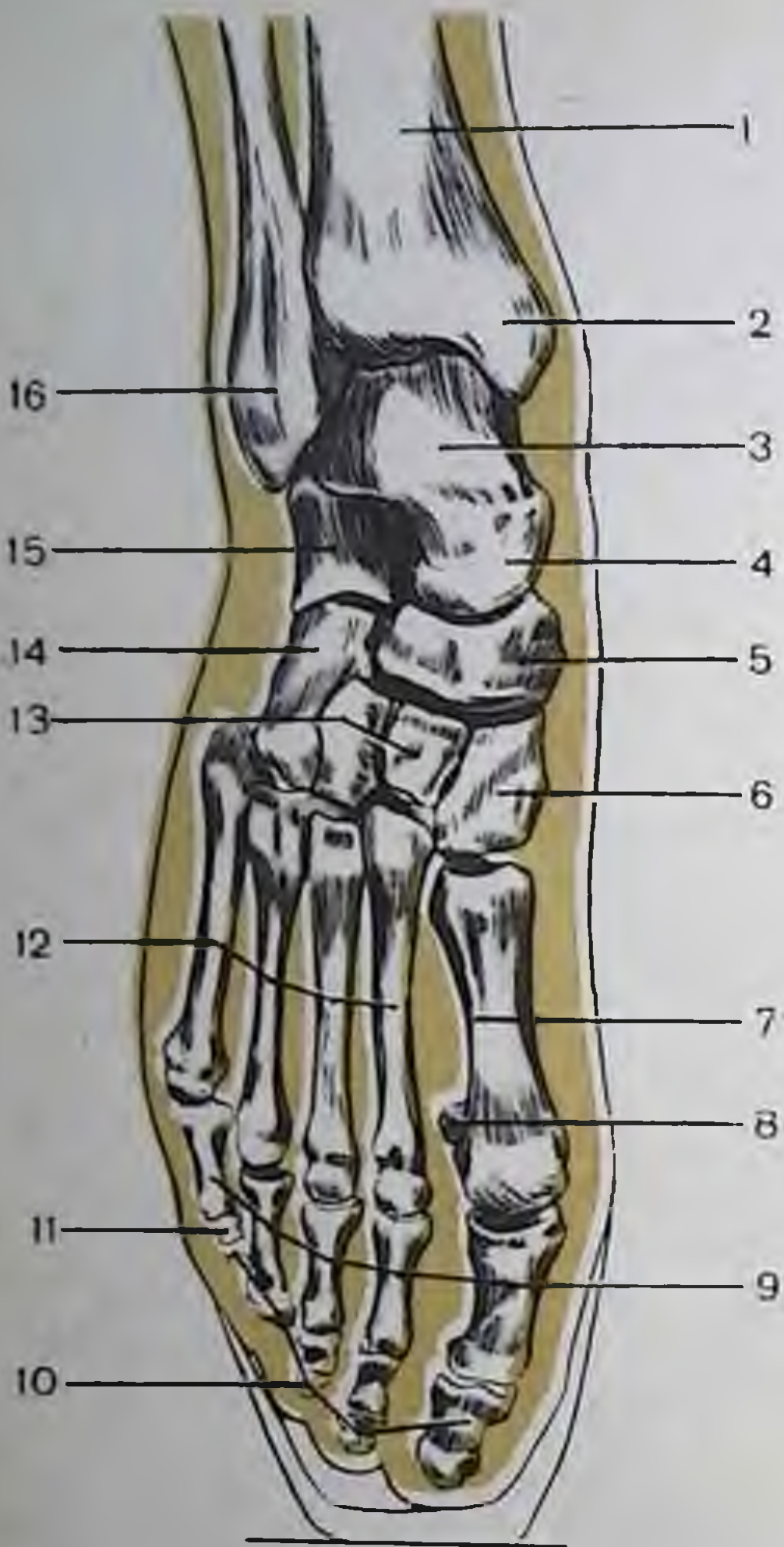


Рис. 73. А Б
Кости, образующие коленный сустав (А — вид спереди; Б — вид с медиальной стороны):
1 — надколенник; 2 — медиальный надмыщелок бедренной кости; 3 — медиальный мыщелок бедренной кости;
4 — межмыщелковое возвышение большеберцовой кости; 5 — медиальный мыщелок большеберцовой кости;
6 — бугристость большеберцовой кости; 7 — малоберцовая кость; 8 — головка малоберцовой кости; 9 — латеральный мыщелок большеберцовой кости; 10 — латеральный мыщелок бедренной кости; 11 — латеральный надмыщелок бедренной кости (ориг. М. Ф. Иванникова)

Рис. 74.

Кости стопы, тыльная поверхность (положение стопы в туфле на пальцах; рисунок сделан на основании рентгенограммы):

1 — большеберцовая кость; 2 — медиальная лодыжка; 3 — блок таранной кости; 4 — головка таранной кости; 5 — ладьевидная кость; 6 — медиальная клиновидная кость; 7 — первая плюсневая кость; 8 — сесамовидная кость; 9 — проксимальные фаланги; 10 — дистальные фаланги; 11 — средняя фаланга пятого пальца; 12 — вторая — пятая плюсневые кости; 13 — промежуточная и латеральная клиновидные кости; 14 — кубовидная кость; 15 — пяточная кость; 16 — малоберцовая кость (ори. М. Ф. Иванецкого)



наружной поверхностями находится острый передний край. В верхнем своем отделе он переходит в хорошо выраженную *бугристость большеберцовой кости*, которая служит для прикрепления сухожилия четырехглавой мышцы бедра. На задней поверхности кости находится шероховатая *линия камбаловидной мышцы*. Нижний конец большеберцовой кости расширяется и на внутренней стороне имеет направленный книзу выступ — *медиальную лодыжку* (рис. 74). На дистальном эпифизе большеберцовой кости находится *нижняя суставная поверхность*, служащая для сочленения с таранной костью.

Малоберцовая кость (fibula) длинна и тонка и расположена латерально. В верхнем конце она имеет утолщение, *головку*, сочленяющуюся с большеберцовой костью, в нижнем — также утолщение, *латеральную лодыжку* (см. рис. 74). Как головка, так и лодыжка малоберцовой кости выступают кнаружи и легко прощупываются под кожей.

Кости стопы. Скелет стопы состоит из трех отделов: *предплюсны* (tarsus), *плюсны* (metatarsus) и *пальцев* (digiti) (см. рис. 74).

Кости предплюсны. Задний отдел предплюсны составляют *таранная и пяточная кости*, передний — *ладьевидная, кубовидная и три клиновидных*.

Т а р а н н а я к о с т ь (talus) располагается между дистальным концом костей голени и пяточной костью, являясь своего рода костным мениском между костями голени и костями стопы. Таранная кость имеет *тело* и *головку*, между которыми находится суженное место — *шейка*. Тело на верхней поверхности имеет суставную поверхность — *блок таранной кости*, который служит для сочленения с костями голени. На передней поверхности головки также имеется суставная поверхность для сочленения с ладьевидной костью. На внутренней и наружной поверхностях тела находятся суставные поверхности, сочленяющиеся с лодыжками; на нижней поверхности — глубокая борозда, разделяющая суставные поверхности, которые служат для ее сочленения с пяточной костью.

П я т о ч н а я к о с т ь (calcaneus) составляет задненижнюю часть предплюсны. Она имеет удлиненную, сплюснутую с боков форму и является наиболее крупной среди всех костей стопы. На ней различают *тело* и выступающий кзади хорошо прощупываемый *бугор пяточной кости*. Эта кость имеет суставные поверхности, которые служат для сочленения сверху с таранной костью, а спереди — с кубовидной костью. Снутри на пяточной кости есть выступ — *опора таранной кости*.

Л а д ь е в и д н а я к о с т ь (os naviculare) находится у внутреннего края стопы. Она лежит спереди от таранной, сзади от клиновидных и снутри от кубовидных костей. У внутреннего края она имеет *бугристость ладьевидной кости*, обращенную книзу, которая хорошо прощупывается под кожей и служит опознавательной точкой для определения высоты внутренней части продольного свода стопы. Эта кость выпуклая кпереди. Она имеет суставные поверхности, сочленяющиеся со смежными с ней костями.

К у б о в и д н а я к о с т ь (os cuboideum) располагается у наружного края стопы и сочленяется сзади с пяточной, снутри с ладьевидной и наружной клиновидной, а спереди — с четвертой и пятой плюсневыми костями. По ее нижней поверхности располагается борозда, в которой залегает сухожилие длинной малоберцовой мышцы.

К л и н о в и д н ы е к о с т и (*медиальная, промежуточная и латеральная*) лежат спереди ладьевидной, снутри от кубовидной, сзади первых трех плюсневых костей и составляют передневнутренний отдел предплюсны.

Кости плюсны. Каждая из пяти плюсневых костей имеет трубчатую форму. На них различают *основание*, *тело* и *головку*. Тело любой плюсневой кости по своей форме напоминает трехгранную призму. Наиболее длинной костью является вторая, наиболее короткой и толстой — первая. На основаниях костей плюсны имеются суставные поверхности, которые служат для сочленения с костями предплюсны, а также с соседними плюсневыми костями, а на головках — суставные поверхности для сочленения с проксимальными фалангами пальцев. Все кости плюсны с тыльной стороны легко прощупать, так как они покрыты сравнительно тонким слоем мягких тканей. Кости плюсны расположены в разных плоскостях и образуют в поперечном направлении свод.

Кости пальцев. Пальцы стопы состоят из *фаланг*. Как и на кисти, первый палец стопы имеет две фаланги, а остальные — по три. Нередко две фаланги пятого пальца срастаются между собой так, что его скелет может иметь две фаланги. Различают *проксимальную*, *среднюю* и *дистальную фаланги*. Их существенным отличием от фаланг кисти является то, что они коротки, особенно дистальные фаланги.

На стопе, как и на кисти, имеются *сесамовидные кости*. Здесь они выражены значительно лучше. Наиболее часто они встречаются в области соединения первых и пятых плюсневых костей с проксимальными фалангами. Сесамовидные кости увеличивают поперечную сводчатость плюсны в ее переднем отделе.

СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ СВОБОДНОЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Тазо-бедренный сустав (*articulatio coxae*). В образовании тазо-бедренного сустава участвует вертлужная впадина тазовой кости и головка бедренной кости (рис. 75). Глубина вертлужной впадины увеличивается за счет *вертлужной (суставной) губы*, которая прикрепляется к краю вертлужной впадины.

Капсула тазо-бедренного сустава очень прочна. Ее прочность значительно увеличивается за счет связочного аппарата. Наиболее сильной связкой является *подвздошно-бедренная*, она выдерживает на разрыв до 300 кг. Эта связка начинается несколько ниже передней нижней под-

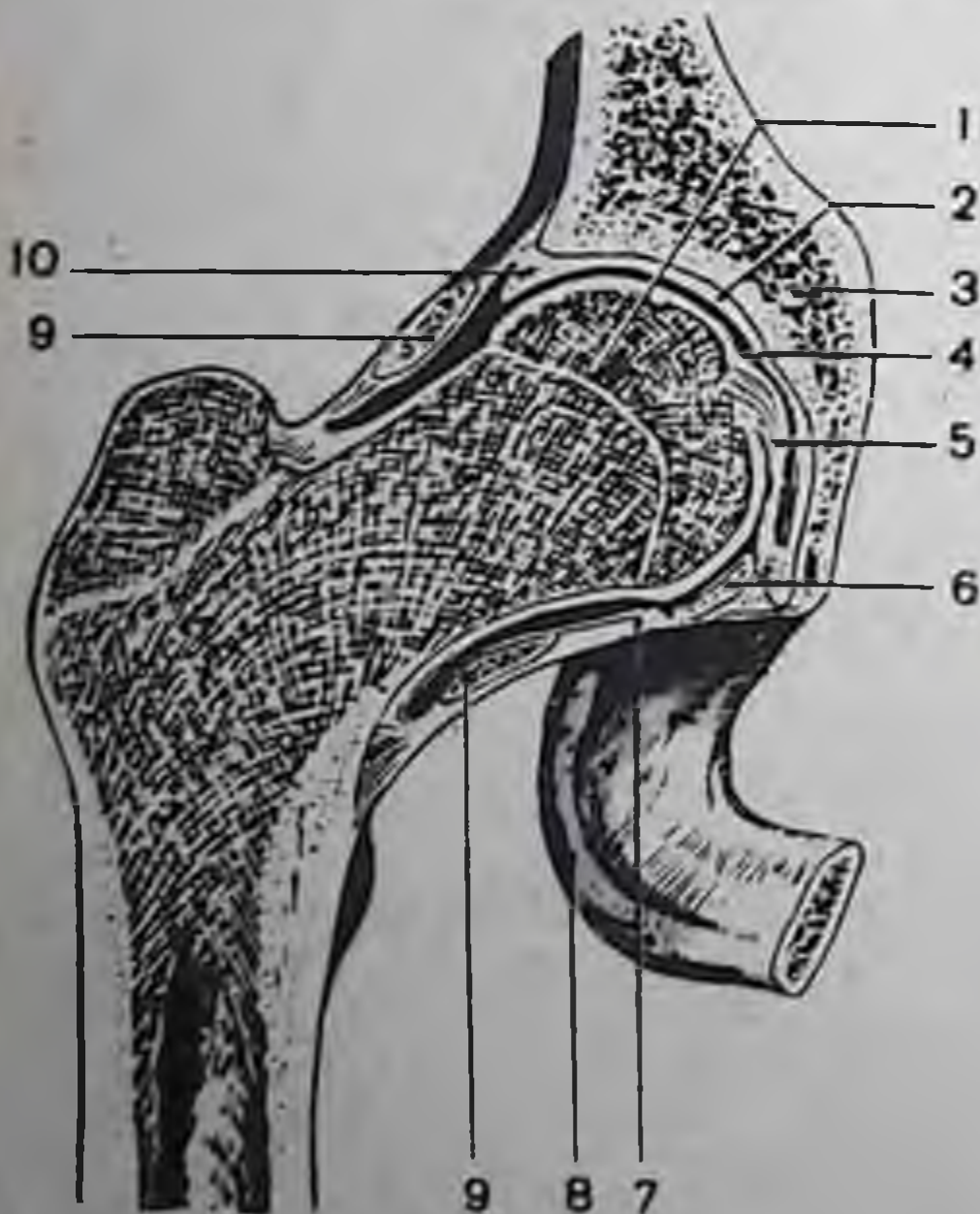


Рис. 75.

Тазо-бедренный сустав (фронтальный расщеп.):

1 — иλιοфеморальный хрящ, 2 — суставные хрящи; 3 — тазовая кость, 4 — суставная полость; 5 — связка головки бедра; 6 — поперечная связка вертлужной впадины; 7 — капсула сустава; 8 — седловидный бугор; 9 — круговая зона; 10 — капсула сустава



Рис. 76.

Связочный аппарат тазо-бедренного сустава, вид спереди:

1 — крестово-остистая связка; 2 — крестово-бугорная связка; 3 — вертлужная губа; 4 — лобково-бедренная связка; 5 — иллиоперитральная мембрана; 6 — подвздошно-бедренная связка

вздошной ости и, расходясь веерообразно, прикрепляется к шероховатой межвертельной линии (рис. 76). Подвздошно-бедренная связка тормозит разгибание в тазо-бедренном суставе, обеспечивая тем самым устойчивость тела в вертикальном положении. *Седлищно-бедренная и лобково-бедренная связки* несколько слабее первой. Они идут к бедру от соответствующих костей. При положении стоя эти связки также находятся в натянутом состоянии. В глубоких слоях суставной сумки залегает *круговая зона*, которая образует прочную фиброзную петлю, охватывающую шейку бедренной кости. Волокна круговой зоны прикрепляются к тазовой кости несколько ниже ее передней нижней ости. Внутри сустава имеется *связка головки бедра*, которая начинается от краев вырезки вертлужной впадины и прикрепляется к головке бедра. В связке проходят кровеносные сосуды, кровоснабжающие головку бедра. Наряду с этим связка служит своеобразным амортизатором, который смягчает толчки, испытываемые тазо-бедренным суставом при движении.

По форме тазо-бедренный сустав является шаровидным (ореховидным) и имеет три оси вращения: поперечную, сагиттальную и вертикальную. Соответственно этим осям бедро может производить сгибание (движение вперед) и разгибание (движение назад), отведение и приведение, повороты внутрь (пронация) и наружу (супинация), а также круговое движение (циркумдукцию).

Величина подвижности бедра в тазо-бедренном суставе при измерении ее на живом человеке при сгибании и разгибании составляет 120° ; из них приблизительно 105° приходится на сгибание и 15° на разгибание. Ограниченность степени разгибания бедра связана с особенностями устройства его связочного аппарата. Как уже говорилось, находящаяся в передней стенке капсулы тазо-бедренного сустава крепкая подвздошно-бедренная связка своим натяжением препятствует значительному разгибанию бедра. Подвижность вокруг поперечной оси зависит также от положения голени по отношению к бедру. Если при сгибании бедра одновременно сгибать голень, то величина сгибания бедра оказывается значительно большей, чем в том случае, когда сгибание производится вытянутой ногой. В этом случае тормозами движения являются уже не связки и кости, а мышцы.

На живом человеке довольно трудно точно определить подвижность только в тазо-бедренном суставе, ввиду того что при движениях бедра одновременно происходят содружественные движения таза и позвоночного столба. На анатомическом препарате величина сгибания и разгибания может достигать 160° , отведение и приведение бедра — 90° и, наконец, вращение также приблизительно 90° .

Степень отведения бедра наружу от срединной плоскости связана с положением бедра. Если отводить бедро в положении супинации, то степень эта будет значительно больше, чем в том случае, когда при отведении бедро удерживается в среднем положении, с носком стопы, обращенным кпереди. Дело в том, что при супинированном бедре большой вертел не препятствует отведению бедра, так как не упирается в верхний край вертлужной впадины. В связи с этим при движении «мах в сторону» бедро всегда стараются удержать в более супинированном по-

ложении. Вокруг вертикальной оси тазо-бедренного сустава возможен поворот опущенной, неопирающейся ноги приблизительно на 50° . Под влиянием систематической тренировки подвижность бедра вокруг вертикальной оси тазо-бедренного сустава увеличивается.

Коленный сустав (*articulatio genus*) является мыщелковым суставом (рис. 77). Из разогнутого положения он работает как блоковидный сустав. По мере сгибания голени благодаря уменьшению радиуса кривизны суставной поверхности мыщелков бедренной кости в нем могут происходить также движения, несколько сходные с движениями в шаровидном суставе (небольшие пронация, супинация и циркумдукция).

В образовании коленного сустава принимают участие мыщелки бедра, верхняя суставная поверхность большеберцовой кости и надколенник.

Мыщелки бедра выпуклы по направлению книзу и кзади. Соответственно им на мыщелках большеберцовой кости имеются небольшие вдавления. Равномерность давления мыщелков бедра на мыщелки большеберцовой кости (например, при положении стоя) увеличивается благодаря наличию двух *менисков*: *медиального* и *латерального*, которые уменьшают неконгруэнтность суставных поверхностей в коленном суставе. Они способствуют смягчению толчков при движениях, изменяя не только свое положение, но и форму. При сгибании и разгибании ноги в коленном суставе движение в основном происходит между мыщелками бедра и менисками, в то время как при пронации и супинации — между менисками и большеберцовой костью. Мениски имеют приблизительно полулунную форму. Их наружный край утолщен, по направлению же к центру они истончаются, их внутренний край острый.

Медиальный мениск больше латерального, что связано с большей

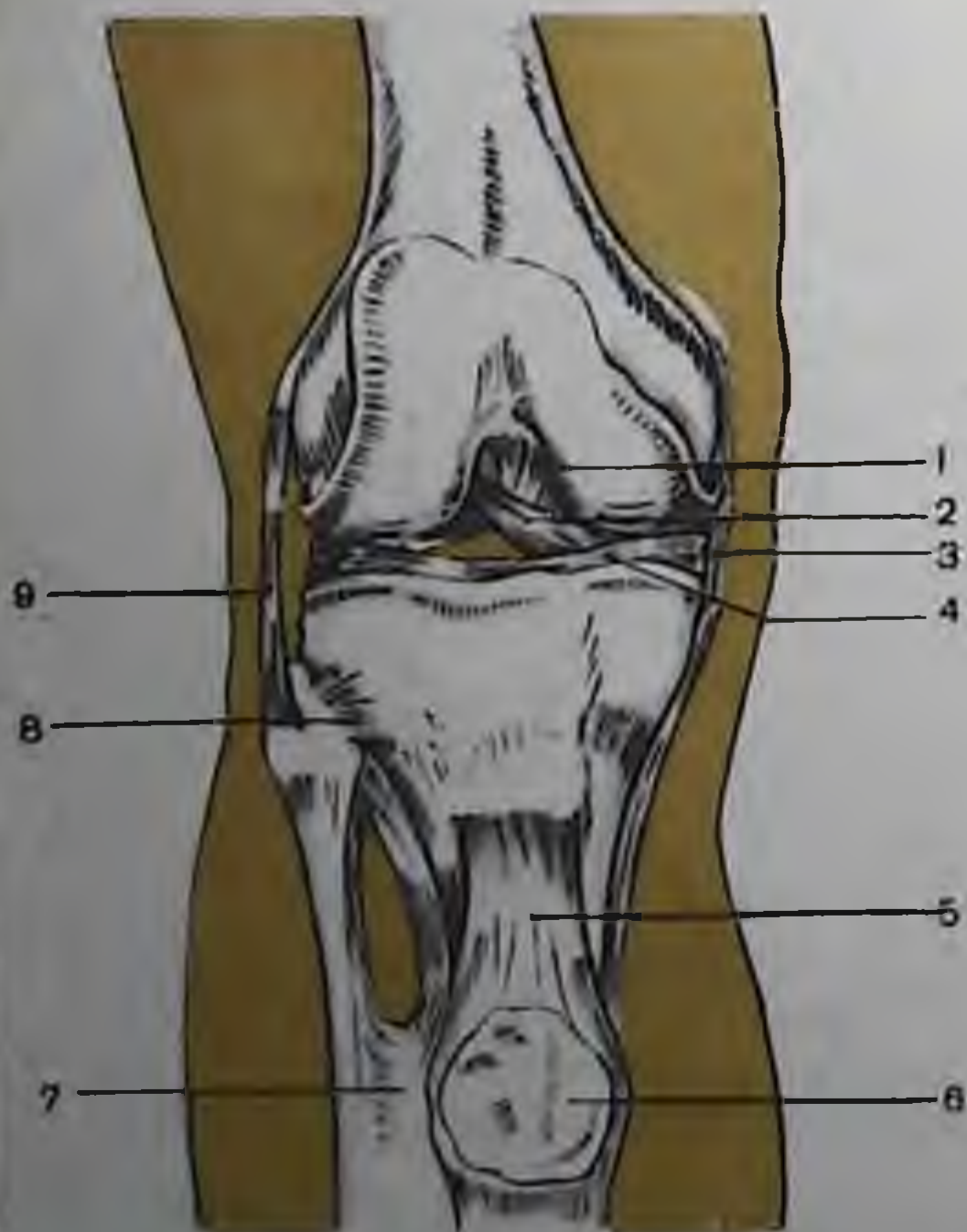


Рис. 77.

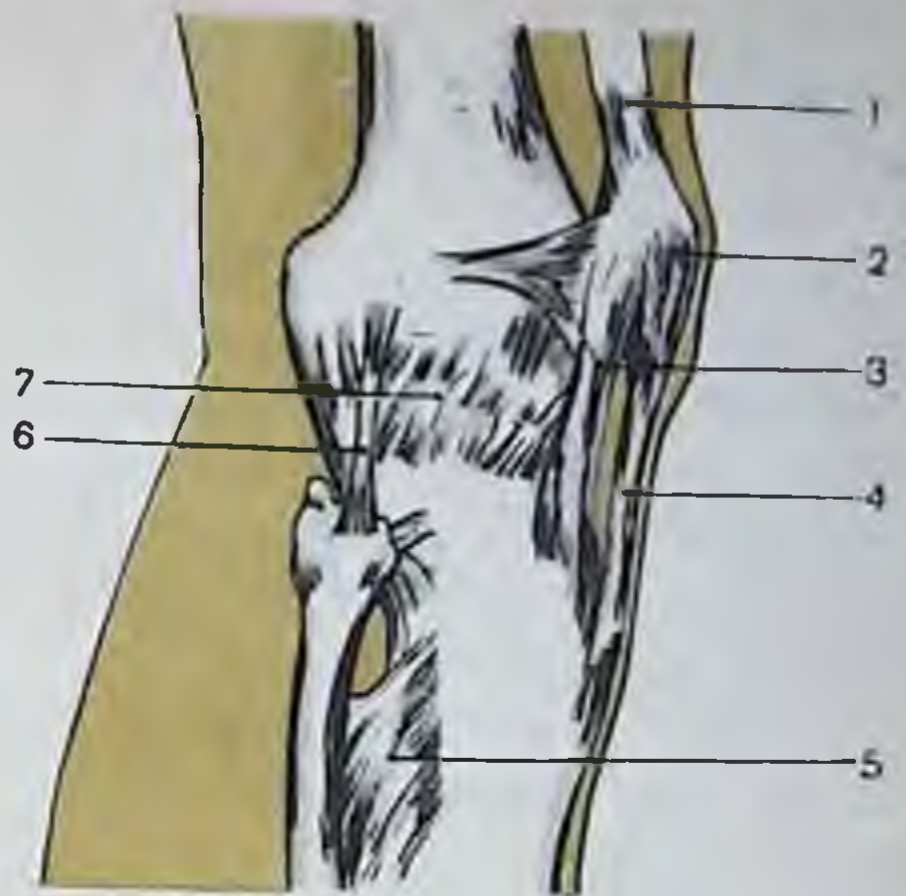
Связочный аппарат коленного сустава, вид спереди (сустав вскрыт, надколенник вместе с его связкой отвернут книзу).

1 — задняя крестообразная связка; 2 — передняя крестообразная связка; 3 — большеберцовая коллатеральная связка; 4 — медиальный мениск; 5 — связка надколенника; 6 — надколенник; 7 — межкостная перепонка голени; 8 — связка головки малоберцовой кости; 9 — малоберцовая коллатеральная связка (ори. М. Ф. Иванникова)

Рис. 78.

Правый коленный сустав, вид снаружи:

1 — сухожилие четырехглавой мышцы бедра; 2 — надколенник; 3 — связка — наружный удерживатель надколенника; 4 — связка надколенника; 5 — межкостная перепонка голени; 6 — малоберцовая коллатеральная связка; 7 — суставная капсула (ориг. М. Ф. Иваницкого)



величиной внутреннего мыщелка бедренной кости. Оба мениска спереди соединены между собой при помощи *поперечной связки колена*, а своими концами прикреплены к межмыщелковому возвышению большеберцовой кости.

Капсула коленного сустава имеет большие размеры, но в значительной своей части тонка. Коленный сустав укреплен целым рядом связок (рис. 78). *Большеберцовая и малоберцовая коллатеральные связки* соответственно идут от внутреннего и наружного надмыщелков бедренной кости к большеберцовой и малоберцовой костям. Внутри сустава располагаются *крестообразные связки колена*; передняя начинается от внутренней поверхности латерального мыщелка бедренной кости и направляется вниз, вперед и кнутри, прикрепляясь к переднему межмыщелковому полю большеберцовой кости, а задняя начинается от наружной стороны медиального мыщелка бедра, идет вниз, назад и кнаружи и прикрепляется к заднему межмыщелковому полю большеберцовой кости. В задней части суставной сумки коленного сустава находится крепкая *косая подколенная связка*, которая отчасти представляет собой продолжение волокон сухожилия полуперепончатой мышцы. Спереди коленного сустава проходит сухожилие четырехглавой мышцы бедра, в составе которого имеется крупная сесамовидная кость — надколенник. Самая дистальная часть сухожилия, идущая от надколенника до бугристости большеберцовой кости, именуется *связкой надколенника*.

Синовиальная мембрана суставной капсулы коленного сустава имеет сложное строение. Она покрывает изнутри суставную капсулу и, подходя к крестообразным связкам, расположенным внутри сустава, окутывает их спереди и с боков и образует многочисленные складки, которые содержат некоторое количество жировой ткани. Из складок синовиальной мембраны наиболее выражены *крыловидные складки*, расположенные ниже надколенника. В синовиальной мембране находятся многочисленные синовиальные ворсинки, которых особенно много в окружности надколенника. Около коленного сустава имеется большое количество *синовиальных сумок*, из которых одни сообщаются с его полостью, другие же являются вполне самостоятельными.

Коленный сустав характеризуется исключительно высокой подвижностью в нем вокруг поперечной оси. В градусах эту подвижность можно выразить следующим образом: активное сгибание — еще дополнительно 30° ; максимальное разгибание — 130° , пассивное сгибание — еще дополнительно 30° ; максимальное разгибание — 170° . Таким образом, общая подвижность коллатеральных связок расслабляются, и тогда становятся возможными некоторые вращательные и круговые движения. При полном разгибании голени в этом суставе можно наблюдать так называемую «заклочительную супинацию», которая связана с тем, что медиальный мышелок бедра больше латерального.

Положения щели коленного сустава, равно как и связки надколенника, легко определяются спереди прощупыванием как при разогнутой голени (в особенности) и при согнутой голени. В согнутом положении можно легко прощупать по сторонам надколенника значительную часть суставной поверхности мышелков бедра спереди.

Соединения костей голени. Между обеими костями голени — большеберцовой и малоберцовой — располагается *межкостная перепонка голени*. Головка малоберцовой кости сочленяется с большеберцовой костью при помощи сустава, имеющего плоскую форму и укрепленного спереди и сзади связочным аппаратом. Нижние концы костей голени соединены синдесмозом. Соединения между костями относятся к малоподвижным.

Голено-стопный сустав (*articulatio talocruralis*) образован костями голени и таранной костью. Суставные поверхности костей голени и их лодыжек наподобие вилки охватывают блок таранной кости

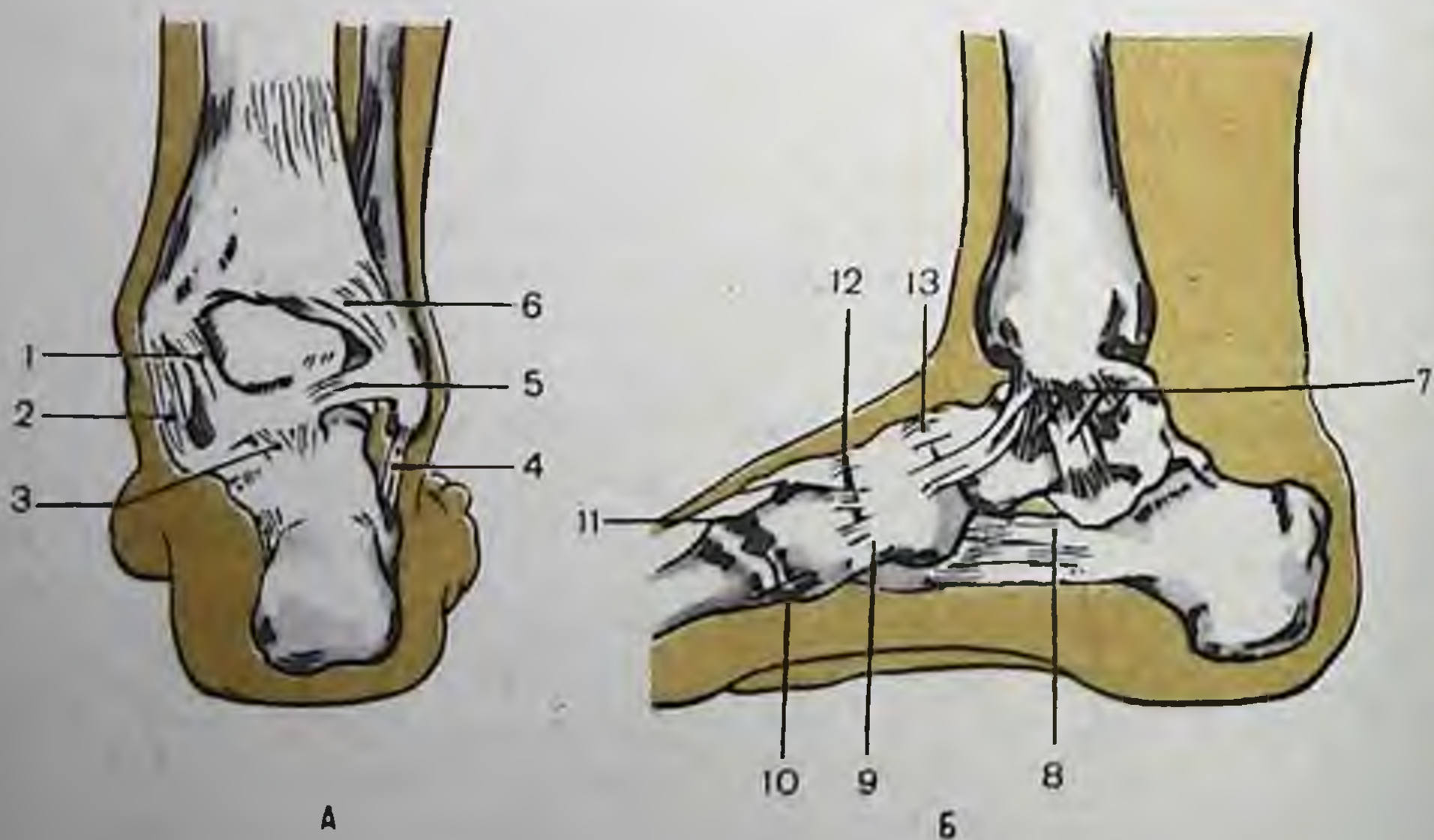


Рис. 79.

Суставы и связки правой стопы (А — вид сзади; Б — вид с медиальной стороны):

- 1 — задняя большеберцово-таранная часть медиальной связки; 2 — большеберцово-пяточная часть медиальной связки; 3 — задняя таранно-пяточная связка; 4 — пяточно-малоберцовая связка; 5 — задняя таранно-малоберцовая связка; 6 — задняя межберцовая связка; 7 — медиальная (дельтовидная) связка; 8 — подошвенная таранно-ладьевидная связка; 9 — подошвенная ладьевидно-клиновидная связка; 10 — подошвенная предплюсневая связка; 11 — тыльные предплюсно-плюсневые связки; 12 — тыльные клино-ладьевидные связки; 13 — таранно-ладьевидная (тыльная) связка (ориг. М. Ф. Иванникова)

(рис. 79, А). Голено-стопный сустав имеет блоковидную форму. В этом суставе вокруг поперечной оси, проходящей через блок таранной кости, возможны: сгибание (движение в сторону подошвенной поверхности стопы) и разгибание (движение в сторону ее тыльной поверхности). Величина подвижности при сгибании и разгибании достигает 90° . Ввиду того что блок сзади несколько суживается, при сгибании стопы становится возможным ее некоторое приведение и отведение. Сустав укреплен связками, расположенными на его внутренней и наружной сторонах. Находящаяся на внутренней стороне *медиальная (дельтовидная) связка* имеет приблизительно треугольную форму и идет от медиальной лодыжки по направлению к ладьевидной, таранной и пяточной костям (рис. 79, Б). С наружной стороны также имеются связки, идущие от малоберцовой кости к таранной и пяточной костям (*передняя и задняя таранно-малоберцовые связки и пяточно-малоберцовая связка*).

Одной из характерных возрастных особенностей этого сустава является то, что у взрослых он имеет большую подвижность в сторону подошвенной поверхности стопы, в то время как у детей, особенно у новорожденных, — в сторону тыла стопы.

Подтаранный сустав (*articulatio subtalaris*) образован таранной и пяточной костями, находится в заднем их отделе. Он имеет цилиндрическую (несколько спиралевидную) форму с осью вращения в сагиттальной плоскости. Сустав окружен тонкой капсулой, снабженной небольшими связками

В переднем отделе между таранной и пяточной костями располагается таранно-пяточно-ладьевидный сустав (*articulatio talocalcaneonavicularis*). Его образуют головка таранной кости, пяточная (своей передне-верхней суставной поверхностью) и ладьевидная кости. Таранно-пяточно-ладьевидный сустав имеет шаровидную форму. Движения в нем и в подтаранном суставе функционально сопряжены; они образуют одно комбинированное сочленение с осью вращения, проходящей через головку таранной кости и пяточный бугор. Вокруг этой оси происходит пронация и супинация стопы; объем движений достигает примерно 55° . Оба сустава укреплены мощным синдесмозом — *межкостной таранно-пяточной связкой*.

Одной из возрастных особенностей положения костей и их движений в суставах стопы является то, что с возрастом стопа несколько пронаруется и ее внутренний свод опускается. Стопа ребенка, особенно первого года жизни, имеет отчетливо супинаторное положение, в результате чего ребенок, начиная ходить, нередко ставит ее не на всю подошвенную поверхность, а только на наружный край.

Предплюсне-плюсневые суставы (*articulationes tarsometatarsae*) расположены между костями предплюсны, а также между костями предплюсны и плюсны. Эти суставы мелкие, преимущественно плоской формы, с очень ограниченной подвижностью. На подошвенной и тыльной поверхностях стопы хорошо развиты связки, среди которых необходимо отметить мощный синдесмоз — *длинную подошвенную связку*, которая идет от пяточной кости к основаниям II—V плюсневых костей (рис. 80). Благодаря многочисленным связкам кости предплюсны (ладьевидная, кубовидная и три клиновидные) и I—V кости плюсны

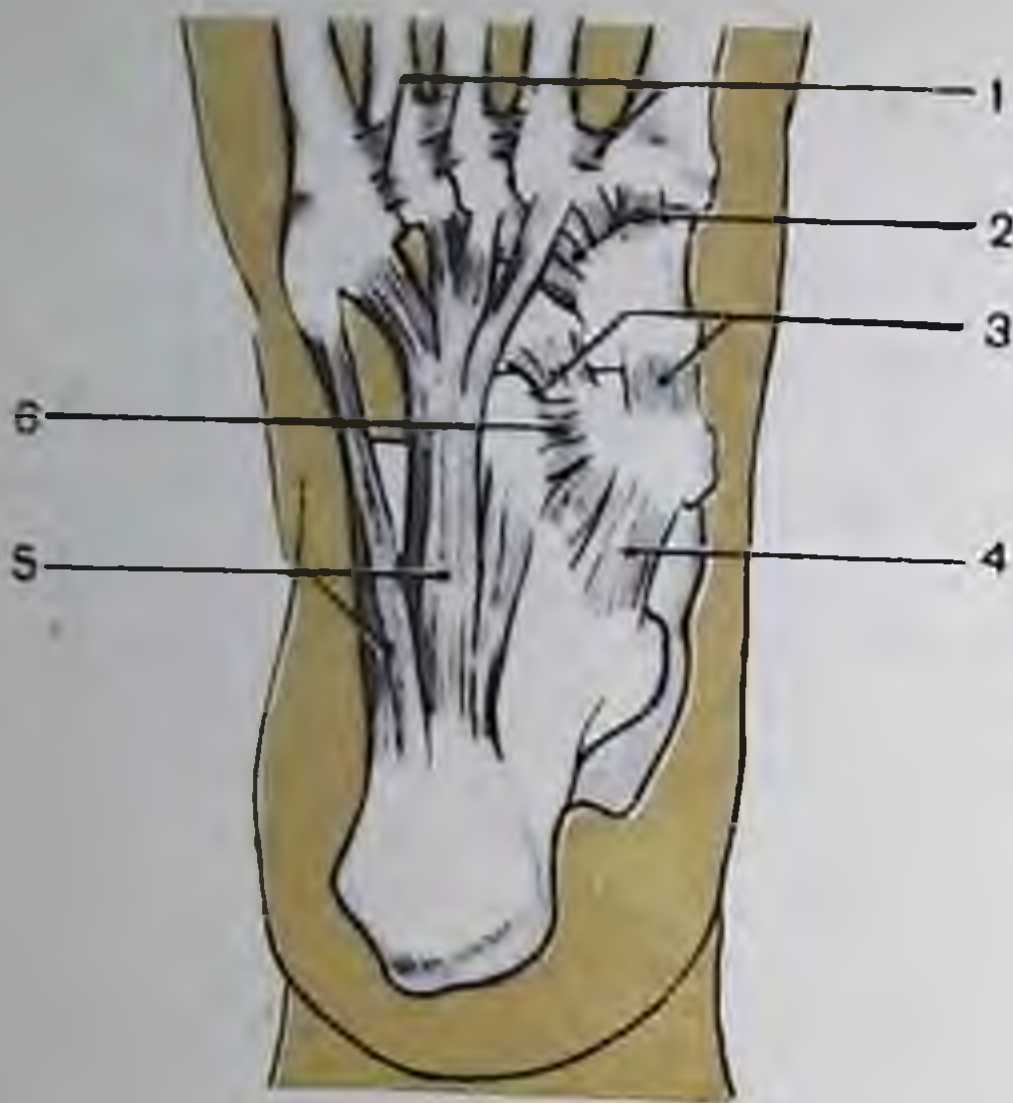


Рис. 80.
Связки подошвенной поверхности стопы:
1 — подошвенные плюсовые связки; 2 — подошвенные плюсно-плюсовые связки; 3 — подошвенные клино-ладьевидные связки; 4 — подошвенная ладьевидно-ладьевидная связка; 5 — ладьевидная подошвенная связка; 6 — ладьевидно-ладьевидная связка (ориг. М. Ф. Иванькова)

почти неподвижно соединены между собой и образуют так называемую твердую основу стопы.

Плюсне-фаланговые суставы (*articulationes metatarsophalangeae*) имеют шаровидную форму, однако подвижность в них сравнительно невелика. Образованы они головками плюсовых костей и основаниями проксимальных фаланг пальцев стопы. Преимущественно в них возможны сгибание и разгибание пальцев.

Межфаланговые суставы стопы находятся между отдельными фалангами пальцев и имеют блоковидную форму; с боков они укреплены коллатеральными связками.

Стопа в целом является одним из важных элементов опорного аппарата человеческого тела. Благодаря сводчатому строению, она обладает хорошо выраженными рессорными свойствами. При вертикальном положении тела стопа опирается на бугор пяточной кости и головки плюсовых костей, остальные кости приподняты над опорной поверхностью и, будучи жестко связанными между собой синдесмозами, образуют *своды стопы*. Важная роль в формировании сводов стопы принадлежит углу между телом и бугром пяточной кости, а

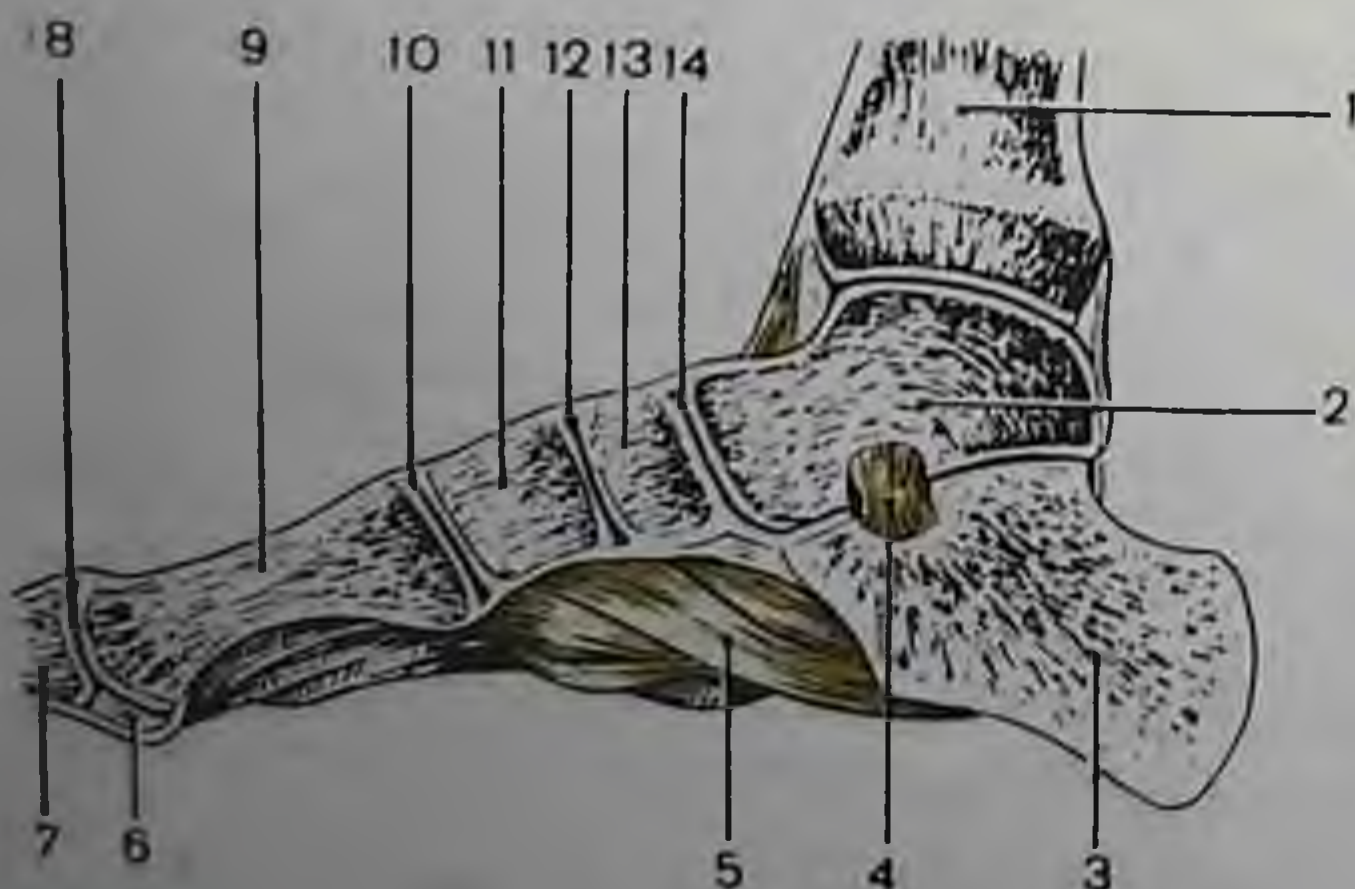


Рис. 81.
Продольный свод стопы (по В. Н. Тонкову):

1 — большеберцовая кость; 2 — таранная кость; 3 — пяточная кость; 4 — межкостная таранно-пяточная связка; 5 — длинная подошвенная связка; 6 — сесамовидная кость; 7 — проксимальная фаланга; 8 — плюсно-фаланговый сустав; 9 — 1-я плюсовая кость; 10 — предплюсно-плюсовый сустав; 11 — медиальная клиновидная кость; 12 — клино-ладьевидный сустав; 13 — ладьевидная кость; 14 — таранно-пяточно-ладьевидный сустав

Рис. 82.
Строение поперечного свода стопы в области предплюсны (А) и плюсны (Б)



также связочному аппарату стопы, участвующему в образовании ее твердой основы. Различают *продольные своды* — пять арок соответственно пяти плюсневым костям и *поперечный свод*, идущий через клиновидные и кубовидную кости, а также через основания плюсневых костей (рис. 81, 82). Таким образом, в формировании сводов стопы принимают участие пяточная, ладьевидная, кубовидная, три клиновидные и I—V плюсневые кости, а также связочный аппарат стопы, соединяющий между собой названные кости.

Самым длинным и самым высоким из продольных сводов является второй, соответствующий II плюсневой кости. Внутренний продольный свод, соответствующий I плюсневой кости, имеет высоту 5—7 см (измеряется от бугристости ладьевидной кости до опорной поверхности). Высота наружного продольного свода, измеряемого на уровне бугристости V плюсневой кости, составляет около 2 см.

В удержании сводов стопы помимо упомянутых связок важную роль играют также мышцы стопы, идущие как в продольном направлении (сгибатели пальцев), так и в поперечном (длинная малоберцовая мышца, поперечная головка приводящей мышцы большого пальца и др.).

В зависимости от степени выраженности сводов принято различать стопу *нормальную*, *сильно сводчатую* и *плоскую* (рис. 83). Первая на отпечатке подошвенной поверхности имеет перешеек, который соединяет область, соответствующую пяточной кости, с областью головок плюсневых костей. У сильно сводчатой стопы это соединение, а следовательно, и опора посередине отсутствуют, она оставляет отпечатки только своим передним и задним отделами. Наоборот, плоская стопа дает сплошной отпечаток, без выемки в среднем отделе. Между тремя

Рис. 83.

Отпечатки стоп:

1 — сильно сводчатая стопа,
2 и 3 — нормальная стопа; 4 —
плоская стопа



формами стопы имеются переходные формы: стопа слегка сводчатая, уплощенная и пр.

Пальцы стопы также дают отпечаток при стоянии. Однако пальцы могут быть использованы в качестве площади опоры лишь в том случае, когда их сгибатели напряжены. В этом нетрудно убедиться. Если при обычном положении стоя несколько приподнять пальцы, то тело останется в состоянии равновесия. Если же выдвинуть вперед туловище настолько, чтобы вертикаль, опущенная из центра его тяжести, проходила в области головок плюсневых костей, то при разгибании пальцев равновесие нарушится и произойдет падение. При ходьбе, беге или прыжке в момент отталкивания, когда пальцы сильно разогнуты и тонус их сгибателей повышен, они всегда используются в качестве площади опоры.

Главными местами опоры среди головок плюсневых костей следует считать головки средних костей — второй и третьей. При давлении сверху на связочный аппарат стопы можно убедиться в том, что I и V плюсневые кости более подвижны, чем средние. Значение опорной функции I и V костей возрастает и может доминировать только при сильном сокращении сгибателей первого и пятого пальцев.

Необходимо различать плоскостопие анатомическое и плоскостопие функциональное, истинное. Первый вид плоскостопия характеризуется тем, что стопа сохраняет хорошую подвижность в отдельных своих суставах. При этом может быть хорошее отталкивание при прыжке и стопа функционирует как нормальная. Вторым видом плоскостопия характеризуется тем, что подвижность в ее суставах крайне ограничена. Это плоскостопие обычно и имеют в виду, когда говорят о недостатках плоской стопы как опорного и рессорного органа.

Мышечная система составляет активную часть двигательного аппарата. Благодаря способности к сокращению мышцы приводят в движение костные звенья скелета, в результате чего происходит перемещение тела в пространстве.

Мышцы сокращаются под влиянием нервных импульсов, поступающих из центральной нервной системы. Поэтому управление работой мышц осуществляется посредством специальных связей между нервной и мышечной системами.

У человека насчитывается около 400 мышц, имеющих определенное местоположение и участвующих в выполнении тех или иных движений (рис. 84). Мышцы составляют в среднем 40% от общей массы тела (у спортсменов их общая масса может достигать 50%).

СТРОЕНИЕ МЫШЦЫ КАК ОРГАНА

С к е л е т н а я м ы ш ц а (*musculus*) — это активный орган движения, построенный из многих тканей, главной из которых является поперечнополосатая мышечная ткань. В состав мышцы входят также плотная и рыхлая соединительная ткань, сосуды и нервы. Основное свойство мышцы как органа состоит в том, что она способна сокращаться и изменять при этом свои размеры. Это свойство мышцы обусловлено особенностями поперечнополосатой мышечной ткани.

Поперечнополосатая мышечная ткань. Структурной и функциональной единицей скелетной мышечной ткани является *поперечнополосатое мышечное волокно* (рис. 85). Оно представляет собой многоядерное образование, называемое *симпластом*. Длина поперечнополосатых мышечных волокон колеблется от нескольких миллиметров до 10—12 см, а диаметр — от 12 до 100 мкм.

Поперечнополосатое мышечное волокно, как и другие клетки, имеет цитоплазму, именуемую *саркоплазмой* (от греч. *sarkos* — мясо); снаружи оно окружено тонкой цитоплазматической мембраной, называемой *сарколеммой*. В саркоплазме содержится большое число ядер, которые обычно располагаются сразу же под сарколеммой.

Поперечнополосатое мышечное волокно содержит полный набор органелл общего значения, обеспечивающих естественные процессы питания и синтеза белков. В митохондриях, которые в большом количестве содержатся в мышечном волокне, накапливается энергия, необ-

ходимая для его сокращения. Цитоплазматическая сеть, особенно ее гранулярная часть, участвует в синтезе специальных белков, обеспечивающих сокращение мышечного волокна.

На поперечном сечении мышечное волокно может иметь различный цвет. Он зависит от количества мышечного пигмента — *миоглобина* в саркоплазме мышечного волокна: если содержание миоглобина большое, то волокно имеет красно-бурый цвет; если миоглобина мало, то — бледно-красный. Поэтому в зависимости от содержания миоглобина различают *белые* и *красные мышечные волокна*. Гистохимический анализ показал, что белые мышечные волокна характеризуются преимущественно анаэробным типом обмена веществ, а красные — аэробным. Есть мнение, что волокна с анаэробным типом обмена сокращаются быстро, а волокна с аэробным типом обмена — медленно. У человека почти в каждой мышце содержатся белые и красные мышечные волокна, а также волокна слабо пигментированные (рис. 86). Количественное соотношение различных волокон зависит от того, какими функциональными свойствами обладает мышца.

Кроме органелл общего значения поперечнополосатые мышечные волокна содержат также специальные органеллы — *миофибриллы*. Они составляют сократительный аппарат мышечных волокон. Толщина миофибрилл колеблется от 0,5 до 2 мкм. На поперечном разрезе миофибриллы имеют форму круга, овала или многоугольника. Собираясь в пучки, они тянутся от одного конца мышечного волокна к другому. Границы пучков миофибрилл обуславливают поперечную исчерченность мышечных волокон.

Поперечная исчерченность мышечного волокна определяется особым строением миофибрилл, в которых чередуются участки с различными физико-химическими и оптическими свойствами (рис. 87). Участки с одинаковыми свойствами располагаются в мышечном волокне на одном уровне, что и обуславливает поперечную исчерченность всего волокна. В миофибриллах различают анизотропные диски (*диски А*), обладающие двойным лучепреломлением при рассматривании их в микроскоп, и изотропные диски (*диск И*). В поляризованном свете диски И выглядят светлыми, а диски А — темными.

Применение электронной микроскопии показало, что оба диска имеют сложное внутреннее строение (рис. 88). Посредине диска И проходит темная полоска, которая названа *телофрагмой (Т)* или *линией Z*. Эти линии — наиболее устойчивые элементы поперечной исчерченности миофибрилл, сохраняющиеся при любом функциональном состоянии последних. Сегмент миофибриллы, заключенный между двумя соседними линиями Z, назван *саркомером* — это элементарный комплекс структур, обеспечивающий сокращение миофибриллы.

Диск А также разделяется пополам тонкой темной линией, названной *мезофрагмой* или *линией М*, по обе стороны от которой имеются более светлые *полоски Н*.

Посредством электронного микроскопа удалось установить, что изотропный и анизотропный диски построены из тончайших нитей — *миофиламент*. Среди них различают *толстые* и *тонкие миофиламенты*. В области дисков И имеются только тонкие миофиламенты, а в

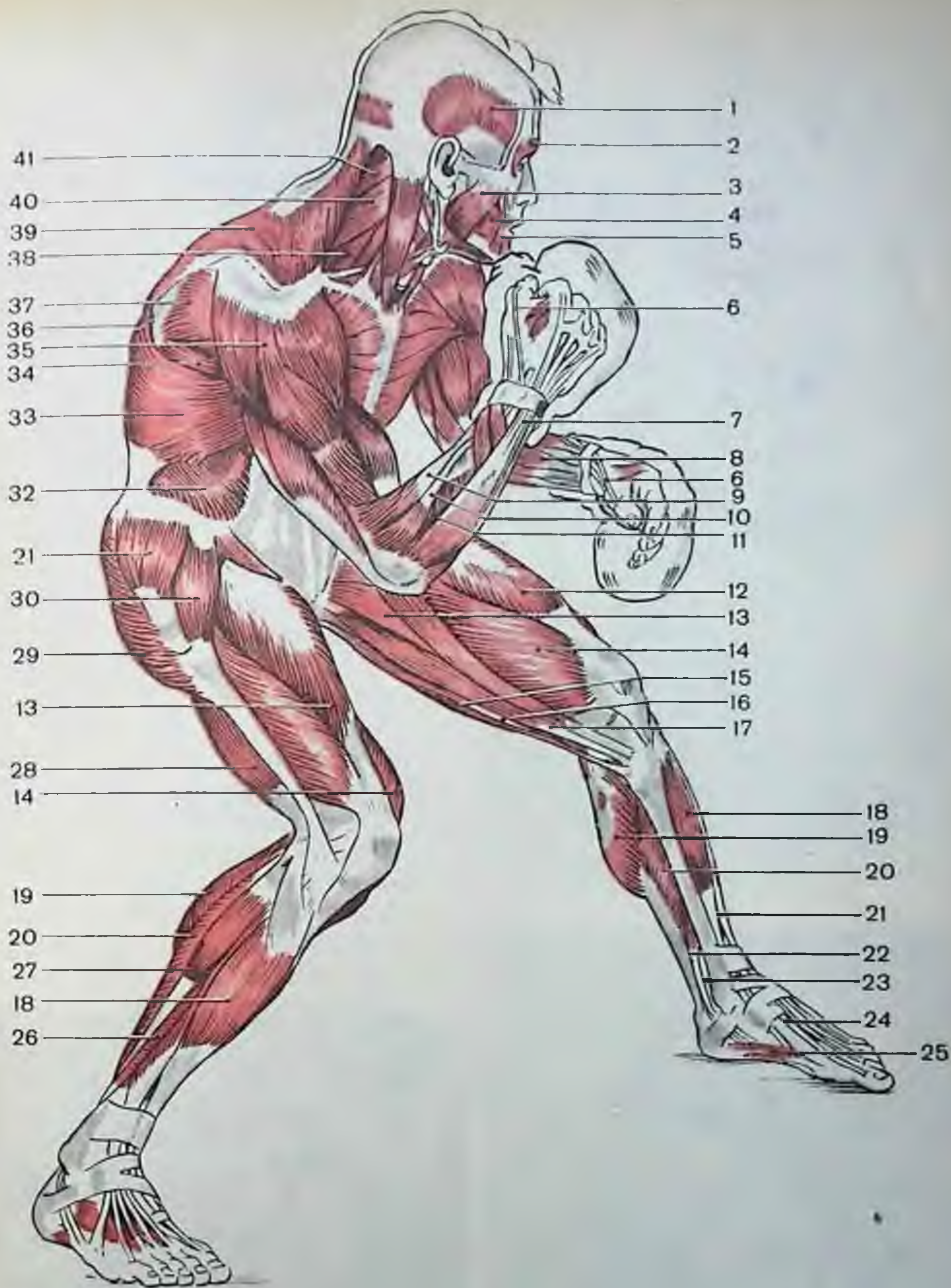


Рис. 84.

Общий вид мышечной системы. Боксер в положении подготовки к удару правой:

1 — височная м., 2 — круговая м. глаза; 3 — жевательная м.; 4 — щечная м.; 5 — круговая м. рта; 6 — длинный разгибатель большого пальца; 7 — разгибатель пальцев; 8 — лучевой сгибатель запястья; 9 — плече-лучевая м.; 10 — длинный лучевой разгибатель запястья; 11 — короткий лучевой разгибатель запястья; 12 — прямая м. бедра; 13 — длинная приводящая м.; 14 — медиальная широкая м. бедра; 15, 16 — полусухожильная м.; 17 — тонкая м.; 18 — передняя большеберцовая м.; 19 — икроножная м.; 20 — камбаловидная м.; 21 — длинный разгибатель пальцев; 22 — длинный сгибатель пальцев; 23 — задняя большеберцовая м.; 24 — длинный разгибатель большого пальца; 25 — м. отводящая большой палец; 26 — короткая малоберцовая м.; 27 — длинная малоберцовая м.; 28 — двуглавая м. бедра; 29 — большая ягодичная м.; 30 — напрягатель широкой фасции; 31 — средняя ягодичная м.; 32 — наружная косая м. живота; 33 — широчайшая м. спины; 34 — большая круглая м.; 35 — дельтовидная м.; 36 — нижний угол лопатки; 37 — подостная м.; 38 — лестничная м.; 39 — трапециевидная м.; 40 — м. поднимающая лопатку; 41 — ременная м. головы (ориентир М. Ф. Иванецкого)

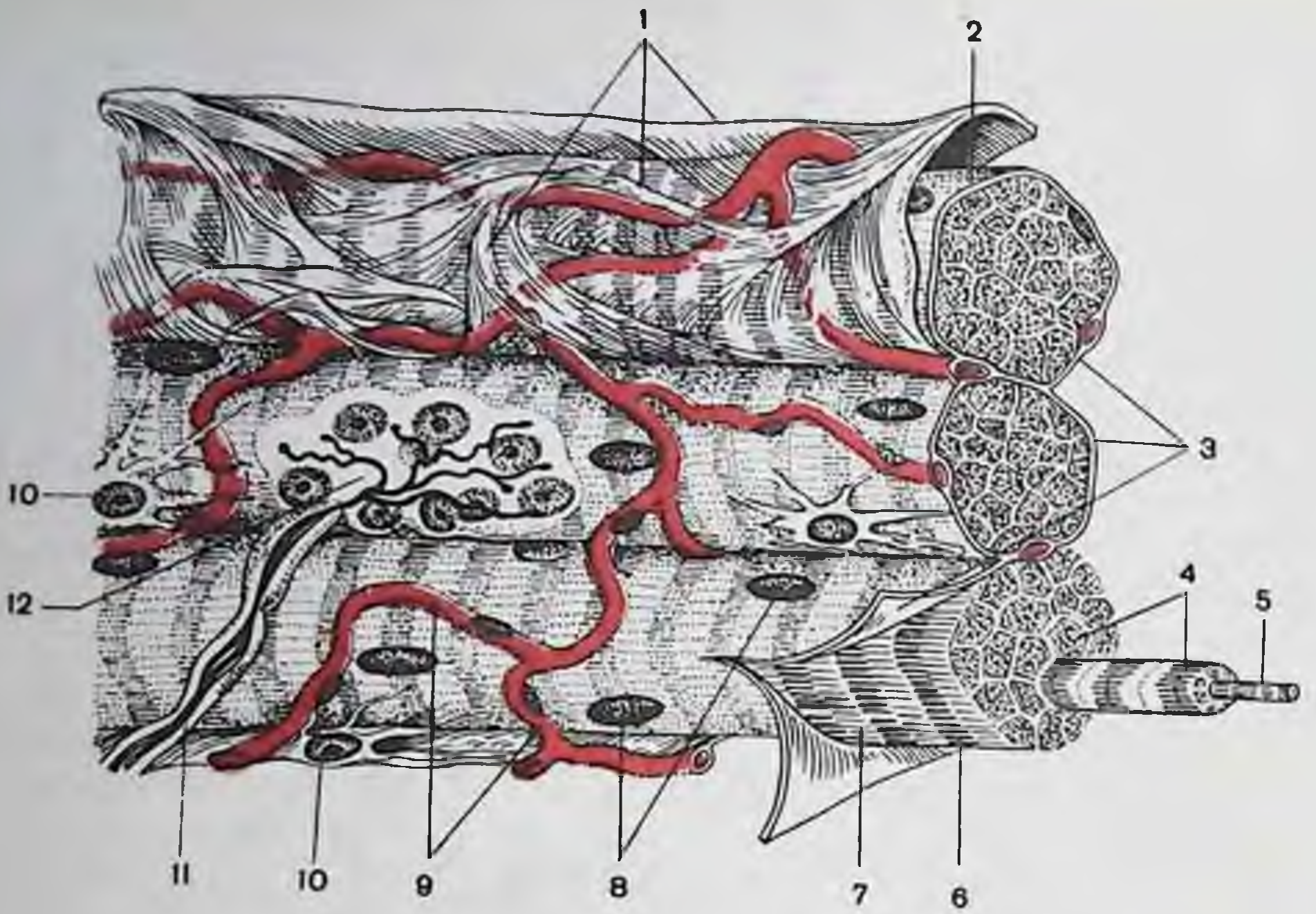


Рис. 85.

Поперечнополосатая мышечная ткань:

1 — эндомизий; 2 — мышечные волокна; 3 — сарколемма; 4 — пучки миофибрилл; 5 — миофибрилла; 6 — аннотропный диск; 7 — изотропный диск; 8 — мышечные ядра; 9 — кровеносные капилляры; 10 — соединительнотканые клетки эндомизия; 11 — моторное нервное волокно, 12 — моторное нервное окончание

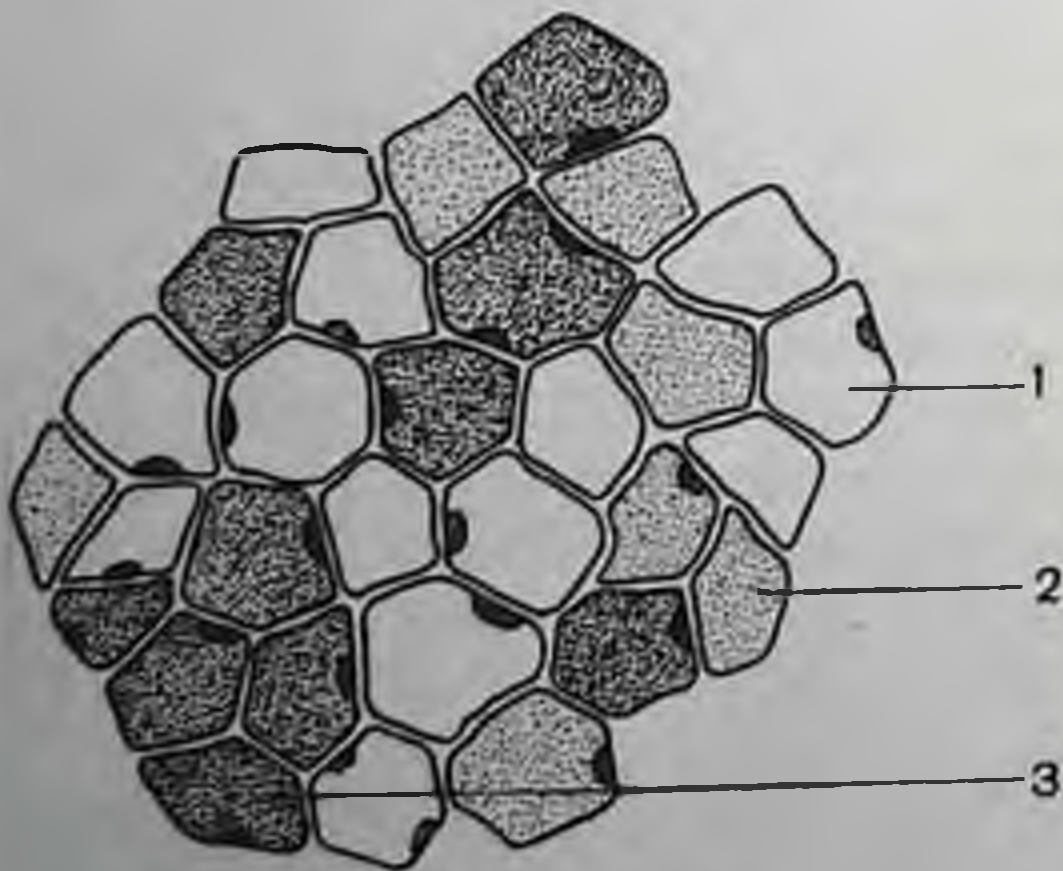


Рис. 86.

Поперечный разрез мышечных волокон с различным количеством миоглобина:

1 — белые мышечные волокна; 2 — слабо пигментированные волокна; 3 — красные мышечные волокна

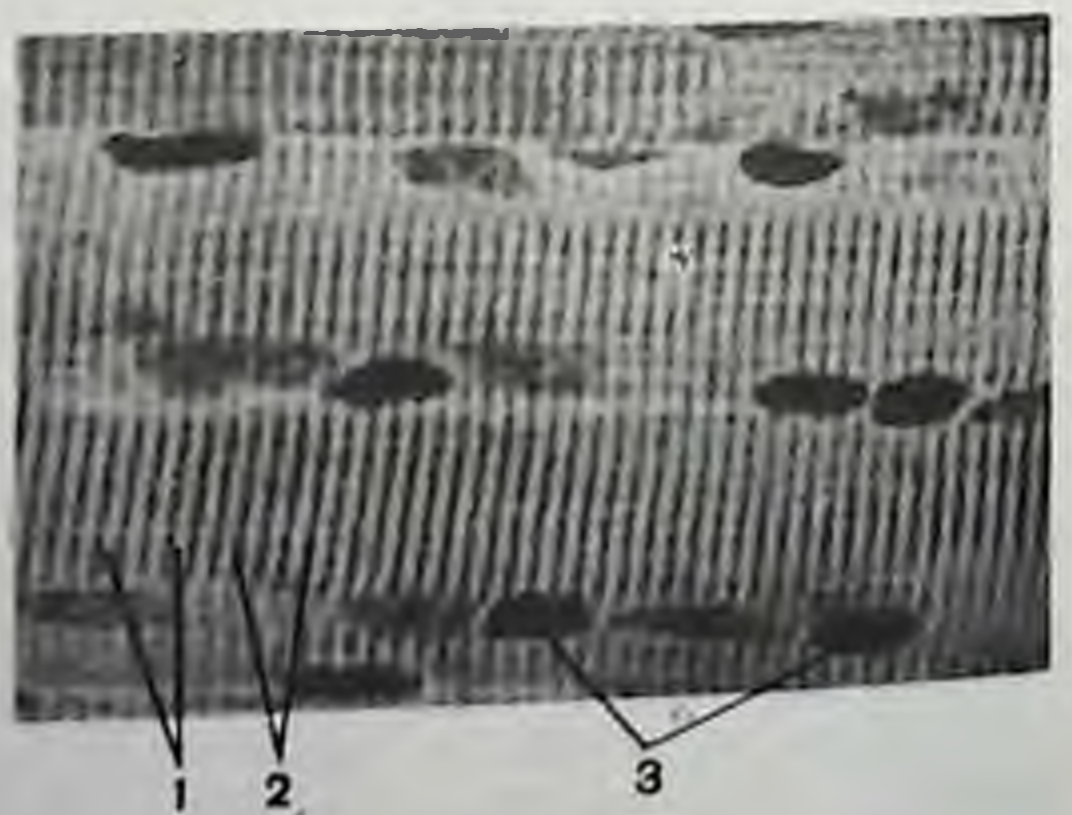


Рис. 87.

Поперечнополосатые мышечные волокна (микрофотограмма, увеличено в 400 раз):

1 — темные (анизотропные) диски; 2 — светлые (изотропные) диски; 3 — ядра мышечных волокон

области дисков А — и те и другие (рис. 89, а). Есть данные, которые свидетельствуют о том, что тонкие миофиламенты построены из белка *актина*, а толстые — из *миозина*. При взаимодействии этих белков и происходит укорочение миофибриллы.

На поперечном разрезе миофибриллы видно, что каждая толстая нить соприкасается с шестью тонкими нитями, а каждая тонкая нить контактирует лишь с тремя толстыми нитями (рис. 89, б). Поэтому тонких миофиламент больше, чем толстых.

Механизм сокращения мышечного волокна. Мышечное волокно сокращается в результате взаимодействия белковых молекул актина и миозина, что морфологически выражается в скольжении толстых и тонких миофиламент друг относительно друга. При этом полоска Н и диск И уменьшаются в своих размерах вплоть до полного исчезновения, а величина диска А практически не изменяется. Таким образом, можно сделать вывод о том, что укорочение миофибрилл достигается за счет уменьшения дисков И (рис. 90). Расслабление мышечного волокна сопровождается расширением изотропных дисков в результате того,

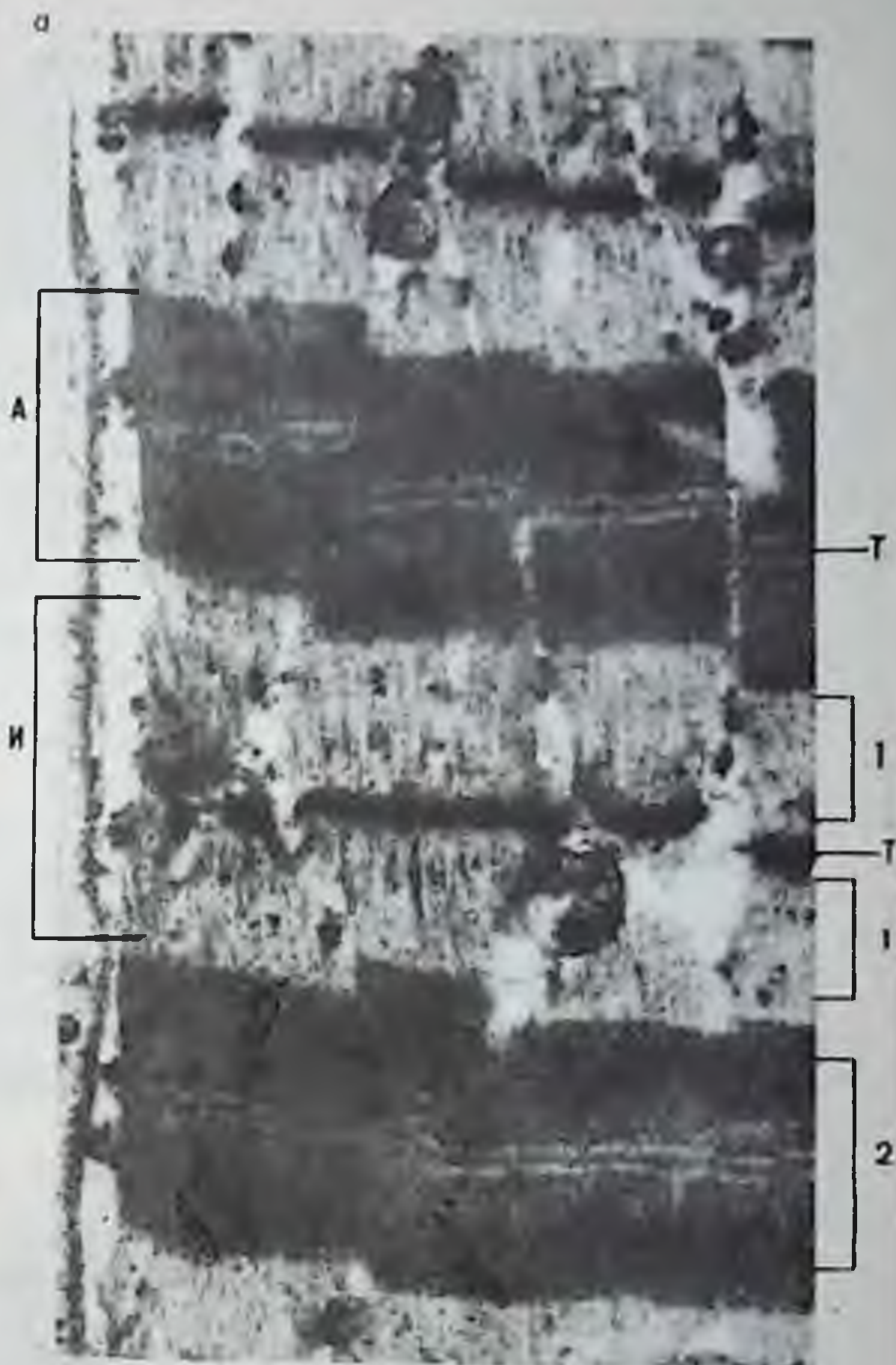


Рис. 88.

Электроннограмма поперечнополосатого мышечного волокна (по В. Г. Петрухину);

а — расслабленный саркомер; б — сокращенный саркомер (увел. $\times 23\,000$);
 А — анизотропный диск; И — изотропный диск;
 Т — телофрагма; М — мезофрагма; 1 — нити миозина; 2 — нити актина

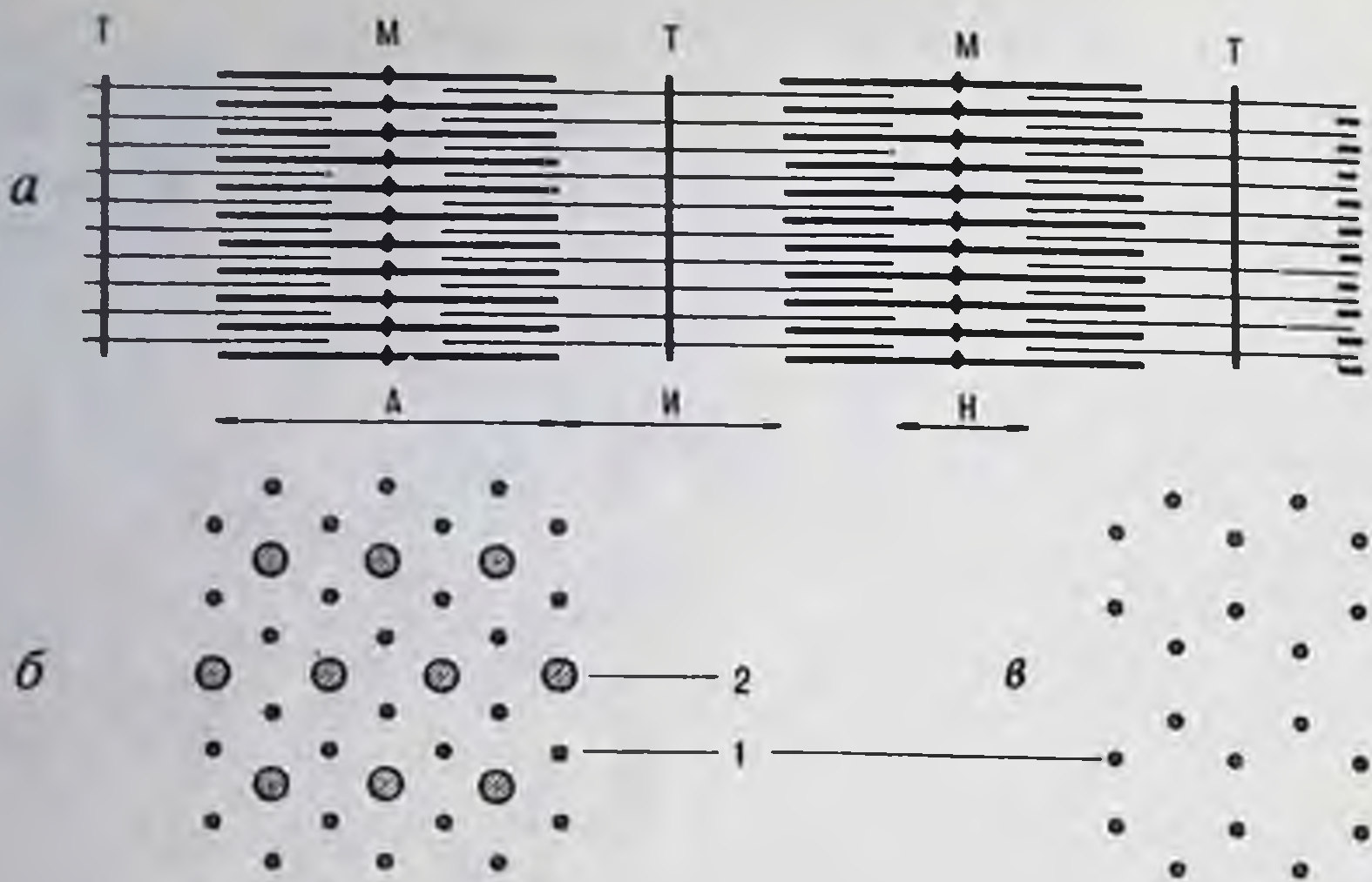


Рис. 89.

Схема строения миофибриллы:

a — продольный срез. А — анизотропный диск; И — изотропный диск; Т — телофрагма, М — мезофрагма; Н — полоска Н; 1 — тонкие (актиновые нити); 2 — толстые (миозиновые) нити; *б* — взаиморасположение нитей актина и миозина на поперечном срезе миофибриллы в области анизотропного диска; *в* — расположение нитей актина на поперечном срезе миофибриллы в области изотропного диска

что нити актина как бы выдвигаются из промежутков между нитями миозина.

При растяжении мышечного волокна концы нитей актина в миофибриллах находятся почти на уровне концов нитей миозина. Их сцепление осуществляется лишь головами нескольких молекул миозина, располагающимися на концах нитей. При этом изотропный диск становится наиболее широким. Следовательно, полоска Н анизотропного диска, обусловленная степенью внедрения нитей актина между нитями

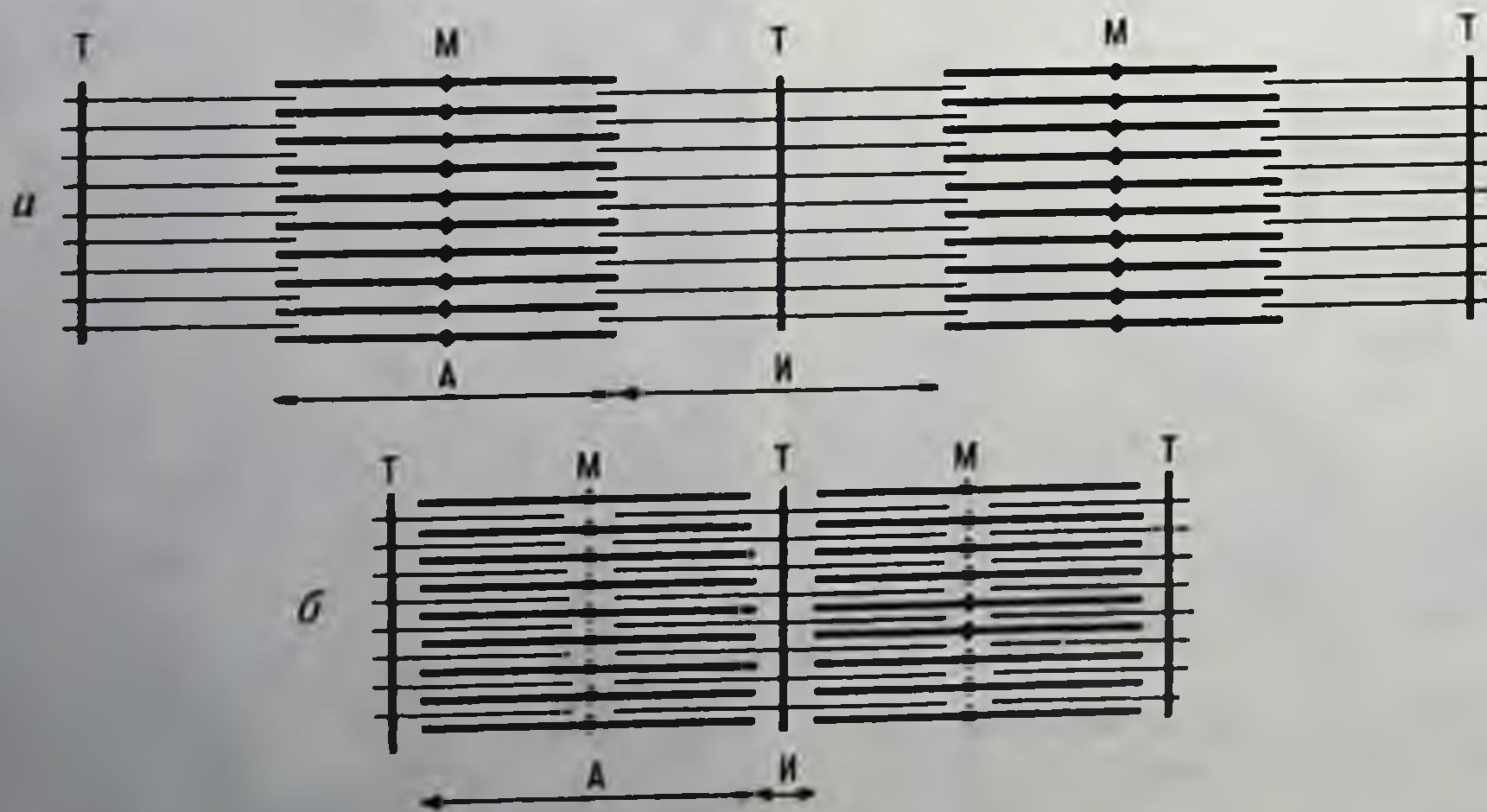


Рис. 90.

Схема, показывающая движение нитей актина между нитями миозина при расслаблении (*a*) и сокращении (*б*) миофибриллы (обозначения те же, что на рис. 89)

миозина. также расширяется. В растянутой мышце плотность расположения нитей актина и миозина в миофибриллах самая небольшая, так как при любом состоянии мышцы объем ее остается постоянным.

Внедрение нитей актина между нитями миозина происходит в результате освобождения энергии при распаде несущего энергию вещества — аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) в присутствии ионов Ca . Активизация взаимодействия между актином и миозином происходит под воздействием нервного импульса, передаваемого с нервного волокна на мышечное. Вначале активизируются АТФ-азные — центры миозина, выделяя аденозинтрифосфотазу. Она расщепляет АТФ до аденозиндифосфорной кислоты. Освобождающаяся при этом энергия идет либо на развитие напряжения мышцы, либо на ее укорочение.

Что касается расслабления мышцы после сокращения и восстановления исходного состояния, то есть предположение, что оно происходит благодаря эластическим свойствам сарколеммы и внутримышечной соединительной ткани.

Таким образом, в сократительном акте мышечного волокна условно различают две фазы: первая — собственно сократительный акт, который представляет собой процесс структурного взаимодействия между актином и миозином, вторая — состояние сокращения, которое заключается в превращении всего саркомера в актомиозиновую систему (после кратковременного существования она распадается на актин и миозин, и мышечное волокно возвращается к исходному состоянию).

Части и формы мышц. Поперечнополосатые мышечные волокна являются основными рабочими элементами мышц. Однако важная роль в построении мышцы как органа принадлежит соединительной ткани. Она объединяет мышечные волокна в пучки, образуя таким образом для каждого волокна эластический каркас; при ее участии происходит прикрепление мышцы к костям и передача мышечных усилий на костные рычаги.

Мышечные волокна образуют среднюю часть мышцы — ее *тело*, или *брюшко* (venter). Кроме тела у мышц различают *головку* (caput), которой мышца начинается от одной кости, и *хвост* (cauda), которым она прикрепляется к другой кости. Головка и хвост

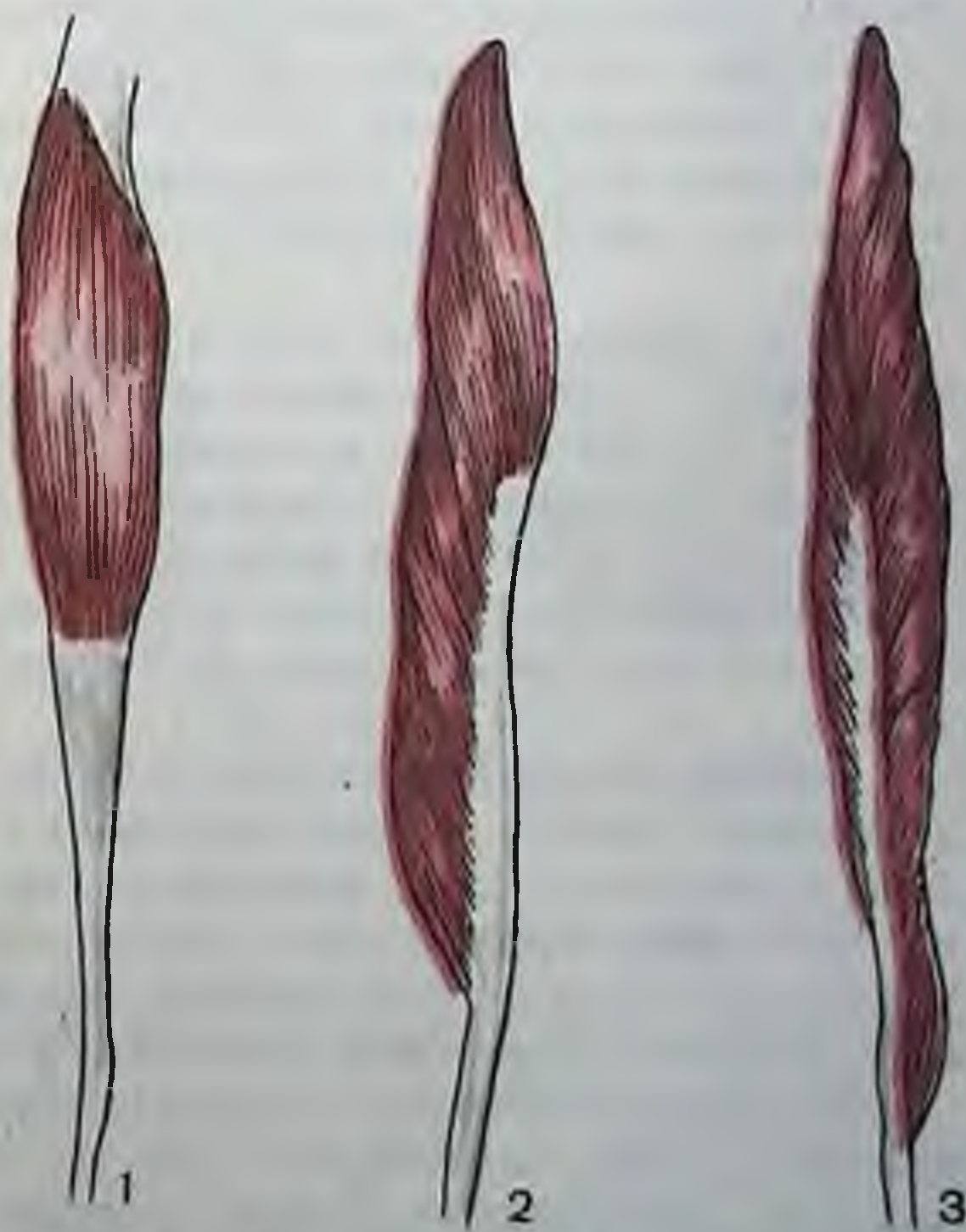


Рис. 91.

Части мышц, имеющих различное строение:

1 — веретенообразная мышца; 2 — одноперистая мышца; 3 — двухперистая мышца (ориг. М. Ф. Иваницкого)

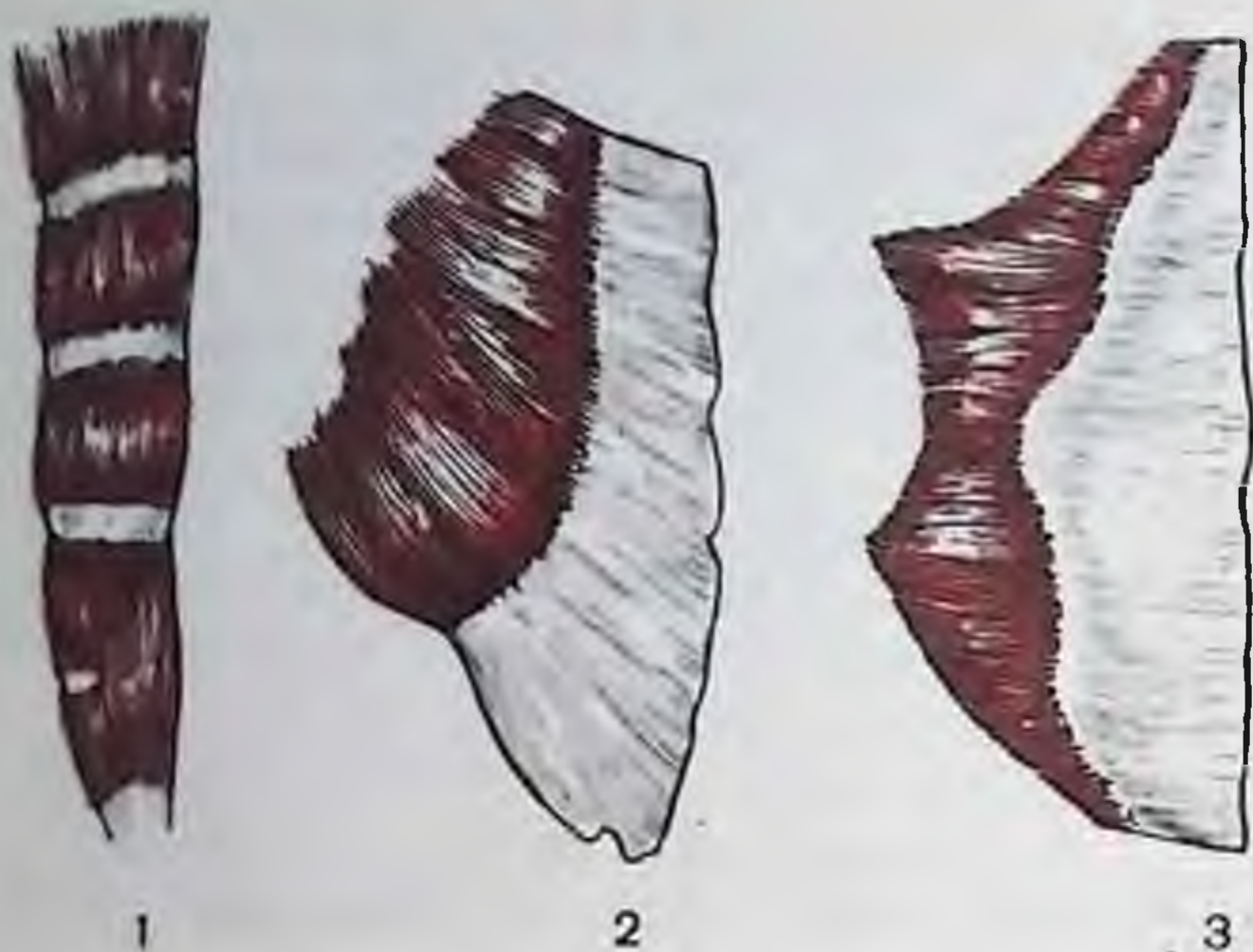


Рис. 92.

Разновидности апоневрозов мышц:
 1 — прямая м живота; 2 — наружная м живота; 3 — поперечная м живота (ори М. Ф. Иванникова)

различных мышц имеют разнообразное строение. Как головка, так и хвост мышцы имеют *сухожилие* (*tendo*), особенно хорошо выраженное у длинных мышц (рис. 91). Таким образом, можно различать сухожилия начала и сухожилия прикрепления мышц.

Все сухожилия построены из плотной соединительной ткани, богатой коллагеновыми волокнами, и отличаются большой сопротивляемостью растяжению. Связь мышечных волокон с сухожилием осуществляется посредством коллагеновых волокон. Окружая концы поперечнополосатых мышечных волокон, они образуют ряд спиральных, или циркулярных, слоев и плотно соединены с сарколеммой. На концах мышечных волокон сарколемма образует глубокие пальцеобразные выросты, между которыми и залегают коллагеновые волокна сухожилий.

Сухожилия мышц, имеющие форму широкого и тонкого пласта (например, сухожилия косых мышц живота), называются *апоневрозами* или *сухожильными растяжениями* (рис. 92). Апоневрозами также называют утолщенные фасции, находящиеся под кожей на ладонной поверхности кисти и на подошвенной поверхности стопы. Некоторые мышцы (например, прямая мышца живота) имеют вставочные сухожильные прослойки, которые подразделяют мышцу на отдельные части.

Форма мышц крайне разнообразна (рис. 93). Она определяется их размером, соотношением мышечной и сухожильной частей, способом прикрепления к костям, особенностями «упаковки» мышечных волокон в пучки и целым рядом других факторов, обусловленных особенностями работы мышц и их топографией. Наиболее распространенными являются веретенообразная и плоская формы мышц.

Рыхлая волокнистая соединительная ткань внутри мышечных пучков называется *эндомизием* (рис. 94). Между собой пучки мышечных волокон соединяются также рыхлой волокнистой соединительной тканью, которая носит название *внутреннего перимизия*. Снаружи мышца покрыта более плотной соединительной тканью, получившей название *наружного перимизия*. Внутри мышцы мышечные волокна

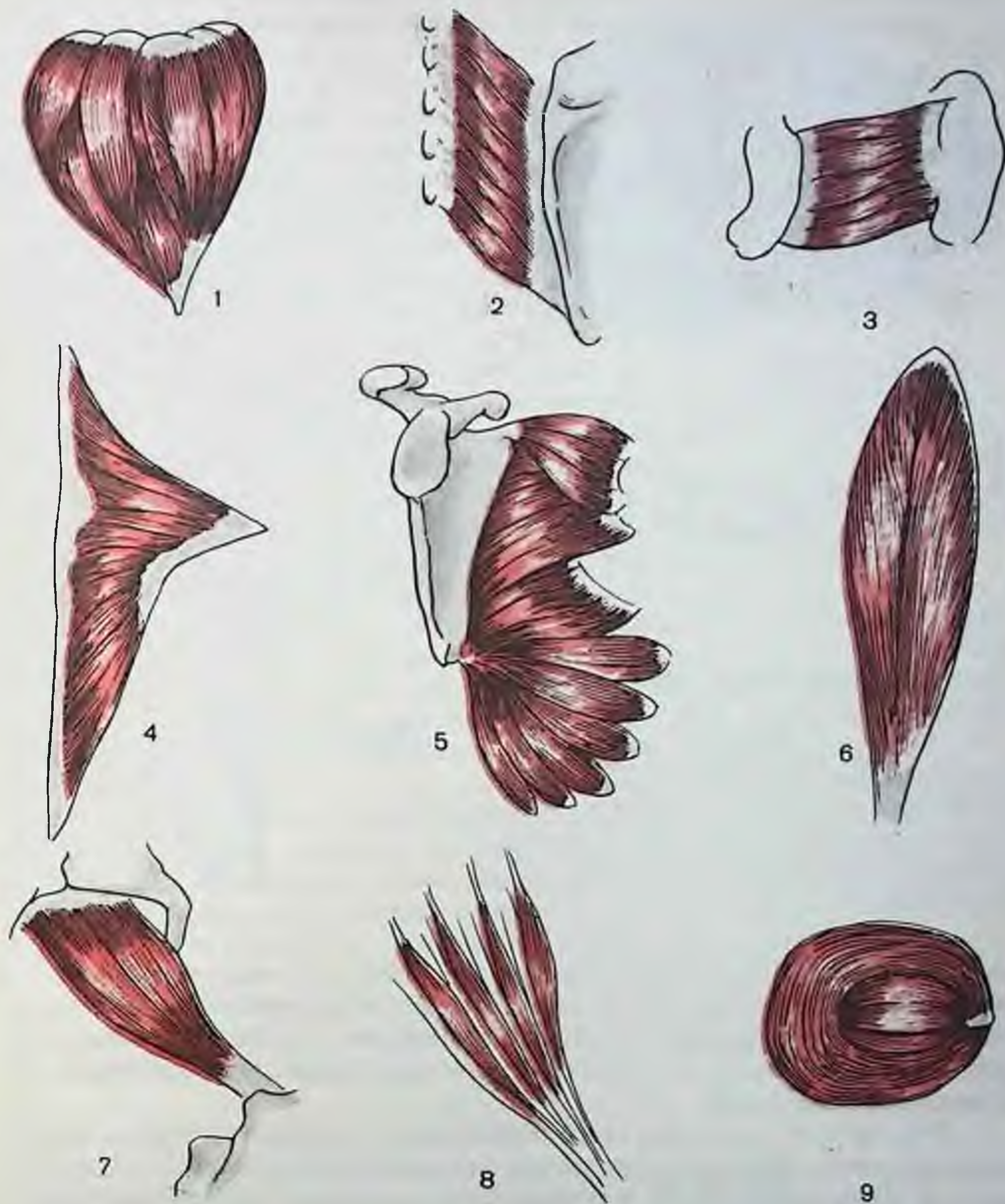


Рис. 93.

Форма скелетных мышц:

1 — дельтовидная м.; 2 — ромбовидная м.; 3 — квадратная м.; 4 — трапециевидная м.; 5 — зубчатая м. (передняя зубчатая); 6 — камбилловидная м.; 7 — грушевидная м.; 8 — червеобразные м. м.; 9 — круговая м. глаза (ориг. М. Ф. Иванникова)

«упаковываются» по-разному. Одни из них тянутся от одного конца мышцы к другому, другие заканчиваются внутри мышцы, вплетаясь своим концом в соединительную ткань, третьи — и начинаются, и заканчиваются внутри мышцы (рис. 95).



Рис. 94.

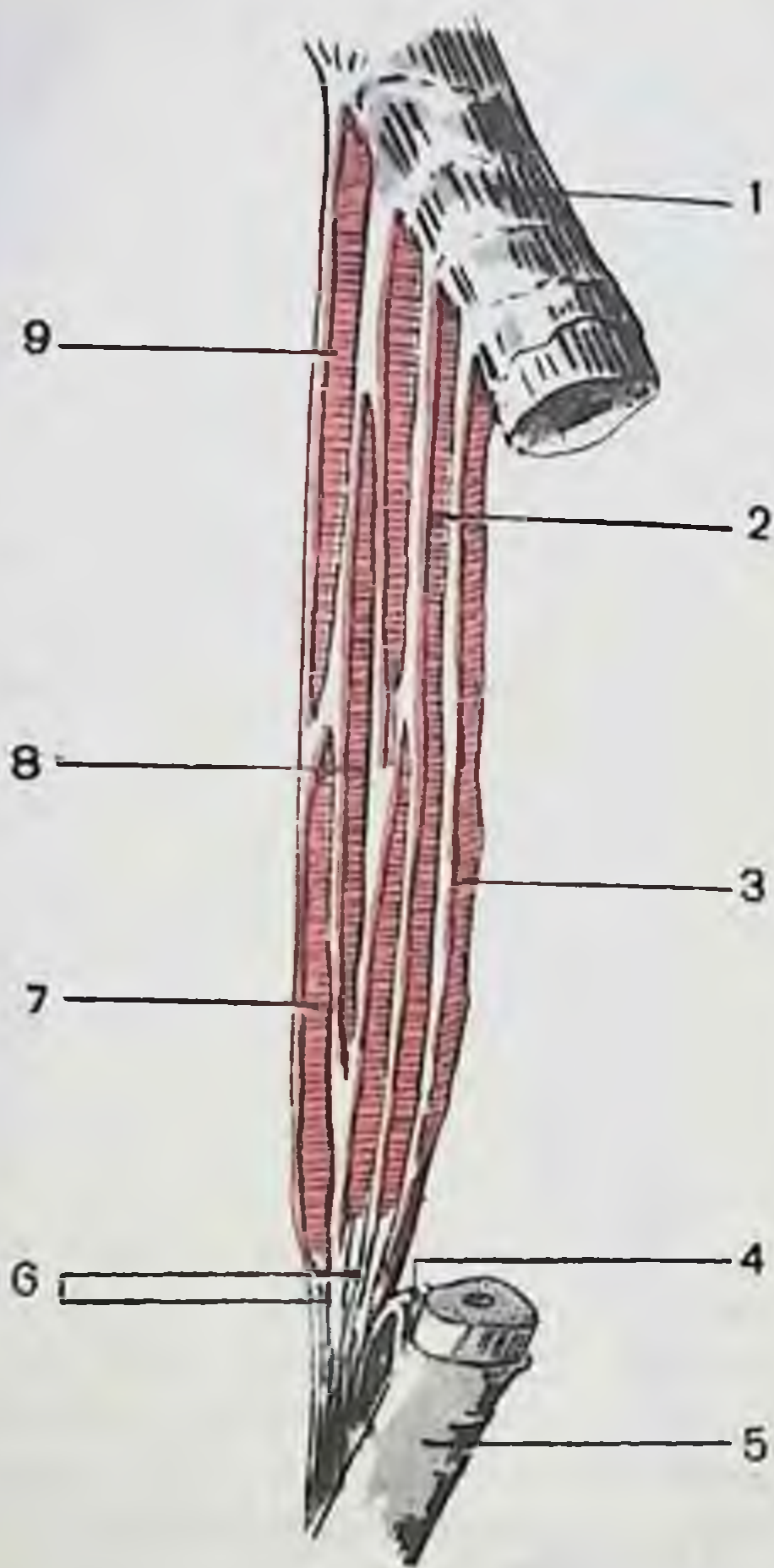
Поперечный разрез мышцы:

1 — перимизий; 2 — пучки мышечных волокон; 3 — эндомизий; 4 — собственная фасция

Рис. 95.

Расположение мышечных волокон внутри мышцы:

1 — кость, от которой начинается мышца; 2, 3 — мышечное волокно, тянущееся по всему длиннику мышцы; 4 — синовиальная сумка, находящаяся между сухожилием мышцы и костью; 5 — кость, к которой прикрепляется мышца; 6 — сухожильные волокна; 7 — мышечное волокно, начинающееся внутри мышцы и прикрепляющееся к сухожилию; 8 — мышечное волокно, начинающееся и заканчивающееся внутри мышцы; 9 — мышечное волокно, начинающееся от кости и заканчивающееся внутри мышцы



Вспомогательные аппараты мышц. Кроме основных частей (тела и сухожилия) мышцы имеют дополнительные компоненты, которые принято называть вспомогательными аппаратами. К ним относятся: *фасции, синовиальные влагалища, синовиальные сумки, мышечные блоки и сесамовидные кости.*

Ф а с ц и и — это плотные фиброзные оболочки, которые в виде футляров покрывают группы мышц и отдельные мышцы. По структурным и функциональным особенностям различают *поверхностные и глубокие, или собственные, фасции.*

Поверхностные фасции представляют собой уплотненные пластинки из соединительной ткани, расположенные под подкожной клетчаткой. Поверхностные фасции выражены не во всех частях тела.

Собственные фасции образуют *межмышечные перегородки и фиброзные влагалища.* В области кистей и стопы имеются участки, где собственная фасция утолщена. Это *удерживатели сухожилий* (удерживатель сухожилий-сгибателей, удерживатель сухожилий-разгибателей). В одних местах фасции служат местом начала мышцы, а в других мышцы прикрепляются к ним. Прикрепляясь к костям и надкостнице, фасции являются своего рода дополнением к скелету. При повреждении

фасции в ней нередко образуются отверстия, через которые выпячивается мышца. Такое выпячивание называется мышечной грыжей.

Синовиальные влагалища сухожилий. В области суставов кисти и стопы уплотненная часть фасций перекидывается в виде связок через длинные сухожилия мышцы, образуя *фиброзные* и *костно-фиброзные каналы*. Они удерживают сухожилия в определенном положении, препятствуют их отхождению от костей, боковым смещениям и этим способствуют более точному направлению мышечной тяги. Сухожилия мышц кисти и стопы отличаются значительной подвижностью, однако их трение о стенку каналов невозможно благодаря синовиальным влагалищам, которые находятся между стенками каналов и сухожилиями (рис. 96).

Синовиальные влагалища построены из двух листков: внутренностного, или висцерального, прирастающего к сухожилиям мышц, и пристеночного, или париетального, срастающегося с окружающими тканями. Эти листки называются синовиальной оболочкой. Они выделяют жидкость — *синовию*, облегчающую скольжение сухожилия мышцы при ее сокращении или расслаблении. По длине сухожилия они переходят один в другой. На месте этого перехода синовиальная оболочка образует удвоение, именуемое брыжейкой сухожилия. На своем проксимальном и дистальном концах листки синовиальной оболочки также переходят друг в друга, так что находящаяся между ними щель, содержащая синовию, является замкнутой. Синовиальные влагалища вместе с заключающими их костно-фиброзными каналами нередко объединяют под общим названием *сухожильные влагалища*.

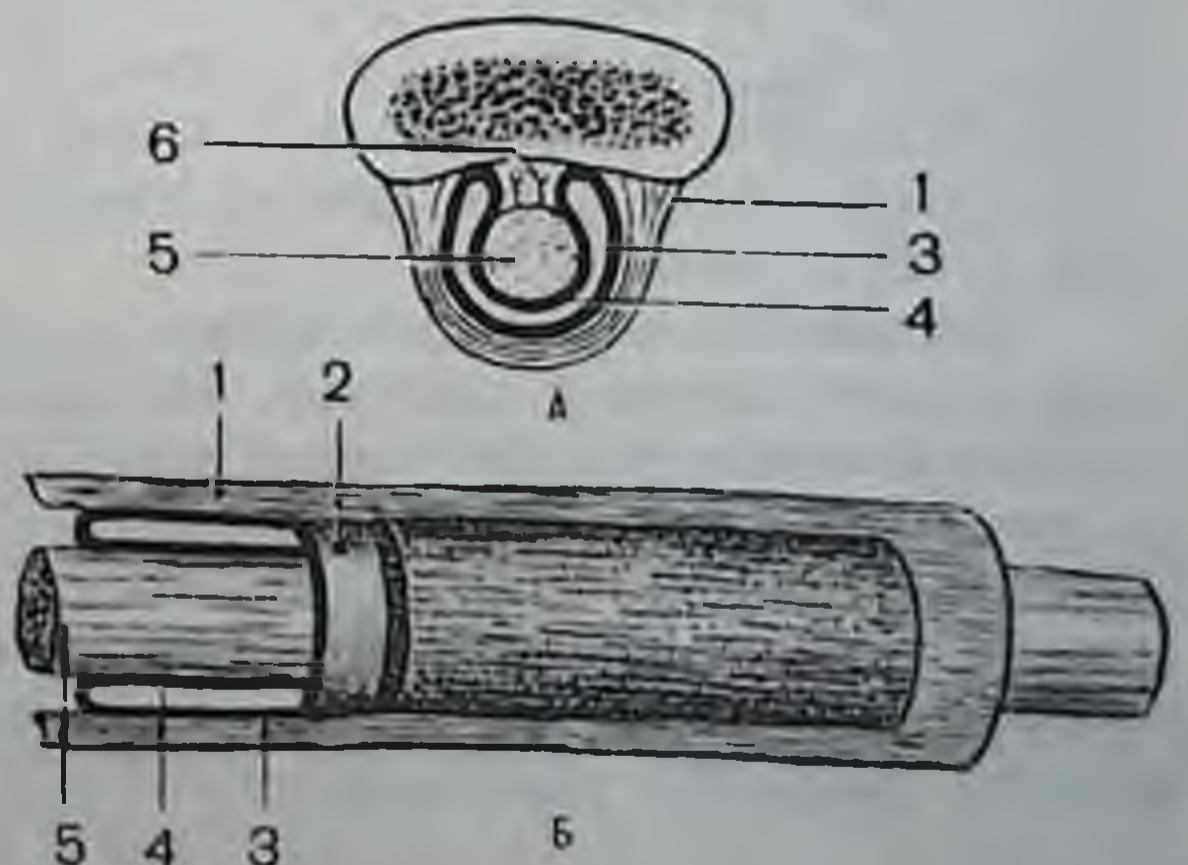
Синовиальные сумки — это замкнутые полости с синовиальным (слизистым) содержимым. Они бывают простые, имеющие одну полость, или сложные, подразделенные на несколько вторичных полостей. Синовиальные сумки находятся не только между мышцами, но и в некоторых местах между мышцей и костью, а также между кожей и костью. Они облегчают скольжение мышц при их сокращении.

Блоки мышц. В тех местах, где сухожилие мышцы или сама мышца меняет направление, перекидываясь через кость или связку, образуются блоки. Кость в этом месте покрыта хрящом, а между ним и мышцей располагается синовиальная сумка. Блоки могут быть обра-

Рис. 96.

Строение синовиального влагалища сухожилия:

А — поперечный разрез; Б — продольный разрез; 1 — фиброзный слой; 2 — синовиальный слой; 3 — пристеночный (париетальный) листок синовиального влагалища; 4 — внутренностный (висцеральный) листок синовиального влагалища; 5 — сухожилие; 6 — переход пристеночного листка синовиального влагалища во внутренностный (по М. Г. Привесу)



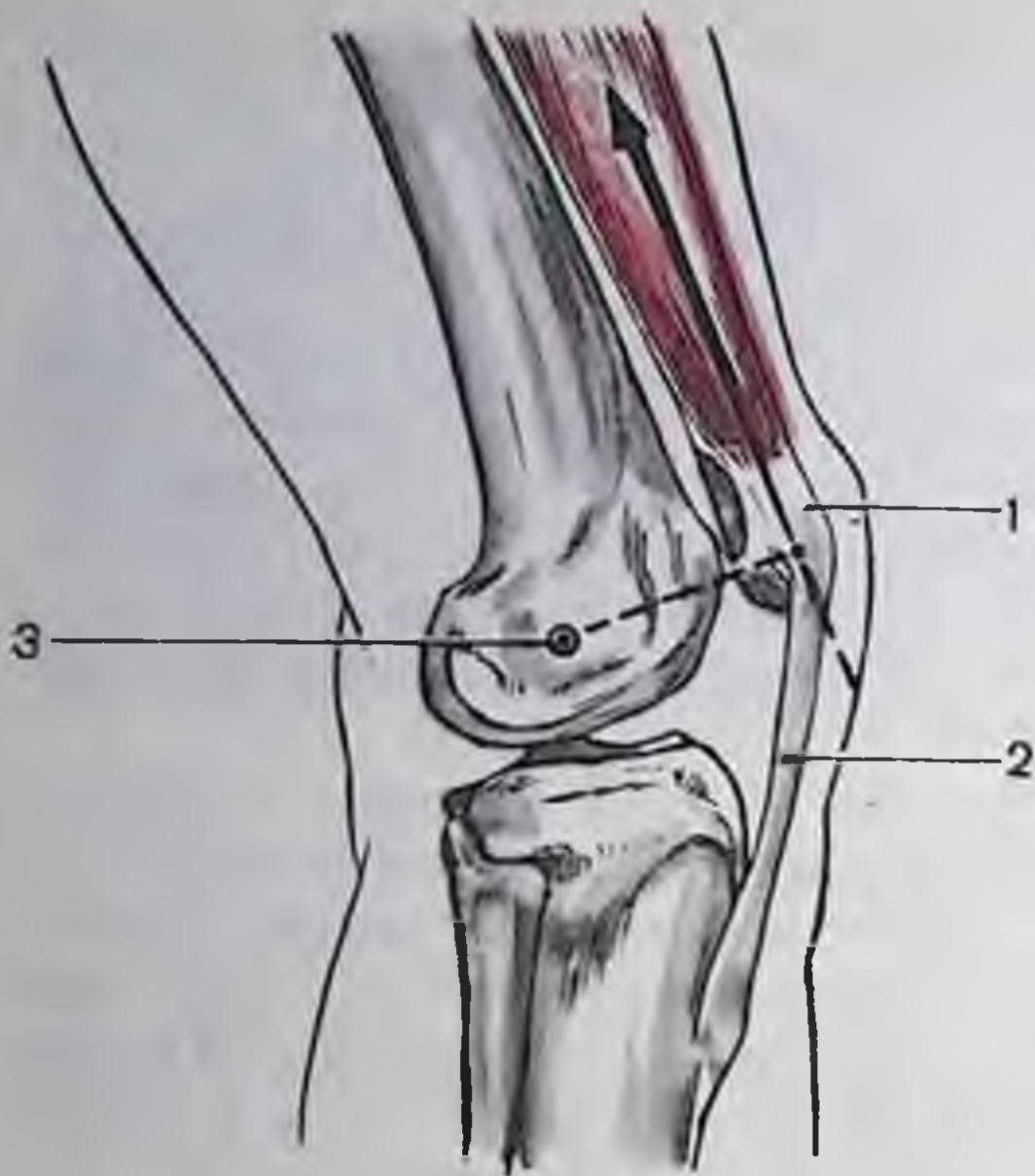


Рис. 97.

Схема, показывающая значение надколенника как образования, увеличивающего плечо силы (прерывистая линия, перпендикулярная к стрелке) четырехглавой м. бедра (стрелка):

1 — надколенник; 2 — связка надколенника; 3 — проекция поперечной оси коленного сустава в один из моментов движения в нем (ориг. М. Ф. Иванникова)

зованы фасциальными связками. Это фиброзные блоки. В них также имеются синовиальные сумки.

Сесамовидные кости являются вспомогательным аппаратом и мышц, и суставов. Они располагаются в толще сухожилий мышц, вблизи мест прикрепления их к кости. Благодаря наличию сесамовидных костей угол прикрепления мышц изменяется, что способствует увеличению плеча силы мышцы (рис. 97). Сесамовидные кости иногда играют роль тормозных устройств в суставах.

Кровоснабжение и иннервация мышцы. Сосуды и нервы проникают в мышцу обычно с внутренней стороны в одном, реже в нескольких местах, которые называют *воротами мышц*. Кровоснабжение мышцы осуществляется в основном из близко расположенных артерий за счет многочисленных *мышечных ветвей*. В мышце кровеносные сосуды разветвляются между пучками мышечных волокон на более мелкие, их тончайшие веточки переходят в капилляры, которые густой сетью оплетают каждое мышечное волокно. В местах соприкосновения капилляра с мышечным волокном имеется углубление сарколеммы. Питательные вещества и кислород проникают через стенку капилляра, а затем через сарколемму в мышечное волокно. Продукты обмена веществ из мышечного волокна также вначале попадают в капилляры, а затем по венозным сосудам, которые повторяют ход артериальных, выносятся из мышцы.

Сокращение мышц происходит под влиянием импульсов, идущих из центральной нервной системы. На каждом поперечнополосатом мышечном волокне имеется специальное *двигательное нервное окончание*, посредством которого нервный импульс передается с нервного волокна на мышечное (рис. 98). От нервной системы мышца получает также импульсы, регулирующие ее тонус и все происходящие в ней жизненные процессы: питание и обмен веществ, изменение сократительных свойств, развитие, рост и пр.

Двигательные нервные окончания (*концевые моторные бляшки*) есть на каждом мышечном волокне. Они представляют собой концевые отделы моторных нейронов, тела которых лежат в спинном или головном мозге. Двигательные нервные волокна разветвляются в мышце на несколько десятков веточек, каждая из которых подходит к одному мышечному волокну. Таким образом, оказывается, что один моторный нейрон иннервирует несколько мышечных волокон, которые нередко расположены в различных частях мышцы. В связи с этим моторный нейрон и иннервируемые им мышечные волокна принято объединять под названием *нейромоторной единицы*.

В области концевой моторной бляшки имеется контакт между нервным волокном и мышечным — *синапс*. Иными словами, нервное волокно отделено от мышечного узкой *синаптической щелью*, которая достаточно хорошо видна под электронным микроскопом. Полагают, что передача нервного импульса с нервного волокна на мышечное через синаптическую щель осуществляется с помощью специальных веществ-передатчиков, или *медиаторов*, которые выделяются нервным окончанием в синаптическую щель и, взаимодействуя с сарколеммой в области двигательного нервного окончания, вызывают возбуждение сократительного аппарата мышечного волокна.

В мышцах находятся *чувствительные нервные окончания*, воспринимающие информацию о состоянии мышечных волокон и передающие ее по нервным волокнам в центральную нервную систему. Наиболее сложными мышечными рецепторами являются *нервно-мышечные веретена*. Они представляют собой пучки тонких специализированных мышечных волокон (числом до 15), заключенных в соединительнотканную капсулу. Эти мышечные волокна еще называются *интрафузальными* (от лат. *fuscus* — веретено). Внутри нервно-мышечного веретена находятся первичные чувствительные окончания, в которых при растя-

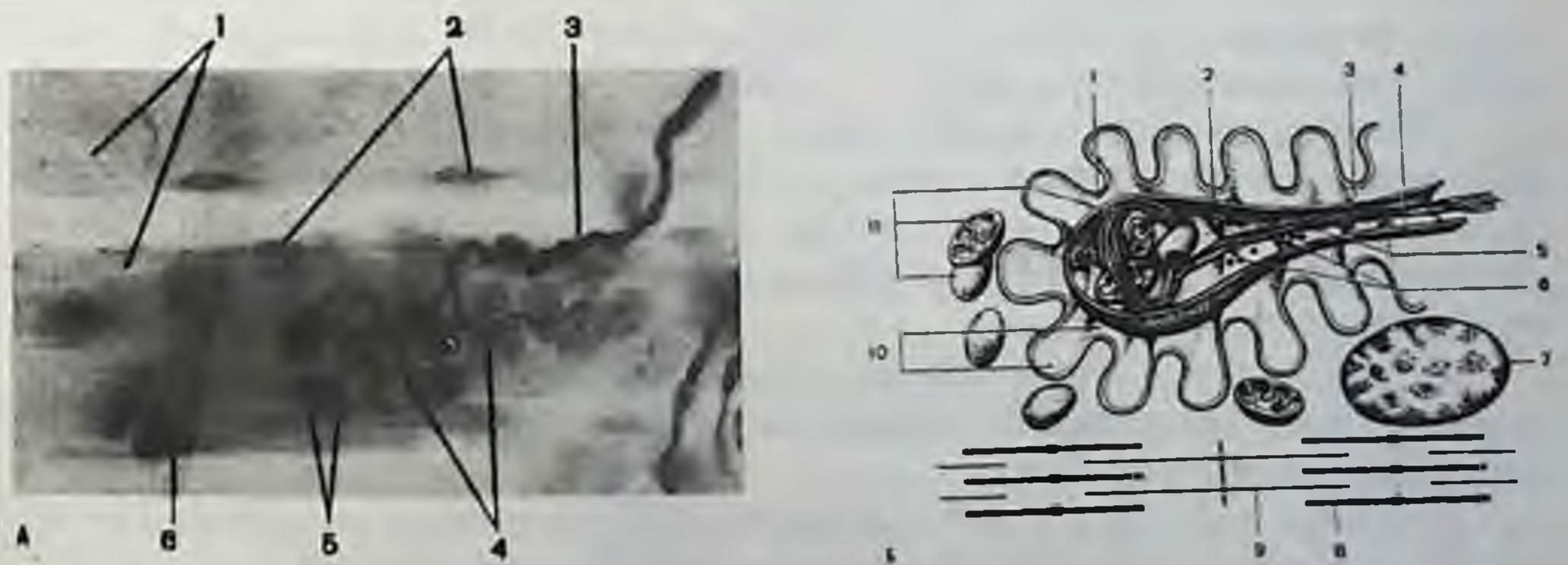


Рис. 98.

Двигательное нервное окончание на мышечном волокне:

А — микроскопическое строение: 1 — мышечные волокна; 2 — мышечные ядра; 3 — нервное волокно; 4 — концевые разветвления нервного волокна; 5 — ядра моторного и нервного окончаний; 6 — кровеносный капилляр (микрофотограмма, ув. х 400).

Б — субмикроскопическое строение: 1 — сарколемма (постсинаптическая мембрана); 2 — аксолемма (пресинаптическая мембрана); 3 — синаптическая щель; 4 — концевая ветвь; 5 — нейрофибриллы; 6 — синаптические пузырьки; 7 — ядро нервного окончания; 8 — нити миозина; 9 — нити актина; 10 — складки сарколеммы; 11 — митохондрии

жении мышц возникают нервные импульсы, передаваемые в центральную нервную систему.

Количество нервно-мышечных веретен в различных мышцах человека пока еще точно не установлено, однако известно, что в мелких мышцах их относительное содержание больше.

Другой тип чувствительных окончаний находится в сухожилиях мышц и носит название *нервно-сухожильных веретен*, которые раздражаются и при растяжении мышц, и при их сокращении.

КЛАССИФИКАЦИЯ МЫШЦ

В настоящее время нет единой классификации мышц, так как мышцы человека имеют различную форму, строение и развитие.

В зависимости от размеров и формы различают *длинные* и *короткие*, *плоские* и *веретенообразные*, *ромбовидные*, *квадратные*, *трапецевидные* мышцы и т. п. Мышцы, расположенные на туловище, обычно имеют более плоскую форму, чем мышцы, находящиеся на конечностях. Среди мышц туловища много крупных мышц, занимающих большие участки. Мышцы конечностей отличаются своей длиной, веретенообразной формой и проходят около одного, двух или нескольких суставов (см. рис. 84).

Эти различия мышц по форме тесно связаны с их функциональными особенностями. Длинные тонкие мышцы, имеющие незначительную площадь прикрепления к костям (например, длинные сгибатели пальцев руки), как правило, участвуют в движениях с большой амплитудой. Движения, в которых участвуют короткие толстые мышцы (например, квадратная мышца поясницы), имеют небольшой размах. Однако во многих случаях эти мышцы могут преодолевать значительное сопротивление.

По направлению волокон различают *прямые* мышцы, в которых мышечные волокна расположены параллельно длинику тела, *косые*, *поперечные* и *круговые*.

Прямые мышцы обычно длинные и не обладают большой силой. Мышцы с косым направлением волокон, прикрепляющихся к сухожилию с одной стороны, называются *одноперистыми*, а с двух сторон — *двухперистыми*. Круговые мышцы образуют жомы (*сфинктеры*), закрывающие отверстия.

По функции мышцы делятся на *сгибатели* и *разгибатели*, *отводящие* и *приводящие*, *супинаторы* (вращатели кнаружи) и *пронаторы* (вращатели кнутри).

По положению различают *поверхностные* и *глубокие* мышцы, *наружные* и *внутренние*, *латеральные* и *медиальные*.

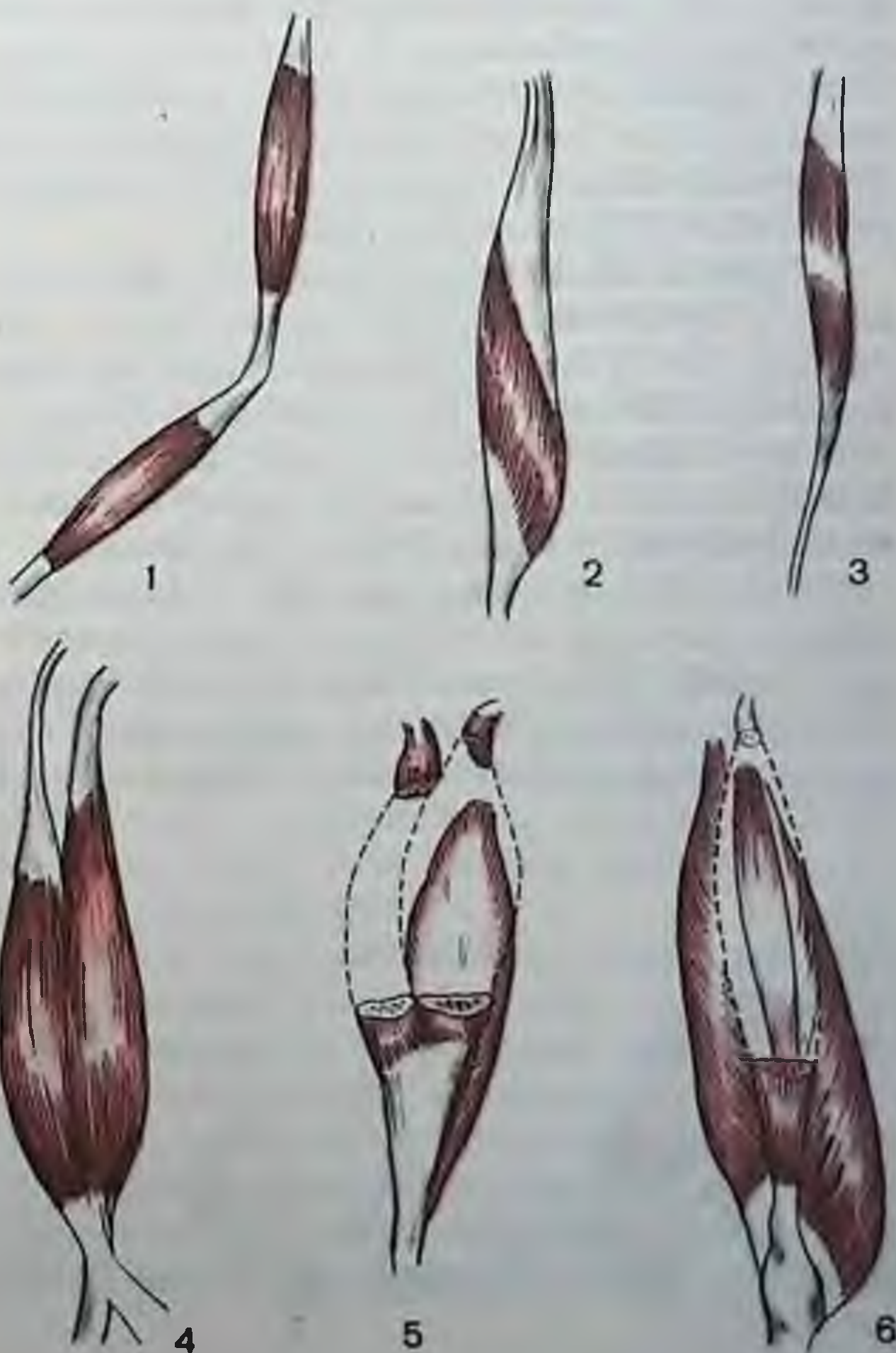
По отношению к суставам мышцы делят на *односуставные*, *двухсуставные* и *многосуставные* — в зависимости от того, на сколько суставов они непосредственно действуют. Многосуставные мышцы обычно длиннее и всегда располагаются более поверхностно, чем односуставные. Однако относительная длина, представляющая собой ту максимальную величину сокращения, которую может произвести мышца в отношении одного из суставов, для много-

суставных мышц всегда меньше, чем для односуставных такой же длины. Поэтому многосуставные мышцы могут тормозить некоторые движения в суставах, около которых они проходят, в большей мере, чем односуставные. Например, амплитуда движения в тазо-бедренном суставе при поднимании бедра вперед (его сгибании) и назад (его разгибании) зависит от положения голени по отношению к бедру. Если при первом движении голень согнута в коленном суставе, то амплитуда его будет значительно больше, чем в том случае, когда голень разогнута. Объясняется это тем, что мышцы, расположенные на задней поверхности бедра, идущие с таза на голень, при сгибании голени не противодействуют значительному подниманию бедра; наоборот, при разогнутой голени эти мышцы натягиваются в силу их меньшей, чем у односуставных мышц, относительной длины и в большей мере тормозят движение. Такая особенность двухсуставных мышц обозначается термином «*пассивная недостаточность*», от чего в значительной мере зависит степень подвижности отдельных звеньев конечностей. В противоположность пассивной недостаточности различают «*активную недостаточность*», под которой подразумевается недостаточная подъемная сила мышц по сравнению с необходимой для выполнения той или иной работы.

Рис. 99.

Примеры названия мышц по особенностям их строения:

1 — двубрюшная м.;
2 — полуперепончатая м.; 3 — полусухожильная м.; 4 — двуглавая м. плеча, 5 — трехглавая м. голени; 6 — четырехглавая м. бедра (ориг. М. Ф. Иваницкого)



Название мышц, как и их классификация, не упорядочены и поэтому достаточно условны. Одни мышцы именуются по их внешней форме: дельтовидная, ромбовидная, квадратная, трапецевидная, зубчатая, камбаловидная, грушевидная, червеобразная, круглая, пирамидальная, круговая и пр.; другие носят название в зависимости от выполняемой функции: сгибатели, разгибатели, отводящие, приводящие, жевательные, сжиматели, расширители и др.; третьи получили название на основании их строения или имеющихся у них головок: двубрюшная, полуперепончатая, полусухожильная, двуглавая, трехглавая, четырехглавая (рис. 99); четвертые — по их положению: межреберные, подколенная и многие другие; пятые — по месту начала или по месту начала и прикрепления: гребенчатая, плече-лучевая, грудино-ключично-сосцевидная и т. д.; шестые — по направлению мышечных волокон: прямая, косая, поперечная; седьмые — по случайным признакам, основанным на очень отдаленных ассоциациях, как, например, близнецовые мышцы, мышца гордецов.

ВИДЫ И РЕЖИМЫ РАБОТЫ МЫШЦ

В основе работы мышц лежит способность их к сокращению. При сокращении мышца укорачивается, в результате чего две точки, к которым она прикрепляется, сближаются. Действуя так, мышца производит тягу с определенной силой и, передвигая груз, совершает определенную механическую работу (рис. 100). Эта работа численно выражается в килограммометрах и определяется как произведение силы мышцы на расстояние перемещения груза.

Сила мышцы характеризуется величиной максимального напряжения, которое она способна развить при возбуждении. Сила мышцы зависит от: 1) сократительной силы входящих в ее состав одиночных мышечных волокон, 2) ее исходной длины, 3) характера иннервационных приборов, 4) механических условий ее действия на кости скелета. Кроме того, на силу мышцы влияет степень тренированности, утомления и состояния нервной системы человека.

Так как сила мышц зависит от площади их поперечного сечения, то следует учитывать особенности внутреннего строения мышцы. У так называемых веретенообразных мышц направление волокон параллельно длине мышцы. Площадь поперечного сечения всех волокон проходит перпендикулярно к длине мышцы. Определение этой площади у пе-



Рис. 100.

Соотношение между силой тяжести и силой тяги мышц при выполнении работы.

Стрелка, направленная вниз, показывает действие силы тяжести; горизонтальная (по отношению к ней) прерывистая линия — плечо силы тяжести; стрелка, идущая вдоль двуглавой мышцы плеча, — направление силы тяги этой мышцы; подходящая перпендикулярно к ней прерывистая линия — плечо силы мышечной тяги; точка на вершине треугольника — положение поперечной оси локтевого сустава (ориг. М. Ф. Ивановичкоу)

ристой мышцы несколько сложнее. Ввиду того что у перистой мышцы имеется сухожилие, идущее посредине (двухперистая) или с краю (одноперистая) мышцы, площадь поперечного сечения каждого волокна проходит наискось по отношению к длиннику мышцы. Суммируя сечения отдельных волокон, нетрудно убедиться, что общая их площадь значительно превышает площадь поперечного сечения веретенообразной мышцы, имеющей одинаковый с перистой мышцей объем. Таким образом, перистые мышцы по сравнению с веретенообразными при одинаковой окружности их брюшка обладают значительно большей силой. С другой стороны, у перистых мышц сравнительно меньше величина укорочения.

Таким образом, у веретенообразной мышцы *анатомический поперечник*, т. е. площадь поперечного сечения всех мышечных волокон, соответствующая разрезу, перпендикулярному к длине мышцы, совпадает с ее *физиологическим поперечником*, перпендикулярным к ходу ее волокон, в то время как у перистых мышц физиологический поперечник больше анатомического. Перистые мышцы имеют значительные прослойки плотной соединительной ткани. Они трудно растяжимы и могут производить большую работу статического характера, чем веретенообразные мышцы. У веретенообразных мышц прослоек плотной соединительной ткани почти нет. У них легко чередуются сокращение и растяжение.

Сила мышцы, имеющей площадь поперечного сечения 1 см^2 , у разных мышц и у разных животных неодинакова. Ориентировочно можно считать, что она равна 10 кг (Фик, Майер). Если при определении силы мышц исходить из этой цифры, то, по данным Фишера, для сгибателей предплечья она равна приблизительно 160 кг, для сгибателей голени — 480 кг. Эти цифры на первый взгляд могут показаться преувеличенными, так как тяжести, которые может поднять человек, сгибая предплечье или голень, значительно меньше. Однако не следует забывать, что поднимаемая тяжесть имеет на конечности место приложения, находящееся обычно на значительном расстоянии от того сустава, в котором происходит движение, в то время как мышцы, производящие данное движение, проходят вблизи сустава и во многих случаях прикрепляются в непосредственном соседстве с ним.

Синергизм и антагонизм мышц. Выполнение любого двигательного акта представляет собой результат содружественного действия ряда отдельных мышц, так как на любой сустав действует не одна, а несколько мышц. В функциональном отношении в зависимости от направления усилий, развиваемых теми или иными мышцами, их принято делить на *синергисты* и *антагонисты*.

Под *синергистами* (в узком смысле этого слова) понимают такие мышцы, которые образуют содружественно работающие комплексы, обуславливающие возможность выполнения определенного движения. Например, наружная косая мышца живота одной стороны тела и внутренняя косая другой, работая содружественно, обуславливают вращение туловища вокруг его вертикальной оси. Не менее сложные комплексы образуют такие мышцы, как трапецевидная и передняя зубчатая, участвуя во вращении лопатки нижним углом ее

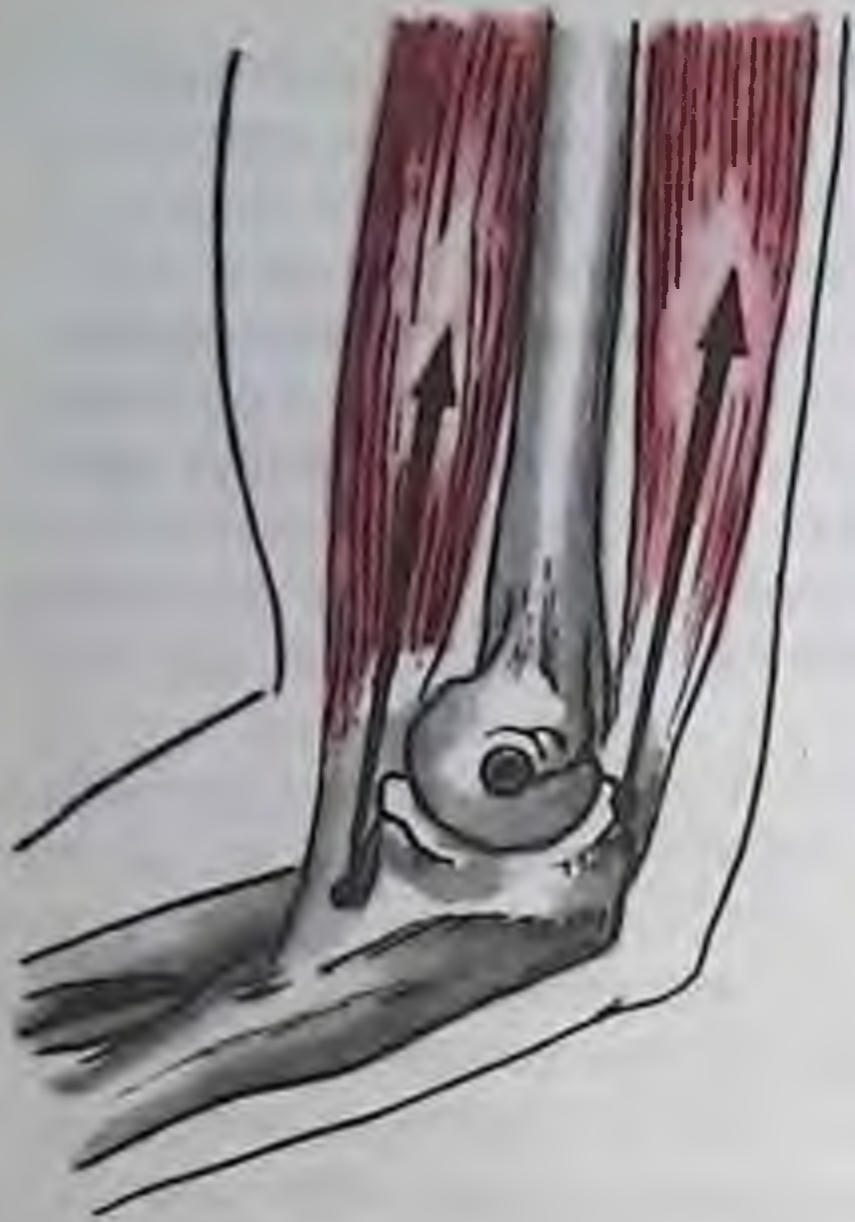


Рис. 101.

Пара антагонистов, расположенных по сторонам от поперечной оси одноосного локтевого сустава.

Точка в кружке показывает проекцию поперечной оси сустава. Стрелки обозначают направление тяги мышца-сгибателя (слева) и мышца-разгибателя (справа), выполняющих противоположные функции — сгибание и разгибание. Сокращаясь одновременно, эти две мышцы способствуют укреплению сустава и иммобилизации сочленяющихся в нем костей (ориг. М. Ф. Иваницкого)

кнаружи, или малая грудная мышца и нижний отдел большой ромбовидной мышцы, вызывающие противоположные движения, и пр. В каждом движении, как правило, участвует не одна мышца и даже не одна группа мышц, а несколько содружественно действующих мышечных групп. Среди них всегда можно выделить мышцы, которые производят данное движение непосредственно, и мышцы, способствующие этому движению.

Отдельные мышцы или группы мышц, участвующие в различных движениях, противоположно направленных, принято называть **антагонистами**. Например, группа мышц, которая сгибает стопу, является антагонистом по отношению к той группе, которая ее разгибает, т. е. мышцы, расположенные на задней и на передней поверхностях голени, — это мышцы-антагонисты.

Односуставные мышцы одноосных суставов выполняют в отношении этих суставов всегда одну только функцию. Например, плечевая мышца является постоянным сгибателем предплечья в локтевом суставе и постоянным антагонистом для трехглавой мышцы плеча (рис. 101). В отношении многоосных суставов, в особенности шаровидных, функция одних и тех же мышц, как много-, так и односуставных, может быть прямо противоположной в зависимости от исходного положения сочленяющихся костей. Так, мышцы, приводящие бедро, оказываются его сгибателями, если бедро разогнуто. Они же могут работать как пронаторы бедра, если оно было чрезмерно повернуто кнаружи, и, наоборот, могут способствовать супинации, если бедро было сильно повернуто внутрь.

Комбинации содружественной и противоположной работы могут быть чрезвычайно разнообразны. Мышцы, являющиеся для данного движения синергистами, для другого движения могут быть антагонистами. Например, при сгибании кисти ее локтевой и лучевой сгибатели работают как синергисты. При движениях же кисти вокруг передне-задней оси того же самого сустава локтевой и лучевой сгибатели за-

пястья работают уже как антагонисты, а именно: локтевой сгибатель участвует в приведении кисти, в то время как лучевой сгибатель — в ее отведении.

В то время как содружественные, синергические, группы мышц обуславливают возможность выполнения данного движения, другие мышцы благодаря своему тону или сокращению это движение сдерживают. Разучивание движений, особенно имеющих характер рывка или толчка, идет по линии выработки в процессе тренировки более изолированного сокращения тех мышц и мышечных групп, которые для данного движения как раз необходимы. Это обусловлено одновременно происходящими процессами возбуждения двигательных нервных клеток, иннервирующих одни мышцы, и торможения клеток, иннервирующих другие мышцы. Для выполнения плавных, размеренных движений необходима содружественная работа антагонистов, так как без их регулирующего влияния сокращение одних только синергистов может вызвать порывистые, толчкообразные движения.

Таким образом, согласование работы антагонистических и синергических групп мышц достигается за счет координации их сокращений, которая обусловлена направленными воздействиями со стороны нервной системы.

Преодолевающая, уступающая и удерживающая работа мышц. Под преодолевающей работой подразумевается такая работа, при которой мышца преодолевает тяжесть данного звена тела либо то или иное сопротивление. Уступающая работа — это работа, при которой мышца, оставаясь напряженной, постепенно расслабляется, уступая действию силы тяжести либо действию того или иного сопротивления. Наконец, под удерживающей работой мышц следует понимать такую работу, при которой происходит уравнивание действия сопротивления, в результате чего движение отсутствует. Так, например, дельтовидная мышца при отведении руки, удерживании ее в горизонтальном положении и, наконец, во время медленного приведения ее оказывается напряженной, но работа ее неодинакова: в первом случае она преодолевающая, во втором — удерживающая, а в третьем — уступающая.

Разграничение видов работы мышц чрезвычайно важно для понимания участия их в том или ином движении. Можно считать, что работа мышц-антагонистов представляет собой один из случаев уступающей работы. Например, если происходит сгибание предплечья в результате преодолевающей работы мышц, расположенных на передней поверхности плеча и отчасти предплечья, то разгибатели предплечья одновременно растягиваются, несмотря на естественный тонус. Эта уступающая работа антагонистов играет чрезвычайно важную роль, позволяя производить движения плавно и регулируя работу мышц-синергистов.

Для определения характера работы мышцы необходимо найти направление вертикали, опущенной из центра тяжести данного звена, по отношению к оси вращения в суставе, вокруг которого происходит движение. Так, если из положения лежа на спине переходить в положение сидя путем сгибания в тазо-бедренных суставах, то вертикаль

центра тяжести верхней половины тела будет проходить сзади от поперечных осей, идущих через тазо-бедренные суставы и через центры поясничных межпозвонковых дисков. Мышцы, расположенные на передней поверхности туловища, в частности прямая мышца живота, при таком сгибании производят преодолевающую работу. При переходе из положения сидя в положение лежа те же самые мышцы будут производить уступающую работу.

Встречаются и другие виды работы мышц, например *баллистическая работа*, под которой подразумевается резкое, быстрое преодолевающее сокращение мышц после предварительного их растягивания (например, мышц верхней конечности при метании). Движение данного звена (скажем, предплечья) при баллистической работе продолжается по инерции после того, как сама мышца или мышечная группа, вызвавшая это движение, уже перешла в состояние расслабления.

ЭЛЕМЕНТЫ БИОМЕХАНИКИ МЫШЦ

Изучая строение и функции человеческого тела, нельзя обойтись без знания законов механики, поскольку человеческое тело и его отдельные звенья обладают определенной массой, весом и объемом. Однако при этом нужно помнить, что мышцы, которые являются активными производителями силовой тяги, представляют собой живые образования, состояние которых зависит от целого ряда моментов, как-то: степени тренированности, утомления, питания, состояния центральной нервной системы и пр.

Механика взаимодействия между мышцами и костными рычагами в значительной мере определяется способом и местом прикрепления мышц к костям. Когда речь идет о понятиях «*место начала*», или «*место опоры*» и «*место прикрепления*» мышцы, или же, как иногда говорят, о «неподвижной» или «подвижной» точках мышцы, то это следует понимать условно. Такая условность связана с представлением о наиболее часто наблюдаемых движениях, вызываемых сокращением данной мышцы. Например, плечевая мышца, проходящая спереди от локтевого сустава, обычно описывается как сгибатель предплечья. Местом ее начала, или неподвижной точкой, принято считать плечевую кость, а местом прикрепления, или подвижной точкой, — локтевую кость. Действительно, в огромном большинстве случаев эта мышца работает как сгибатель предплечья. Но если предплечье или кисть фиксированы, как это бывает, например, при подтягивании на перекладине, то работа плечевой мышцы вызывает сгибание плеча. Таким образом, место начала мышцы и место ее прикрепления в зависимости от того, какое звено тела в данном случае более подвижно, могут взаимно меняться своим положением. В большинстве случаев то звено, которое находится дальше от тела, т. е. дистальное звено, более подвижно, чем проксимальное, расположенное ближе к телу. Однако во всех случаях сила, с которой данная мышца притягивает проксимальное звено к дистальному и одновременно дистальное к проксимальному, само собой разумеется, всегда остается одинаковой, согласно закону Ньютона о равенстве действия и противодействия.

Равнодействующая сила мышцы. Направлением равнодействующей силы мышцы принято считать прямую, соединяющую центр места начала мышцы с центром места ее прикрепления. В этом направлении могут сближаться места прикрепления данной мышцы. В действительности лишь в редких случаях направление движения полностью совпадает с направлением тяги мышцы (это относится к таким мышцам, как прямая мышца живота, длинный и короткий лучевые разгибатели запястья и пр.). Для большинства мышц такое совпадение невозможно.

Это объясняется тем, что мышечная сила, как правило, действует на костное звено под углом и, значит, ее всегда можно разложить на составляющие силы (рис. 102), причем одна из них будет направлена по длине рычага, а другая — перпендикулярно к ней. Сила, действующая по длине рычага, вызывает сжатие рычага, а также укрепляет соединение костей по мере увеличения внешних силовых воздействий на сустав. Эта сила непосредственного участия в механике движения не принимает. Вторая сила, направленная перпендикулярно к костному рычагу, является полезной составляющей силы тяги мышцы. Она и производит движение костного звена.

Полезная составляющая тем больше, чем под более прямым углом мышца подходит к рычагу. Когда равнодействующая мышцы образует с рычагом прямой угол, то сила мышечной тяги используется для движения полностью. Если же эта сила образует с осью рычага угол меньший, чем прямой, то полезную составляющую можно рассматривать как катет прямоугольного треугольника, гипотенузой которого является равнодействующая сила. Так как катет прямоугольного треугольника может быть определен в виде произведения гипотенузы на синус противолежащего угла или косинус прилежащего угла, то связь

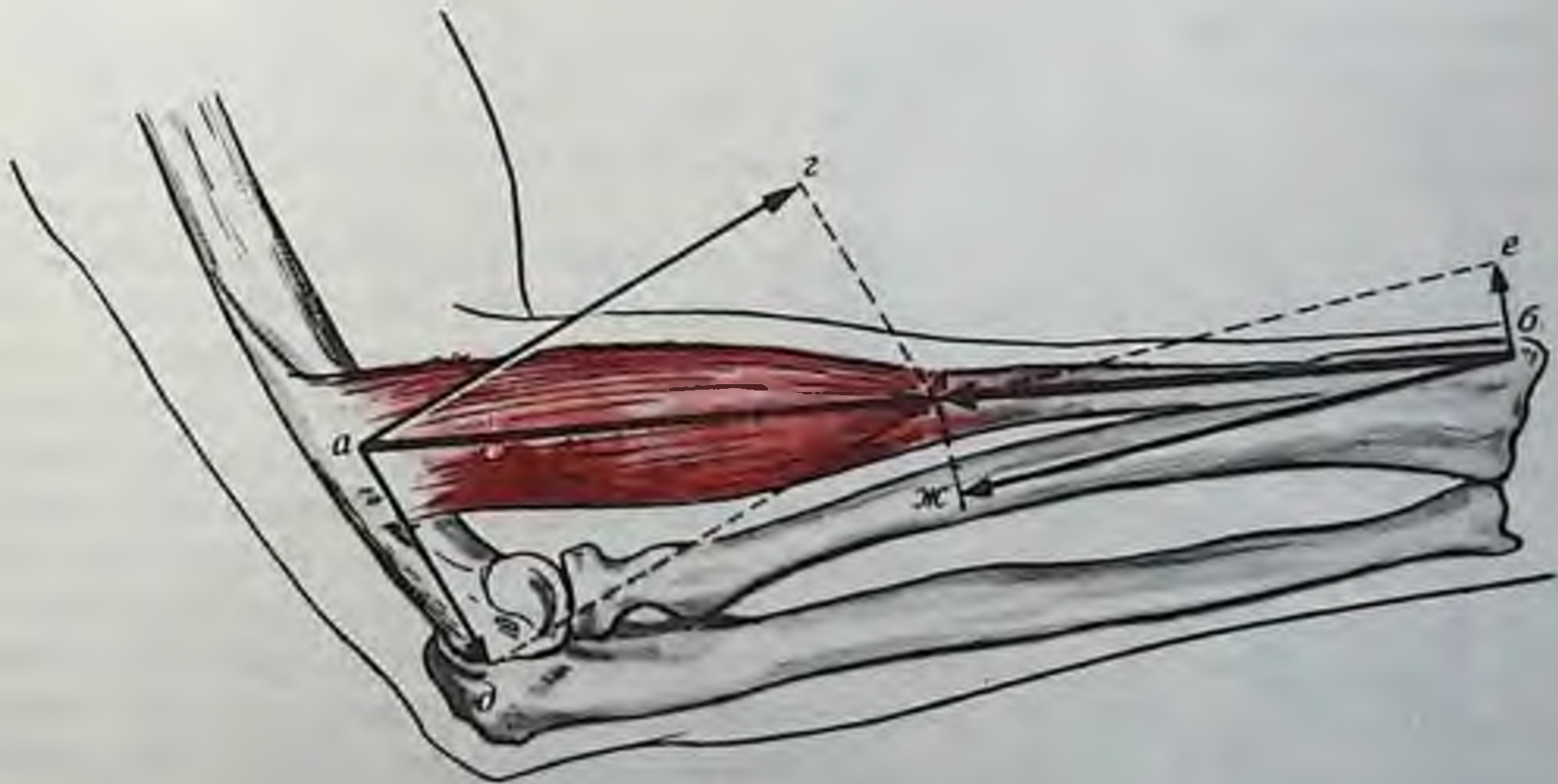


Рис. 102.

Схема, демонстрирующая разложение равнодействующей силы мышцы на составляющие: *ab* — направление равнодействующей плече-лучевой мышцы; *ac* и *cb* — две половины силы тяги этой мышцы; точки *a* с такой же силой притягиваются к точке *b*, как и точка *b* к точке *a*; *ad* и *bd* — составляющие *ac*; *be* и *бж* — составляющие *cb* (ориг. М. Ф. Иванько)

между полезной составляющей и подъемной силой мышцы может быть легко установлена.

Необходимо принять во внимание и тот факт, что на любое костное звено действует несколько мышц, каждая из которых имеет свою равнодействующую. Значит, движение костного звена в этом случае представляет собой результат сочетанного действия мышц, равнодействующие которых либо складываются, либо вычитаются.

Рычаговый принцип работы двигательного аппарата. Рычаги в механике различают в зависимости от места приложения сил по отношению к точке опоры рычага. Если две силы приложены с двух сторон от точки опоры рычага, около которой происходит вращение, и действуют в одном направлении, то твердое тело является *рычагом первого рода*. Когда силы приложены только с одной стороны от точки опоры рычага и направлены в разные стороны, имеется *рычаг второго рода*.

Рычаг первого рода. В отношении двигательного аппарата человека рычаг первого рода называют еще «рычагом равновесия» (рис. 103). С этой точки зрения можно объяснить равновесие в положении всех вышележащих звеньев по отношению к нижележащим, как, например, головы по отношению к позвоночному столбу, таза по отношению к бедру и т. д. В первом примере основными силами, которые способствуют наклону головы кпереди, являются сила тяжести и сила мышечной тяги. При прямом держании головы вертикаль, опущенная из ее центра тяжести, располагается несколько сзади турецкого седла, проходит спереди от поперечной оси атлanto-затылочного сочленения. Равнодействующая мышечной силы приложена к затылочной кости и проходит сзади этой оси. Условием равновесия является равен-

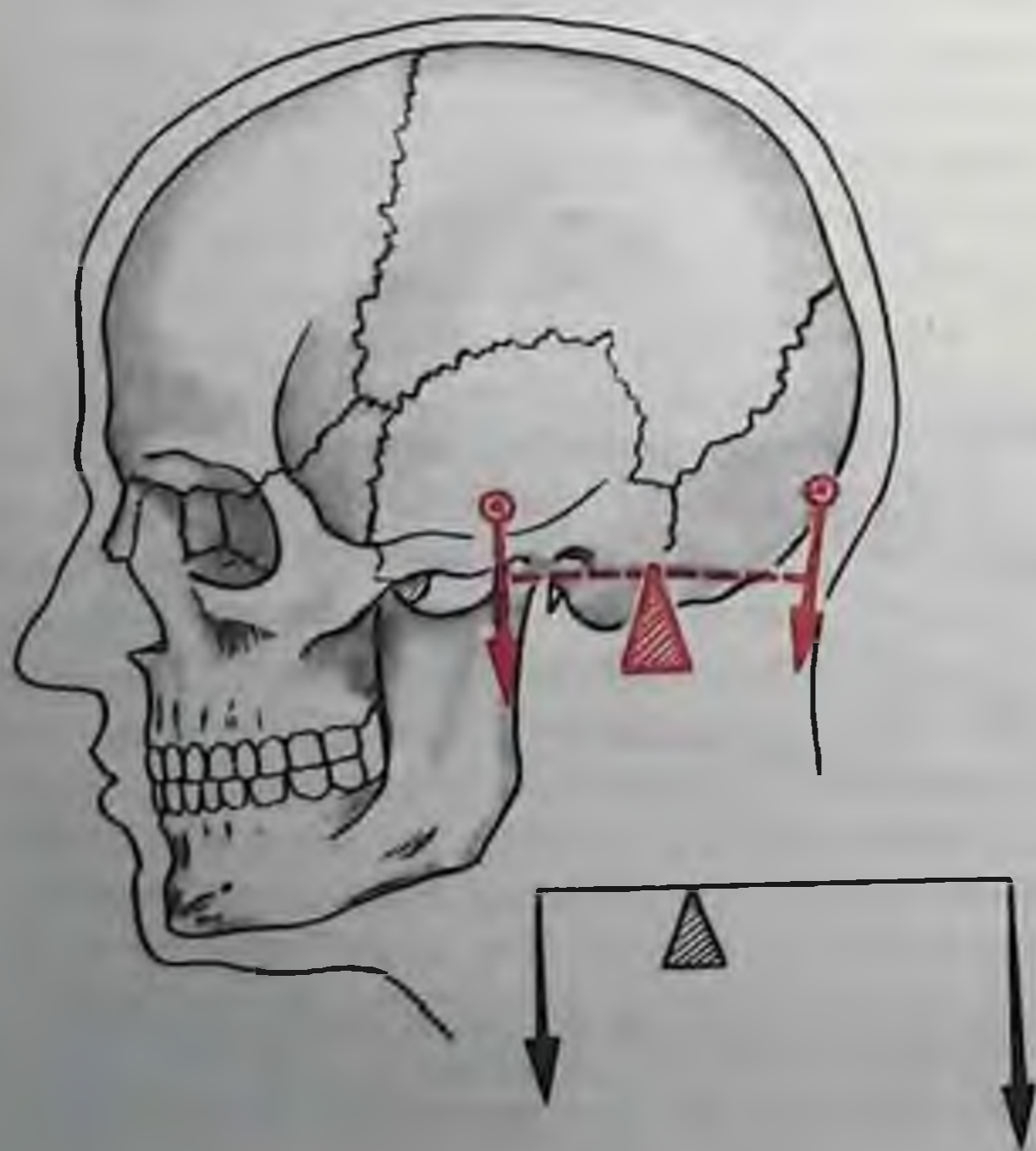


Рис. 103.

Череп как рычаг первого рода

Левая стрелка показывает направление силы тяжести, правая — направление силы мышечной тяги. Точка на вершине клина указывает положение поперечной оси атлanto-затылочного сустава. Прерывистые линии обозначают плечо силы тяжести (слева) и плечо силы мышечной тяги (справа)

ство вращающих моментов этих двух сил. *Момент вращения* силы равен произведению силы на длину ее плеча, т. е. расстоянию от точки опоры рычага до точки приложения силы.

В тех случаях, когда происходит сгибание или разгибание головы, равновесие нарушается и вращающий момент одной силы становится больше или меньше вращающего момента другой силы. Например, если при прямом держании головы расслабляются мышцы выйной области, голова наклоняется кпереди, ибо вращающий момент силы тяжести становится больше вращающего момента силы мышечной тяги. Наоборот, если увеличивается тяга мышц выйной области и вращающий момент силы тяги становится больше вращающего момента силы тяжести, то происходит разгибание головы.

Следует оговориться, что при таком рассуждении допускается некоторая схематизация. Дело в том, что наклон головы происходит благодаря не только силе ее тяжести, но также некоторому, хотя бы незначительному, участию мышц, расположенных спереди шейного отдела позвоночного столба. К этим мышцам принадлежат как все мышцы, прикрепляющиеся к подъязычной кости и идущие к ней снизу и сверху, так и (главным образом) мышцы, лежащие непосредственно на передней поверхности позвоночного столба (длинная мышца головы и длинная мышца шеи). Поэтому было бы, конечно, правильнее говорить не о вращающем моменте силы тяжести, а о моменте сил, способствующих наклону головы кпереди. Однако при начальном объяснении элементарных движений человеческого тела такая схематизация допустима, поскольку она способствует более легкому и быстрому пониманию действия наиболее важных сил.

Рычаг второго рода. В механике обычно не учитывается качественное различие тех сил, которые приложены к рычагу, и, как известно, не принято рычаг второго рода подразделять на разновидности. Однако в отношении живого организма необходимо рассматривать, как уже упоминалось, две силы: силу мышечной тяги и силу тяжести. Поэтому в зависимости от места приложения этих сил по отношению к точке опоры можно различать две разновидности рычага второго рода.

Одну разновидность нередко называют «**рычагом силы**». Она характеризуется тем, что плечо силы мышечной тяги больше плеча силы тяжести. Примером такого рычага может служить стопа во время подъема на полупальцах (рис. 104). Местом опоры в данном случае являются головки плюсневых костей, через которые проходит ось вращения всей стопы. Сила мышечной тяги, если обозначить ее в виде прямой, идущей от пяточной кости в направлении тяги трехглавой мышцы голени, как наиболее энергичный сгибатель стопы имеет большее плечо, чем сила тяжести. Последняя передается через кости голени на стопу и давит непосредственно на таранную кость, способствуя опусканию стопы. Не следует смешивать вектор силы тяжести с вертикалью, опущенной из общего центра тяжести и проходящей в данном случае в области головок плюсневых костей, т. е. внутри площади опоры, без чего невозможно сохранение равновесия тела. Движения рычага этого вида довольно ограничены. Образно можно было бы сказать, что здесь

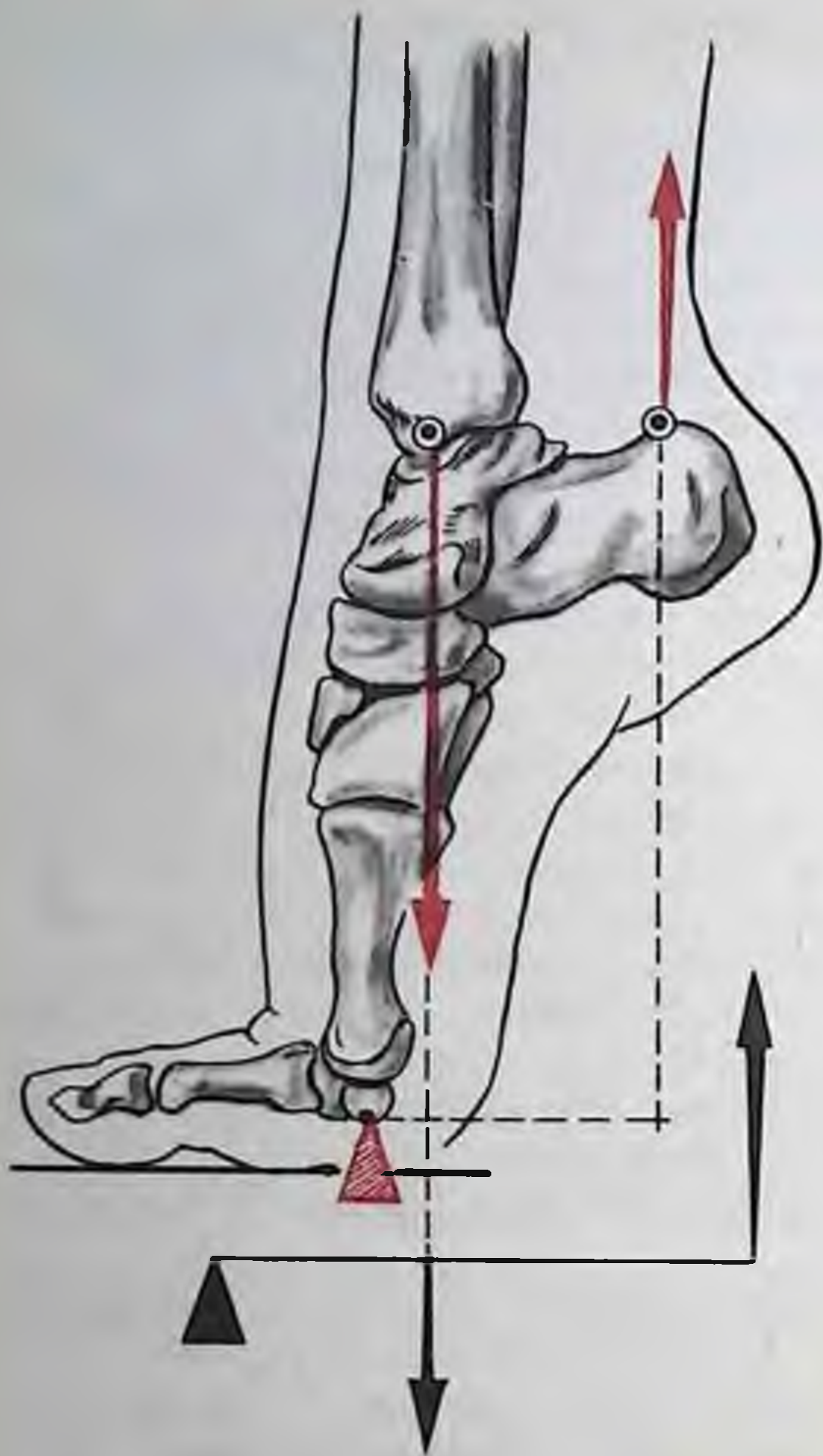


Рис. 104.

Стопа как рычаг второго рода

Стрелка, идущая вниз, показывает направление силы тяжести, действующей с голени на стопу; стрелка, обращенная вверх, — направление тяги трехглавой мышцы голени; горизонтальная прерывистая линия — направление как плеча тяжести, так и плеча силы мышечной тяги. Точка на вершине клина обозначает центр места опоры. Положение костей изображено на основании рентгенограммы (ориг. М. Ф. Иваницкого)

ным, почему при подъемной силе мышц-сгибателей предплечья, равной приблизительно 160 кг, нетренированный человек может удержать при согнутом предплечье только 16 кг. В самом деле, $160 \times 0,02 = 16 \times 0,2$, т. е. каждый момент вращения равняется 3,2 кгм.

Таким образом, у этой разновидности рычага имеется проигрыш в подъемной силе за счет значительного увеличения амплитуды и скорости движения. Действительно, при сгибании в локтевом суставе кистью, а тем более концами пальцев можно выполнять движения со значительно большей амплитудой и скоростью, чем движения пяткой

имеется выигрыш в силе за счет проигрыша в амплитуде и в скорости движения.

Другую разновидность рычага второго рода принято называть «рычагом скорости» (см. рис. 100). Эту разновидность часто используют для объяснения движений человеческого тела. Она характеризуется тем, что одна сила — сила мышечной тяги — приложена вблизи оси вращения и имеет значительно меньше плечо, чем другая сила — противодействующая ей сила тяжести или сила какого-либо иного сопротивления. Например, мышцами, производящими сгибание предплечья, являются двуглавая мышца плеча, плечевая, плече-лучевая мышцы, круглый пронатор и другие мышцы, имеющие равнодействующую, проходящую спереди поперечной оси локтевого сустава. Плечо равнодействующей этих мышц равняется приблизительно 2 см. Сила же тяжести имеет значительно большее плечо. Так, если человек удерживает кистью при согнутом предплечье тяжесть в 16 кг, то плечо силы тяжести равняется приблизительно 20 см, т. е. плечо силы сопротивления примерно в десять раз больше, чем плечо мышечной силы. Условием равновесия является равенство вращающих моментов этих двух сил. Отсюда становится понят-

стопы при подъеме на носки. Поднимаясь на носки, человек приподнимает тяжесть всего тела, которая к тому же может быть увеличена каким-либо другим дополнительным грузом, кистью же можно поднять тяжесть значительно меньшую.

При самых различных движениях и позах человек стремится поставить свое тело в такое положение, чтобы вращающий момент силы работающих мышц был возможно больше при минимальном мышечном усилии, а вращающий момент сил сопротивления — возможно меньше. Так как вращающий момент силы мышц для того или иного положения организма является величиной постоянной, поскольку он определяется анатомическими особенностями строения двигательного аппарата, то основное внимание направляется на уменьшение момента сил сопротивления.

Сложение сил. Для определения величины и места приложения равнодействующей силы группы синергистов, векторы которых параллельны, следует сложить силы всех мышц данной группы. Если эта группа состоит из двух мышц, то равнодействующая будет равна сумме их подъемных сил, а точка ее приложения будет находиться на прямой, перпендикулярной к направлению равнодействующих этих двух мышц, на расстоянии, обратно пропорциональном силе каждой мышцы. Если группа мышц-синергистов состоит из большего числа мышц, то равнодействующая всей группы также равна сумме сил всех мышц. Местом ее приложения является точка, расположенная между местами прикрепления всех данных мышц. Если предварительно определить точку приложения равнодействующей каждой из двух мышц, то нетрудно найти точку приложения равнодействующей всей данной группы мышц. В качестве примера можно привести мышцы, сгибающие кисть, правую и левую прямые мышцы живота и др. В первом случае

Рис. 105.

Параллелограмм сил:

ac — направление тяги большой грудной м.; *ab* — направление тяги широчайшей м. спины. Работая совместно, эти мышцы тянут плечевую кость в направлении *av*, т. е. в направлении диагонали параллелограмма сил (ориг. М. Ф. Иваницкого)



группа синергистов состоит из нескольких мышц, во втором — только из двух.

Сравнительно немногие мышцы располагаются параллельно между собой. В большинстве случаев их равнодействующие находятся по отношению друг к другу под некоторым углом. Однако, разлагая силы по правилу параллелограмма, всегда можно определить те их составляющие, которые идут параллельно и способствуют движению вокруг данной оси (рис. 105).

При сложении сил, оказывающих влияние на движение определенного звена тела, в качестве слагаемого может быть не только сила мышц, но также и сила тяжести данного звена.

Вычитание сил. Если к кости прикрепляются мышцы, тянущие ее в противоположные стороны, то движение в этом случае происходит в результате сложения сил с различным знаком, т. е. имеет место вычитание сил. Равнодействующая при этом направлена в сторону большей силы и равняется разности между большей и меньшей силами. Например, к лопатке, в частности к ее позвоночному краю, прикрепляются мышцы, которые тянут ее в разные стороны. Так, нижний отдел большой ромбовидной мышцы и нижние зубцы передней зубчатой мышцы, работая одновременно, тянут нижний угол лопатки в противоположные стороны. В том случае, когда силы мышц, двигающих данную кость в разных направлениях, оказываются равными, они уравновешиваются друг другом и кость остается неподвижной, фиксированной на своем месте. При суммарном сокращении мышц всей данной области обычно наблюдается как раз такое закрепление на своем месте данного костного звена. Лишь немногие мышцы тянут кости, к которым они прикрепляются, в диаметрально противоположных направлениях. Большинство мышц, прикрепляющихся к одной кости, например, к лопатке, с разных ее сторон, образуют тяги, направленные под некоторым углом одна к другой. Однако эти тяги могут быть разложены таким образом, что их составляющие могут оказаться идущими в противоположных направлениях и участвовать в противоположных движениях.

Силы, действующие под углом. В тех случаях, когда мышцы тянут кость в двух различных, но не прямо противоположных направлениях, равнодействующая мышечных сил выражается диагональю параллелограмма, построенного на этих силах. Например, направление тяги каждой из мышц, приводящих плечо — большой грудной мышцы и широчайшей мышцы спины, не совпадает с направлением движения при приведении плеча. Мало того, даже не существует такой мышцы, направление силы тяги которой вполне совпадало бы с направлением движения при приведении плеча, когда это движение происходит во фронтальной плоскости. Такими образом, две мышцы, образуя между собой параллелограмм сил, заменяют отсутствующую мышцу, необходимую для выполнения данного движения (см. рис. 105). Правило параллелограмма сил относится не только к двум, но также и к нескольким мышцам, тянущим данную кость в различных направлениях. В таких случаях для определения общей равнодействующей, т. е. общей диагонали, необходимо составить параллелограмм между каждыми

двумя мышцами, а затем параллелограммы между диагоналями первых параллелограммов, пока, наконец, не будет найдена таким путем общая равнодействующая всей данной группы мышц.

РАЗВИТИЕ И ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Мышечная система, как и скелет, развивается из среднего зародышевого листка — мезодермы, точнее, из ее задней части, залегающей по бокам хорды и нервной трубки. Дорзальная мезодерма, как уже указывалось, разделена на первичные сегменты тела — *сомиты*. После выделения дерматома и склеротома, идущих на образование осевого скелета, заднебоковая часть каждого сомита образует *миотом*, построенный из зародышевых клеток — *миобластов*. Вытягиваясь в продольном направлении, они превращаются в дальнейшем в поперечно-полосатые мышечные волокна.

Миотомы растут в вентральном направлении и разделяются на *переднюю* (вентральную) и *заднюю* (дорзальную) части. Из передней части развивается переднебоковая мускулатура туловища, а из задней — собственная мускулатура спины. В каждый миотом врастают веточки от одноименного спинномозгового нерва. Поэтому мышцы, развивающиеся из одного миотома, иннервируются одним нервом, а образовавшиеся в результате слияния нескольких миотомов — несколькими нервами.

К моменту рождения формообразование всех мышц в основном завершается, однако развитие, связанное с внутренним строением, еще продолжается.

В первые годы жизни ребенка в строении мышечной ткани сохраняются некоторые характерные черты зародышевого периода: многоядерность мышечных волокон и богатство их саркоплазмой, изобилие соединительнотканых клеток, тонких коллагеновых, эластических и аргирофильных волокон. На многих мышечных волокнах имеются еще примитивные двигательные нервные окончания.

По мере роста ребенка и формирования двигательных навыков преобразуется и внутреннее строение мышц. Сократительный аппарат мышечных волокон становится более развитым, вследствие чего поперечная исчерченность более четко выражена. Совершенствуется форма двигательных нервных окончаний. В широких внутримышечных соединительнотканых прослойках увеличивается количество коллагеновых и эластических волокон, в мышечных пучках — количество поперечнополосатых волокон, которые располагаются более плотно. В самих мышечных волокнах возрастает количество миофибрилл и соответственно этому уменьшается содержание саркоплазмы.

К 7—8 годам мышечные волокна приобретают основные структурные свойства, характерные для взрослых. Большинство из них иннервируется дифференцированными двигательными нервными окончаниями. В этот период наблюдается несоответствие между совершенствованием концевых моторных бляшек и ростом мышечных волокон, а

также усиленный рост сухожилий во всех мышцах, заметно утолщаются апоневрозы и фасции, разрастается внутримышечная соединительная ткань, в которой увеличивается абсолютное количество всех видов волокнистых структур. Происходит также совершенствование сосудистого русла мышц: появляются новые капилляры, более густой становится сосудистая сеть. В стенках сосудов появляется много эластических элементов.

К 12—14 годам строение скелетной мышцы как органа и ее структурные элементы приближаются к той степени развития, которая наблюдается у взрослых людей. В этот период нарастает мышечная сила и улучшаются упругие свойства мышц; продолжает увеличиваться количество мышечных волокон и их поперечник (так, к 12 годам он увеличивается в три и более раза по сравнению с таковым у новорожденного).

Одновременно с дифференцировкой сократительного аппарата мышц продолжается усовершенствование соединительнотканых образований. В эндомизии и перимизии волокнистые структуры явно преобладают над соединительноткаными клетками. Многочисленные коллагеновые волокна широкими извилистыми тяжами располагаются в соединительнотканых перегородках. Количество эластических волокон с возрастом увеличивается, они становятся грубее.

В период полового созревания, когда происходит усиленный рост тела, длина мышц увеличивается больше, чем их поперечник, что обуславливает замедление прироста силы мышц. Между тем интенсивность внутримышечных преобразований находится в прямой зависимости от степени физических нагрузок, воздействующих на организм.

Мышцы взрослых обладают таким развитием структурных элементов, которое обеспечивает оптимальный уровень их функционирования. В них наиболее сложно и тонко дифференцированы двигательные и чувствительные нервные окончания, которые приобретают разнообразную форму. Мышечные волокна становятся толстыми, содержат большое количество миофибрилл, что свидетельствует о хорошем развитии их сократительного аппарата. Одновременно увеличивается количество мышечных волокон на единицу площади поперечного сечения мышцы.

В возрасте 25—35 лет мышечные волокна имеют наибольший поперечник. В этом возрасте по сравнению с грудным возрастом в сгибателях пальцев и кисти он увеличивается в 5 раз, в двуглавой мышце плеча — в 5—8 раз, а в трапецевидной мышце — в 4 раза. Значительного развития достигает сеть внутримышечных сосудов, а также соединительнотканый каркас, включающий эндомизий, перимизий, фасции и сухожилия.

У взрослых форма и размеры скелетных мышц относительно устойчивы. Даже у людей пожилого возраста инволютивные изменения обычно невелики. Они заключаются лишь в некотором уменьшении поперечника мышечных волокон, нарастании коллагеновых и эластических волокон в мышце, развитии жировой клетчатки. В старческом возрасте инволютивные изменения усиливаются.

Изучение частной миологии имеет преимущественно два основных аспекта. Один из них касается топографии мышц, а другой — их функциональных особенностей. Оба эти аспекта тесно взаимосвязаны между собой, так как участие мышц в тех или иных движениях тела определяется их местоположением и отношением к суставам.

Мышечный аппарат туловища принято подразделять по топографо-анатомическому признаку на *мышцы спины, мышцы груди и мышцы живота*.

МЫШЦЫ СПИНЫ

Мышцы спины разделяются на *поверхностные* и *глубокие*. Поверхностные мышцы в функциональном отношении тесно связаны с движениями верхней конечности, глубокие воздействуют в основном на позвоночный столб.

Поверхностные мышцы спины

К поверхностным мышцам спины относятся: *трапециевидная мышца, широчайшая мышца спины, большая и малая ромбовидные мышцы, мышца, поднимающая лопатку, верхняя задняя зубчатая и нижняя задняя зубчатая мышцы*.

Трапециевидная мышца (*m. trapezius*) имеет треугольную форму. Она находится на задней поверхности туловища и шеи. Если дополнить нижнюю часть этой мышцы одной стороны тела такой же частью другой, то получится равнобедренный треугольник, вершина которого направлена книзу и достигает остистого отростка двенадцатого грудного позвонка (рис. 106).

М е с т а м и н а ч а л а трапециевидной мышцы являются следующие образования: затылочная кость (верхняя выйная линия), выйная связка, идущая от затылочной кости к остистым отросткам шейных позвонков, а также остистые отростки всех грудных позвонков. **М е с т о м п р и к р е п л е н и я** мышцы служит пояс верхней конечности. Верхние волокна этой мышцы идут кнаружи и книзу и прикрепляются к акромиальному концу ключицы; средние, идущие горизонтально, — к акромиону лопатки; нижние — к ости лопатки. Поскольку направление волокон трапециевидной мышцы различно, функция их неодинакова. Одновременное сокращение всех волокон вызывает приведение лопатки.

Ф у н к ц и я трапециевидной мышцы зависит от того, какая часть скелета в данный момент фиксирована. Если фиксированы позвоночный столб и голова, то мышца верхней своей частью участвует в поднятии лопатки, а вместе с ней и всего пояса верхней конечности. Средняя ее часть способствует приведению лопатки к позвоночному столбу, а нижняя — опусканию пояса верхней конечности. При одновременном напряжении верхней и нижней частей образуется своего рода пара сил,

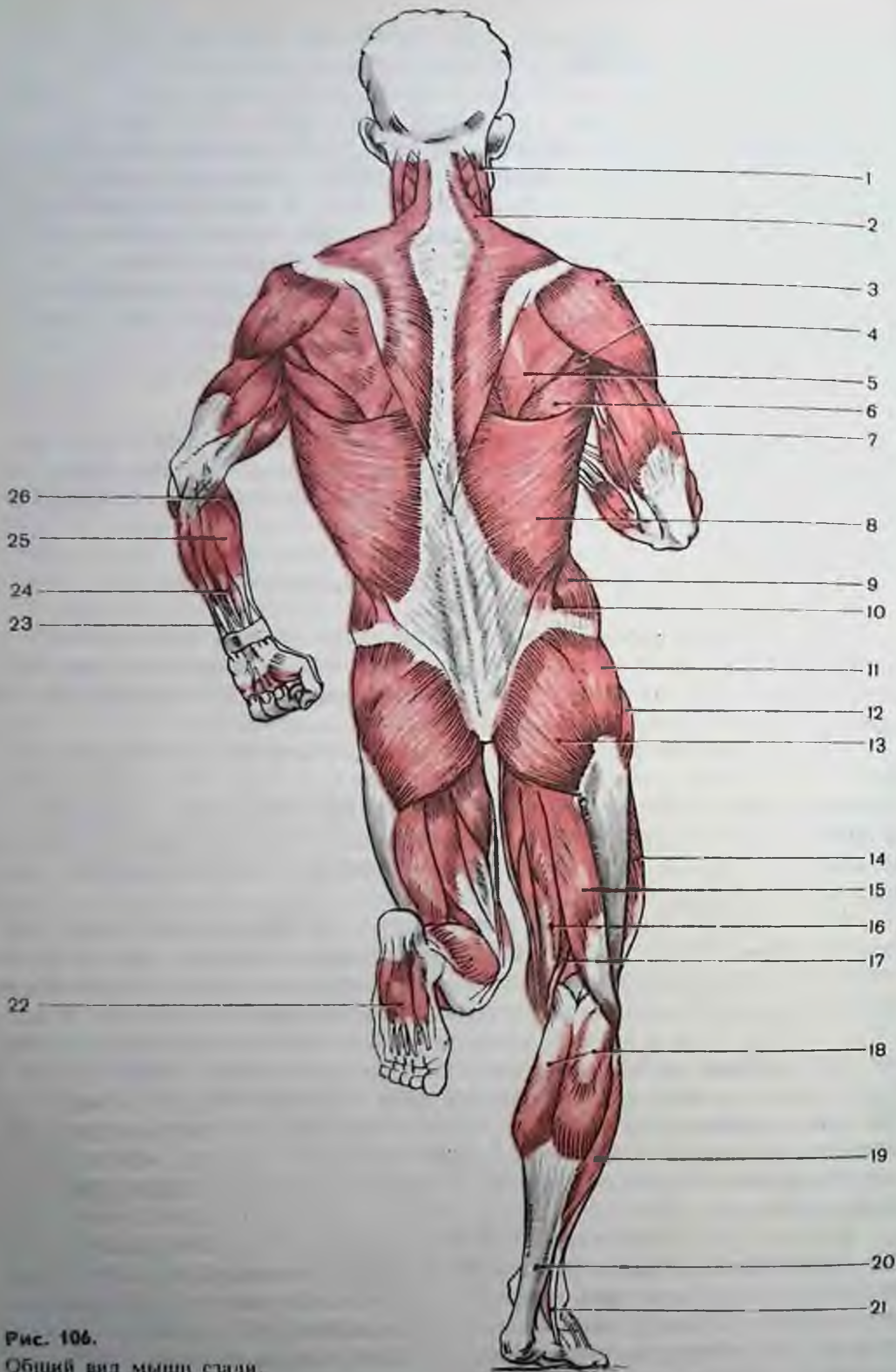


Рис. 106.

Общий вид мышц стали.

1 — грудино-ключично-сосцевидная м., 2 — трапециевидная м., 3 — дельтовидная м.; 4 — малая круглая м., 5 — подостная м., 6 — большая круглая м., 7 — трехглавая м. плеча, 8 — широчайшая м. спины; 9 — наружная косая м. живота, 10 — поясничный треугольник; 11 — средняя ягодичная м.; 12 — напрягатель широкой фасции; 13 — большая ягодичная м., 14 — латеральная широкая м. бедра, 15 — двуглавая м. бедра; 16 — полусухожильная м., 17 — полуперепончатая м.; 18 — икроножная м.; 19 — камбаловидная м.; 20 — пяточное сухожилие; 21 — длинная малоберцовая м.; 22 — короткий сгибатель пальцев; 23 — локтевой сгибатель запястья; 24 — длинная ладонная м.; 25 — лучевой сгибатель запястья; 26 — плече-лучевая м. (ориг. М. Ф. Иваньикого)

которая обеспечивает вращение лопатки нижним углом кнаружи, т. е. движение вокруг переднезадней оси. Если эта ось проходит через акромиально-ключичный сустав, то возможно движение лопатки без участия ключицы. Однако обычно при сокращении трапециевидной мышцы одновременно немного поднимается и ключица. В том случае, когда фиксирован пояс верхней конечности, трапециевидная мышца принимает участие в разгибании головы и позвоночного столба. При своем сокращении она способствует увеличению шейного лордоза и уменьшению грудного кифоза.

Контуры трапециевидной мышцы хорошо видны на живом человеке. Под кожей нетрудно различить сухожильные места этой мышцы, которые особенно хорошо выражены в области седьмого шейного позвонка, где сухожилия правой и левой трапециевидных мышц имеют форму ромба. Сухожильные образования есть также в нижней части мышцы, в области ее прикрепления к ости лопатки. При таком упражнении, как «упор», хорошо видно напряжение нижней части мышцы.

Широчайшая мышца спины (*m. latissimus dorsi*) расположена на задней поверхности туловища непосредственно под кожей и лишь в своей верхней части прикрыта трапециевидной мышцей.

Широчайшая мышца спины берет **н а ч а л о** от остистых отростков нижних пяти-шести грудных, всех поясничных, верхних крестцовых позвонков и от задней части подвздошного гребня. Кроме того, эта мышца начинается четырьмя зубцами от четырех нижних ребер. Ее волокна идут по направлению кнаружи и кверху, прикрывая нижний угол лопатки, и, дойдя до гребня малого бугорка плечевой кости, **п р и к р е п л я ю т с я** к нему. В области поясницы широчайшая мышца спины имеет большое сухожильное растяжение, которое дополняется таким же растяжением с противоположной стороны. Оно составляет часть очень крепкой пояснично-грудной фасции, задний листок которой служит местом начала широчайшей мышцы спины.

Одной из особенностей широчайшей мышцы спины является то, что ее сухожилие, подходя к плечевой кости, как бы скручивается, так что его волокна, представляющие собой продолжение верхних пучков мышцы, прикрепляются к нижнему отделу гребня малого бугорка этой кости, а волокна, являющиеся продолжением нижних пучков мышцы, — к верхнему отделу. При отведении и поднимании руки в таком положении, когда локтевой отросток локтевой кости остается обращенным кзади, происходит некоторое раскручивание сухожилия мышцы, чем обеспечивается равномерность растягивания как ее верхних, так и нижних пучков (рис. 107).

Ф у н к ц и я широчайшей мышцы спины заключается в том, что она преимущественно действует на плечевой сустав, приводя и пронирывая плечевую кость. Через посредство плечевой кости она может вызывать опускание пояса верхней конечности и приведение лопатки к позвоночному столбу. Покрывая нижний угол лопатки, широчайшая мышца спины способствует придавливанию лопатки к грудной клетке. Кроме того, эта мышца вызывает движение туловища, что особенно наглядно видно при подтягивании, например, на перекладине.

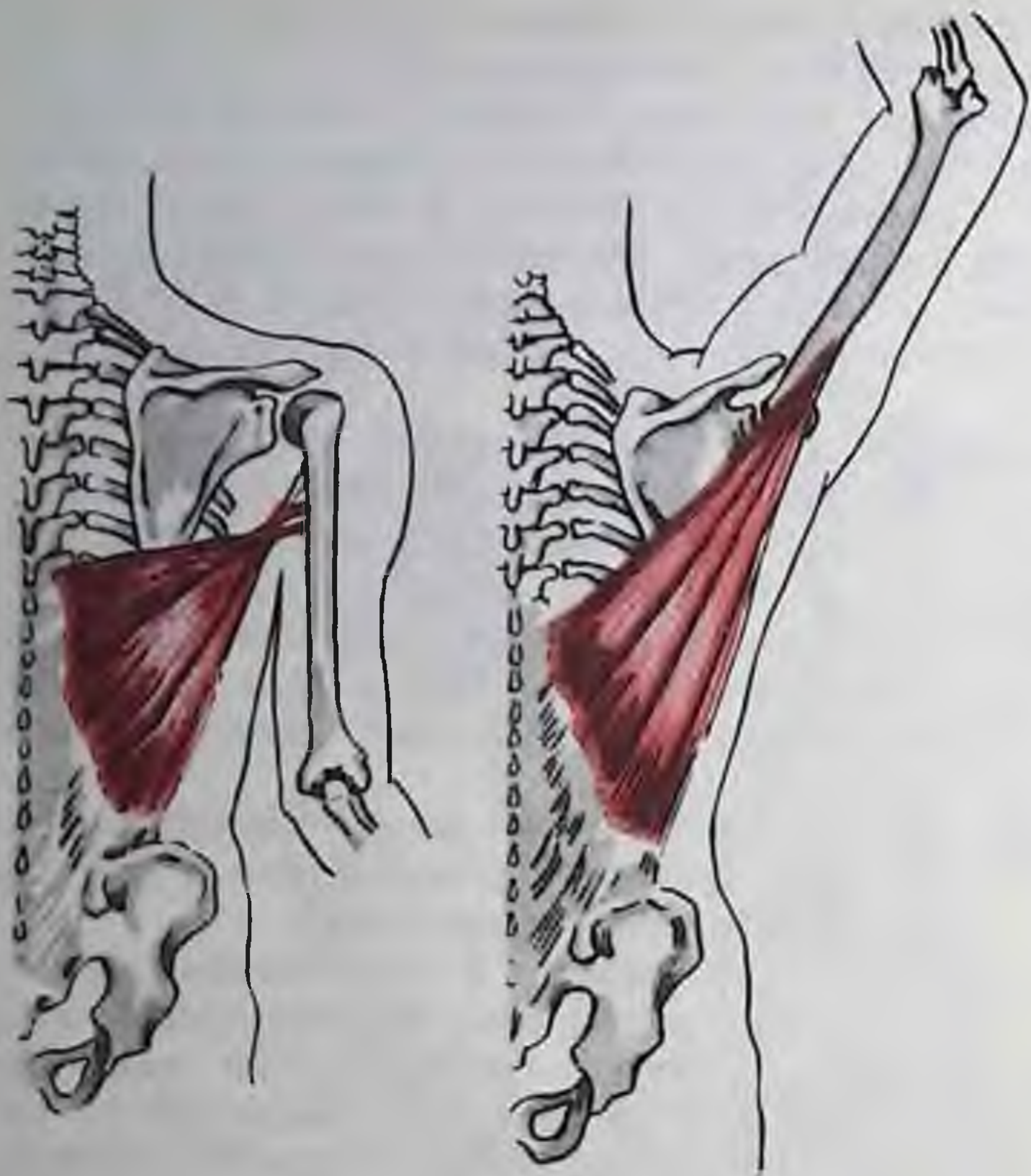


Рис. 107.
Расположение пучков широчайшей мышцы спины.

Слева положение мышцы при опущенной руке, справа положение мышцы при поднятой руке с обращенным назад локтевым отростком локтевой кости; происходящее при опускании руки перекручивание мышцы наблюдается только в области ее сухожильной части (оригинал М. Ф. Иванецкого)

В некоторых случаях в положении «угол в упоре» на параллельных брусьях отчетливо видна исчерченность в области пояснично-грудной фасции, которая зависит от сильного напряжения тех мышечных пучков широчайшей мышцы спины, которые начинаются от этой фасции.

Широчайшая мышца спины особенно хорошо развита у лыжников и гребцов. Если фиксирован пояс верхней конечности (например, в висе на одной руке), то при сокращении на одной стороне она может способствовать сгибанию позвоночного столба. Если руки подняты и позвоночный столб сильно разогнут (например, в положении «мост»), эта мышца сильно растянута и напряжена в своей нижней части. Здесь ее функция сводится к укреплению положения верхней конечности.

Большая и малая ромбовидные мышцы (*mm. rhomboidei major et minor*) несколько напоминают по форме ромб. Они начинаются от остистых отростков двух нижних шейных и четырех верхних грудных позвонков и прикрепляются к внутреннему краю лопатки (рис. 108). Эти мышцы фактически составляют одну мышцу, которую обычно делят на две части: верхнюю, идущую от шейных позвонков (малую ромбовидную мышцу), и нижнюю, идущую от грудных позвонков (большую ромбовидную мышцу).

Функция ромбовидных мышц заключается в приведении и некотором поднимании лопатки. В отношении приведения ромбовидные мышцы являются синергистами средней части трапецевидной мышцы. Изолированное сокращение нижней части большой ромбовидной мыш-

цы вращает лопатку нижним углом внутрь, приближая его к позвоночному столбу.

Мышца, поднимающая лопатку (*m. levator scapulae*), **н а ч и н а е т с я** от поперечных отростков четырех верхних шейных позвонков, **а п р и к р е п л я е т с я** к верхнему углу лопатки.

Ф у н к ц и я этой мышцы при фиксированном позвоночном столбе заключается в поднимании верхнего угла лопатки. Если же фиксирован пояс верхней конечности, то она вызывает боковое сгибание позвоночного столба в шейном отделе.

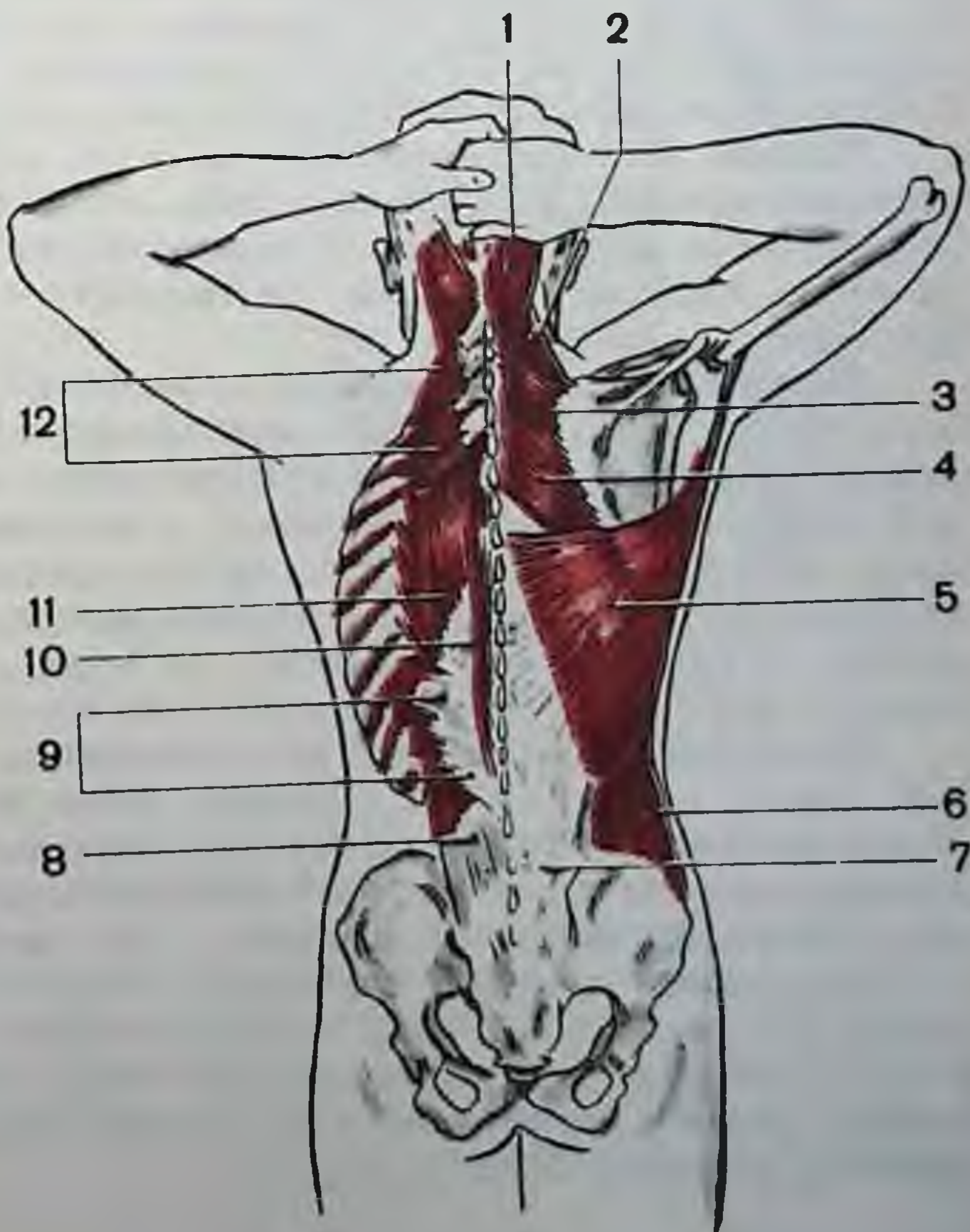
Верхняя задняя зубчатая мышца (*m. serratus posterior superior*) **н а ч и н а е т с я** от остистых отростков двух шейных и двух верхних грудных позвонков и **п р и к р е п л я е т с я** к задней поверхности второго—пятого ребер (см. рис. 108). Ф у н к ц и я этой мышцы заключается в том, что она вращает эти ребра и тем самым участвует в акте дыхания. При сокращении на одной стороне она способствует наклону позвоночного столба в эту же сторону. Если зубчатые мышцы правой и левой сторон действуют одновременно, то при фиксированных ребрах они в некоторой степени разгибают позвоночный столб.

Нижняя задняя зубчатая мышца (*m. serratus posterior inferior*) **н а ч и н а е т с я** от пояснично-грудной фасции в области остистых отростков двух нижних грудных и двух верхних поясничных позвонков

Рис. 108.

Мышцы спины:

1 — ременные м. м головы и шеи; 2 — м., поднимающая лопатку, 3 — малая ромбовидная м., 4 — большая ромбовидная м.; 5 — широчайшая м. спины, 6 — наружная косая м живота; 7 — пояснично-грудная фасция, 8 — м., выпрямляющая туловище; 9 — нижняя задняя зубчатая м.; 10 — остистая м.; 11 — длиннейшая м.; 12 — верхняя задняя зубчатая м. (ориг М. Ф. Иванецкого)



и п р и к р е п л я е т с я к задней поверхности четырех нижних ребер. Направление волокон этой мышцы противоположно направлению волокон верхней задней зубчатой мышцы, в силу чего и ф у н к ц и я ее иная: при своем сокращении она фиксирует нижние отделы грудной клетки в положении выдоха, а при фиксированных ребрах способствует разгибанию позвоночного столба.

Глубокие мышцы спины

Глубокие мышцы спины преимущественно участвуют в движениях туловища. Они залегают двумя массивными тяжами по бокам от позвоночного столба в костных углублениях, ограниченных углами ребер и остистыми отростками позвонков. На каждой стороне они образуют три продольных мышечных тяжа: *задний, латеральный и медиальный тракты*, которые идут вдоль почти всего позвоночного столба.

Ременная мышца головы (*m. splenius capitis*) и ременная мышца шеи (*m. splenius cervicis*) располагаются рядом. Они н а ч и н а ю т с я от остистых отростков пяти нижних шейных позвонков и шести верхних грудных позвонков и п р и к р е п л я ю т с я к наружной части верхней выйной линии, к сосцевидному отростку и к поперечным отросткам второго и третьего шейных позвонков (см. рис. 108).

Ф у н к ц и я этих мышц заключается в том, что они участвуют в движениях головы и шейного отдела позвоночного столба. Сокращаясь на одной стороне тела, они наклоняют голову в эту же сторону и несколько кзади. Сокращаясь же одновременно справа и слева, они способствуют разгибанию головы и верхней части позвоночного столба.

Мышца, выпрямляющая туловище (*m. erector trunci*), тянется на всем протяжении позвоночного столба, от крестца до черепа, заполняя углубление между остистыми и поперечными отростками. Эта мышца является наиболее сильным разгибателем позвоночного столба (рис. 109).

Строение мышцы, равно как и ее функция, очень сложно. Н а ч и н а я с ь от задней поверхности крестца, от остистых отростков поясничных позвонков, отчасти от подвздошного гребня и пояснично-грудной фасции, эта мышца идет кверху и разделяется на три основные части. Внутренняя часть — остистая мышца (*m. spinalis*) — прилегает непосредственно к остистым отросткам. Средняя часть — длиннейшая мышца (*m. longissimus*) — доходит до черепа. Наружную часть составляет подвздошно-реберная мышца (*m. iliocostalis*).

Остистая мышца состоит из отдельных мышечных пучков, которые н а ч и н а ю т с я от остистых отростков позвонков в одном отделе позвоночного столба и п р и к р е п л я ю т с я к остистым отросткам в другом его отделе, дугообразно перекидываясь через несколько рядом расположенных позвонков.

Длиннейшая мышца значительно сильнее остистой. Имея общее начало со всей мышцей, выпрямляющей туловище, она п р и к р е п л я е т с я к поперечным отросткам поясничных, грудных и нижних шейных позвонков, а в области черепа — к сосцевидному отростку височной кости.

Подвздошно-реберная мышца начинается от подвздошного гребня и углов нижних ребер, а прикрепляется к поперечным отросткам поясничных позвонков и к углам вышележащих ребер.

Все части мышцы, выпрямляющей туловище, помимо общего места начала (от таза) получают дополнительные пучки, начинающиеся от тех костей, около которых эти мышцы проходят. Поэтому каждую из трех частей мышцы, выпрямляющей туловище подразделяют на отделы соответственно их положению в области поясничного, грудного и шейного отделов позвоночного столба.

Функция мышцы, выпрямляющей туловище, заключается в разгибании позвоночного столба. Кроме того, длиннейшая мышца, доходя до черепа, участвует в разгибании головы и ее наклоне в сторону. Так как подвздошно-реберная мышца прикрепляется к углам ребер, то при своем сокращении она способствует их сближению. Сокращаясь только на одной стороне, мышца, выпрямляющая туловище, участвует в боковом сгибании позвоночного столба и наклоне туловища в эту сторону.

Поперечно-остистая мышца (*m. transversos spinalis*) располагается под длиннейшей и остистой мышцами. Она тянется от крестца до затылочной кости и состоит из отдельных мышечных пучков, идущих от поперечных отростков нижележащих позвонков к остистым отросткам вышележащих позвонков. Поперечно-остистая мышца имеет три слоя: поверхностный, средний и глубокий.

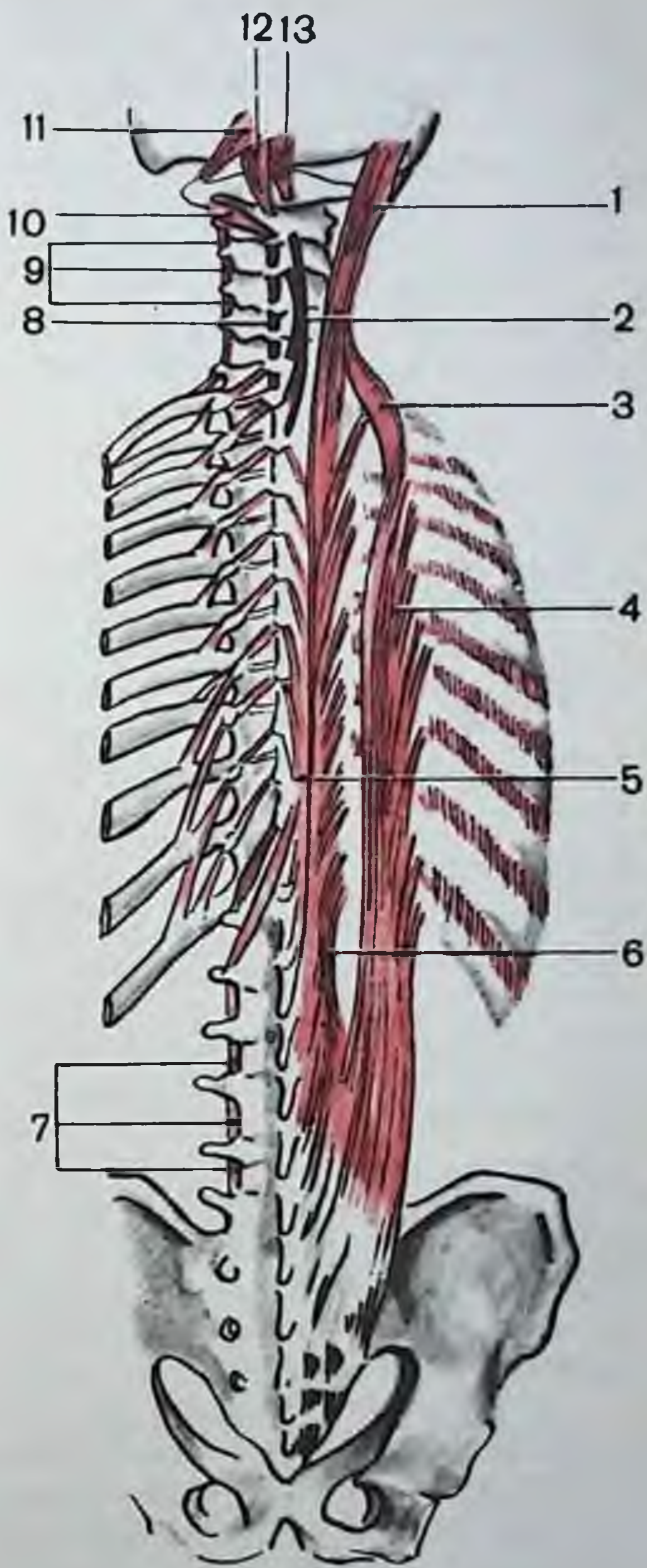


Рис. 109.

Глубокие мышцы спины:

1 — длиннейшая м. головы; 2 — остистая м. шеи; 3 — подвздошно-реберная м. шеи; 4 — подвздошно-реберная м. груди; 5 — остистая м. груди; 6 — длиннейшая м.; 7 — межпоперечные м. м. поясниц; 8 — межостистые м. м.; 9 — межпоперечные м. м. шеи; 10 — косая нижняя м. головы; 11 — косая верхняя м. головы; 12 — большая прямая м. головы; 13 — малая прямая м. головы (по М. Г. Привесу)

Поверхностный слой образован *полуостистой мышцей*, которая **н а ч и н а е т с я** от поперечных отростков нижележащих позвонков и, перебрасываясь через 5—6 позвонков, **п р и к р е п л я е т с я** к остистым отросткам. В верхнем отделе она прикрепляется к основанию черепа.

Средний слой образован *многораздельной мышцей*. Ее пучки перебрасываются через 3—4 вышележащих позвонка. Мышца тянется от крестца до остистого отростка второго шейного позвонка.

Глубокий слой составляют *мышцы-вращатели*. Наиболее выражены они в грудном отделе позвоночного столба. **Н а ч и н а ю т с я** эти мышцы от поперечных отростков позвонков и **п р и к р е п л я ю т с я** к остистым отросткам соседних позвонков, иногда перекидываясь через один. На основании этого мышцы-вращатели разделяются на короткие и длинные.

Ф у н к ц и я поперечно-остистой мышцы заключается в том, что благодаря косому направлению пучков мышечных волокон при сокращении на одной стороне туловища она участвует во вращательных движениях позвоночного столба. При одновременном сокращении слева и справа мышцы способствуют разгибанию туловища.

Наряду с длинными мышцами спины имеются многочисленные короткие мышцы в виде отдельных пучков мышечных волокон, которые располагаются между поперечными отростками (*межпоперечные мышцы*) и остистыми отростками (*межостистые мышцы*). Здесь же, в области спины, находятся *мышцы, поднимающие ребра*. Они идут от поперечных отростков грудных позвонков к нижележащим ребрам и участвуют в дыхательном акте.

Особого внимания заслуживает группа коротких мышц, расположенных между затылочной костью, атлантом и осевым позвонком (рис. 110). Две из них — *большая и малая задние прямые мышцы головы* — идут от затылочной кости вниз к заднему бугорку атланта и остистому отростку осевого позвонка. Они расположены непосредственно около срединной плоскости; малая мышца лежит несколько кнутри и кверху от большой мышцы. Две другие мышцы этой группы — *верхняя и нижняя косые мышцы головы*. Первая из них идет от затылочной кости к поперечному отростку атланта, а вторая — от этого последнего к остистому отростку осевого позвонка.

Ф у н к ц и я этой группы мышц заключается в разгибании головы, ее вращении и наклоне в сторону.

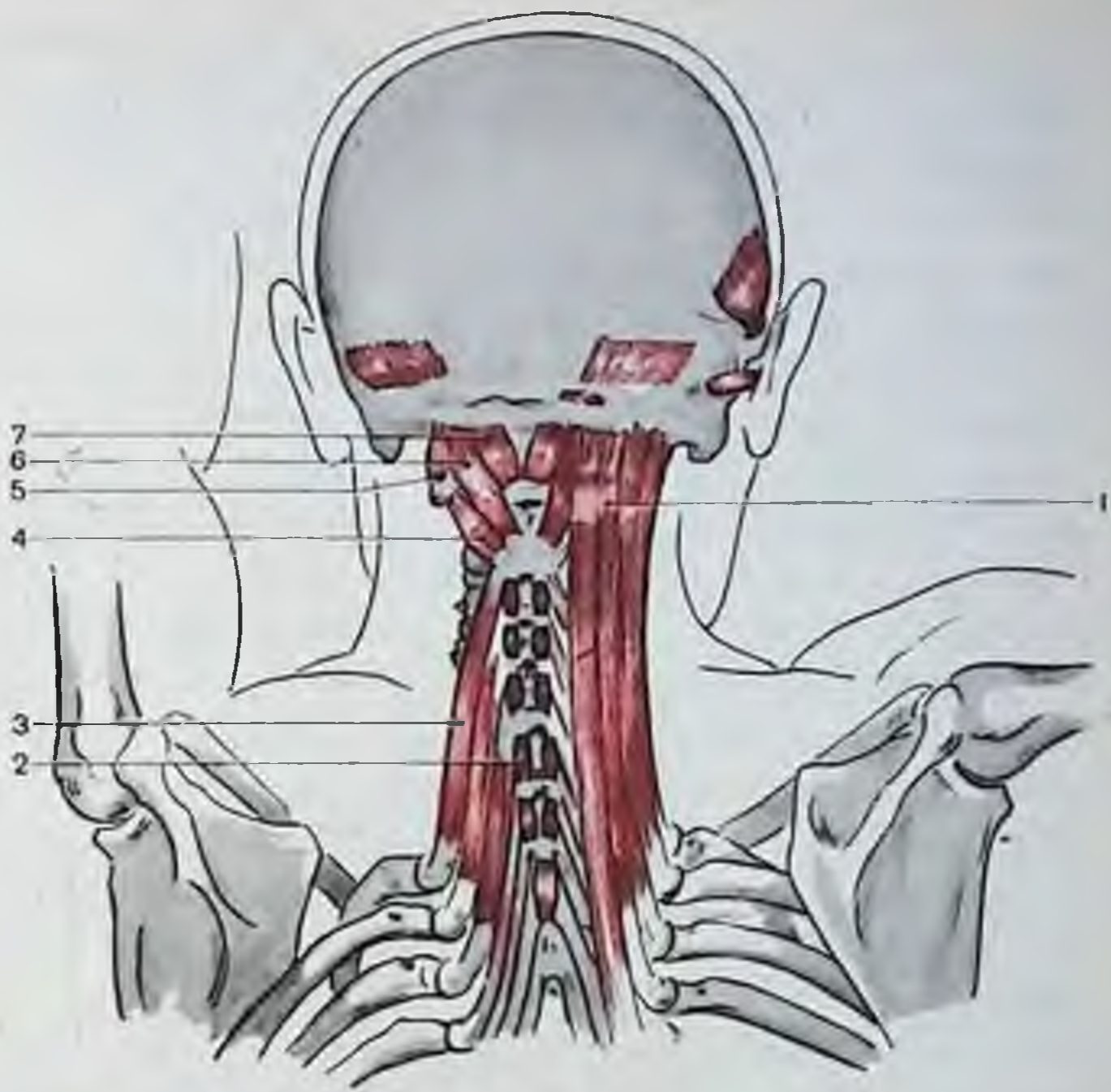
Фасции спины особенно хорошо развиты в ее нижнем отделе; в верхнем же отделе фасция тонка и не имеет каких-либо существенных особенностей строения по сравнению с фасциями других участков тела.

Пояснично-грудная фасция представляет собой одну из наиболее крепких фасций человеческого тела (см. рис. 108). Она имеет две пластинки — *поверхностную* и *глубокую*, которые одевают сзади и спереди мышцу, выпрямляющую туловище, прикрепляясь снутри к остистым отросткам позвонков и межостистым связкам (поверхностная пластинка) и к поперечным отросткам позвонков (глубокая пластинка). Идя кнаружи, обе пластинки сходятся у наружного края мышцы, выпрямляющей туловище, образуя значительное утолщение.

Рис. 110.

Мышцы затылочной области:

1 — полуостистая м.; 2 — межостистая м.; 3 — многораздельная м.; 4 — нижняя косая м. головы; 5 — верхняя косая м. головы; 6 — большая задняя прямая м. головы; 7 — малая задняя прямая м. головы (ориг. М. Ф. Иванникова)



Фасция служит местом начала целого ряда мышц, в частности нижней задней зубчатой мышцы, широчайшей мышцы спины, а также внутренней косой и поперечной мышц живота. При сокращении широчайшей мышцы спины иногда отчетливо видны под кожей натягивающиеся участки пояснично-грудной фасции, идущие от остистых отростков поясничных позвонков кверху и кнаружи. По направлению кверху эта фасция значительно истончается, покрывая мышцу, выпрямляющую туловище, в ее грудном и шейном отделах.

При сильном разгибании туловища в области спины видны поперечные мышечные складки, которые образуются на пояснично-грудной фасции и легко прощупываются под кожей. Эти складки особенно хорошо видны при выполнении упражнения «мост».

МЫШЦЫ ГРУДИ

Мышцы груди делят на две функциональные группы: *мышцы, участвующие в движениях верхней конечности (большая грудная мышца, малая грудная мышца и передняя зубчатая мышца), и собственные мышцы груди, участвующие в акте дыхания (наружная и внутренняя межреберные мышцы, подреберные мышцы и поперечная мышца груди).*

Мышцы груди, участвующие в движениях верхней конечности

Большая грудная мышца (*m. pectoralis major*) имеет значительную толщину и ширину. Она покрывает спереди верхние ребра и участвует в образовании передней стенки подмышечной ямки.

Эта мышца **н а ч и н а е т с я** от внутренней половины ключицы (*ключичная часть*), от передней поверхности грудины и хрящевых частей верхних пяти или шести ребер (*грудно-реберная часть*) и от передней стенки влагалища прямой мышцы живота (*брюшная часть*). Большая грудная мышца **п р и к р е п л я е т с я** к гребню большого бугорка плечевой кости (рис. 111).

Ф у н к ц и я большой грудной мышцы заключается в том, что когда плечевая кость укреплена в плечевом суставе за счет сокращения других мышц, она тянет вперед лопатку и отводит ее от позвоночного столба. Правда, эта функция является побочной. В основном же большая грудная мышца приводит в движение плечевую кость. Если туловище фиксировано, то эта мышца приводит, поворачивает внутрь и сгибает плечо; если фиксирована верхняя конечность (например, при подтягивании на перекладине), то эта мышца, главным образом своим нижним отделом, участвует в подтягивании туловища кверху. Нижний отдел мышцы может способствовать также подниманию передних концов ребер, т. е. участвовать в механизме дыхания.

От формы большой грудной мышцы в значительной мере зависит внешняя форма передней поверхности верхнего отдела туловища. При хорошем развитии этой мышцы и тонкой коже во время сокращения мышцы хорошо бывают видны не только ее границы, но также направ-

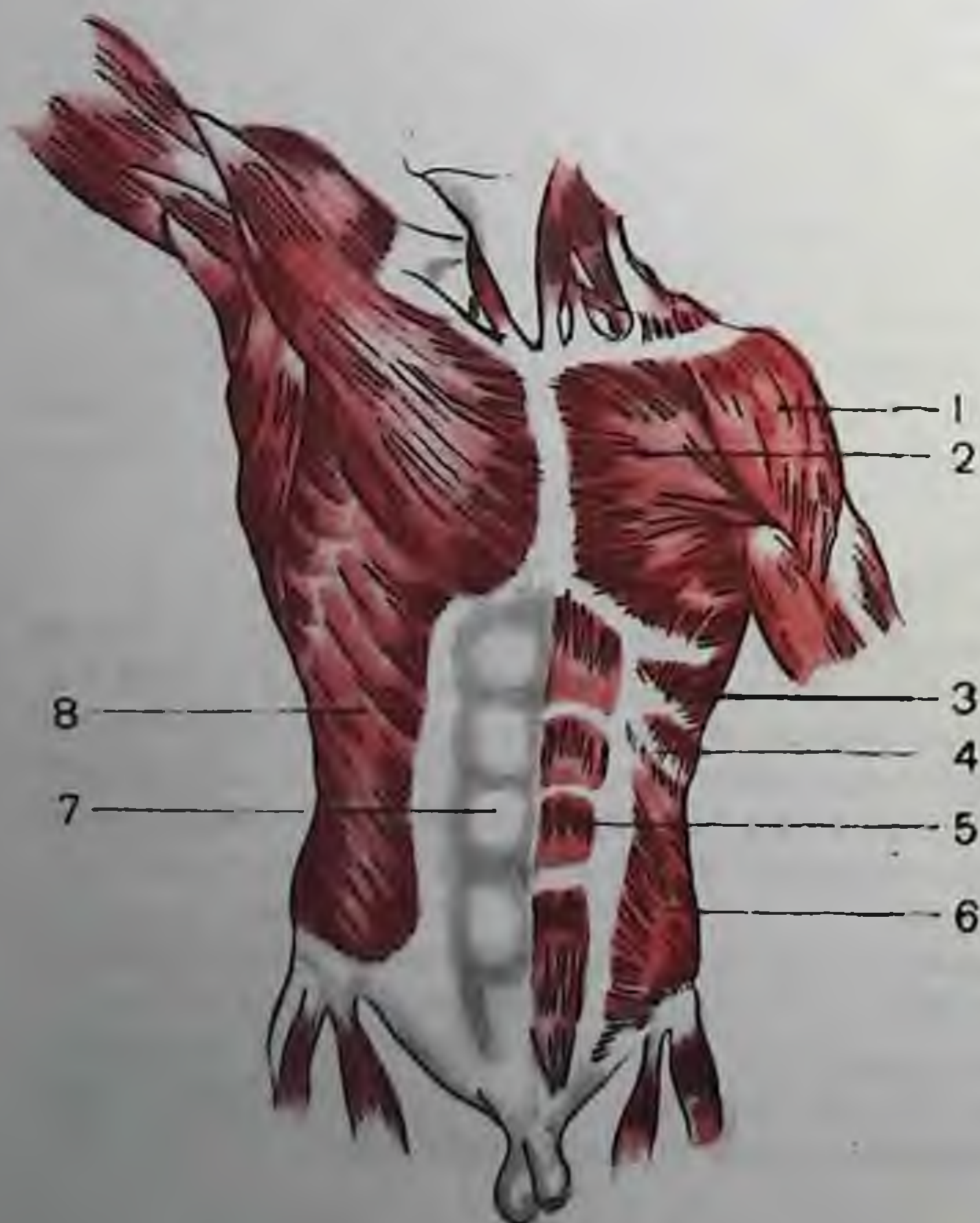


Рис. 111.

Мышцы груди и живота:

1 — дельтовидная м.; 2 — большая грудная м.; 3 — передняя зубчатая м.; 4 — наружная межреберная м.; 5 — прямая м. живота; 6 — внутренняя косая м. живота; 7 — влагалище прямой м. живота; 8 — наружная косая м. живота

ление отдельных пучков. Между соседней, расположенной снаружи, дельтовидной мышцей и большой грудной мышцей находится хорошо выраженная *дельтовидно-грудная борозда*, которая непосредственно под ключицей расширяется в *подключичную ямку*.

Одной из особенностей строения большой грудной мышцы является то, что ее нижние пучки идут по отношению к средним и верхним не только снизу, но и сзади. Таким образом, на плечевой кости эти пучки прикрепляются выше, чем верхние пучки, идущие от ключицы. Благодаря такой особенности строения верхние и нижние пучки при отведении плеча равномерно растягиваются и несколько раскручиваются, что особенно хорошо выражено при поднимании руки (рис. 112).

Малая грудная мышца (*m. pectoralis minor*) расположена под большой грудной. Она *начинается* от второго—пятого ребер и, направляясь кверху и кнаружи, доходит до клювовидного отростка лопатки, к которому *прикрепляется* (рис. 113).

Ф у н к ц и я малой грудной мышцы заключается в том, что она двигает пояс верхней конечности вперед и вниз, а также участвует во вращении лопатки нижним углом ее внутрь. Если лопатка фиксирована, то эта мышца способствует фиксации грудной клетки в положении вдоха. При упоре на параллельных брусьях она удерживает туловище относительно пояса верхней конечности.

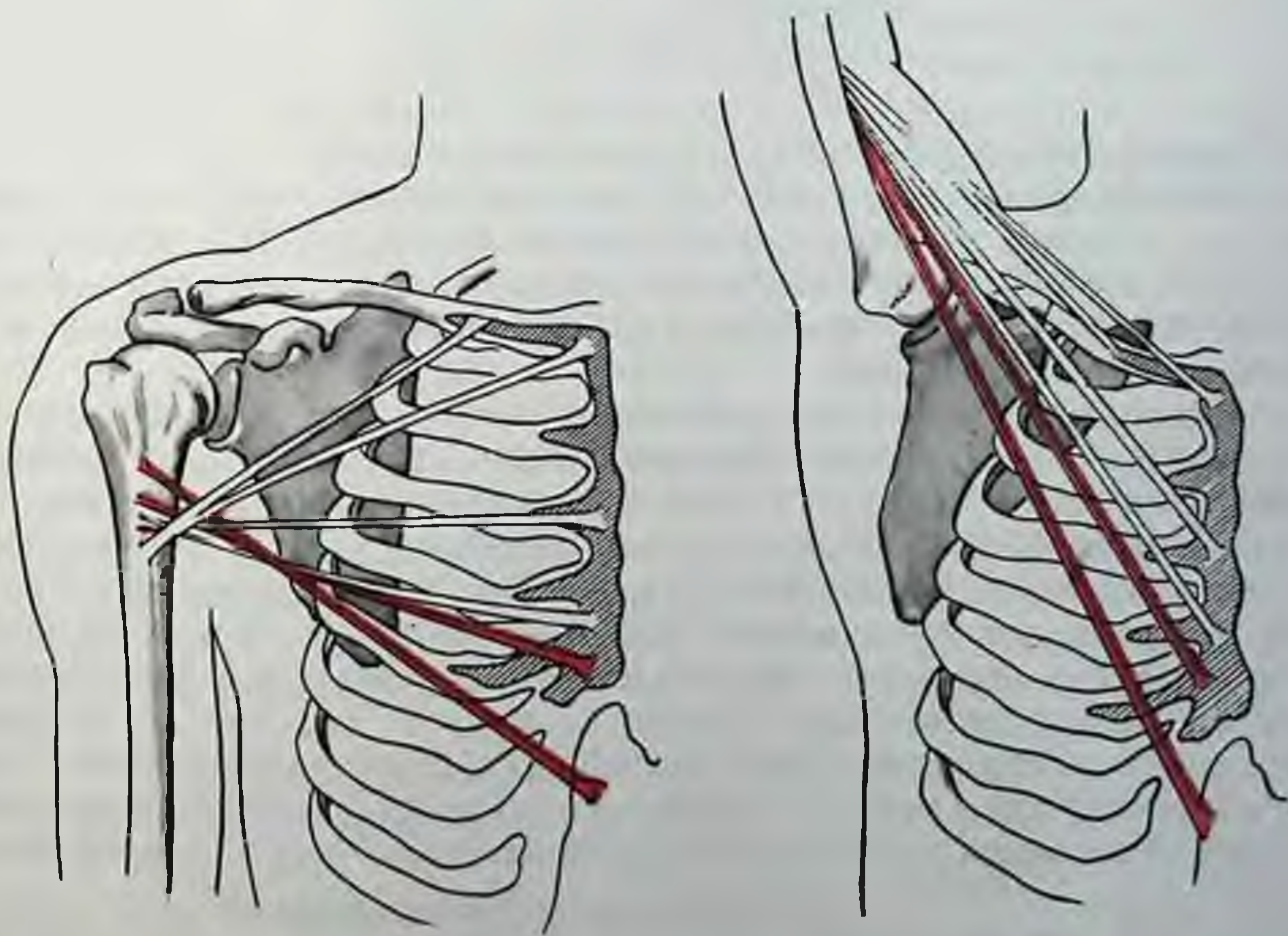


Рис. 112.

Схема направления пучков большой грудной мышцы

Слева положение мышцы при опущенной руке; справа положение мышцы при поднятой руке (происходит частичное раскручивание мышечных волокон, причем верхние волокна, пересекающие при опущенном положении нижние волокна, здесь этого пересечения не образуют)

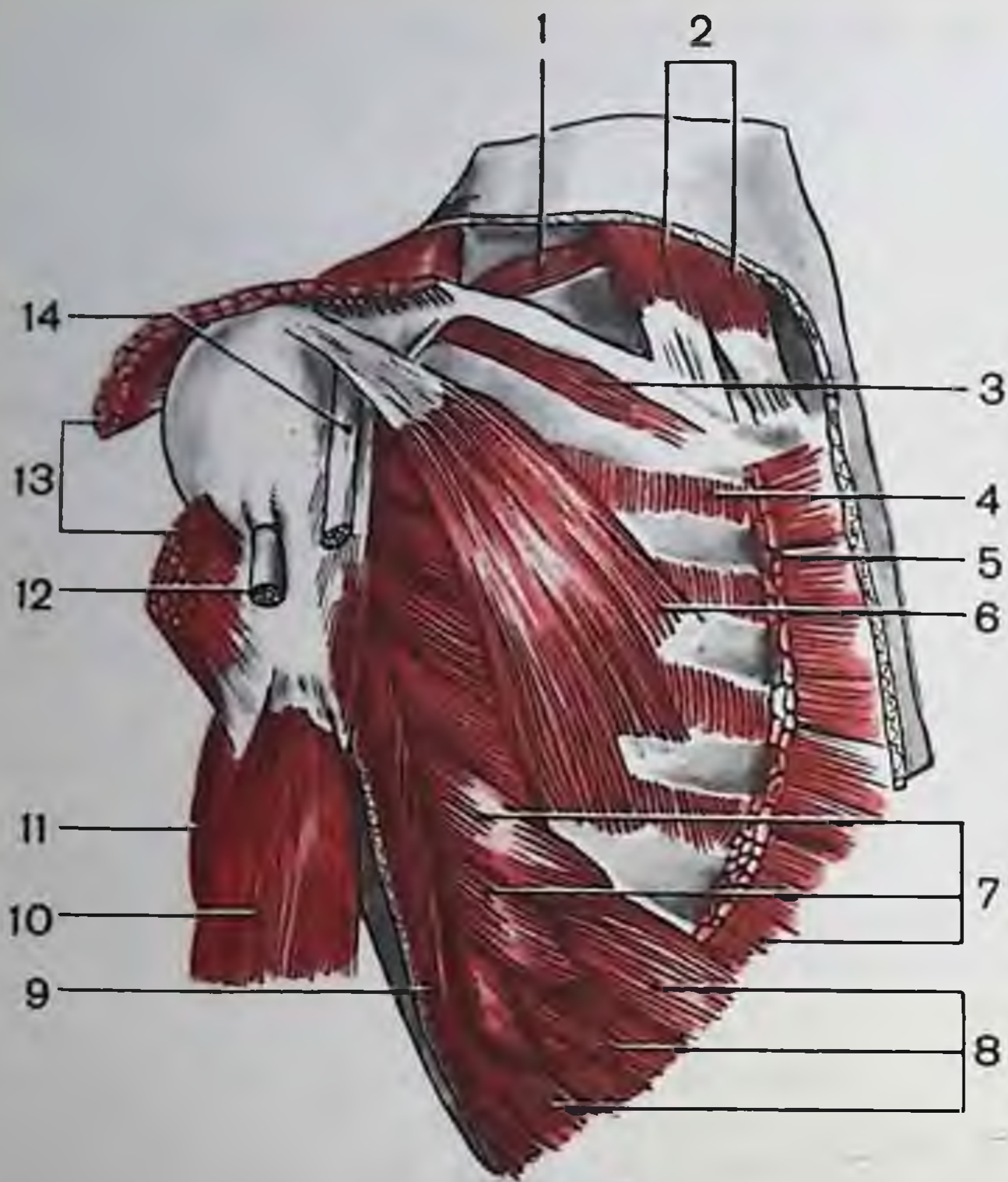


Рис. 113.

Мышцы груди:

1 — лопаточно-подъязычная м.; 2 — грудино-ключично-сосцевидная м.; 3 — подключичная м.; 4 — наружная межреберная м.; 5 — большая грудная м. (отрезана); 6 — малая грудная м.; 7 — передняя зубчатая м.; 8 — наружная косая м. живота; 9 — широчайшая м. спины; 10 — плечевая м.; 11 — трехглавая м. плеча; 12 — сухожилие длинной головки двуглавой м. плеча; 13 — дельтовидная м.; 14 — сухожилие короткой головки двуглавой м. плеча (по В. Н. Тонкову)

Передняя зубчатая мышца (*m. serratus anterior*) расположена на боковой поверхности грудной клетки и прикрыта широчайшей мышцей спины, большой и малой грудными мышцами (см. рис. 113). Она **н а ч и н а е т с я** девятью или восемью зубцами от верхних девяти или восьми ребер и **п р и к р е п л я е т с я** к внутреннему краю и нижнему углу лопатки.

Основная **ф у н к ц и я** мышцы состоит в том, что она двигает лопатку кпереди и кнаружи. Значение мышцы для движения пояса верхней конечности кпереди особенно велико при таких упражнениях, как прямой удар в боксе, «выпад» при фехтовании и пр. Нижние зубцы этой мышцы опускают лопатку и тянут нижний ее угол не только книзу, но и кпереди, в то время как верхние зубцы являются, по сути дела, самостоятельными мышцами. Верхние и нижние зубцы могут производить противоположные действия, вращая лопатку то верхним, то нижним углом кпереди. Передняя зубчатая мышца особенно хорошо видна в том случае, когда рука поднята. Покрывая боковую поверхность грудной клетки, эта мышца составляет внутреннюю стенку подмышечной ямки.

Собственные мышцы груди

Собственные мышцы груди участвуют в акте дыхания. Они располагаются преимущественно в межреберных промежутках, образуя два слоя: наружный и внутренний.

Наружные межреберные мышцы (mm. intercostales externi) лежат снаружи; начинают они от бугорков ребер и доходят спереди до места перехода костной части ребер в хрящевую. Они идут от нижнего края каждого вышележащего ребра к верхнему краю нижележащего в косом направлении: сзади и сверху вниз и кпереди (см. рис. 113).

Внутренние межреберные мышцы (mm. intercostales interni) имеют обратное направление. Они идут от верхнего края нижележащих ребер кверху и кпереди, прикрепляясь к нижнему краю вышележащих ребер. Сзади они доходят до углов ребер, а спереди — до грудины.

Подреберные мышцы расположены на внутренней поверхности нижних ребер в области их углов. Местом начала данных мышц служат внутренние поверхности нижележащих ребер, а местом прикрепления — вышележащие ребра. Направление волокон этих мышц совпадает с направлением волокон внутренних межреберных мышц.

Поперечная мышца груди расположена на задней поверхности реберных хрящей. Она начинается от мечевидного отростка и нижней поверхности тела грудины и прикрепляется ко второму — шестому ребрам примерно в том месте, где костная часть их переходит в хрящевую.

Функция всех указанных мышц сводится к тому, что они противодействуют внутригрудному и атмосферному давлению в период вдоха и выдоха. Выполнению этой функции значительно способствуют те многочисленные соединительнотканые прослойки в виде связок и перепонки, которые находятся между ребрами. Межреберные мышцы способствуют синхронному движению ребер при дыхании. Подреберные мышцы и поперечная мышца груди являются синергистами внутренних межреберных мышц, участвуя в выполнении вдоха.

Фасции груди. *Поверхностная пластинка* грудной фасции покрывает переднюю поверхность большой грудной мышцы и медиально переходит в надкостницу грудины, сверху — в надкостницу ключицы, а латерально — в фасцию дельтовидной мышцы. *Глубокая пластинка* грудной фасции лежит под большой грудной мышцей. Расщепляясь и соединяясь, она охватывает малую грудную и подключичную мышцы. В двух местах — в дельтовидно-грудной борозде и у нижнего края большой грудной мышцы — поверхностная и глубокая пластинки грудной фасции соединяются между собой. У нижнего края большой грудной мышцы она переходит в фасцию подмышечной ямки, где образует ее дно.

Внутригрудная фасция выстилает стенку грудной полости изнутри и переходит на диафрагму.

МЫШЦЫ И ФАЦИИ ЖИВОТА

Границами живота принято считать: сверху — нижний край мечевидного отростка и реберные дуги, снизу — паховые связки (правую и левую), верхний край лонного сращения и подвздошные гребни. Однако это условные границы. Брюшная полость значительно обширнее, так

как сверху она определяется положением диафрагмы, которая своим куполом доходит справа до уровня четвертого, а слева до уровня шестого межреберного промежутка. Снизу брюшная полость непосредственно переходит в полость таза и ограничена дном полости малого таза.

Различают мышцы живота, участвующие преимущественно в образовании передней и боковых стенок брюшной полости, и мышцы, участвующие в образовании ее задней стенки.

Прямая мышца живота (*m. rectus abdominis*) расположена спереди, непосредственно справа и слева от срединной линии живота (см. рис. 111). Она лежит в специальном сухожильном *влагалище*, образованном апоневрозами других мышц живота.

Прямая мышца живота *н а ч и н а е т с я* от наружной поверхности пятого — седьмого реберных хрящей и от мечевидного отростка. Идя книзу, она становится уже и *п р и к р е п л я е т с я* к верхнему краю лобковой кости, внутри от лобкового бугорка. По своему ходу прямая мышца живота имеет три или четыре поперечные *сухожильные перемычки*, из которых две — выше пупка, одна — на его уровне и одна (имеющаяся не всегда) — ниже пупка. Эти перемычки представляют собой остатки от сегментарного строения туловища, которое хорошо выражено в его грудном отделе.

Основная *ф у н к ц и я* прямой мышцы живота состоит в том, что она является сильным сгибателем туловища. Эта мышца имеет значительную площадь поперечного сечения, т. е. обладает большой подъемной силой. Вместе с этим по отношению к поперечным осям вращения позвоночного столба она имеет большое плечо силы. Большое плечо силы она имеет и относительно осей, проходящих через сочленения ребер с позвоночным столбом. В тех случаях, когда верхний отдел туловища фиксирован (например, в положении лежа на спине), при сокращении прямой мышцы живота происходит не опускание грудной клетки по направлению к тазу, а, наоборот, поднятие таза. Это особенно хорошо заметно при выполнении упражнения «угол в упоре». Наряду с этим прямая мышца живота участвует в создании брюшного пресса, а также воздействует на нижний отдел грудной клетки, опуская передние концы ребер книзу и способствуя тем самым акту выдоха.

Так как мышца состоит из нескольких частей, которые имеют самостоятельную иннервацию, она может сокращаться не вся целиком, а изолированно — верхней, средней или нижней своей частью. Однако достигнуть такого изолированного сокращения можно лишь путем систематической тренировки.

Прямая мышца живота хорошо видна и хорошо прощупывается под кожей. Между мышцами правой и левой сторон по срединной линии, от нижнего края грудины и до верхнего края лонного сращения, при хорошем развитии этих мышц и небольшом жиротложении видна на коже борозда, соответствующая находящейся между ними *белой линии живота*. Кроме того, на коже заметны борозды, соответствующие сухожильным перемычкам и наружному краю этой мышцы. В случае изолированного сокращения прямой мышцы живота, особенно при расслабленных и втянутых остальных мышцах брюшного пресса, она особенно резко выступает под кожей, становясь при этом более узкой.

Пирамидальная мышца имеет треугольную форму. Она расположена рядом со срединной линией, идет от передней поверхности верхней ветви лобковой кости к белой линии живота и натягивает ее. Пирамидальная мышца может вовсе отсутствовать.

Наружная косая мышца живота (*m. obliquus abdominis externus*) — тонкая, широкая, плоская мышца. Она **н а ч и н а е т с я** отдельными зубцами от восьми нижних ребер. Пять ее верхних зубцов начинаются между зубцами передней зубчатой мышцы, три нижних зубца — между зубцами широчайшей мышцы спины. Волокна наружной косой мышцы живота идут примерно в том же направлении, что и волокна наружной межреберной мышцы, а именно: кпереди и книзу (рис. 114). Большая часть мышцы переходит в апоневроз, который участвует в образовании передней стенки *влагалища прямой мышцы живота*, *белой линии живота*, передней стенки *пахового канала* и *паховой связки*, идущей от передней верхней подвздошной ости к лобковому бугорку. Задние пучки мышцы прикрепляются к подвздошному гребню. Апоневроз наружной косой мышцы живота в нижнем отделе снутри расходится на две ножки, образуя щель — *поверхностное паховое кольцо*.

Функция мышцы заключается в том, что она способствует сгибанию позвоночного столба и его повороту в противоположную сторону. Когда грудная клетка закреплена, эта мышца приближает к ней таз (например, при выполнении упражнения «угол в упоре»). Кроме того, она оттягивает книзу грудную клетку, а также участвует вместе с другими мышцами живота в создании брюшного пресса.

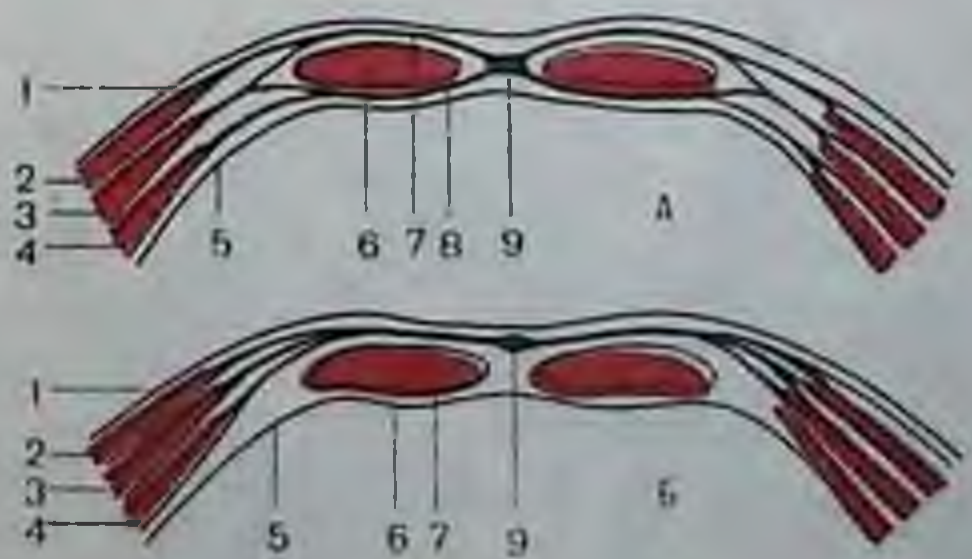
Внутренняя косая мышца живота (*m. obliquus abdominis internus*) — широкая, плоская, тонкая мышца. Она расположена почти целиком под наружной косой мышцей живота, но имеет меньшие размеры. Местом ее **н а ч а л а** служат пояснично-грудная фасция, подвздошный гребень и отчасти паховая связка. Направление волокон этой мышцы различно: задние волокна идут кверху, средние — кпереди, нижние — кпереди и книзу (см. рис. 111). Таким образом, волокна этой мышцы имеют несколько веерообразный ход. По направлению кнутри мышца переходит в сухожильное растяжение, участвующее в построении влагалища прямой мышцы живота и его белой линии. Задние пучки мышцы прикрепляются к трем нижним ребрам.

Ф у н к ц и я внутренней косой мышцы живота заключается в сгибании позвоночного столба, в повороте туловища в ту сторону, на которой мышца находится, а также в оттягивании грудной клетки книзу.

Рис. 114.

Схема образования влагалища прямой мышцы живота. Горизонтальный разрез передней стенки живота (А — в области верхних двух третей, Б — в нижней трети):

1 — кожа; 2 — наружная косая м. живота; 3 — внутренняя косая м. живота; 4 — поперечная м. живота; 5 — поперечная фасция живота; 6 — прямая м. живота; 7 — передняя стенка влагалища прямой м. живота; 8 — задняя стенка влагалища прямой м. живота; 9 — белая линия живота



Когда верхняя половина туловища закреплена, мышца поднимает таз, сгибая позвоночный столб.

Поперечная мышца живота (*m. transversus abdominis*)—широкая, тонкая, плоская мышца, имеющая спереди значительно бóльшую длину, чем сзади. Название мышцы соответствует направлению ее волокон (рис. 115). Снаружи вся мышца прикрыта внутренней и наружной косыми мышцами живота. Она *начинается* от внутренней поверхности хрящей шести нижних ребер, от пояснично-грудной фасции, от подвздошного гребня и отчасти от паховой связки. Мышечная часть переходит в сухожильную, образуя на месте перехода *полулунную линию*. Апоневроз мышцы в двух ее верхних третях проходит сзади прямой мышцы живота, в нижней трети — спереди. Он участвует в образовании влагалища прямой мышцы живота и белой линии. Нижние волокна мышцы идут не только поперечно, но отчасти спускаются книзу, прикрепляясь к лобковой кости.

Ф у н к ц и я мышцы в верхней ее части, волокна которой идут в поперечном направлении между реберными хрящами нижних ребер правой и левой сторон, заключается в сближении этих ребер, что способствует акту выдоха. Вся мышца целиком участвует в создании внутрибрюшного давления. Ее средняя часть опоясывает среднюю область живота и в значительной мере обуславливает ее форму.

Нижние пучки внутренней косой и поперечной мышцы живота у мужчин отделяются в виде небольшой *мышцы, поднимающей яичко*, которая идет вместе с семенными канатиками в мошонку.

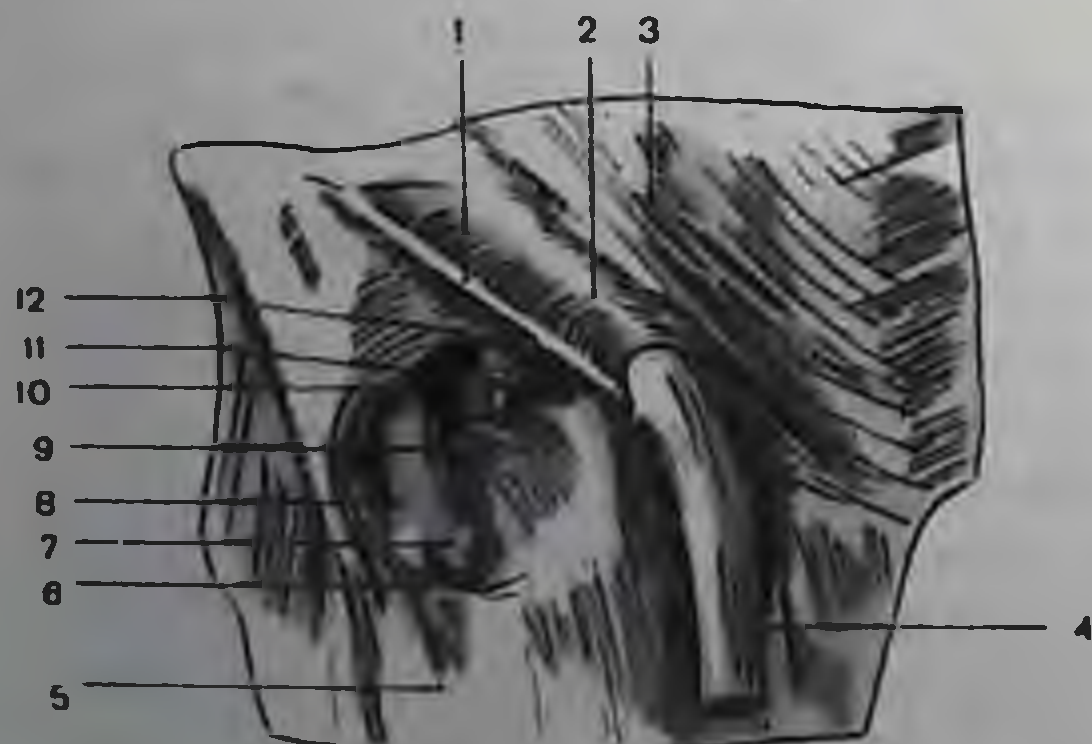
Б е л а я л и н и я ж и в о т а представляет собой соединительно-тканное образование. Она идет от верхушки мечевидного отростка к лонному сращению. Эта линия, или, вернее, полоса, образуется в результате схождения и переплетения волокон апоневрозов всех мышц брюшного пресса. Она служит местом приложения тяги поперечной мышцы живота и частично его косых мышц. Белая линия объединяет мышцы правой и левой сторон живота в одно функциональное целое.

В л а г а л и щ е п р я м о й м ы ш ц ы ж и в о т а (рис. 116) образовано апоневрозами наружной и внутренней косых мышц живота и апоневрозом поперечной мышцы живота. Плотное соединительно-тканное влагалище хорошо выражено с каждой стороны. Оно имеет две стенки — переднюю и заднюю. В образовании двух верхних третей пе-

Рис. 115.

Область пахового канала и овальной ямки:

1 — паховая связка; 2 — межпозвоночные волокна; 3 — наружная косая м. живота; 4 — семенной канатик; 5 — широкая фасция; 6 — серповидный край (нижний рог); 7 — большая подкожная п. ноги; 8 — бедренная в.; 9 — овальная ямка; 10 — локунная связка; 11 — бедренное кольцо; 12 — серповидный край (верхний рог)



редней стенки участвуют только апоневроз наружной косой мышцы живота и передний листок апоневроза внутренней косой мышцы живота, который у наружного края прямой мышцы расщепляется на два листка — передний и задний. Задняя стенка влагалища прямой мышцы живота образована апоневрозом поперечной мышцы живота и задним листком апоневроза внутренней косой мышцы живота.

В нижней трети апоневрозы косых и поперечной мышц живота идут по передней поверхности прямой мышцы и образуют переднюю стенку ее влагалища. Таким образом, в нижней трети влагалище прямой мышцы живота не имеет задней стенки, если не считать поперечной фасции, которая покрывает здесь заднюю поверхность этой мышцы.

Нижняя граница задней стенки влагалища прямой мышцы живота, расположенная примерно между средней и нижней третями этой мышцы, называется дугообразной линией. Передняя стенка прочно срастается с сухожильными перемычками, имеющимися в прямой мышце живота. Задняя стенка таких сращений не имеет.

Назначение влагалища прямой мышцы живота заключается в том, что оно укрепляет положение этой мышцы на месте, образуя для нее подвижный каркас. Вместе с белой линией оно служит местом фиксации мышц правой и левой сторон живота друг относительно друга. Это создает необходимые условия для наибольшего участия мышц живота в движениях туловища, особенно при его сгибании и наклоне в сторону. Кроме того, влагалище прямой мышцы живота способствует укреплению передней стенки брюшной полости.

Квадратная мышца поясницы (*m. quadratus lumborum*) лежит снаружи от тел поясничных позвонков и впереди от пояснично-грудной фасции. Она имеет вид неправильного, вытянутого в вертикальном направлении четырехугольника. всю мышцу можно подразделить на три части, из которых наружная составлена волокнами, идущими от подвздошной кости к нижнему ребру, передняя — волокнами, идущими от поперечных отростков нижних поясничных позвонков к двенадцати-



Рис. 116.

Схема содружественного сокращения отдельных пучков правой наружной и левой внутренней косой мышц живота при скручивании туловища вокруг вертикальной оси вправо (ориг. М. Ф. Иваницкого)

тому ребру и к телу двенадцатого грудного позвонка, задняя — волокнами, идущими от подвздошного гребня и от подвздошно-поясничной связки к двенадцатому ребру и к поперечным отросткам верхних поясничных позвонков. Ф у н к ц и я квадратной мышцы поясницы состоит в том, что она оттягивает двенадцатое ребро книзу и принимает участие в наклоне позвоночного столба в сторону.

Мышцы, образующие стенки живота, объединяются под общим названием — *мышцы брюшного пресса*. Вместе с диафрагмой и мышцами промежности они участвуют в создании внутрибрюшного давления, которое способствует удержанию на месте органов брюшной полости. Особенно важное значение внутрибрюшное давление имеет для фиксации внутренних органов при выполнении спортивных упражнений. Брюшной пресс играет также важную роль в акте выдоха, дефекации, мочеиспускания, а у женщин — при родах.

Фасции живота. В области живота *подкожная фасция* хорошо выражена. Она покрывает снаружи мышцы брюшного пресса. В нижнем отделе эта фасция расщепляется на два листка — поверхностный и глубокий, между которыми проходят подкожные сосуды.

Собственная фасция живота подразделяется на несколько листков, соответственно тем мышцам, которые составляют брюшной пресс. В области поверхностного кольца пахового канала эта фасция продолжается на мышцу, поднимающую яичко. Собственная фасция внизу прикрепляется к паховой связке и подвздошному гребню.

Глубокая пластинка собственной фасции покрывает изнутри поперечную мышцу живота и называется *поперечной фасцией*. Она составляет часть внутренней брюшной фасции, покрывающей изнутри всю брюшную полость и именуемой *внутрибрюшной фасцией*.

Места наименьшего сопротивления брюшной стенки. Мышцы брюшного пресса имеют вертикальное (прямая мышца живота), косое (косые мышцы живота) и поперечное (поперечная мышца живота) направления. Несмотря на то что передняя стенка живота сравнительно тонка, расхождения мышечных волокон здесь обычно не наблюдается, за исключением тех мест, которые оказывают наименьшее сопротивление внутрибрюшному давлению. К числу таких мест относятся: белая линия живота, пупочное кольцо, паховый и бедренный* каналы, дно полости малого таза*. Практическое значение этих мест брюшной стенки состоит в том, что в области них могут образоваться так называемые *грыжи*, представляющие собой выпячивание внутренних органов вместе с покрывающей их брюшиной.

Паховый канал — это щелевидный промежуток между мышцами передней брюшной стенки в нижней части живота. У мужчин в канале проходит семенной канатик (рис. 115), а у женщин — круглая связка матки.

В паховом канале различают четыре стенки и два отверстия. Передняя стенка образована апоневрозом наружной косой мышцы живота; нижняя стенка — паховой связкой, представляющей собой утолще-

* Описание бедренного канала дано при изложении фасций бедра, а описание дна полости малого таза см. в разделе «Промежность».

ние подвернутого нижнего края апоневроза наружной косой мышцы живота; верхняя стенка — нижними краями внутренней косой и поперечной мышц живота и, наконец, задняя стенка — поперечной фасцией.

У лиц с хорошо развитым двигательным аппаратом, в частности с хорошо развитыми мышцами брюшного пресса, задняя стенка пахового канала образована мышечными волокнами, вплетенными в поперечную фасцию.

Поверхностное паховое кольцо, т. е. наружное отверстие пахового канала, образуется в результате расхождения апоневроза наружной косой мышцы живота на две ножки — внутреннюю и наружную. Первая ножка идет к лонному сращению, а вторая — к лобковому бугорку. Между ножками находятся межножковые волокна, которые укрепляют их. *Глубокое паховое кольцо*, т. е. внутреннее или брюшное отверстие пахового канала, имеет менее резко выраженные края. Оно представляет собой углубление поперечной фасции живота и резко ограничено только с внутренней стороны.

Обычно появлению паховых грыж предшествует расширение поверхностного пахового кольца. Выпячивание внутренних органов происходит под влиянием факторов внутреннего или внешнего характера. Первые заключаются в недостаточном тонусе и недостаточной эластичности соединительнотканых образований, расположенных вдоль пахового канала. Ко вторым относятся напряжения, вызывающие большое повышение внутрибрюшного давления. При хорошем тонусе брюшных стенок даже очень сильные мышечные напряжения, например при поднимании больших тяжестей, не влекут за собой образования грыж. С другой стороны, у людей с недостаточной эластичностью тканей (особенно в пожилом возрасте) происходит расхождение стенок брюшного пресса и образование выпячиваний даже без каких-либо значительных физических напряжений. Физические упражнения способствуют улучшению условий питания и повышению эластических свойств тканей всех органов, в том числе и стенок пахового канала, увеличивая тем самым их сопротивляемость внутрибрюшному давлению и предупреждая появление грыж.

ДВИЖЕНИЯ ТУЛОВИЩА

Движения туловища осуществляются благодаря подвижности соединений между позвонками. Как уже отмечалось, в биомеханическом отношении позвоночный столб представляет собой единое образование, поэтому мышечные усилия воздействуют на него в целом. Значительная часть мышечных усилий затрачивается на удержание туловища в вертикальном положении.

Подвижность позвоночного столба допускает выполнение таких движений туловища, как: 1) *сгибание и разгибание* (наклоны вперед и назад); 2) *движения в сторону* (наклоны вправо и влево); 3) *скручивание вокруг вертикальной оси* (повороты направо и налево); 4) *круговое движение*. В связи с этим представляется необходимым рассмотреть

функциональное взаимодействие между мышцами туловища при выполнении этих движений*.

Сгибание туловища производят мышцы, равнодействующие которых находятся впереди от поперечных осей, проходящих через позвоночный столб. К этим мышцам относятся:

- 1) прямая мышца живота;
- 2) наружная косая мышца живота;
- 3) внутренняя косая мышца живота;
- 4) большая и малая поясничные мышцы.

Разгибание туловища производят мышцы спины, расположенные на задней поверхности туловища:

- 1) мышца, выпрямляющая туловище;
- 2) поперечно-остистая мышца;
- 3) трапецевидная мышца;
- 4) короткие мышцы спины.

Наклон туловища в сторону происходит при одновременном (синергичном) сокращении мышц сгибателей и разгибателей позвоночного столба на одной стороне туловища. Сложение сил, развиваемых мышцами, осуществляется по правилу параллелограмма; при этом равнодействующая направлена в ту сторону, на которой происходит сокращение мышц. При наклоне в сторону одновременное сокращение сгибателей и разгибателей туловища дополняется работой других мышц: квадратной мышцы поясницы, ромбовидных и межреберных мышц, нижней задней зубчатой мышцы.

При возвращении в исходное вертикальное положение работают одноименные мышцы противоположной стороны тела.

Скручивание туловища вокруг вертикальной оси (рис. 116) вправо и влево производят главным образом следующие мышцы:

1) мышцы-вращатели (сокращаются на той стороне, в которую происходит движение);

2) внутренняя косая мышца живота (сокращается на той стороне, в которую происходит движение);

3) наружная косая мышца живота (сокращается на стороне, противоположной той, в которую производится движение).

Следует обратить внимание на то, что во вращении туловища могут принимать одновременное участие разгибатели стороны, в которую происходит вращение, и сгибатели противоположной стороны, составляющие мышечных усилий которых образуют пару сил, полезную для данного движения.

При возвращении тела в исходное положение работают одноименные мышцы противоположных сторон.

Круговые движения туловища или вращения по кругу (циркумдукция) происходят при поочередном сокращении всех групп мышц туловища, производящих его разгибание, наклон в сторону и сгибание.

* Движения шейного отдела позвоночного столба тесно связаны с движениями головы и поэтому рассматриваются в следующей главе.

УЧАСТИЕ МЫШЦ ТУЛОВИЩА В АКТЕ ДЫХАНИЯ

Работа мышц туловища, участвующих в дыхании, обусловлена теми произвольными движениями, которые непосредственно связаны с актом дыхания, состоящим из двух фаз: *вдоха* и *выдоха*.

Наполнение легких воздухом происходит за счет расширения внутреннего пространства грудной клетки. Увеличение же объема грудной клетки обусловлено двумя факторами: сокращением диафрагмы, при котором купол ее уплощается, и движением ребер (механизм движения ребер описан в предыдущих разделах, поэтому здесь рассматривается лишь строение диафрагмы).

Диафрагма (*diaphragma*) представляет собой тонкую мышцу, построенную из поперечнополосатой мышечной ткани. Она расположена между грудной и брюшной полостями, в связи с чем ее называют еще *грудно-брюшной преградой* (рис. 117). По форме эта мышца напоминает неправильный купол, обращенный своей вершиной кверху, в сторону грудной полости.

Диафрагма имеет *сухожильный центр*, расположенный в средней части, и мышечную периферическую часть. К сухожильному центру сверху прилежит сердце, соответственно которому на куполе мышцы имеется небольшое вдавление седловидной формы.

В диафрагме различают три части: *грудинную*, *реберную* и *поясничную* (рис. 118). Грудинная часть (наиболее слабая) *начинается* от мечевидного отростка грудины, реберная часть от внутренней поверхности хрящей нижних шести ребер, поясничная часть — от позвоночного столба и так называемых *дугообразных связок*, представляющих собой сухожильные образования, идущие от тела первого поясничного позвонка к его поперечному отростку и от поперечного отростка к свободному концу двенадцатого ребра. Поясничная часть состоит из двух ножек — *правой* и *левой*. Левая ножка располагается внутри и начинается от последнего грудного и трех или четырех верхних поясничных позвонков, переходя своими волокнами в переднюю продольную связку позвоночного столба. Правая ножка начинается от дугообразных связок. Наиболее слабым местом является промежуточная зона между ножками диафрагмы.

Диафрагма имеет отверстия, через которые проходит целый ряд жизненно важных образований. Между внутрен-



Рис. 117.

Диафрагма, вид спереди (ориг. М. Ф. Иваницкого)



Рис. 118.

Диафрагма (вид со стороны брюшной полости):

1 — мечевидный отросток, 2 — грудная часть диафрагмы; 3 — отверстие для пищевода, 4 — реберная часть диафрагмы; 5 — отверстие для аорты; 6 — пояснично-реберный треугольник; 7 — квадратная м. поясницы; 8 — малая поясничная м.; 9 — большая поясничная м.; 10 — поясничная часть диафрагмы; 11 — отверстие для нижней полой в.; 12 — сухожильный центр

ними пучками левых ножек поясничной части диафрагмы находится *аортальное отверстие*, через которое из грудной полости в брюшную проходит аорта, а из брюшной полости в грудную — грудной проток. Внутренние пучки ножек диафрагмы спереди и сверху от аортального отверстия расходятся, образуя *пищеводное отверстие*, через которое проходит пищевод вместе с сопровождающими его правым и левым блуждающими нервами. Между левой и правой ножками находятся небольшие щели, через которые проходят нервы и вены. В сухожильном центре, в правой его половине, имеется большое *отверстие нижней полой вены*.

Движения диафрагмы происходят благодаря сокращению ее мышечной части, в то время как сухожильный центр, построенный из плотной соединительной ткани, пассивно следует за этими движениями. При сокращении мышечных волокон сухожильный центр опускается и купол диафрагмы уплощается, а при их расслаблении, наоборот, сухожильный центр и купол диафрагмы поднимаются. Если движение диафрагмы вниз совершается активно, то движение вверх, т. е. возвращение в исходное положение, пассивно — за счет разности внутрибрюшного и внутригрудного давления.

Основной функцией диафрагмы является участие в акте дыхания. По мере ее сокращения и опускания купола увеличивается вертикальный размер грудной полости, в результате чего обеспечивается приток воздуха в легкие.

По отношению к мышцам брюшного пресса диафрагма может быть и синергистом, и антагонистом. Она работает совместно с этими мышцами, когда требуется повышение внутрибрюшного давления. Если же диафрагма производит обычные дыхательные экскурсии, то она является антагонистом этих мышц. Опускание купола диафрагмы возможно только при условии, если мышцы брюшного пресса полностью или хотя бы частично расслаблены. Наблюдая на живом человеке дыхательные движения, нетрудно убедиться в том, что каждый вдох, производимый за счет сокращения диафрагмы, сопровождается небольшим выпячиванием передней стенки живота. Когда же вдох производится главным образом за счет движения ребер, этого выпячивания может не быть.

Положение диафрагмы может варьировать в зависимости от возраста, величины дыхательных экскурсий и от положения тела. У детей диафрагма расположена выше, чем у взрослых. При положении тела лежа она несколько смещается кверху по сравнению с положением стоя. Вместе с тем и форма живота при различных положениях тела неодинакова: в положении стоя, когда органы брюшной полости смещаются в силу своей тяжести книзу, происходит некоторое выпячивание передней стенки живота. Наиболее значительны эти смещения у людей пожилого возраста, что связано с общим опусканием (птозом) органов брюшной полости. При сгибании туловища грудная клетка и таз сближаются, в результате чего вертикальный размер брюшной полости уменьшается, происходит выпячивание брюшной стенки кпереди. Наоборот, при сильном разгибании туловища (скажем, при выполнении упражнения «мост») вертикальный размер брюшной полости увеличивается, возрастает, вместе с чем наблюдается западение брюшной стенки. Купол диафрагмы при этом занимает более высокое положение.

При так называемом брюшном типе дыхания диафрагма во время вдоха уплощается, и купол ее благодаря сокращению поясничной и реберной частей опускается. При грудном типе дыхания диафрагма может при вдохе даже несколько подниматься, следуя за движениями ребер. При смешанном типе дыхания происходит одновременное уплощение диафрагмы и поднятие передней части грудной клетки.

Спокойное дыхание осуществляется преимущественно за счет сокращения и расслабления только диафрагмы. Напряжение наружных и внутренних межреберных мышц незначительно. Между тем оно играет существенную роль, так как предотвращает западение тканей в межреберных промежутках при вдохе и их выпячивание при выдохе. При спокойном дыхании увеличивается в основном вертикальный размер грудной клетки. Мышцы живота находятся в расслабленном состоянии и легко растягиваются смещающимися книзу внутренними органами.

Таким образом, основными дыхательными мышцами являются диафрагма и межреберные мышцы.

При усиленном, или напряженном, дыхании грудная клетка значительно расширяется в нижних отделах и, кроме того, увеличивается ее переднезадний размер в среднем отделе. Расширение грудной клетки происходит за счет согласованного движения ребер. В результате синхронного вращения ребер их передние концы поднимаются кверху, нижний отдел грудины несколько выступает кпереди, а средние отделы ребер выдвигаются в стороны. Наряду с основными дыхательными мышцами в работу вовлекаются дополнительные, которые подразделяют на мышцы вдоха и мышцы выдоха.

К дополнительным мышцам, участвующим в акте вдоха, относятся:

- 1) мышцы, поднимающие ребра;
- 2) верхняя и нижняя задние зубчатые мышцы;
- 3) квадратная мышца поясницы;
- 4) подвздошно-реберная мышца;
- 5) лестничные мышцы (см. описание мышц головы и шеи), которые поднимают первое и второе ребра.

В процесс дыхания также вовлекаются мышцы, действующие на пояс верхних конечностей: трапецевидная, ромбовидная, малая и большая грудные мышцы, а также мышца, поднимающая лопатку. Эти мышцы при сокращении приподнимают пояс верхних конечностей и фиксируют его, давая тем самым возможность участвовать в дыхательных движениях подключичной, передней зубчатой, большой и малой грудным мышцам, которые способствуют расширению грудной клетки в фазе вдоха.

При напряженном дыхании кривизна позвоночного столба уплощается и форма его приближается к вертикальной прямой. Это достигается за счет согласованной работы всех разгибателей туловища.

К мышцам, участвующим в акте выдоха, относятся:

- 1) прямая мышца живота, имеющая большое плечо силы по отношению к осям вращения ребер;
- 2) поперечная мышца живота, которая своей верхней частью сближает реберные дуги и тем самым уменьшает объем грудной клетки;
- 3) наружная и внутренняя косые мышцы живота;
- 4) подреберные мышцы;
- 5) поперечная мышца груди;
- 6) нижняя задняя зубчатая мышца.

Сокращение этих мышц способствует максимальному уменьшению размеров грудной клетки. Оно всегда сопровождается расслаблением тех мышц, которые дополнительно участвуют в акте вдоха, а также опусканием пояса верхних конечностей, что создает сжимающее усилие для грудной клетки.

Принято еще различать дыхание *брюшное*, или диафрагмальное, и *грудное*, или реберное. Полным дыханием является такое, при котором брюшное дыхание сочетается с грудным. Обычно используется одновременно и грудное, и брюшное дыхание.

Мнение, что мужчинам и женщинам свойственны разные типы дыхания, оспаривается многими авторами, которые справедливо считают, что врожденных половых особенностей дыхания не существует. Разница между движениями ребер у мужчин и женщин заключается лишь в величине дуги движения.

Однако некоторые обстоятельства могут изменить тип дыхания: переполнение желудочно-кишечного тракта, те или иные заболевания в области брюшной полости, беременность в последние месяцы, сдавливание реберной дуги широким поясом, т. е. все то, что затрудняет сокращения диафрагмы и поэтому заставляет в большей мере пользоваться грудным дыханием.

При любом физическом упражнении, когда напряжены некоторые дыхательные мышцы, можно путем изолированного сокращения других мышц не прекращать дыхательных движений. Рекомендуется не переставать дышать, независимо от степени напряжения мышц. Однако следовать этому правилу в некоторых случаях бывает чрезвычайно трудно, особенно тогда, когда туловище фиксировано в определенном положении и все мышцы напряжены (скажем, борцовский или гимнастический мост).

Диафрагмальное дыхание можно регулировать более тонко, чем реберное. Качество механизма дыхания зависит не только от природных особенностей грудной клетки данного субъекта, но также от тренировки, в результате которой узкая грудная клетка с хорошей дыхательной техникой может работать значительно эффективнее, чем широкая грудная клетка с плохой дыхательной техникой.

Механизм дыхания может значительно изменяться с изменением положения тела. Например, поднятие рук вверх (а вместе с этим и поднятие пояса верхних конечностей) увеличивает тонус вспомогательных мышц, способствующих вдоху (малой грудной, подключичной, большой грудной мышц). При положении «руки на бедра» также создаются более благоприятные условия для вдоха благодаря напряжению этих мышц.

Работа диафрагмы значительно усложняется при виси на согнутых ногах, а также при стойке на кистях и при виси прогнувшись, так как в этих положениях диафрагма, сокращаясь, должна приподнимать внутренности брюшной полости.

Глава 3

МЫШЦЫ ГОЛОВЫ И ШЕИ

МЫШЦЫ ГОЛОВЫ

Все мышцы головы принято делить на две группы: *жевательные* и *мимические*.

Жевательные мышцы осуществляют поднятие нижней челюсти, движения ее вперед, назад и в стороны (вправо и влево).

Жевательная мышца (*m. masseter*) является наиболее поверхностно расположенной из всех жевательных мышц. Она **н а ч и н а е т с я** на скуловой дуге и **п р и к р е п л я е т с я** к жевательной бугристости на наружной поверхности ветви нижней челюсти, доходя до основания ее венечного отростка (рис. 119).

Это очень сильная мышца. Волокна ее направлены снизу вверх и вперед. Контуры мышцы хорошо видны, ее легко прощупать на живом человеке, особенно когда она сокращена. **Ф у н к ц и я** этой мышцы — поднятие нижней челюсти.

Височная мышца (*m. temporalis*) имеет обширное место **н а ч а л а** на дне височной ямки и ограниченное место **п р и к р е п л е н и я** к венечному отростку нижней челюсти. Вследствие этого височная мышца имеет веерообразное строение



Рис. 119.

Жевательные мышцы:

1 — височная м., 2 — скуловая дуга, 3 — жевательная м.

(см. рис. 119). Ее передние волокна идут вертикально вверх, средние — наискось кзади, а задние — почти горизонтально кзади. Височная мышца легко прощупывается под кожей, особенно при сокращении.

Основная функция мышцы заключается в поднимании нижней челюсти. Кроме того, своей задней частью она может передвигать нижнюю челюсть кзади.

Медиальная крыловидная мышца (*m. pterigoideus medialis*) располагается в подвисочной ямке. Она начинается от крыловидного отростка основной кости и, направляясь вниз и кнаружи, прикрепляется на внутренней поверхности угла нижней челюсти (рис. 120). Функция мышцы заключается в поднимании нижней челюсти и смещении ее в сторону.

Латеральная крыловидная мышца (*m. pterigoideus lateralis*) расположена в подвисочной ямке. Она начинается от верхнечелюстной поверхности большого крыла клиновидной кости и от наружной поверхности угла пластинки крыловидного отростка той же кости; прикрепляется мышца к шейке нижней челюсти, а кроме того некоторые ее волокна отходят к суставной сумке височно-нижнечелюстного сустава.

Функция мышцы заключается в том, что она смещает нижнюю челюсть кпереди и в сторону. Если крыловидные мышцы правой и левой сторон работают одновременно, то нижняя челюсть смещается кпереди; если же сокращается мышца только на одной стороне, то нижняя челюсть сдвигается в противоположную сторону.

Опускается нижняя челюсть в результате сокращения тех мышц, которые расположены ниже нее — на шее (описание их дано в соответствующем разделе).

При жевании нижняя челюсть не только опускается и поднимается. Она также несколько смещается из стороны в сторону и совершает некоторые движения вперед и назад. Благодаря этим движениям происходит равномерное измельчение пищи.

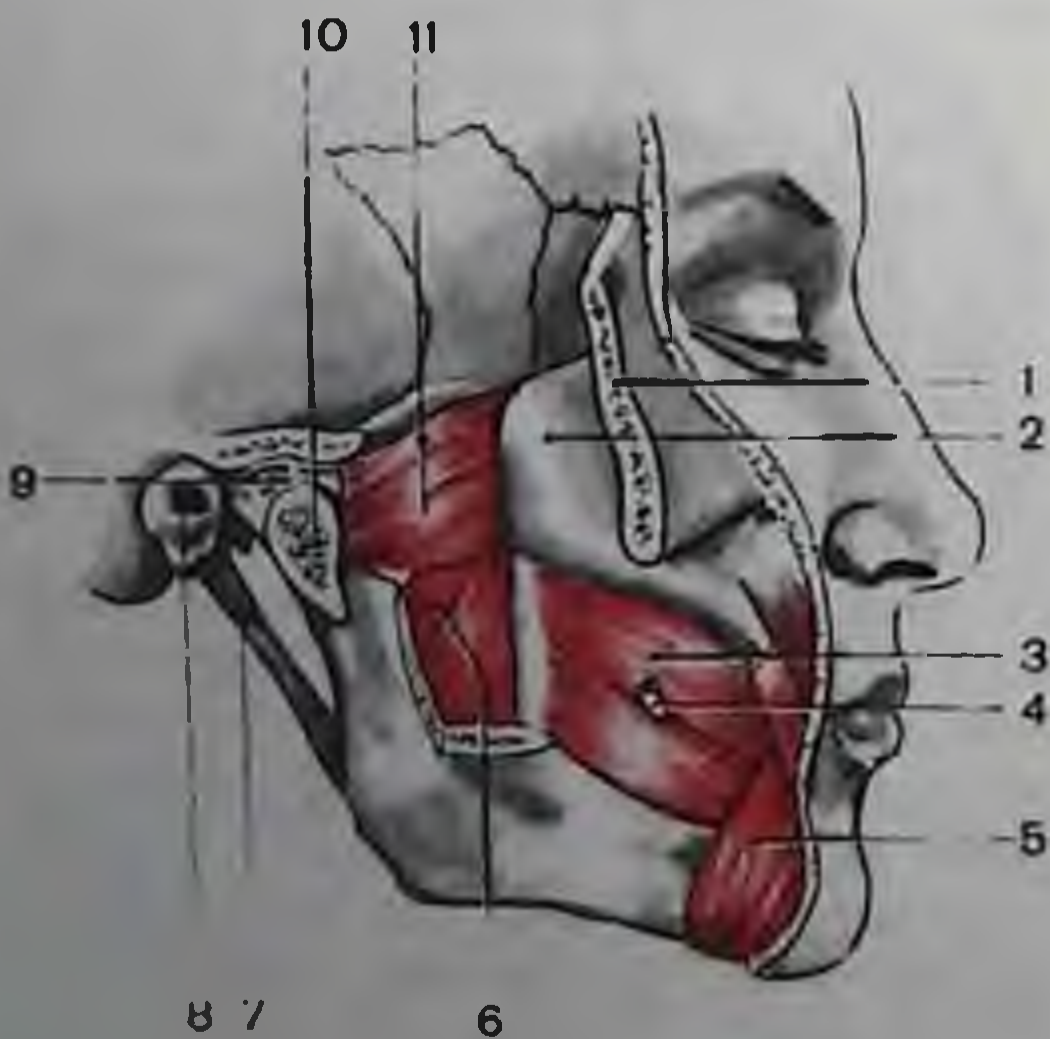


Рис. 120.

Жевательные мышцы (вскрыта крыло-нёбная мышца):

1 — скуловая кость (отпилена); 2 — верхняя челюсть; 3 — щечная м.; 4 — проток околоушной слюнной железы; 5 — м. опускающая угол рта; 6 — медиальная крыловидная м.; 7 — шиловидный отросток; 8 — наружный слуховой проход; 9 — суставной диск; 10 — суставной отросток нижней челюсти; 11 — латеральная крыловидная м. (по В. Н. Тонкову)

Мимические мышцы. Мимика, как известно, составляет часть пантомимики, т. е. совокупности всех тех движений тела, которые служат для выражения различных эмоций, мыслей. Мимическим мышцам особенно свойственно выражать то или иное переживание. Отличительная особенность их состоит в том, что все они начинаются на костях черепа, а прикрепляются преимущественно к коже лица. Благодаря этому достигается определенная подвижность отдельных участков кожи.

Мимические мышцы в основном группируются около естественных отверстий: глазной щели, ротового отверстия, а также отчасти около носового отверстия (рис. 121). Их можно подразделить на две группы. Одну составляют мышцы, закрывающие или суживающие то или иное отверстие, его *сжиматели* (они располагаются циркулярно около этого отверстия); другую — мышцы, открывающие и расширяющие то или иное отверстие — *расширители* отверстия (их волокна расположены радиально по отношению к соответствующему отверстию).

Надчерепная мышца имеет несколько особое по сравнению с остальными мышцами строение. Ее центральную, наибольшую, часть составляет так называемый *сухожильный шлем*, который представляет собой крепкую, довольно тонкую фиброзную пластинку, покрывающую всю крышу черепа. Эта пластинка прочно соединена с кожей головы и очень рыхло — с надкостницей костей крыши черепа. К пластинке прикрепляются два брюшка этой мышцы: спереди — *лобное* и сзади — *затылочное*. Попеременное сокращение их вызывает смещение кожи верхней части головы кпереди и кзади. При поднимании бровей во время сокращения лобного брюшка образуются складки на коже лба. Они идут горизонтально в направлении, перпендикулярном к ходу волокон лобного брюшка. Число и глубина этих складок зависят главным образом от строения кожи. Чем она тоньше и эластичнее, тем больше образуется складок, но вместе с тем они мельче. При толстой, не очень эластичной коже, складок образуется меньше, но они значительно глубже.

Рис. 121.

Мимические мышцы:

1 — лобное брюшко надчерепной м. (лобная м.); 2 — м., сморщивающая бровь; 3 — м. гордецов; 4 — круговая м. глаза; 5 — большая скуловая м.; 6 — м., поднимающая угол рта; 7 — круговая м. рта; 8 — м., опускающая угол рта; 9 — м., опускающая нижнюю губу; 10 — подбородочная м.; 11 — подкожная м. шеи; 12 — м. смеха; 13 — м., поднимающая верхнюю губу и крыло носа; 14 — передняя ушная м.; 15 — верхняя ушная м. (ориг. М. Ф. Иваницкого)



К р у г о в а я м ы ш ц а г л а з а — единственная мышца, суживающая глазную щель. Она располагается в окружности глазницы. Мышечные волокна, расположенные в области самих век, способствуют их смыканию.

К р у г о в а я м ы ш ц а р т а представляет собой хорошо развитую мышечную пластинку, идущую циркулярно по отношению к ротовому отверстию. Эта мышца заложена в толще верхней и нижней губ; в области угла рта она отчасти прикрепляется к коже. Вся мышца имеет вид неправильного кольца и при сокращении способствует замыканию ротового отверстия.

К мышцам, идущим радиально по отношению к ротовому отверстию, относятся: *большая скуловая мышца; мышца, поднимающая верхнюю губу; мышца, поднимающая угол рта; мышца, опускающая нижнюю губу; мышца, опускающая угол рта*. Эти мышцы раскрывают ротовое отверстие.

Щ е ч н а я м ы ш ц а имеет четырехугольную форму и составляет основной слой толщи щеки. Она расположена под слизистой оболочкой, точнее, между нею и кожей (см. рис. 120). Эта мышца *н а ч и н а е т с я* от наружной поверхности альвеолярного отростка верхней челюсти, а также от тела и ветви нижней челюсти, идет кпереди, имея приблизительно горизонтальное направление мышечных пучков, и *о к а н ч и в а е т с я* в слизистой оболочке щеки, отчасти продолжаясь в область верхней и нижней губ и переходя в круговую мышцу рта. Одной из особенностей щечной мышцы является то, что ее прорывает выводной проток околоушной железы.

Ф у н к ц и я мышцы заключается в оттягивании угла рта кзади, в противодействии внутриротовому давлению и в прижимании щеки и губ к зубам и деснам верхней и нижней челюстей.

Наряду с указанными имеется еще целый ряд мелких мимических мышц, также принимающих участие в создании мимики. Надо сказать, что некоторые люди путем длительных тренировок достигают высокого совершенства владения мимикой.

Фасции головы. Фасции головы имеют некоторые особенности расположения по сравнению с фасциями других отделов тела. Поверхностная фасция головы не развита. Собственная фасция головы хорошо выражена лишь в области височной и жевательной мышц, образуя для них отдельные фасциальные влагалища.

МЫШЦЫ ШЕИ

При описании шеи принято рассматривать только ее передний отдел, отграниченный с обеих сторон передним краем трапецевидной мышцы. Передний отдел шеи имеет чрезвычайно важное топографо-анатомическое значение, так как служит местом расположения крупных кровеносных сосудов, нервов и внутренних органов: гортани, трахеи, глотки, пищевода и щитовидной железы.

Шею, в узком смысле слова, т. е. передний отдел, принято делить на *переднюю область, грудино-ключично-сосцевидную область и боковую область*. Первая является непарной, а вторая и третья — пар-

ными. Таким образом вся шея подразделяется на пять областей. Если провести срединную плоскость, то передняя область шеи будет также подразделяться на два передних треугольника шеи, каждый из которых ограничен сверху нижним краем нижней челюсти, а сзади — грудино-ключично-сосцевидной мышцей. Передний треугольник шеи, в свою очередь, подразделен двубрюшной и лопаточно-подъязычной мышцами на три треугольника *поднижнечелюстной, сонный, лопаточно-трахейный*. Боковая область шеи, или наружный шейный треугольник, имеет следующие границы: задний край грудино-ключично-сосцевидной мышцы, передний край трапецевидной мышцы и ключица. Углубление на поверхности тела, соответствующее этому треугольнику, называется *большой надключичной ямкой*. Боковая область шеи подразделяется лопаточно-подъязычной мышцей на два треугольника: *лопаточно-трапецевидный* и *лопаточно-ключичный*.

Все мышцы шеи в зависимости от топографических и функциональных отношений могут быть разделены на три группы:

1) наиболее поверхностно лежащие мышцы (*подкожная мышца шеи* и *грудино-ключично-сосцевидная мышца*);

2) мышцы, прикрепляющиеся непосредственно к подъязычной кости;

3) глуболежащие мышцы, прикрепляющиеся непосредственно к позвоночному столбу и идущие от позвоночного столба к ребрам.

Подкожная мышца шеи (*platysma*) — одна из немногих кожных мышц человека. Она находится непосредственно под кожей и имеет вид широкой мышечной пластинки с хорошо выраженной исчерченностью соответственно ходу мышечных пучков. Эта мышца покрывает почти всю переднюю область шеи, а также распространяется вниз до области груди и вверх, достигая околоушной фасции и угла рта (см. рис. 121). Волокна подкожной мышцы идут снизу вверх и несколько внутрь по направлению к срединной плоскости тела. М е с т о м н а ч а л а и п р и к р е п л е н и я подкожной мышцы шеи являются фасции тех областей, до которых распространяются ее волокна.

Ф у н к ц и я мышцы заключается в том, что она натягивает кожу на шее и способствует ее отодвиганию кпереди. На этом основании можно считать, что данная мышца при своем сокращении способствует расширению кровеносных сосудов (главным образом вен) тогда, когда требуется ускоренный и усиленный отток крови от головы. Во всяком случае, при сильных физических напряжениях нередко можно наблюдать сокращение подкожной мышцы шеи.

Грудино-ключично-сосцевидная мышца (*m. sternocleidomastoideus*) наиболее сильная мышца переднебокового отдела шеи. Она выступает под кожей в виде хорошо выраженного мышечного валика. У нее различают две головки: *грудинную*, н а ч и н а ю щ у ю с я сухожилием от рукоятки грудины, и *ключичную*, расположенную снаружи от грудинной головки и начинающуюся от грудинного конца ключицы. Между головками находится легко прощупываемая под кожей *малая надключичная ямка*. М е с т о м п р и к р е п л е н и я грудино-ключично-сосцевидной мышцы является сосцевидный отросток височной кости (рис. 122).

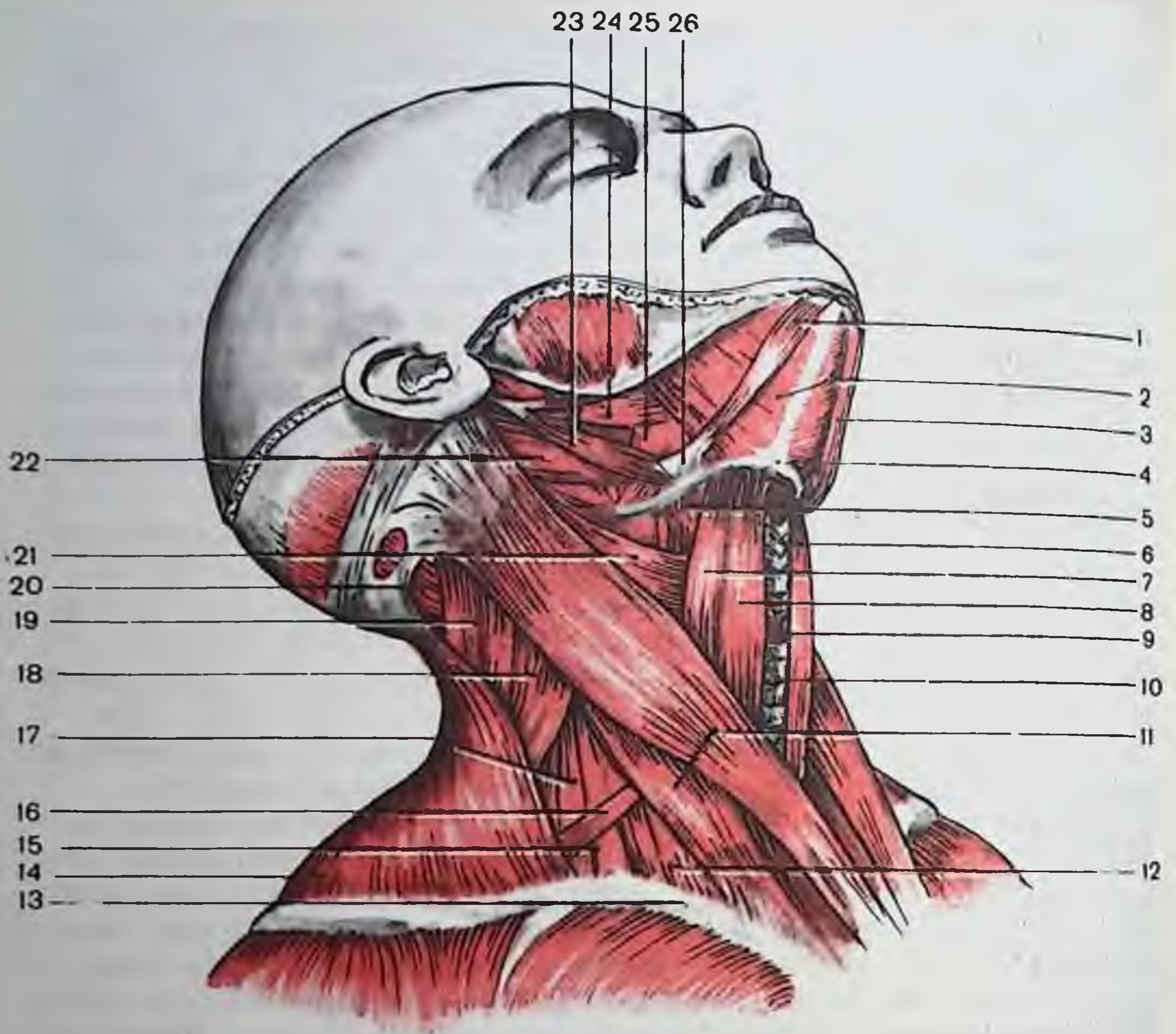


Рис. 122.

Мышцы шеи:

1 и 3 — переднее брюшко двубрюшной м.; 2 — челюстно-подъязычная м.; 4 — подъязычная кость; 5 — щито-подъязычная м.; 6 — щитовидный хрящ; 7 — верхнее брюшко лопаточно-подъязычной м.; 8 — грудино-подъязычная м.; 9 — перстне-щитовидная м.; 10 — хрящи трахи; 11 — грудино-ключично-сосцевидная м.; 12 — передняя лестничная м.; 13 — ключица; 14 — трапециевидная м.; 15 — средняя и 17 — задняя лестничные м. м.; 16 — нижнее брюшко лопаточно-подъязычной м.; 18 — м., поднимающая лопатку; 19 — ременная м. головы; 20 — полуостистая м.; 21 — мышцы глотки; 22 — заднее брюшко двубрюшной м.; 23 — шило-подъязычная м.; 24 — шило-язычная м.; 25 — подъязычно-язычная мышца; 26 — промежуточное сухожилие двубрюшной м. (по С. С. Михайлову)

Ф у н к ц и я мышцы довольно сложна. Если голова и шея фиксированы напряжением остальных мышц, она может участвовать в поднимании пояса верхней конечности и отчасти в поднимании грудной клетки.

Ввиду того что равнодействующая грудино-ключично-сосцевидной мышцы проходит очень близко к переднезадней оси грудино-ключичного сустава, момент вращения этой мышцы (поднимающей пояс верхней конечности) невелик. Значительно больше плечо рычага этой мышцы по отношению к осям вращения в межпозвоночных соединениях, а также в сочленениях ребер с позвонками и черепа с атлантом.

Если работают одновременно правая и левая мышцы, то происходит сгибание шейного отдела позвоночного столба и разгибание головы (наклон назад) в атлanto-затылочном сочленении. Такое действие мышцы объясняется тем, что ее равнодействующая проходит сзади поперечной оси атлanto-затылочного сустава и спереди поперечных осей всех остальных сочленений между шейными позвонками. Если работает мышца одной стороны, то она поворачивает голову в противоположную сторону и наклоняет ее в свою сторону.

Мышцы, прикрепляющиеся к подъязычной кости, можно разделить на две группы: *мышцы, лежащие ниже*, и *мышцы, лежащие выше* подъязычной кости. Первые оттягивают подъязычную кость и соединенную с ней гортань книзу, а вторые, наоборот, кверху. Все эти мышцы косвенно участвуют в сгибании позвоночного столба и оттягивании нижней челюсти книзу.

Ниже подъязычной кости расположены четыре мышцы: *лопаточно-подъязычная*, *грудино-подъязычная*, *грудино-щитовидная* и *щито-подъязычная* мышцы (см. рис. 122).

Лопаточно-подъязычная мышца представляет собой длинную тонкую мышцу, имеющую два брюшка — верхнее и нижнее. Она начинается от верхнего края лопатки и идет кнутри и кверху, проходит сзади грудино-ключично-сосцевидной мышцы и прикрепляется к подъязычной кости. Два брюшка, между которыми находится сухожильная перемычка, расположены под углом друг к другу. Местом прикрепления лопаточно-подъязычной мышцы отчасти является фасция, которая удерживает косоое положение нижнего брюшка и фиксирует его по отношению к ключице. Функция этой мышцы заключается в том, что она способствует опусканию подъязычной кости.

Грудино-подъязычная мышца начинается от задней поверхности рукоятки грудины и грудинного конца ключицы и прикрепляется к нижнему краю тела подъязычной кости. Грудино-подъязычная мышца тянет подъязычную кость, а через нее и гортань книзу.

Грудино-щитовидная мышца начинается от задней поверхности рукоятки грудины и от хряща первого ребра и прикрепляется к щитовидному хрящу гортани. Эта мышца почти целиком покрыта лопаточно-подъязычной и грудино-подъязычной мышцами. Она тянет щитовидный хрящ книзу.

Щито-подъязычная мышца начинается от щитовидного хряща и прикрепляется к телу подъязычной кости и ее большим рожкам. Это наиболее короткая из всех мышц, прикрепляющихся снизу к подъязычной кости. При движениях щитовидного хряща вверх и вниз грудино-щитовидная и щито-подъязычная мышцы являются антагонистами.

Выше подъязычной кости расположена группа мышц, к которой относятся четыре мышцы: *двубрюшная*, *шило-подъязычная*, *челюстно-подъязычная* и *подбородочно-подъязычная* (см. рис. 122). Все эти мышцы опускают нижнюю челюсть и подтягивают подъязычную кость, а вместе с ней и гортань кверху.

Двубрюшная мышца имеет два брюшка — переднее и заднее. Местом начала мышцы служит вырезка на сосцевидном отростке височной

кости, а местом прикрепления — ямка на нижней челюсти, именуемая двубрюшной. Между брюшками расположено хорошо выраженное сухожилие, проходящее выше подъязычной кости и прикрепляющееся к ней при помощи связки, образующей блок.

Шило-подъязычная мышца начинается от шиловидного отростка височной кости, идет вниз и кпереди, прикрепляясь к подъязычной кости. Непосредственно у места прикрепления шило-подъязычная мышца пронизывается сухожилием двубрюшной мышцы.

Челюстно-подъязычная мышца совместно с одноименной мышцей противоположной стороны образует тонкую мышечную пластинку, закрывающую все пространство между нижней челюстью и подъязычной костью. Таким образом, эти мышцы составляют дно ротовой полости, которое называют *диафрагмой рта*. Мышца начинается от внутренней поверхности тела нижней челюсти. Волокна ее идут по направлению кзади, книзу и кнутри. То место, где волокна сходятся по срединной линии, представляют собой сухожильную прослойку — *шов*. Часть пучков этой мышцы прикрепляется к телу подъязычной кости.

Подбородочно-подъязычная мышца расположена непосредственно над челюстно-подъязычной мышцей и идет в переднезаднем направлении в непосредственной близости от срединной плоскости. Она начинается от подбородочной ости и прикрепляется к телу подъязычной кости.

Группа глубоких мышц шеи прилегает непосредственно к позвоночному столбу и участвует в его движении. Общее направление этих мышц вертикальное. Все они могут быть разделены на *латеральную* и *медиальную группы* (рис. 123).

Латеральная группа глубоких мышц шеи состоит из *передней, средней и задней лестничных мышц*.

Передняя лестничная мышца (*m. scalenus anterior*) начинается от поперечных отростков третьего—шестого шейных позвонков и прикрепляется к лестничному бугорку первого ребра.

Средняя лестничная мышца (*m. scalenus medius*) начинается от поперечных отростков всех шейных позвонков (иногда кроме первого и второго) и прикрепляется к верхней поверхности первого ребра, несколько кзади от места прикрепления предыдущей мышцы. Между этими мышцами образуется так называемое *межлестничное пространство*, в котором проходят сосуды и нервы.

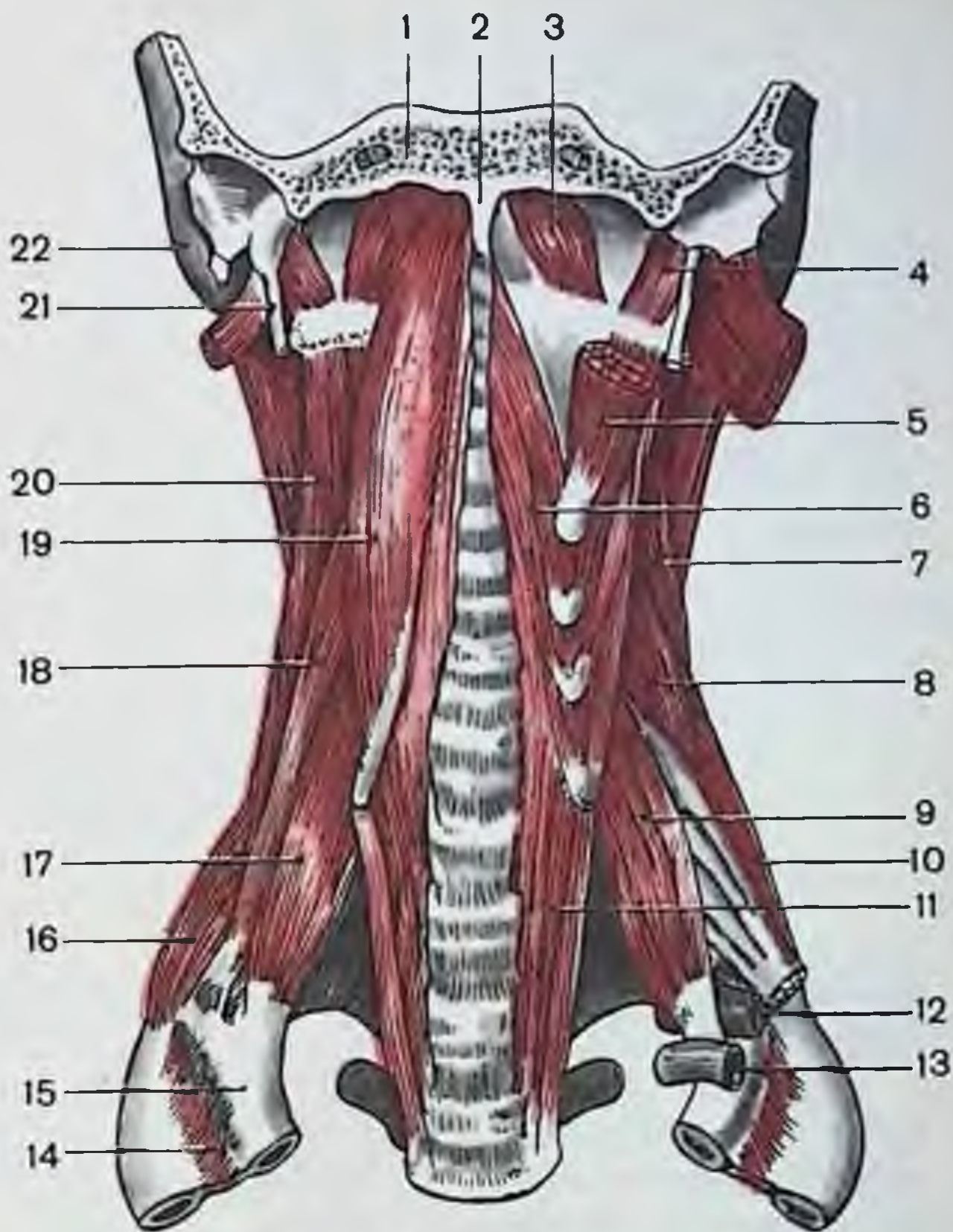
Задняя лестничная мышца (*m. scalenus posterior*) начинается также от поперечных отростков пятого и шестого шейных позвонков и прикрепляется ко второму ребру.

Общая функция лестничных мышц заключается в том, что они при фиксированной грудной клетке наклоняют в сторону и сгибают кпереди шейный отдел позвоночного столба. Кроме того, эти мышцы, в особенности передняя лестничная, могут способствовать вращению шейного отдела позвоночного столба вокруг вертикальной оси, т. е. его скручиванию. Если фиксирован позвоночный столб, то лестничные мышцы способствуют выполнению глубоких дыхательных движений, так как при своем сокращении они облегчают дыхательные экскурсии в верхнем отделе грудной клетки.

Рис. 123.

Глубокие мышцы шеи:

1 — тело затылочной кости.
2 — глоточный бугорок; 3 — передняя прямая м. головы.
4 — латеральная м. головы;
5 — длинная м. головы (перерезана); 6 — длинная м. шеи.
7 и 20 — небно-глоточная м.;
8 и 18 — средняя лестничная м.; 9 и 17 — передняя лестничная м.; 10 и 16 — задняя лестничная м.; 11 — длинная м. шеи; 12 — подключичная а.; 13 — подключичная в.; 14 — наружная межреберная м.; 15 — 1-е ребро; 19 — длинная м. головы; 21 — шиловидный отросток; 22 — сосцевидный отросток (по В. Н. Тонкову)



М е д и а л ь н а я г р у п п а г л у б о к и х м ы ш ц ш е и в к л ю ч а е т ч е т ы р е м ы ш ц ы, и д у щ и е п о с т о р о н а м о т с р е д и н н о й п л о с к о с т и т е л а н а п р о т ы ж е н и и о т т р е т ь е г о г р у д н о г о п о з в о н к а д о н а р у ж н о г о о с н о в а н и я ч е р е п а. К э т и м м ы ш ц а м о т н о с я т с я: *длинная мышца шеи, длинная мышца головы, передняя и латеральная прямые мышцы головы.*

Длинная мышца шеи (m. longus colli) начинается от передней поверхности тел первого—третьего грудных позвонков и пятого—седьмого шейных позвонков и прикрепляется ко второму—четвертому шейных позвонкам и поперечным отросткам трех нижних шейных позвонков. Кроме того, отдельные пучки мышцы, расположенные снаружи, идут от поперечных отростков третьего—шестого шейных позвонков и, направляясь кпереди и кверху, доходят до переднего бугорка атланта. Ф у н к ц и я м ы ш ц ы з а к л ю ч а е т с я в с г и б а н и и ш е й н о г о о т д е л а п о з в о н о ч н о г о с т о л б а.

Длинная мышца головы (m. longus capitis) начинается от поперечных отростков третьего—шестого шейных позвонков и прикрепляется к наружному основанию черепа (основной части затылочной кости). Ф у н к ц и я м ы ш ц ы с о с т о и т в т о м, ч т о о н а н а к л о н я е т г о л о в у в п е р е д и в с т о р о н у, а т а к ж е н е с к о л ь к о в р а щ а е т е е.

Передняя прямая мышца головы, как и латеральная прямая мышца головы, относится к коротким мышцам, действующим на атлантозатылочный сустав. Они н а ч и н а ю т с я о т п о п е р е ч н о г о о т р о с т к а

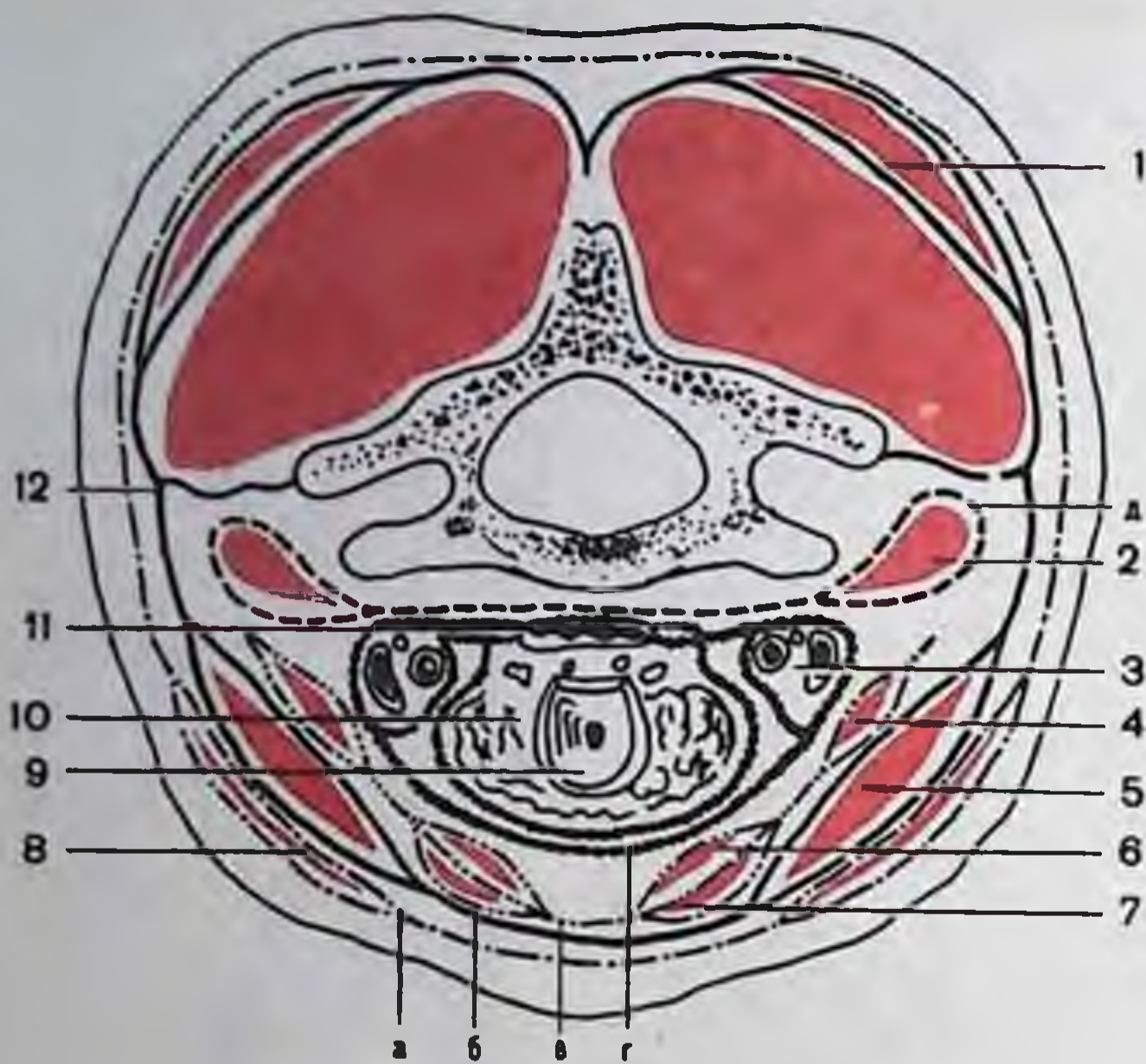


Рис. 124.

Фасции шеи на горизонтальном распиле (схема):

а — поверхностная фасция; *б* — собственная фасция; *в* — глубокая фасция; *г* — внутришейная фасция; *д* — предпозвоночная фасция;

1 — трапециевидная м.;

2 — передняя лестничная м.; 3 — сосудисто-нервный пучок; 4 — лопаточно-подъязычная м.;

5 — грудино-ключично-сосцевидная м.; 6 — щито-подъязычная м.; 7 —

грудино-подъязычная м.;

8 — подкожная м. шеи;

9 — гортань; 10 — щитовидная железа; 11 —

пищевод; 12 — фасциальная пластинка, отделяющая передний отдел шеи от заднего (по В. Н. Шевкуненко).

атланта, идут кверху и прикрепляются к затылочной кости. Эти мышцы наклоняют голову вперед и в сторону.

Фасции шеи. Сложная топография мышц шеи, а также наличие здесь ряда внутренних органов и крупных кровеносных сосудов обусловили сложное устройство фасций шеи, среди которых различают пять фасциальных листков (рис. 124).

Поверхностная фасция шеи является продолжением поверхностных фасций прилежащих областей. Она содержит между своими пластинками подкожную мышцу шеи.

Собственная фасция шеи в виде футляра охватывает всю шею. Спереди она охватывает подчелюстную слюнную железу и грудино-ключично-сосцевидную мышцу, а сзади — трапециевидную. Двумя перегородками эта фасция прикрепляется к поперечным отросткам шейных позвонков.

Глубокая, или лопаточно-ключичная, фасция сверху прикрепляется к подъязычной кости, а снизу — к внутренней поверхности грудины и верхнему краю лопатки. Своими листками фасция охватывает мышцы, расположенные ниже подъязычной кости. По срединной линии она срастается с собственной фасцией, образуя *белую линию шеи*.

Внутришейная фасция имеет два листка. Пристеночный листок прилежит к фасциальным футлярам, образованным глубокой фасцией шеи. Внутренностный листок образует фасциальные влагалища для органов шеи: глотки, гортани, трахеи, пищевода, щитовидной железы и сосудисто-нервного пучка шеи.

Предпозвоночная фасция покрывает спереди глубокие мышцы шеи и позвоночный столб. В боковом отделе она отдает фасциальные пластинки, охватывающие лестничные мышцы и мышцу, поднимающую лопатку. Сверху она доходит до наружного основания черепа, а снизу продолжается в фасцию, покрывающую стенки грудной полости.

ДВИЖЕНИЯ ШЕИ И ГОЛОВЫ

Движения шеи и головы неразрывно связаны между собой, так как в значительной мере обусловлены подвижностью шейного отдела позвоночного столба.

Различают следующие движения шеи и головы: *сгибание и разгибание* (наклон вперед и назад), *наклон в сторону* (вправо и влево), *повороты вокруг вертикальной оси* (вправо и влево), *круговые движения*.

Сгибание шеи и головы осуществляют мышцы, располагающиеся кпереди от шейного отдела позвоночного столба, при одновременном сокращении с правой и левой сторон. Такими мышцами являются:

- 1) длинная мышца головы;
- 2) длинная мышца шеи;
- 3) передняя и латеральная прямые мышцы головы;
- 4) лестничные мышцы (передняя, средняя и задняя);
- 5) грудино-ключично-сосцевидная мышца.

В этом движении также принимают участие мышцы, прикрепляющиеся к подъязычной кости.

Разгибание шеи и головы производят мышцы спины, прикрепляющиеся к основанию черепа и шейным позвонкам и располагающиеся кзади от позвоночного столба, если они сокращаются одновременно справа и слева. К этим мышцам относятся:

- 1) трапецевидная мышца (ее верхний отдел);
- 2) ременные мышцы головы и шеи;
- 3) поперечно-остистая мышца;
- 4) мышца, выпрямляющая туловище (ее верхний отдел);
- 5) короткие мышцы головы (большая и малая задние прямые мышцы головы и верхняя косая мышца головы), которые непосредственно действуют на атланто-затылочный сустав;

б) грудино-ключично-сосцевидная мышца, которая включается в это движение после того, как точка ее прикрепления (сосцевидный отросток) оказывается сзади точки опоры головы — атланто-затылочного сустава;

7) мышца, поднимающая лопатку (при фиксированном поясе верхних конечностей).

Наклон головы и шеи в сторону происходит при одновременном сокращении на одной стороне сгибателей и разгибателей (причем наклон происходит в ту же сторону, на которой сокращаются мышцы). Значит, при сгибании и разгибании головы и шеи мышцы-сгибатели и мышцы-разгибатели на обеих сторонах тела работают как синергисты, а между собой они связаны антагонистическим отношением. При наклонах головы и шеи в сторону мышцы-сгибатели и мышцы-разгибатели на одной стороне тела работают как синергисты, выступая антагонистами по отношению к тем же мышцам противоположной стороны тела. Таким образом, еще раз подтверждается тот факт, что антагонизм и синергизм отражают функциональные взаимодействия между группами мышц при выполнении тех или иных движений.

Поворот головы и шеи вправо и влево осуществляется преимущественно благодаря тем мышцам, которые имеют косое направление волокон по отношению к вертикальной оси. В повороте головы и шеи вправо участвуют:

- 1) ременные мышцы головы и шеи справа;
- 2) грудино-ключично-сосцевидная мышца слева;
- 3) нижняя косая мышца головы справа;
- 4) латеральная прямая мышца головы слева;
- 5) большая задняя прямая мышца головы справа;
- 6) верхний отдел мышцы, выпрямляющей туловище (длиннейшая и полуостистая мышцы), справа;
- 7) лопаточно-подъязычная мышца справа.

При возвращении головы и шеи в исходное положение, а также при повороте налево работают одноименные мышцы противоположной стороны.

Круговые движения головы и шеи происходят в результате последовательного сокращения мышц-сгибателей и мышц-разгибателей.

Глава 4

МЫШЦЫ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Верхняя конечность является наиболее подвижной частью двигательного аппарата человеческого тела. Если вытянутой рукой, как радиусом, описать полусферу, то получится пространство, в котором дистальный отдел верхней конечности, кисть, может передвигаться в любом направлении. Высокая степень подвижности звеньев верхней конечности обусловлена хорошо развитой мускулатурой, которую принято подразделять на: *мышцы пояса верхней конечности* и *мышцы свободной верхней конечности* (рис. 125). Вместе с этим в движениях верхней конечности принимают участие многие мышцы туловища, которые либо берут начало на ее костях, либо прикрепляются к ним.

МЫШЦЫ ПОЯСА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

К мышцам пояса верхней конечности относятся: *дельтовидная мышца, надостная и подостная мышцы, малая и большая круглые мышцы, подлопаточная мышца.*

Дельтовидная мышца (*m. deltoideus*) располагается над плечевым суставом. Она *начинается* от ости лопатки, акромиона и акромиального конца ключицы, а *прикрепляется* на плечевой кости к дельтовидной бугристости (см. рис. 125). По форме мышца несколько напоминает перевернутую греческую букву «дельта», откуда и произошло ее название. Дельтовидная мышца состоит из трех частей — *передней*, начинающейся от ключицы, *средней* — от акромиона и *задней* — от ости лопатки.

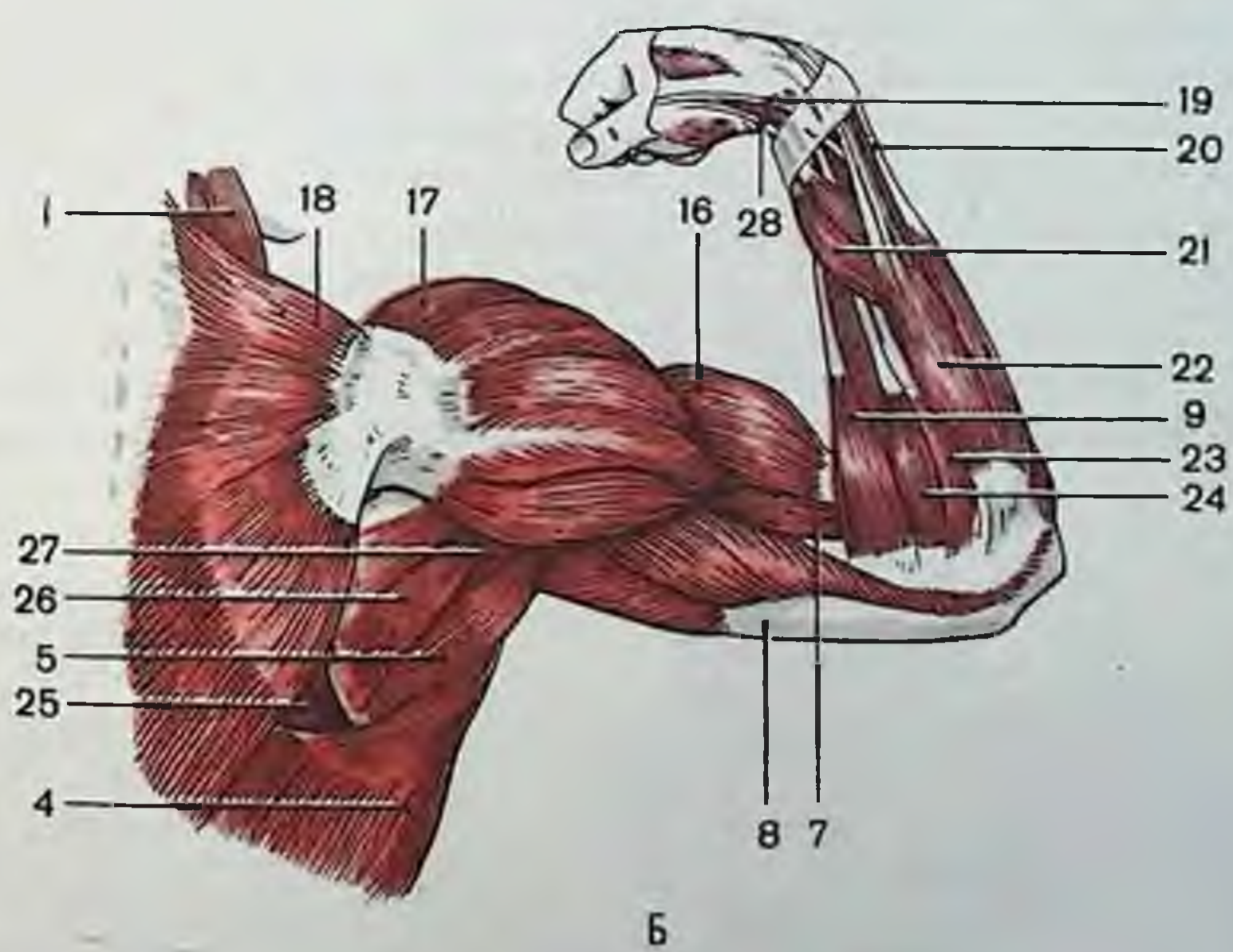
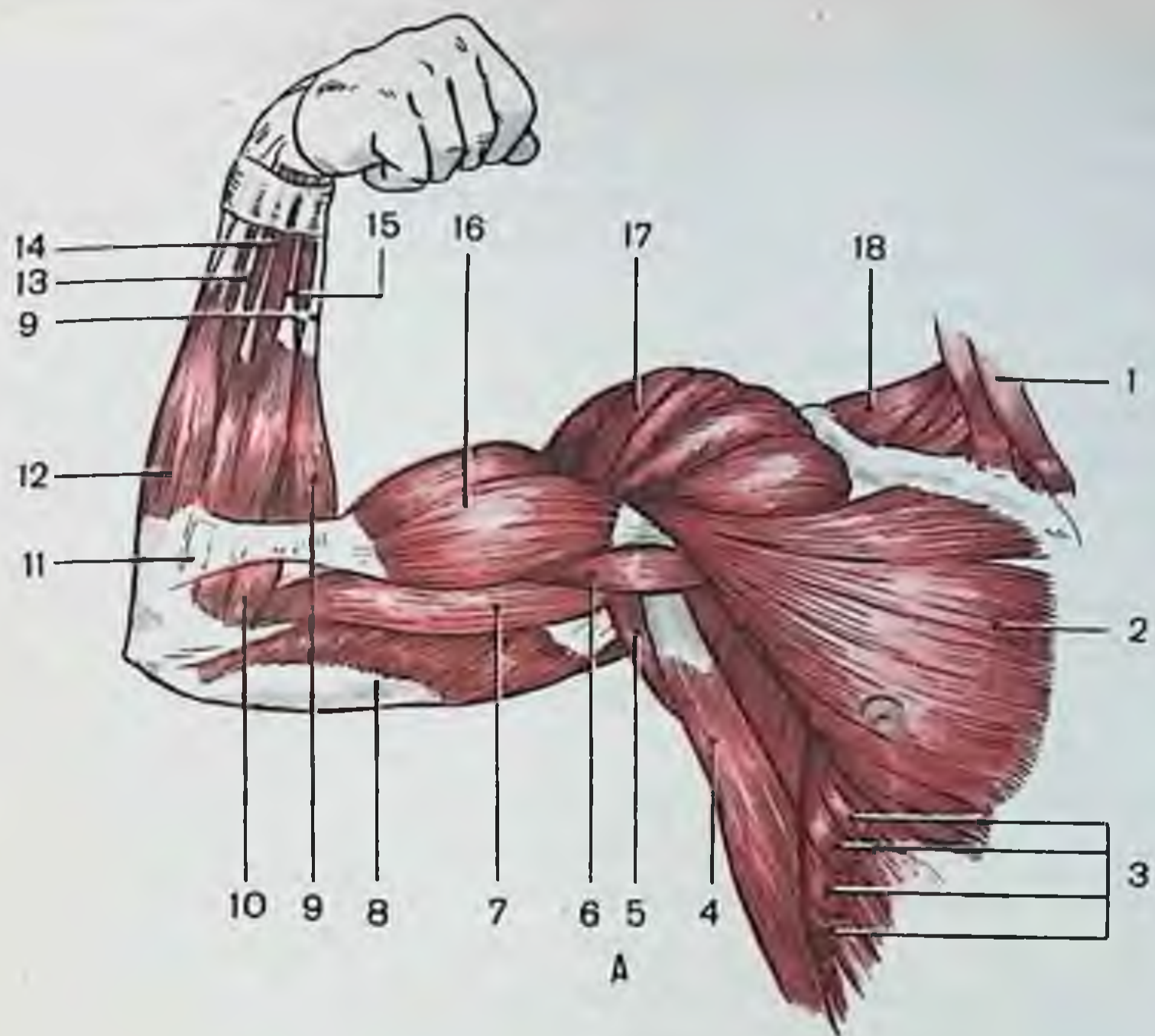


Рис. 125.
Мышцы пояса верхней конечности и свободной верхней конечности (А — вид спереди, Б — вид сзади):

1 — грудино-ключично-сосцевидная м.; 2 — большая грудная м.; 3 — передняя зубчатая м.; 4 — широчайшая м. спины; 5 — большая круглая м.; 6 — клювовидно-плечевая м.; 7 — плечевая м.; 8 — трехглавая м. плеча; 9 — плече-лучевая м.; 10 — круглая м.; 11 — апоневроз двуглавой м. плеча; 12 — локтевой сгибатель запястья; 13 — поверхностный сгибатель пальцев; 14 — длинная ладонная м.; 15 — ладонная м.; 16 — двуглавая м. плеча; 17 — дельтовидная м.; 18 — лучевой сгибатель запястья; 19 — длинный разгибатель большого пальца; 20 — локтевой разгибатель запястья; 21 — длинная м. отводящая большой палец; 22 — разгибатель запястья; 23 — короткий лучевой разгибатель запястья; 24 — длинный лучевой разгибатель запястья; 25 — большая ромбовидная м.; 26 — подостная м.; 27 — малая круглая м.; 28 — короткий разгибатель большого пальца (ориг. М. Ф. Иванникова)

Функции дельтовидной мышцы сложны и многообразны. Если попеременно работают то передняя, то задняя части мышцы, то происходит сгибание и разгибание конечности. Если же напрягается вся мышца, то ее передняя и задняя части действуют одна по отношению к другой под некоторым углом и направление их равнодействующей совпадает с направлением волокон средней части мышцы. Таким образом, напрягаясь целиком, эта мышца производит отведение плеча.

Мышца имеет многочисленные соединительнотканые прослойки, по отношению к которым отдельные ее пучки идут под некоторым углом. Эта особенность строения относится главным образом к средней части мышцы, делает ее многоперистой и способствует увеличению подъемной силы.

При сокращении дельтовидная мышца вначале несколько поднимает плечевую кость, отведение же этой кости наступает после того, как ее головка упирается в свод плечевого сустава. Когда тонус этой мышцы очень велик, плечо при спокойном стоянии несколько отведено. Поскольку мышца прикрепляется к дельтовидной бугристости, располагающейся снаружи и спереди в верхней половине плечевой кости, она может участвовать также и во вращении ее вокруг вертикальной оси, а именно: передняя, ключичная, часть мышцы не только поднимает руку вперед (сгибание), но и пронирует ее, а задняя часть не только разгибает, но и супинирует. Если передняя часть дельтовидной мышцы работает совместно со средней, то по правилу параллелограмма сил мышца сгибает и несколько отводит руку. Если же средняя часть работает совместно с задней, то происходит одновременно разгибание и отведение руки. Плечо силы этой мышцы, при котором ей приходится работать, меньше, чем плечо силы тяжести.

Дельтовидная мышца в значительной мере способствует укреплению плечевого сустава. Образую ярко выраженную выпуклость, она обуславливает форму всей области сустава. Между дельтовидной и большой грудной мышцами находится хорошо видная на коже борозда. Зад-

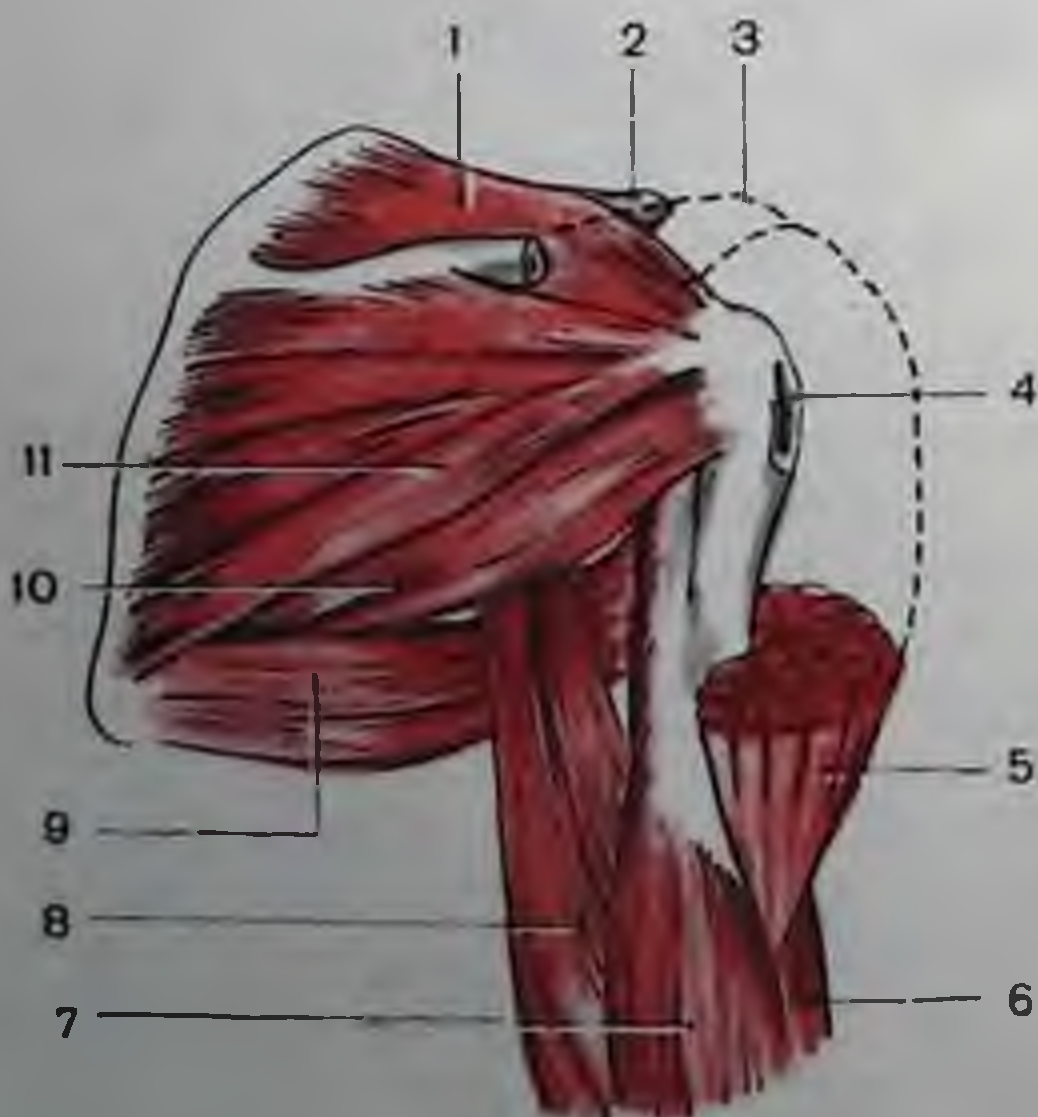


Рис. 126.

Мышцы пояса верхней конечности (вид сзади):

1 — надостная м.; 2 — клювовидный отросток; 3 — контур акромиального отростка; 4 — синовиальная сумка под дельтовидной м.; 5 — дельтовидная м.; 6 — двуглавая м. плеча; 7 — латеральная головка трехглавой м. плеча; 8 — длинная головка трехглавой м. плеча; 9 — большая круглая м.; 10 — малая круглая м.; 11 — подостная м.

ний край дельтовидной мышцы также легко может быть определен на живом человеке.

Надостная мышца (*m. supraspinatus*) имеет трехгранную форму и находится в надостной ямке лопатки. Она начинается от этой ямки и покрывающей ее фасции и прикрепляется к большому бугорку плечевой кости, а также отчасти к капсуле плечевого сустава (рис. 126).

Функция мышцы заключается в отведении плеча и натягивании суставной капсулы плечевого сустава при этом движении.

На живом человеке эта мышца не видна, так как покрыта другими мышцами (трапециевидной, дельтовидной), но прощупать ее, когда она находится в сокращенном состоянии, можно (через трапециевидную мышцу).

Подостная мышца (*m. infraspinatus*) расположена в подостной ямке лопатки, от которой она начинается. Кроме того, местом начала этой мышцы на лопатке служит хорошо развитая подостная фасция. Прикрепляется подостная мышца к большому бугорку плечевой кости, будучи отчасти прикрытой трапециевидной и дельтовидной мышцами.

Функция подостной мышцы заключается в приведении, супинации и разгибании плеча в плечевом суставе. Так как эта мышца отчасти прикрепляется к капсуле плечевого сустава, то она при супинации плеча одновременно ее оттягивает и предохраняет от ущемления.

Малая круглая мышца (*m. teres minor*) составляет, по сути дела, нижнюю часть предыдущей мышцы. Она начинается от лопатки и прикрепляется к большому бугорку плечевой кости. Функция ее состоит в том, что она способствует приведению, супинации и разгибанию плеча.

Большая круглая мышца (*m. teres major*) начинается от нижнего угла лопатки и прикрепляется к гребешку малого бугорка плечевой кости. По своей форме мышца является скорее четы-

Рис. 127.

Мышцы пояса верхней конечности (вид спереди)

1 — медиальный угол лопатки; 2 — подлопаточная м.; 3 — трехстороннее отверстие; 4 — большая круглая м.; 5 — длинная головка трехглавой м. плеча; 6 — четырехстороннее отверстие



рехугольной, чем круглой, но на живом человеке при сокращении она выступает действительно в виде возвышения округлой формы. На поперечном разрезе эта мышца имеет также несколько округлую форму.

Ф у н к ц и я большой круглой мышцы заключается в приведении, пронации и разгибании плеча. По своему происхождению, равно как и по функции, она тесно связана с широчайшей мышцей спины.

Подлопаточная мышца (*m. subscapularis*) находится на передней поверхности лопатки, заполняя подлопаточную ямку, от которой и **н а ч и н а е т с я** (рис. 127). Она **п р и к р е п л я е т с я** к малому бугорку плечевой кости.

Ф у н к ц и я подлопаточной мышцы заключается в том, что, работая совместно с предыдущими мышцами, она приводит плечо; действуя же изолированно, является его пронатором. Частично эта мышца прикрепляется к капсуле плечевого сустава, которую оттягивает во время пронации плеча. Являясь многоперистой, подлопаточная мышца обладает значительной подъемной силой.

МЫШЦЫ СВОБОДНОЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

В зависимости от расположения мышц свободной верхней конечности их разделяют на три топографо-анатомические группы: *мышцы плеча, мышцы предплечья и мышцы кисти.*

Мышцы плеча

Мышцы плеча, в свою очередь, делятся на две группы. **П е р е д н ю ю г р у п п у** составляют мышцы-сгибатели: *клювовидно-плечевая мышца, плечевая мышца и двуглавая мышца плеча.* **К з а д н е й г р у п п е** относятся мышцы-разгибатели: *трехглавая мышца плеча и локтевая мышца* (рис. 128, 129).



Рис. 128.

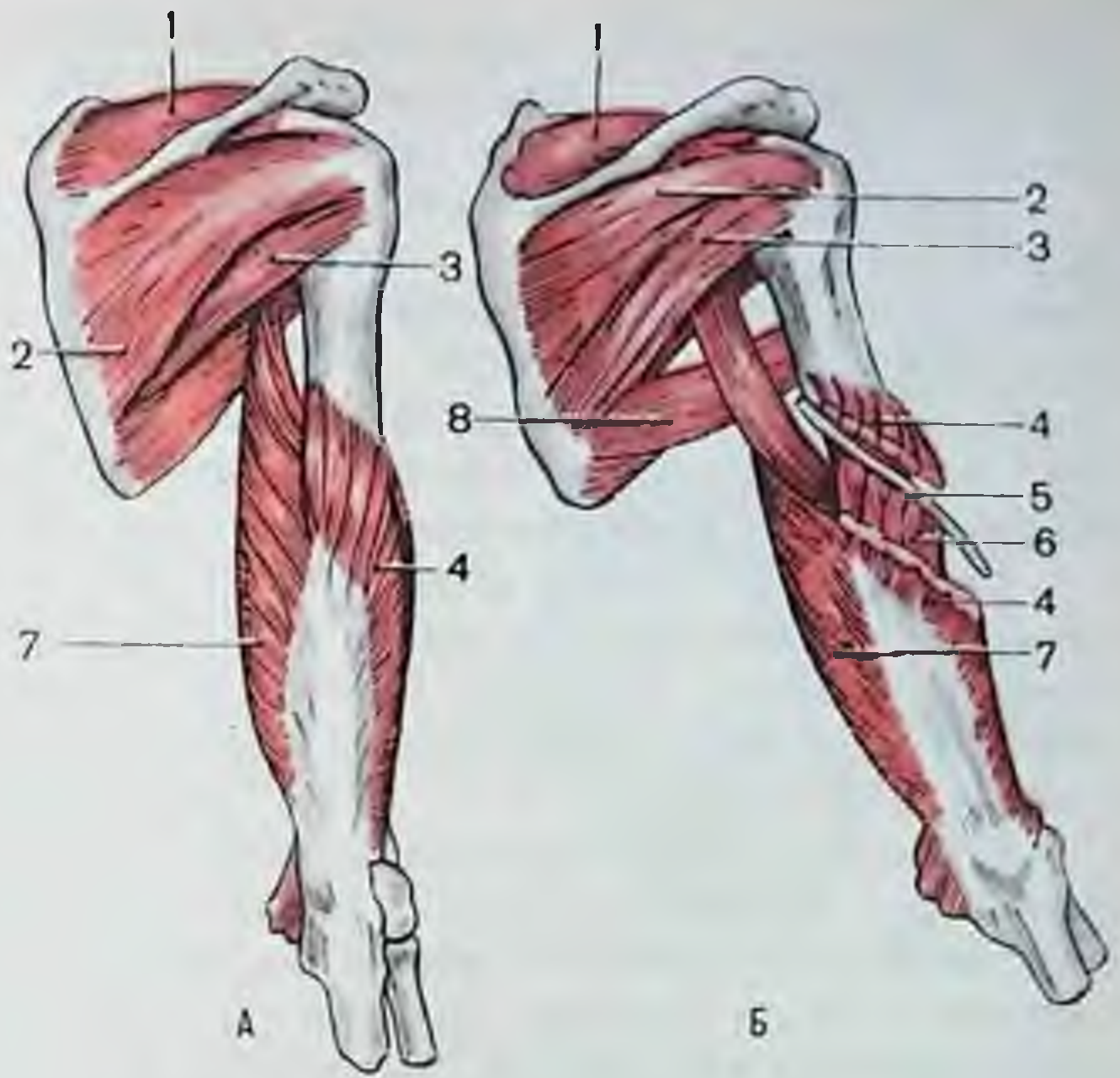
Мышцы верхней конечности (слева — наружная поверхность плеча и тыльная поверхность предплечья и кисти; справа — внутренняя поверхность плеча и передняя поверхность предплечья):

1 — дельтовидная м.; 2 — двуглавая м. плеча; 3 — плечевая м.; 4 — плече-лучевая м.; 5 — длинный и 6 — короткий лучевые разгибатели запястья; 7 — разгибатель пальцев; 8 — длинная м., отводящая большой палец; 9 — короткий разгибатель большого пальца; 10 — длинный разгибатель большого пальца; 11 — первая тыльная межпозвонковая м.; 12 — короткий сгибатель большого пальца; 13 — короткая ладонная м.; 14 — лучевой сгибатель запястья; 15 — длинная ладонная м.; 16 — круглый пронатор; 17 — большая грудная м.; 18 — широчайшая м. спины; 19 — трехглавая м. плеча; 20 — локтевой сгибатель запястья; 21 — локтевой разгибатель запястья; 22 — локтевая м. (ориг. по М. Ф. Иванецкого)

Рис. 129.

Мышцы пояса верхней конечности и плеча. Вид сзади (А — плечо приведено, Б — плечо отведено):

1 — надостная м.; 2 — подостная м.; 3 — малая круглая м.; 4 — латеральная головка трехглавой м. плеча; 5 — лучевой нерв, проходящий в плече-мышечном канале; 6 — медиальная головка трехглавой м. плеча; 7 — длинная головка трехглавой м. плеча; 8 — большая круглая м. (по В. И. Тонкову)



Клювовидно-плечевая мышца (*m. coracobrachialis*) начинается от клювовидного отростка лопатки, срастаясь с короткой головкой двуглавой мышцы плеча и малой грудной мышцей, а прикрепляется к плечевой кости на уровне верхнего края плечевой мышцы. Функция клювовидно-плечевой мышцы заключается в сгибании плеча, а также отчасти в его приведении и пронации.

Плечевая мышца (*m. brachialis*) начинается от нижней половины передней поверхности плечевой кости и от межмышечных перегородок плеча, а прикрепляется к бугристости локтевой кости и ее венечному отростку. Плечевая мышца покрыта спереди двуглавой мышцей плеча.

Функция плечевой мышцы состоит в ее участии в сгибании предплечья.

Двуглавая мышца плеча (*m. biceps brachii*) имеет две головки, начинающиеся на лопатке от надсуставного бугорка (длинная головка) и от клювовидного отростка (короткая головка) (см. рис. 128). Мышца прикрепляется на предплечье к бугристости лучевой кости и к фасции предплечья. Она принадлежит к числу двусуставных мышц. По отношению к плечевому суставу двуглавая мышца плеча является сгибателем плеча, а по отношению же к локтевому — сгибателем и супинатором предплечья.

Так как две головки двуглавой мышцы плеча, длинная и короткая, прикрепляются к лопатке на некотором расстоянии друг от друга, то функции их в отношении движения плеча неодинаковы: длинная головка сгибает и отводит плечо, короткая — сгибает и приводит его.

В отношении предплечья двуглавая мышца плеча является мощным сгибателем, так как имеет значительно большее, чем плечевая мышца, плечо силы, и, кроме того, супинатором, гораздо более сильным, чем

собственно супинатор предплечья. Супинаторная функция двуглавой мышцы несколько уменьшается в связи с тем, что своим апоневрозом мышца переходит в фасцию предплечья.

Двуглавая мышца плеча расположена на передней его поверхности непосредственно под кожей и собственной фасцией; мышца легко прощупывается как в своей мышечной части, так и в сухожильной, в месте прикрепления к лучевой кости. Особенно заметно под кожей сухожилие этой мышцы при согнутом положении предплечья. Под наружным и внутренним краями двуглавой мышцы плеча хорошо заметны *медиальная и латеральная плечевые борозды*.

Трехглавая мышца плеча (*m. triceps brachii*) расположена на задней поверхности плеча, имеет три головки и является двусуставной мышцей (см. рис. 129). Она участвует в движениях как плеча, так и предплечья, вызывая разгибание и приведение в плечевом суставе и разгибание — в локтевом.

Длинная головка трехглавой мышцы *начинается* от подсуставного бугорка лопатки, а *медиальная и латеральная головки* — от задней поверхности плечевой кости (медиальная — ниже, а латеральная — выше борозды лучевого нерва) и от внутренней и наружной межмышечных перегородок. Все три головки сходятся вместе к одному сухожилию, которое, заканчиваясь на предплечье, *прикрепляется* к локтевому отростку локтевой кости.

Эта крупная мышца лежит поверхностно под кожей. По сравнению со своими антагонистами, сгибателями плеча и предплечья, она более слабая.

Между медиальной и латеральной головками трехглавой мышцы плеча, с одной стороны, и плечевой костью, с другой, находится *плече-мышечный канал*; в нем проходят лучевой нерв и глубокая артерия плеча.

Локтевая мышца *начинается* от латерального надмыщелка плечевой кости и лучевой коллатеральной связки, а также от фасции; *прикрепляется* она к верхнему отделу задней поверхности и отчасти к локтевому отростку локтевой кости в ее верхней четверти. *Функция* мышцы заключается в разгибании предплечья.

Рассматривая все мышцы, расположенные в области плечевого сустава, нетрудно заметить, что внутри и снизу от него мышц нет. Вместо них есть углубление, называемое *подмышечной полостью*, которая имеет важное топографическое значение, так как в ней проходят сосуды и нервы к верхней конечности.

Подмышечная полость по форме своей несколько напоминает пирамиду, обращенную основанием книзу и кнаружи, а вершиной — кверху и кнутри. Она имеет три стенки, из которых передняя образована большой и малой грудными мышцами, задняя — подлопаточной, большой круглой мышцами и широчайшей мышцей спины, медиальная — передней зубчатой мышцей. В углублении между передней и задней стенками проходят мышцы: клювовидно-плечевая и короткая головка двуглавой мышцы плеча. Подмышечная полость у вершины своей имеет щель, расположенную между первым ребром и ключицей (подключичной мышцей). Когда плечо отведено, то хорошо видна под-

мышечная ямка, соответствующая местоположению подмышечной полости. Особенно хорошо ямка обозначается, если мышцы напряжены (рис. 130). Во время приведения плеча она сглаживается.

Мышцы предплечья

Мышцы предплечья делятся на две группы: переднюю составляют сгибатели предплечья, кисти и пальцев, а также пронаторы предплечья; заднюю — разгибатели предплечья, кисти и пальцев, а также супинатор предплечья. Эти группы мышц имеют *поверхностный и глубокий слои*.

К поверхностному слою передней группы мышц относятся: *круглый пронатор, лучевой сгибатель кисти, локтевой сгибатель кисти, длинная ладонная мышца и поверхностный сгибатель пальцев*, а к глубокому слою — *глубокий сгибатель пальцев, длинный сгибатель большого пальца и квадратный пронатор*.

Круглый пронатор (*m. pronator teres*) идет наискось сверху и снизу и наружу. Он *начинается* от медиального надмыщелка плечевой кости и отчасти от венечного отростка локтевой кости, а *прикрепляется* к наружной и передней поверхностям лучевой кости в области ее середины (рис. 131).

Функция этой мышцы состоит в том, что она участвует в сгибании и пронации предплечья. Если при напряжении мышцы пронация невозможна из-за работы антагонистов (супинаторов), а для сгибания препятствия со стороны разгибателей предплечья нет, то эта мышца работает как сгибатель. В противоположном случае она работает как пронатор.

Круглый пронатор ограничивает снаружи локтевую ямку, наружной границей которой является плече-лучевая мышца. Дно ямки составляет плечевая мышца. В локтевой ямке прощупывается сухожилие двуглавой мышцы плеча.

Лучевой сгибатель запястья (*m. flexor carpi radialis*) идет от плечевой кости и частично от фасции предплечья. Эта мышца имеет веретенообразную форму и лежит поверхностно под кожей; в нижней трети предплечья легко прощупывается ее сухожилие. *Начинаясь* от медиального надмыщелка плеча и его внутренней межмышечной перегородки, она проходит на кисть под связкой — удерживателем сгибателей и *прикрепляется* к основанию второй пястной кости.



Рис. 130.

Подмышечная полость (ориг. М. Ф. Иваницкого)



Рис. 131.

Поверхностные передние мышцы предплечья:

1 — двуглавая м. плеча; 2 — плечевая м.; 3 — круглый пронатор; 4 — апоневроз двуглавой м. плеча; 5 — лучевой сгибатель запястья; 6 — длинная ладонная м.; 7 — локтевой сгибатель запястья; 8 — поверхностный сгибатель пальцев; 9 — гороховидная кость; 10 — короткая ладонная м.; 11 — ладонный апоневроз; 12 — короткий сгибатель большого пальца; 13 — короткая м., отводящая большой палец; 14 — длинный сгибатель большого пальца кисти; 15 — короткий лучевой разгибатель запястья; 16 — длинный лучевой разгибатель запястья; 17 — плече-лучевая м.; 18 — плечевая м. (по С. С. Михайлову)

Функция лучевого сгибателя запястья определяется тем, что он является многосуставной мышцей, участвующей не только в движениях луче-запястного и запястно-пястного суставов, но также и в сгибании предплечья в локтевом суставе. Ввиду того что лучевой сгибатель запястья проходит по предплечью наискось, сверху вниз и снаружи, он является также отчасти пронатором предплечья и кисти.

Локтевой сгибатель запястья (*m. flexor carpi ulnaris*) имеет две головки — плечевую и локтевую. Первая начинается от медиального надмышелка плечевой кости, а вторая — от локтевой кости и фасции предплечья. Своим дистальным концом мышца доходит до гороховидной кости и прикрепляется к ней. В свою очередь, связки от гороховидной кости к крючковидной и к пятой пястной костям являются как бы продолжением тяги этой мышцы. Гороховидная кость способствует увеличению плеча силы локтевого сгибателя запястья, а следовательно, и момента вращения его как сгибателя всей кисти.

Длинная ладонная мышца не является постоянной и в некоторых случаях может отсутствовать. Начинаясь от медиального надмышелка плечевой кости и от фасции предплечья, она располагается на его передней стороне настолько поверхностно, что при сокращении нетрудно ее видеть под кожей и прощупать ее сухожилие. Она имеет узкую веретенообразную форму и очень длинное сухожилие, которое, переходя на ладонную поверхность

кисти, продолжается в ладонный апоневроз. При своем сокращении мышца натягивает ладонный апоневроз и участвует в сгибании кисти.

Поверхностный сгибатель пальцев (*m. flexor digitorum superficialis*) **н а ч и н а е т с я** от медиального надмыщелка плечевой кости, а также от локтевой и лучевой костей и имеет две *головки* — *плече-локтевую* и *лучевую*. Эта мышца находится в промежутке между локтевым и лучевым сгибателями запястья и несколько прикрыта ими, а также длинной ладонной мышцей, плече-лучевой мышцей и круглым пронатором. Поверхностный сгибатель пальцев имеет четыре сухожилия, идущих ко второму, третьему, четвертому и пятому пальцам (рис. 132, А). Таким образом, он, по сути дела, состоит из четырех отдельных мышц, имеющих общее место начала и разные места прикрепления. Сухожилия этой мышцы проходят на кисть через канал запястья, расположенный под связкой — *удерживателем сгибателей*, и **п р и к р е п л я ю т с я**, расщепляясь каждое на две ножки, у боковых поверхностей средних фаланг второго—пятого пальцев.

Ф у н к ц и я поверхностного сгибателя пальцев заключается в сгибании средних фаланг. Являясь многосуставной мышцей, он вызывает также сгибание во всех суставах кисти, кроме дистальных межфаланговых. Ввиду того что сухожилия этой мышцы, пройдя через запястный канал, расходятся в стороны к пальцам, сгибание их сопровождается приведением к среднему пальцу. Плече-локтевая головка поверхностного сгибателя пальцев, идущая от плечевой кости, расположена впереди от локтевого сустава и имеет, таким образом, некоторый момент вращения как сгибатель предплечья.

При разогнутом предплечье тонус этой мышцы, в частности ее плече-локтевой головки, больше, а при согнутом меньше. При разгибании кисти одновременно происходит растягивание мышцы, благодаря чему ее тонус повышается. Этим можно объяснить то известное явление, что при разогнутой кисти произвести полное разгибание пальцев значительно труднее, чем при согнутой.

Глубокий сгибатель пальцев (*m. flexor digitorum profundus*) расположен глубже всех сгибателей запястья и пальцев и лежит непосредственно на передней поверхности локтевой кости и на квадратном пронаторе. Он **н а ч и н а е т с я** от двух верхних третей ладонной поверхности локтевой кости и отчасти от межкостной перепонки. Глубокий сгибатель пальцев, подобно поверхностному сгибателю, имеет мышечное брюшко, от которого через канал запястья идут четыре сухожилия к пальцам. Эти сухожилия проходят через расщепления сухожилий поверхностного сгибателя пальцев и **п р и к р е п л я ю т с я** к основанию дистальных фаланг второго—пятого пальцев (рис. 132, Б).

Ф у н к ц и я глубокого сгибателя пальцев заключается в том, что он производит сгибание во всех суставах кисти, поскольку является многосуставной мышцей. В отличие от поверхностного сгибателя он сгибает также и дистальные фаланги. Однако изолированно сгибать только дистальные фаланги могут немногие лица. Обычно это возможно при фиксации средних фаланг.

Сухожилия глубокого сгибателя пальцев, как и сухожилия поверхностного сгибателя, расходятся на кисти веерообразно по направлению

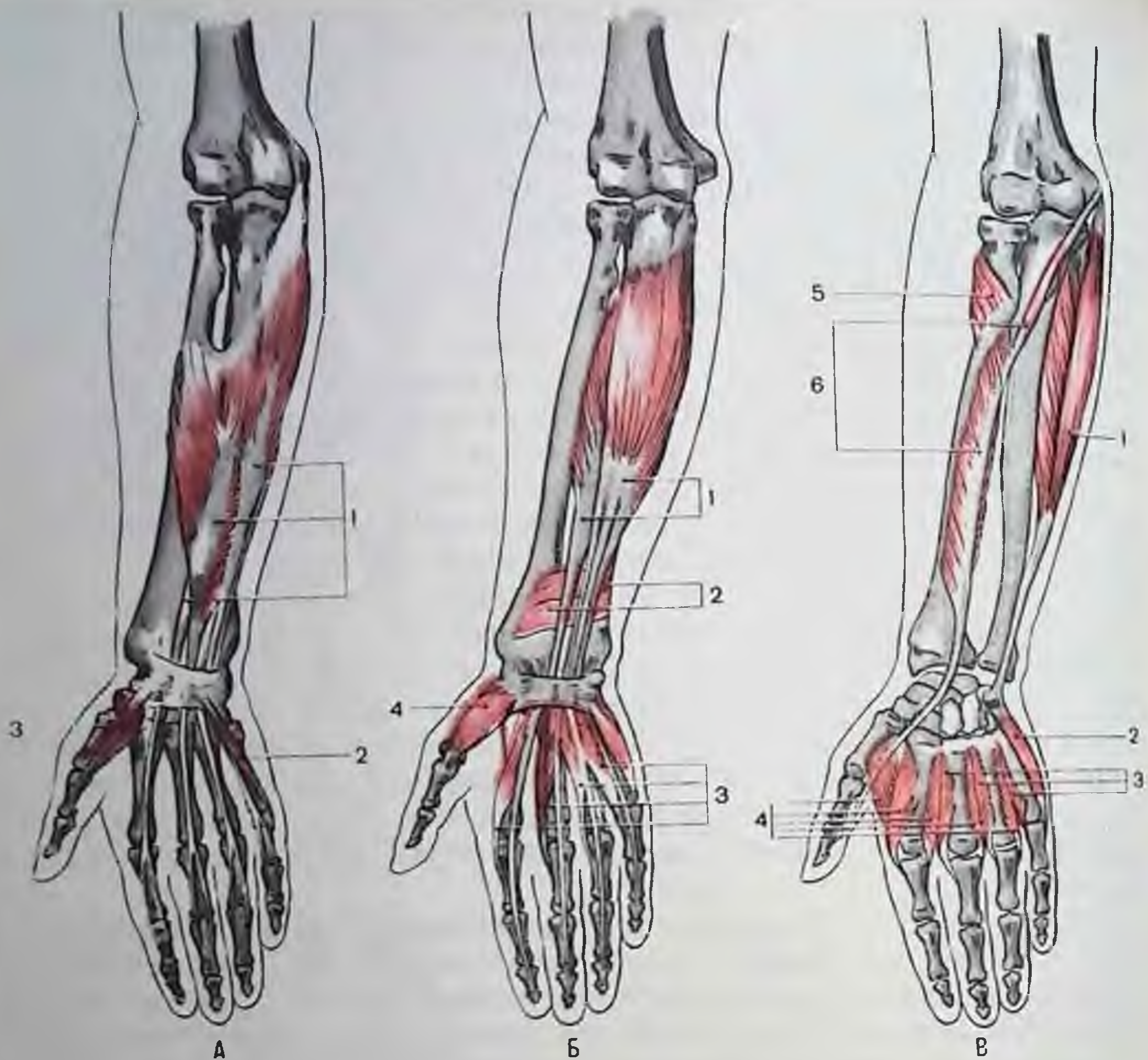


Рис. 132.

Глубокие передние мышцы предплечья и мышцы кисти:

А. 1 — поверхностный сгибатель пальцев кисти; 2 — короткий сгибатель мизинца; 3 — короткий сгибатель большого пальца.

Б. 1 — глубокий сгибатель пальцев; 2 — квадратный пронатор; 3 — червеобразные м. м.; 4 — м., противопоставляющая большой палец.

В. 1 — локтевой сгибатель запястья; 2 — м., отводящая мизинец; 3 — ладонные межкостные м. м.; 4 — тыльные межкостные м. м.; 5 — мышца-супинатор; 6 — длинный сгибатель большого пальца кисти (ориг. М. Ф. Извинского)

к пальцам, в силу чего эта мышца не только сгибает пальцы, но и приводит их. Приведение особенно хорошо заметно, если сгибать разведенные пальцы.

Длинный сгибатель большого пальца (*m. flexor pollicis longus*) — одноперистая мышца, имеющая веретенообразную форму. Мышца начинается от ладонной поверхности лучевой кости. Сухожилие этой мышцы проходит через канал запястья в отдельном синовиальном влагалище и доходит до дистальной фаланги большого пальца, к которой и прикрепляется (рис. 132, В). Функция длинного сгибателя большого пальца заключается в том, что он производит сгибание во всех суставах, около которых проходит, и, в частности, сгибает дистальную фалангу большого пальца.

Квадратный пронатор (*m. pronator quadratus*) **н а ч и н а е т с я** от переднего края локтевой кости, а **п р и к р е п л я е т с я** к переднему краю и передней поверхности лучевой кости (см. рис. 132, Б). Мышца расположена непосредственно на костях предплечья, в нижней трети, и относится к наиболее глубоко лежащим мышцам его передней поверхности.

З а д н я я г р у п п а м ы ш ц предплечья включает: *плече-лучевую мышцу, длинный и короткий лучевые разгибатели запястья, локтевой разгибатель запястья, разгибатель пальцев и разгибатель мизинца (поверхностный слой), разгибатель указательного пальца, длинную мышцу, отводящую большой палец, длинный и короткий разгибатели большого пальца, мышцу-супинатор (глубокий слой).*

Плече-лучевая мышца (*m. brachioradialis*), хотя и располагается на передне-латеральной поверхности предплечья и участвует в его сгибании, относится к задней группе, поскольку имеет общее развитие с мышцами этой группы. Плече-лучевая мышца **н а ч и н а е т с я** от плечевой кости выше ее латерального надмыщелка и от наружной межмышечной перегородки, а **п р и к р е п л я е т с я** над латеральным шиловидным отростком к лучевой кости, занимая наружный отдел передней поверхности предплечья (рис. 133). Она имеет продолговатую веретенообразную форму и при сгибании предплечья, особенно если это движение происходит во время преодоления какого-либо сопротивления, отчетливо выступает и хорошо прощупывается под кожей. **Ф у н к ц и я** этой мышцы заключается в том, что она является не только сгибателем предплечья, но и участвует в супинации его, если оно пронировано. Если же предплечье супинировано, эта мышца, сокращаясь, его пронирует.

Длинный лучевой разгибатель запястья (*m. extensor carpi radialis longus*) расположен поверхностно под кожей и при своем сокращении нередко бывает хорошо виден. Он **н а ч и н а е т с я** от латерального края плечевой кости, наружной межмышечной перегородки и наружного надмыщелка. Эта мышца еще на предплечье идет под мышцами, направляющимися к большому пальцу, проходит под связкой — удерживателем разгибателей и сухожилием длинного разгибателя большого пальца; **п р и к р е п л я е т с я** к основанию второй пястной кости (рис. 138). Ввиду того что равнодействующая этой мышцы проходит очень близко от поперечной оси локтевого сустава (спереди от нее), ее участие в сгибании предплечья незначительно.

Ф у н к ц и я длинного лучевого разгибателя запястья заключается в том, что он является сильным разгибателем кисти. Работая изолированно, она производит ее разгибание и некоторое отведение.

Короткий лучевой разгибатель запястья (*m. extensor carpi radialis brevis*) расположен несколько сзади от длинного лучевого разгибателя, **н а ч и н а е т с я** от латерального надмыщелка плечевой кости и от фасции предплечья, **п р и к р е п л я е т с я** к основанию третьей пястной кости. Эта мышца, как и длинный разгибатель, проходит под длинными мышцами, идущими к большому пальцу. **Ф у н к ц и я** короткого разгибателя состоит в том, что он не только разгибает кисть, но и одновременно отводит ее. Однако по сравнению с

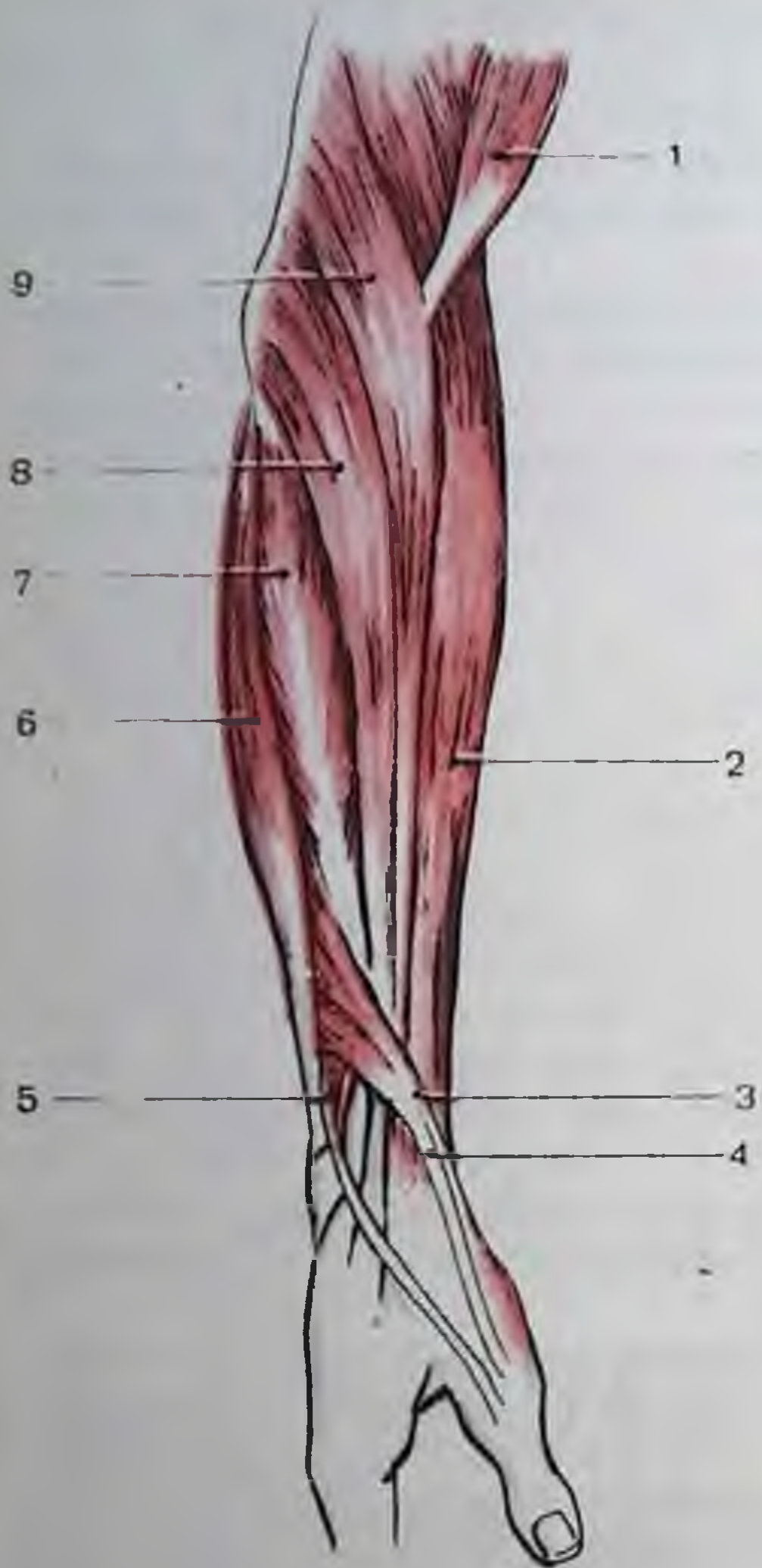


Рис. 133.
Мышцы лучевой стороны предплечья (вид сбоку):

1 — двуглавая м. плеча; 2 — поверхностный сгибатель пальцев; 3 — длинная м., отводящая большой палец; 4 — короткий разгибатель большого пальца; 5 — длинный разгибатель большого пальца; 6 — разгибатель пальцев; 7 — короткий лучевой разгибатель запястья; 8 — длинный лучевой разгибатель запястья; 9 — плече-лучевая мышца (по М. Г. Привесу)

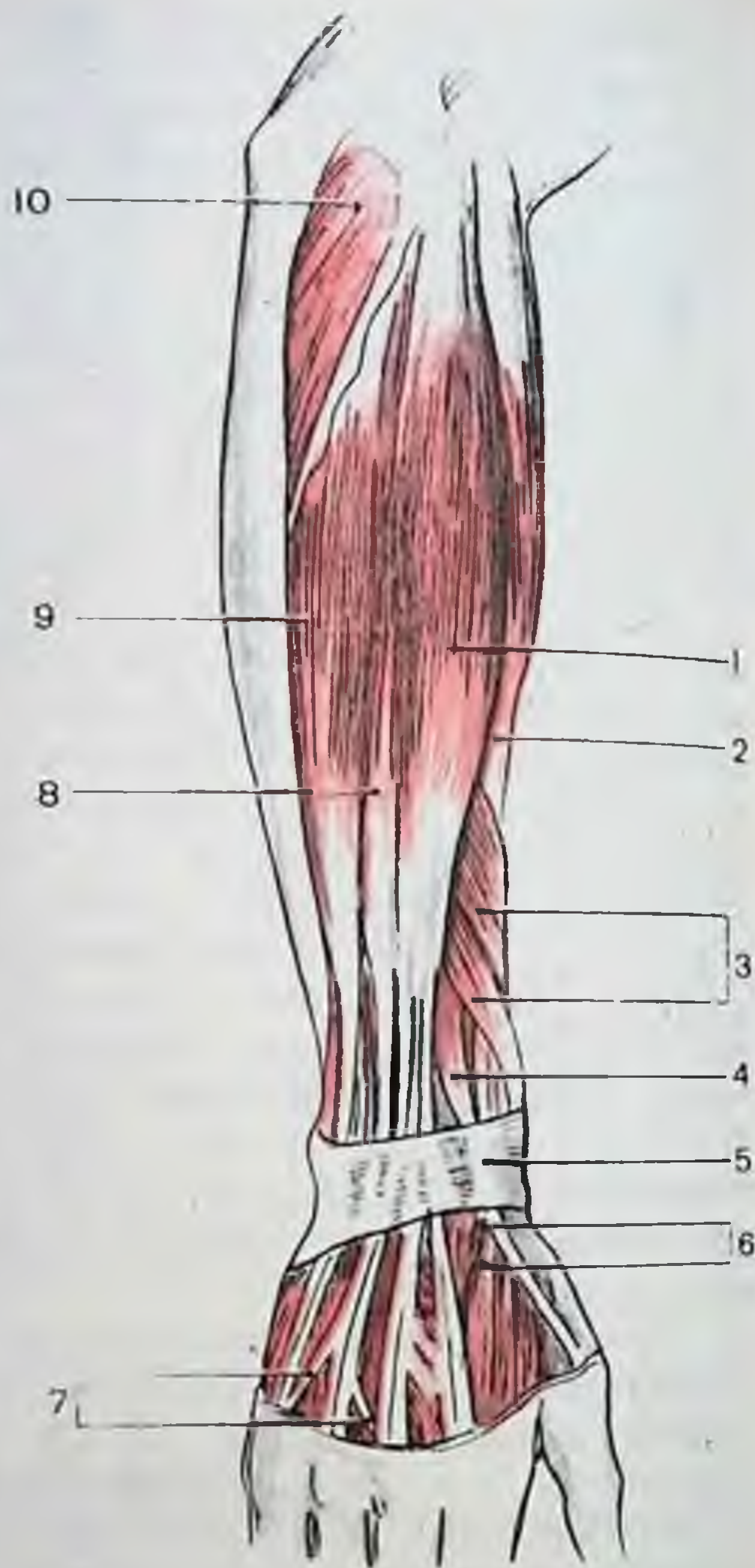


Рис. 134.
Мышцы задней поверхности предплечья:

1 — разгибатель пальцев; 2 — короткий лучевой разгибатель запястья; 3 — длинная м., отводящая большой палец; 4 — длинный разгибатель большого пальца; 5 — удерживатель разгибателей; 6 — сухожилия длинного и короткого лучевых разгибателей запястья; 7 — перемычки между сухожилиями разгибателя пальцев; 8 — разгибатель мизинца; 9 — локтевой разгибатель запястья; 10 — локтевая м.

длинным разгибателем момент вращения короткого разгибателя как мышцы, отводящей кисть, гораздо меньше, так как его равнодействующая проходит значительно ближе к переднезадней оси лучезапястного сустава.

Локтевой разгибатель запястья (*m. extensor carpi ulnaris*) начинается от латерального надмыщелка плечевой кости, лучевой коллатеральной связки и фасции предплечья. Спускаясь на кисть, мышца идет в борозде между головкой локтевой кости и медиальным шиловидным отростком и прикрепляется к основанию пятой

пястной кости (рис. 134). Эта мышца на всем своем протяжении прилежит к локтевой кости и при тонкой коже и хорошем развитии мускулатуры может быть хорошо видна и легко прощупываться. В отношении локтевого сустава она имеет незначительный момент вращения. Ф у н к ц и я мышцы заключается в разгибании и приведении кисти.

Разгибатель пальцев (*m. extensor digitorum*) расположен поверхностно на задней стороне предплечья (см. рис. 134). Он **н а ч и н а е т с я** от латерального надмыщелка плечевой кости, лучевой коллатеральной связки, кольцевой связки лучевой кости и фасции предплечья; на середине предплечья переходит в сухожилия, идущие под связкой — удерживателем разгибателей. Эти сухожилия направляются к тыльной поверхности основных фаланг второго—пятого пальцев. Каждое сухожилие, в свою очередь, имеет три ножки, из которых средняя прикрепляется к средней фаланге, а две боковые доходят до дистальной фаланги пальцев. Разгибатель мизинца фактически является частью разгибателя пальцев и имеет общее с ним начало.

Если сгибать кисть, то пальцы одновременно разгибаются. Это обусловлено увеличением тонуса разгибателя пальцев по мере сгибания кисти. Всем известно, что согнутую в кулак кисть легче разогнуть, сгибая ее в лучезапястном суставе. При спокойном положении кисти, когда

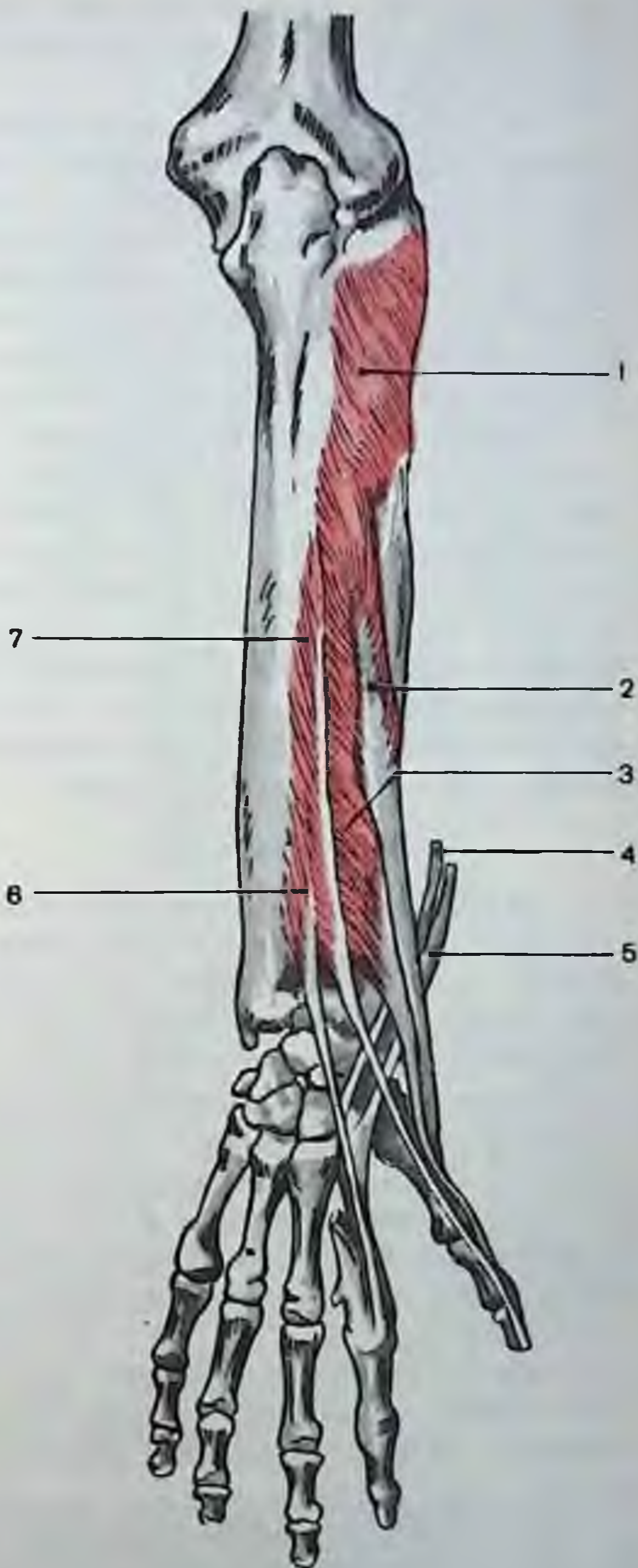


Рис. 135.

Глубокие мышцы задней поверхности предплечья:

1 — мышца-супинатор; 2 — длинная м., отводящая большой палец; 3 — короткий разгибатель большого пальца; 4 — сухожилие короткого лучевого разгибателя запястья; 5 — сухожилие длинного лучевого разгибателя запястья; 6 — разгибатель указательного пальца; 7 — длинный разгибатель большого пальца (по В. Н. Тонкопу)

руки опущены, пальцы обычно несколько согнуты. Это связано с меньшим тонусом разгибателей пальцев по сравнению с тонусом его антагонистов.

Разгибатель указательного пальца; длинная мышца, отводящая большой палец, а также *длинный и короткий разгибатели большого пальца* располагаются глубже и начинаются от тыльной поверхности локтевой кости и межкостной перепонки предплечья. Каждая мышца прикрепляется к фалангам соответствующего пальца, производя их разгибание, за исключением лишь длинной мышцы, отводящей большой палец, которая отводит его в сторону. Косвенно эти мышцы могут принимать участие в разгибании кисти.

Мышца-супинатор (*m. supinator*) лежит непосредственно на костях предплечья и со всех сторон закрыта другими мышцами. Поэтому контуры ее на живом человеке не видны. Она начинается от латеральной надмыщелки плечевой кости, кольцевой связки лучевой кости и локтевой кости, огибает лучевую кость в ее верхней трети и прикрепляется к этой кости между ее бугристостью и местом прикрепления круглого пронатора (рис. 135). Функция этой мышцы заключается в том, что она вызывает поворот лучевой кости наружу в проксимальном и дистальном луче-локтевых суставах и работает как супинатор предплечья.

Мышцы кисти

На кисти мышцы располагаются лишь на ладонной стороне. Здесь они образуют три группы: *среднюю* (в среднем отделе ладонной поверхности), *группу мышц большого пальца* и *группу мышц малого пальца* (рис. 136). Большое число коротких мышц на кисти обусловлено тонкой дифференцировкой движений пальцев.

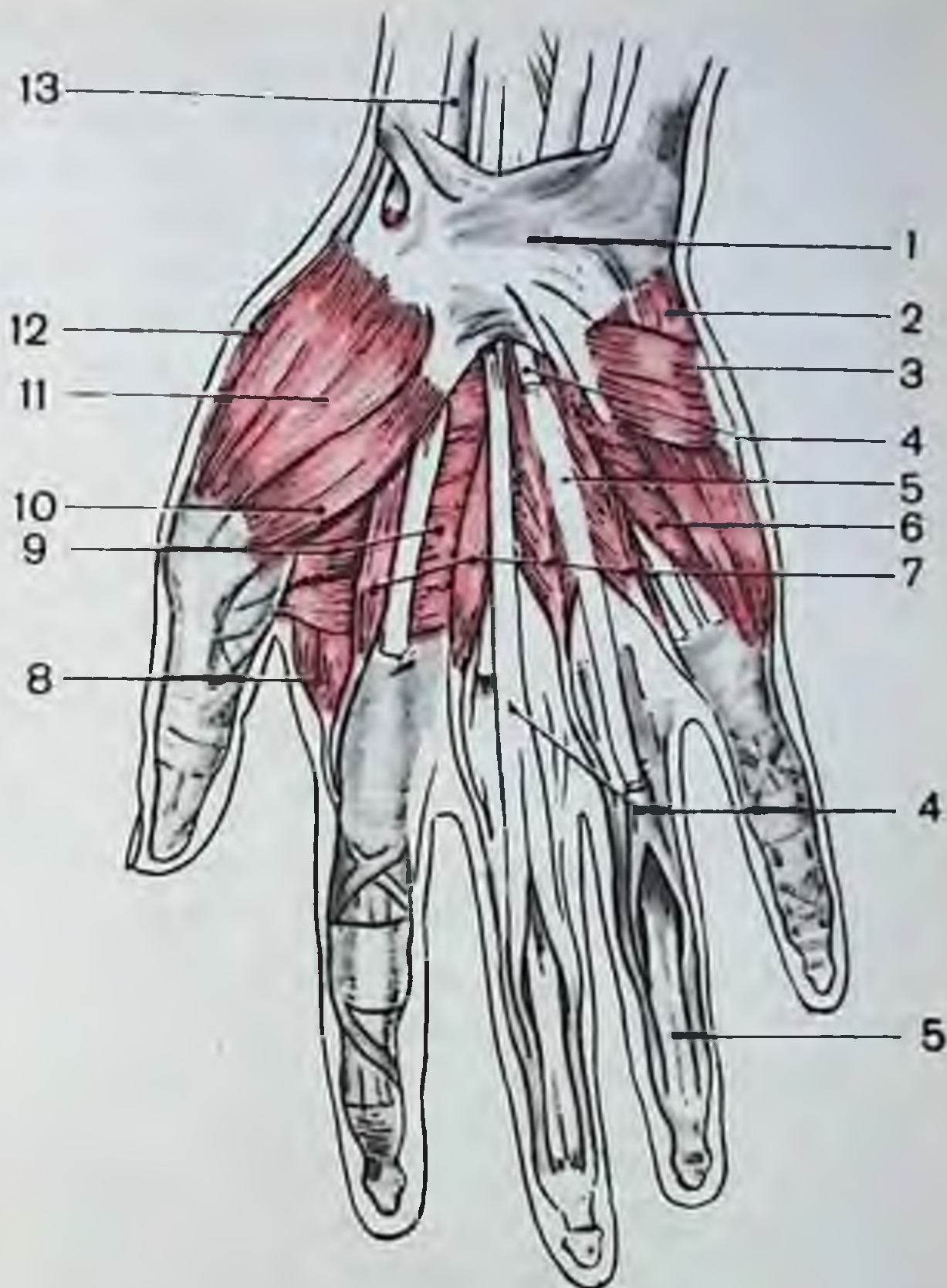
Средняя группа мышц кисти состоит из *червеобразных мышц*, которые начинаются от сухожилий глубокого сгибателя пальцев и прикрепляются к основанию проксимальных фаланг второго—пятого пальцев; *ладонных и тыльных межкостных мышц*, которые располагаются в межкостных промежутках между пястными костями и прикрепляются к основанию проксимальных фаланг второго—пятого пальцев. Функция мышц средней группы состоит в том, что они участвуют в сгибании проксимальных фаланг этих пальцев. Кроме того, ладонные межкостные мышцы приводят пальцы кисти к среднему пальцу, а тыльные межкостные мышцы разводят их в стороны.

Группа мышц большого пальца образует на кисти так называемое возвышение большого пальца. Они начинаются на близлежащих костях запястья и пясти. Среди них различают: *короткую мышцу, отводящую большой палец*, которая прикрепляется к его проксимальной фаланге; *короткий сгибатель большого пальца*, прикрепляющийся к наружной сесамовидной кости, расположенной у основания проксимальной фаланги большого пальца; *мышцу, противопоставляющую большой палец*, идущую к первой пястной кости; и *мышцу, приводящую большой палец*, которая прикрепляется к внутренней сесамовидной кости, расположенной у основания проксимальной фаланги

Рис. 136.

Мышцы ладонной поверхности кисти:

1 — удерживатель сгибателей; 2 — м., отводящая мизинец; 3 — короткая ладонная м.; 4 — поверхностный сгибатель пальцев (сухожилие, идущее к четвертому пальцу, частично удалено, под ним видно сухожилие глубокого сгибателя пальцев); 5 — сухожилие глубокого сгибателя пальцев; 6 — м., противопоставляющая мизинец; 7 — червеобразные м. м.; 8 — первая тыльная межкостная м.; 9 — м., приводящая большой палец; 10 — короткий сгибатель большого пальца; 11 — короткая м., отводящая большой палец; 12 — м., противопоставляющая большой палец; 13 — лучевой сгибатель запястья (ориг. М. Ф. Иваницкого)



большого пальца. Ф у н к ц и я этих мышц обозначена в названии каждой мышцы.

Группа мышц малого пальца образует возвышение на внутренней стороне ладони. К этой группе относятся: *короткая ладонная мышца; мышца, отводящая мизинец; короткий сгибатель мизинца и мышца, противопоставляющая мизинец*. Они начинаются от близлежащих костей запястья и прикрепляются к основанию проксимальной фаланги пятого пальца и пятой пястной кости. Их ф у н к ц и я определяется названием самих мышц.

ФАСЦИИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Вся верхняя конечность окружена под кожей общей очень тонкой *поверхностной фасцией*, полностью соответствующей форме конечности. Кроме того, каждая мышца верхней конечности имеет свою *собственную, или глубокую, фасцию*.

В большинстве случаев фасции одного отдела верхней конечности представляют собой непосредственное продолжение фасций другого отдела, с ним смежного.

Дельтовидная фасция своим поверхностным листком покрывает снаружи дельтовидную мышцу. Глубокий листок ее отделяет дельтовидную мышцу от капсулы плечевого сустава и от соседних мышц.

Надостная фасция натянута между краями надостной ямки и имеет только поверхностный листок, покрывающий надостную мышцу. *Подостная фасция*, прикрепляясь к краям подостной ямки, покрывает подостную и малую круглую мышцы. Подостная и надостная фасции служат местом начала названных мышц.

Подмышечная фасция выстилает одноименную ямку, переходя в дистальном направлении в *фасцию плеча*. Последняя образует два вместилища для мышц передней и задней поверхностей плеча. Между этими двумя группами мышц фасция плеча образует две плотные *межмышечные перегородки плеча* — *медиальную* и *латеральную*, которые не только отграничивают две названные группы мышц, но также служат местом их начала.

Фасция плеча непосредственно переходит в дистальном направлении в *фасцию предплечья*. Эта фасция в верхневнутреннем отделе предплечья имеет хорошо выраженный *апоневроз двуглавой мышцы плеча*, при помощи которого мышца частично прикрепляется к фасции предплечья. На задней поверхности верхней конечности локтевой отросток локтевой кости служит местом прикрепления двух фасций: сверху к нему подходит фасция плеча, а снизу — фасция предплечья. Поверхностные мышцы предплечья (как сгибатели, так и разгибатели) частично имеют местом своего начала фасцию предплечья.

Фасция предплечья не во всех местах выражена одинаково хорошо. Она имеет утолщение в нижней части предплечья, где образует укрепление для проходящих под ней сухожилий. Поперечные пучки фасции предплечья образуют в области луче-запястного сустава спереди и сзади утолщения, составляющие своего рода круговую связку запястья. Задняя часть ее называется *удерживателем разгибателей*, а передняя — *удерживателем сгибателей*.

Фасция предплечья в дистальном направлении переходит в фасцию кисти. На ладонной и тыльной сторонах кисти имеется тонкая фасция, которая покрывает межкостные мышцы, прикрепляясь к пястным костям. На середине ладонной стороны кисти находится *ладонный апоневроз*, имеющий форму треугольника, основание которого обращено в сторону пальцев, т. е. к головкам пястных костей, а вершина — в сторону предплечья. Ладонный апоневроз представляет собой крепкую сухожильную пластинку, однако по направлению кнутри и кнаружи, т. е. в сторону возвышений большого и малого пальцев, он истончается и переходит в тонкую фасцию, покрывающую мышцы этих возвышений.

Фиброзные и синовиальные влагалища сухожилий пальцев кисти. Связки удерживатель сгибателей и удерживатель разгибателей имеют большое значение для укрепления положения проходящих под ними сухожилий мышц, особенно при сгибании и разгибании кисти: сухожилия опираются на названные связки с их внутренней поверхности, причем связки предотвращают отхождение сухожилий от костей и при сильном сокращении мышц выдерживают значительное давление.

Скольжению сухожилий мышц, переходящих с предплечья на кисть, и уменьшению трения способствуют специальные сухожильные влагалища, представляющие собой *фиброзные* или *костно-фиброзные кана-*

лы, внутри которых находятся синовиальные влагалища, в некоторых местах выходящие за пределы этих каналов (рис. 137). Наибольшее число синовиальных влагалищ (6—7) расположено под удерживателем разгибателей. В образовании каналов участвуют локтевая и лучевая кости, имеющие борозды, соответствующие местам прохождения сухожилий мышц, и фиброзные перемычки, отделяющие один канал от другого, которые идут от удерживателя разгибателей к костям.

Ладонные синовиальные влагалища принадлежат проходящим в канале запястья сухожилиям сгибателей кисти и пальцев. Сухожилия поверхностного и глубокого сгибателей пальцев лежат в общем синовиальном влагалище, которое простирается до середины ладони, достигая дистальной фаланги лишь пятого пальца, а сухожилие длинного сгибателя большого пальца находится в обособленном синовиальном влагалище, которое переходит вместе с сухожилием на палец (рис. 138). В области ладони сухожилия мышц, идущих ко второму, третьему и четвертому пальцам, на некотором расстоянии лишены синовиальных влагалищ и получают их вновь на пальцах. Лишь сухожилия, направляющиеся к пятому пальцу, имеют синовиальное влагалище, которое является продолжением общего синовиального влагалища для сухожилий сгибателей пальцев кисти.

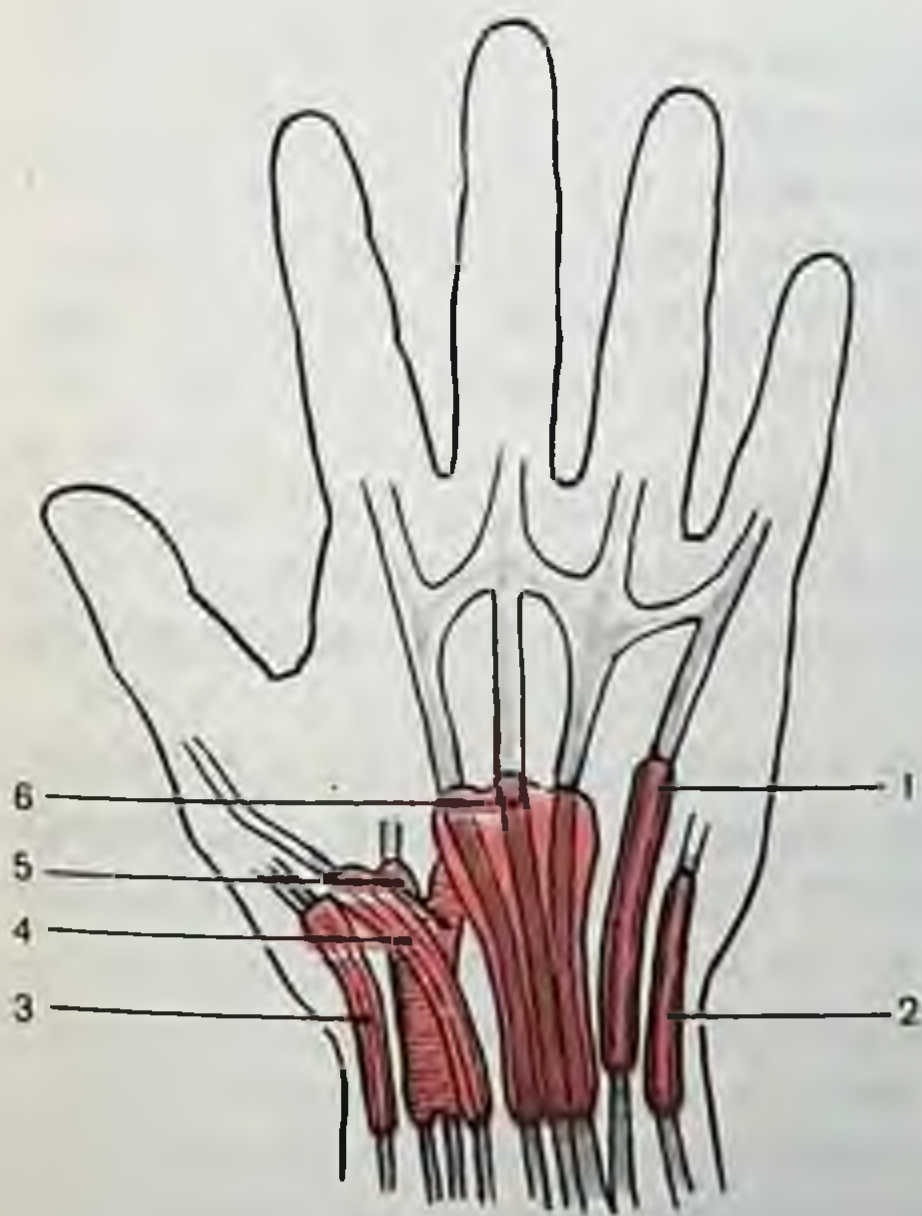


Рис. 137.
Расположение синовиальных влагалищ на тыльной поверхности правой кисти:

1 — влагалище сухожилия разгибателя мизинца, 2 — влагалище сухожилия локтевого разгибателя запястья, 3 — влагалище сухожилий длинной м., отводящей большой палец, и короткого разгибателя большого пальца; 4 — влагалище сухожилия длинного разгибателя большого пальца; 5 — влагалище сухожилий лучевых разгибателей запястья; 6 — влагалище сухожилий разгибателя пальцев и разгибателя указательного пальца

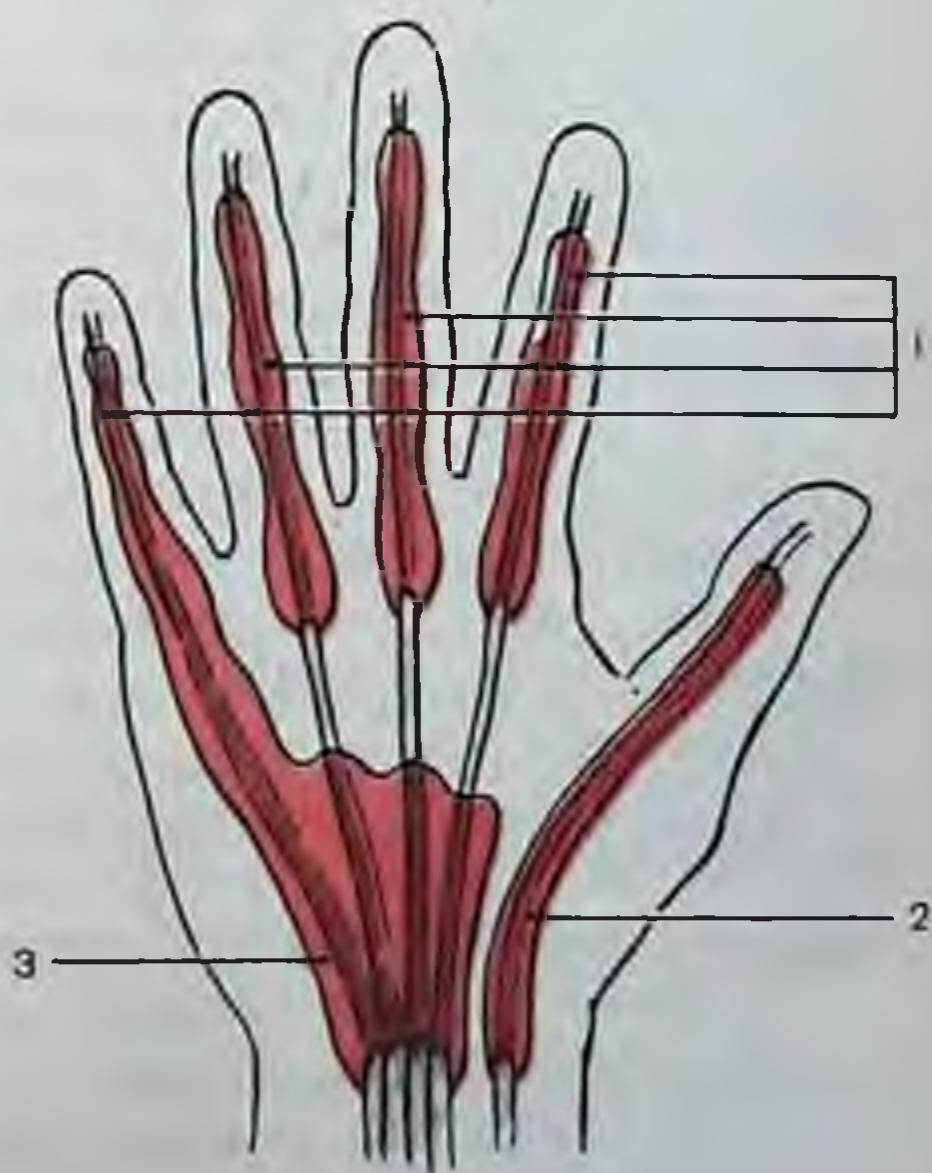


Рис. 138
Расположение синовиальных влагалищ на ладонной поверхности правой кисти:

1 — влагалища сухожилий поверхностного и глубокого сгибателей пальцев; 2 — влагалище сухожилия длинного сгибателя большого пальца; 3 — общее влагалище сухожилий сгибателей пальцев

ДВИЖЕНИЯ ПОЯСА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Пояс верхней конечности служит не только опорой верхней конечности, но и увеличивает ее подвижность своими движениями. В движениях пояса верхней конечности участвуют не только мышцы, имеющие здесь свои места прикрепления, но также большая грудная мышца и широчайшая мышца спины (через плечевую кость).

Все многообразие сложных движений пояса верхней конечности можно разложить на простые двигательные акты:

1) движения вперед и назад (первое сопровождается отведением лопатки от позвоночного столба, а второе — приведением ее);

2) поднимание и опускание лопатки и ключицы;

3) движение лопатки нижним углом внутрь и наружу;

4) круговое движение наружным концом ключицы и лопаткой.

Движение пояса верхней конечности вперед производят следующие мышцы:

1) большая грудная мышца (через плечевую кость);

2) малая грудная мышца;

3) передняя зубчатая мышца.

Движение пояса верхней конечности назад производят:

1) трапецевидная мышца,

2) большая и малая ромбовидные мышцы,

3) широчайшая мышца спины (через плечевую кость).

Поднимание пояса верхней конечности происходит при одновременном сокращении следующих мышц:

1) верхних пучков трапецевидной мышцы, которые тянут вверх наружный конец ключицы и плечевой отросток лопатки;

2) мышцы, поднимающей лопатку;

3) ромбовидных мышц, при разложении равнодействующей которых имеется некоторая составляющая, направленная кверху;

4) грудино-ключично-сосцевидной мышцы (при фиксированном положении головы и шеи).

Для движения пояса верхней конечности вниз достаточно расслабления мышц, поднимающих его, так как при этом он опускается под влиянием тяжести верхней конечности. Активному опусканию его способствуют:

1) малая грудная мышца,

2) подключичная мышца,

3) нижние пучки трапецевидной мышцы,

4) нижние зубцы передней зубчатой мышцы,

5) нижние пучки большой грудной мышцы,

6) нижние пучки широчайшей мышцы спины.

Вращение лопатки нижним углом наружу имеет очень важное значение, так как благодаря этому движению верхняя конечность поднимается выше уровня пояса верхней конечности. Оно происходит в результате:

1) действия пары сил, образуемой верхней и нижней частями трапецевидной мышцы;

2) сокращения передней зубчатой мышцы.

Вращение лопатки нижним углом внутрь происходит под действием силы тяжести верхней конечности. Выполнению этого движения помогают:

- 1) большая и малая грудные мышцы,
- 2) нижняя часть большой ромбовидной мышцы,
- 3) широчайшая мышца спины (через посредство плечевой кости).

Круговое движение пояса верхней конечности происходит в результате поочередного сокращения всех мышц, действующих на него.

ДВИЖЕНИЯ СВОБОДНОЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Движения свободной верхней конечности определяются допустимыми степенями свободы в ее суставах. Сколь бы ни были сложны и многообразны движения верхней конечности, все их можно рассматривать как совокупность простых движений, выполняемых в том или ином суставе. При этом движения вокруг каждой оси вращения производятся определенной группой мышц. В движениях плеча в плечевом суставе участвуют следующие мышцы.

Отведение плеча: 1) дельтовидная мышца, 2) надостная мышца.

Приведение плеча: 1) большая грудная мышца, 2) широчайшая мышца спины, 3) подостная мышца, 4) большая и малая круглые мышцы, 5) подлопаточная мышца, 6) длинная головка трехглавой мышцы плеча, 7) клювовидно-плечевая мышца.

Сгибание плеча: 1) передняя часть дельтовидной мышцы, 2) большая грудная мышца, 3) клювовидно-плечевая мышца, 4) двуглавая мышца плеча.

Разгибание плеча: 1) задняя часть дельтовидной мышцы, 2) широчайшая мышца спины, 3) подостная мышца, 4) большая и малая круглые мышцы, 5) трехглавая мышца плеча.

Пронация плеча: 1) подлопаточная мышца, 2) большая грудная мышца, 3) передняя часть дельтовидной мышцы, 4) широчайшая мышца спины, 5) большая круглая мышца, 6) клювовидно-плечевая мышца.

Супинация плеча: 1) подостная мышца, 2) малая круглая мышца, 3) задняя часть дельтовидной мышцы.

Круговое движение плеча происходит при поочередном сокращении всех мышц, расположенных вокруг плечевого сустава.

В движениях предплечья участвуют следующие мышцы.

Сгибание предплечья: 1) двуглавая мышца плеча, 2) плечевая мышца, 3) плече-лучевая мышца, 4) круглый пронатор (выполнению этого движения помогают также те мышцы, которые начинаются от внутреннего надмыщелка плечевой кости и продолжаются на предплечье и кисть).

Разгибание предплечья: 1) трехглавая мышца плеча, 2) локтевая мышца.

Пронация предплечья: 1) круглый пронатор, 2) квад-

ратный пронатор, 3) плече-лучевая мышца (при исходном супинированном положении предплечья).

Супинация предплечья: 1) двуглавая мышца плеча; 2) мышца-супинатор, 3) плече-лучевая мышца (при исходном пронированном положении предплечья).

Движения в луче-запястном суставе обычно происходят одновременно с движениями в среднезапястном, запястно-пястном, а нередко и в пястно-фаланговых суставах. Подвижность в среднезапястном и запястно-пястных суставах, как уже говорилось, крайне ограничена, за исключением запястно-пястного сустава большого пальца кисти.

В движениях кисти в луче-запястном суставе участвуют следующие мышцы.

Сгибание кисти: 1) лучевой сгибатель запястья, 2) локтевой сгибатель запястья, 3) длинная ладонная мышца, 4) поверхностный сгибатель пальцев, 5) глубокий сгибатель пальцев, 6) длинный сгибатель большого пальца. Последние три мышцы производят одновременное сгибание пальцев кисти.

Разгибание кисти: 1) длинный лучевой разгибатель запястья, 2) короткий лучевой разгибатель запястья, 3) локтевой разгибатель запястья, 4) разгибатель пальцев, 5) разгибатель указательного пальца, 6) разгибатель мизинца, 7) длинный разгибатель большого пальца. Последние четыре мышцы одновременно производят разгибание пальцев кисти.

Приведение кисти: 1) локтевой сгибатель запястья; 2) локтевой разгибатель запястья. Небольшое участие в приведении кисти могут принимать сгибатели и разгибатели, сухожилия которых идут к четвертому и пятому пальцам.

Отведение кисти: 1) лучевой сгибатель запястья, 2) длинный лучевой разгибатель запястья, 3) короткий лучевой разгибатель запястья, 4) длинная мышца, отводящая большой палец, 5) длинный разгибатель большого пальца, 6) короткий разгибатель большого пальца. Три последние мышцы принимают участие в этом движении при фиксированном положении большого пальца.

Круговое движение кисти происходит в результате последовательного и поочередного сокращения ее сгибателей и разгибателей.

Анализируя движения пальцев, следует учитывать, что при сгибании пальцев на каждую его фалангу действует определенная мышца: на проксимальную фалангу — червеобразные, ладонные и тыльные межкостные мышцы; на среднюю фалангу — поверхностный сгибатель пальцев; на дистальную фалангу — глубокий сгибатель пальцев. Разгибание пальцев происходит в результате сокращения разгибателя пальцев, а также тех мышц, которые изолированно действуют на второй и пятый пальцы.

Наибольшей свободой движений обладает большой палец кисти. Он может производить следующие движения: сгибание, разгибание, отведение, приведение, противопоставление (оппозиция) и отставление (репозиция), а также круговые движения. Такое обилие движений большого пальца определяет его значимость в трудовых процессах. Для

выполнения каждого из указанных движений существует специальная мышца. Функции всех мышц, действующих на большой палец, сформулированы в их названиях.

Глава 5

МЫШЦЫ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Функциональное значение мышц нижней конечности заключается в том, что они обеспечивают движения в тазо-бедренном, коленном, голено-стопном суставах и суставах стопы, а также статику и рессорные свойства нижней конечности. По топографо-анатомическому признаку мышцы нижней конечности разделяются на *мышцы пояса нижней конечности* и *мышцы свободной нижней конечности*.

МЫШЦЫ ПОЯСА НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

В связи с тем что кости пояса нижней конечности почти неподвижно соединяются с позвоночным столбом, нет мышц, которые совершали бы движения между поясом нижней конечности и позвоночным столбом. Мышцы пояса нижней конечности — это, собственно, мышцы, производящие движения в тазо-бедренном суставе.

Они разделяются на внутренние и наружные. Внутреннюю группу составляют: *подвздошно-поясничная мышца*, *грушевидная мышца* и *внутренняя запирательная мышца*. К наружной группе относятся: *большая*, *средняя* и *малая ягодичные мышцы*, *наружная запирательная мышца*, *близнецовые мышцы*, *квадратная мышца бедра* и *напрягатель широкой фасции*.

Подвздошно-поясничная мышца (*m. iliopsoas*) имеет две головки, которые описываются как самостоятельные мышцы: *подвздошная* и *большая поясничная*. Иногда встречается *малая поясничная мышца*, которая идет вместе с большой поясничной мышцей.

Подвздошная мышца расположена в области подвздошной ямки, которая служит для нее местом начала (рис. 139), и составляет мощную часть подвздошно-поясничной мышцы.

Большая и *малая поясничные мышцы* начинаются от тел и поперечных отростков пяти поясничных позвонков и тела двенадцатого грудного позвонка и располагаются непосредственно сбоку от них. Идя книзу, большая поясничная мышца сливается с подвздошной.

Подвздошно-поясничная мышца выходит из таза на бедро под паховой связкой через *мышечную лауну*, отделяющуюся от *сосудистой лауны* (места прохождения кровеносных сосудов из таза на бедро) связкой, именуемой *подвздошно-гребенчатой дугой*. Эта мышца прилежит непосредственно к тазо-бедренному суставу спереди, где под ней располагается крупная синовиальная *подвздошно-гребенчатая сумка*; обогнув шейку бедренной кости несколько спереди и медиально,

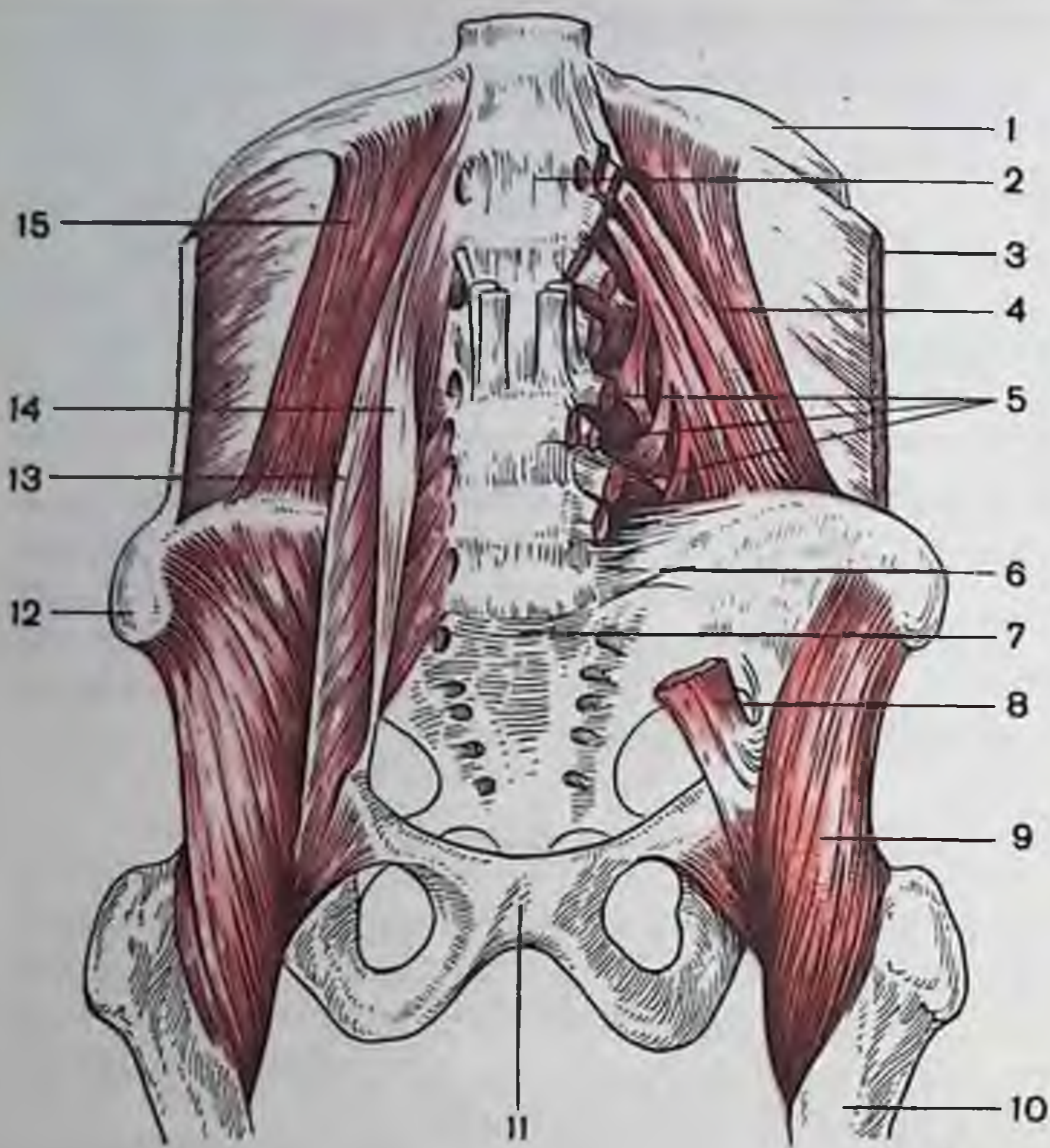


Рис. 139.

Подвздошно-поясничная мышца и квадратная мышца поясницы:

1 — 12-е ребро, 2 — тело первого поясничного позвонка, 3 — поперечная м живота, 4, 15 — квадратная м. поясницы; 5 — поперечные отростки поясничных позвонков; 6 — подвздошно-поясничная связка; 7 — крестец, 8 — левая большая поясничная м (отрезана); 9 — подвздошная м., 10 — бедренная кость, 11 — симфиз; 12 — передняя верхняя подвздошная ость; 13 — правая большая поясничная м., 14 — малая поясничная м.

она направляется назад и своим сухожилием прикреплается к малому вертелу, а также непосредственно к бедренной кости кзади и несколько книзу от него.

Функция подвздошно-поясничной мышцы заключается в сгибании и супинации бедра. Если бедро фиксировано, то она сгибает позвоночный столб и таз по отношению к бедру (например, при переходе из положения лежа в положение сидя). При стоянии на одной ноге она не только сгибает таз, но и поворачивает его вокруг вертикальной оси, проходящей через тазо-бедренный сустав. При повороте туловища направо или налево в стойке на двух ногах работает подвздошно-поясничная мышца противоположной стороны, в то время как на одноименной стороне она растягивается.

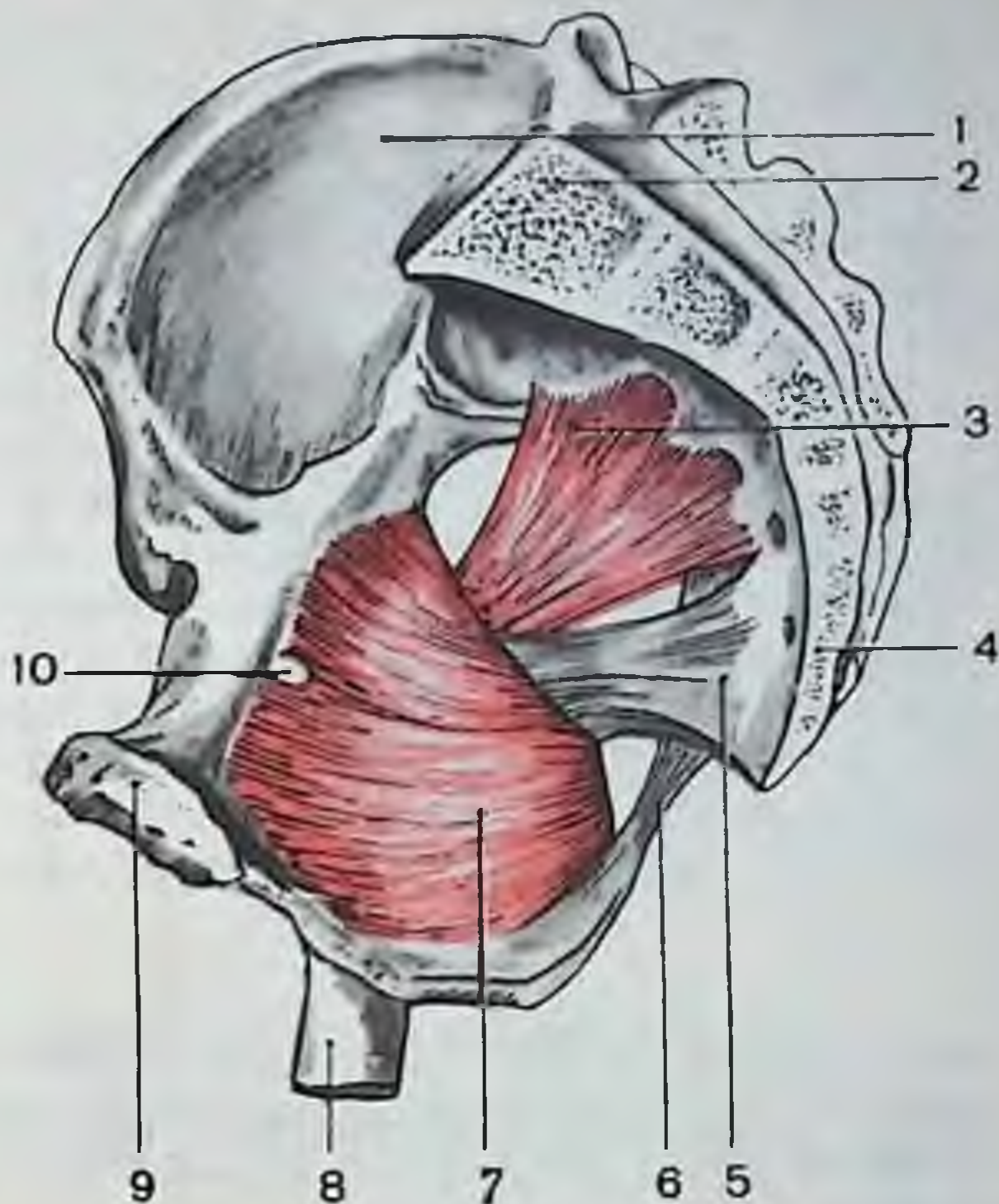
Подвздошно-поясничная мышца имеет важное значение для формирования поясничного лордоза. При ее расслаблении лордоз уменьшается (например, в положении сидя), а при напряжении увеличивается. Если подвздошно-поясничная мышца напрягается одновременно с сильным сокращением прямой мышцы живота, то возможно не только уменьшение поясничного лордоза, но даже образование общего грудно-поясничного кифоза (например, при положении «угол», при том или ином виде «упора»).

Грушевидная мышца (*m. piriformis*) начинается на передней поверхности крестца. Она выходит из малого таза, проходит через большое седалищное отверстие в ягодичную область и прикрепляется к вершущке большого вертела. Функция этой мышцы

Рис. 140.

Мышца пояса нижней конечности (с внутренней стороны таза):

1 — подвздошная ямка; 2 — крестец; 3 — грушевидная м.; 4 — кончик; 5 — крестцово-остистая связка; 6 — крестцово-бугорная связка; 7 — внутренняя запирательная м.; 8 — бедренная кость; 9 — лобковая кость; 10 — запирательный канал



состоит в отведении бедра. Так как равнодействующая ее проходит сзади вертикальной оси тазо-бедренного сустава, то она участвует и в супинации бедра (рис. 140).

Проходя через большое седалищное отверстие, грушевидная мышца делит его на два отверстия, из которых одно лежит выше, а другое ниже мышцы. Эти отверстия называются соответственно *надгрушевидным* и *подгрушевидным* и имеют вид щелей, через которые проходят кровеносные сосуды и нервы.

Внутренняя запирательная мышца (*m. obturatorius internus*) расположена внутри малого таза. Она *начинается* на запирательной перепонке (за исключением того отдела, где проходит запирательный канал), идет кнаружи, круто перегибается через малую седалищную вырезку, выходит в ягодичную область и *прикрепляется* к вертельной ямке (рис. 141).

Функция мышцы заключается в отведении бедра, а при стоянии на одной ноге — в удержании таза от наклона в сторону противоположной ноги. Кроме того, эта мышца участвует в супинации бедра.

Близнецовые мышцы — *верхняя* и *нижняя* — расположены по бокам от сухожилия внутренней запирательной мышцы и выполняют сходную с ней функцию.

Большая ягодичная мышца (*m. gluteus maximus*) находится непосредственно в ягодичной области (рис. 142). Она *начинается* от крестца, заднего участка подвздошной кости и крестцово-бугорной связки, а *прикрепляется* к ягодичной бугристости бедра и его ши-

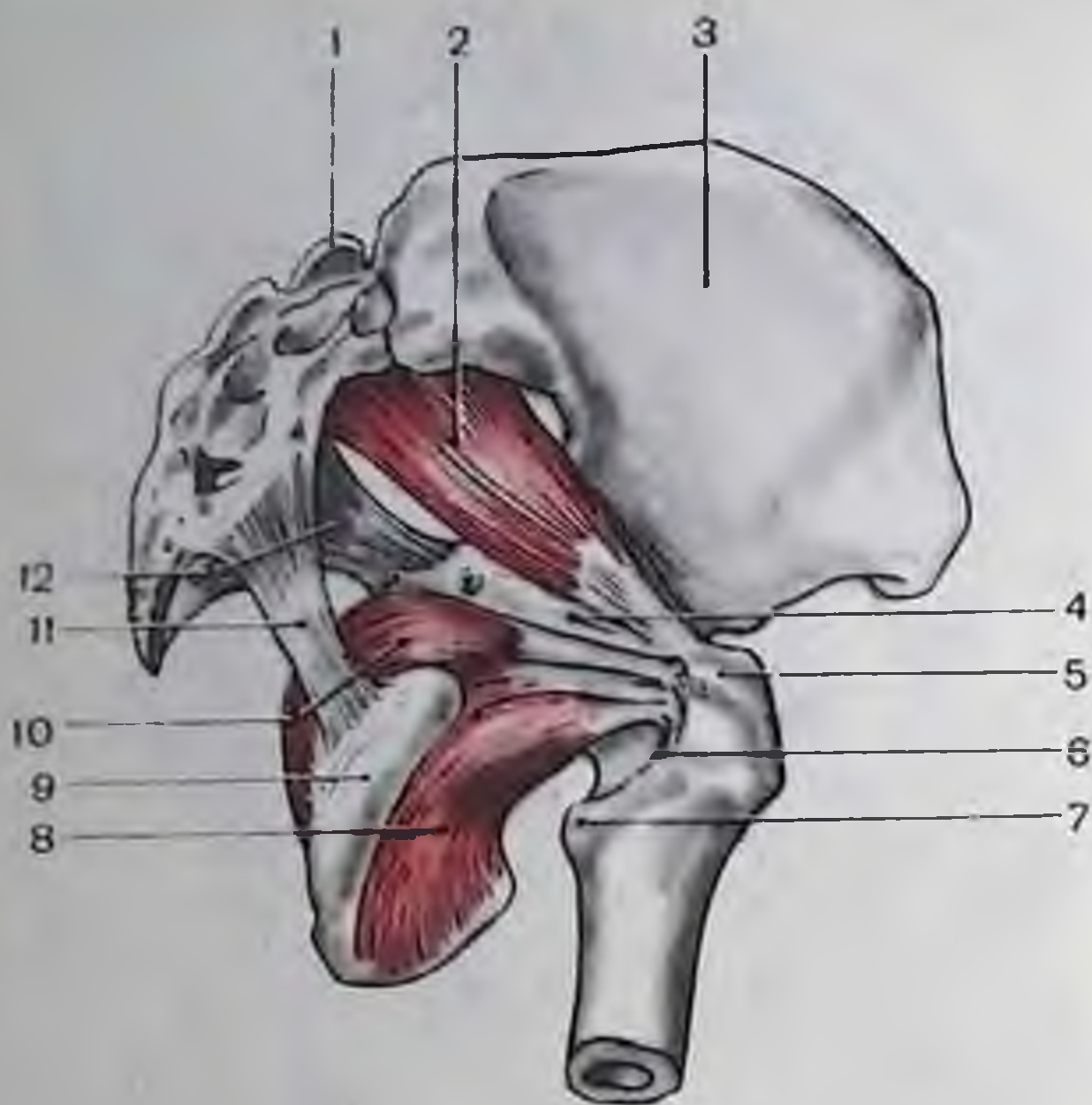


Рис. 141.

Мышцы пояса нижней конечности (с наружной стороны таза):

1 — крестец; 2 — грушевидная м.; 3 — подвздошная кость; 4 — капсула тазо-бедренного сустава; 5 — большой вертел; 6 — межвертельный гребень; 7 — малый вертел; 8 — наружная запирательная м.; 9 — седалищный бугор; 10 — внутренняя запирательная м.; 11 — крестцово-бугорная связка; 12 — крестцово-остистая связка

рокой фасции. В связи с прямохождением у человека эта мышца сильно развита. Она имеет грубоволокнистое строение. Между ее отдельными пучками находятся хорошо выраженные соединительнотканые прослойки.

Ф у н к ц и я большой ягодичной мышцы заключается в разгибании и супинации бедра. Она же производит разгибание тела по отношению к бедру при разгибании туловища из согнутого положения. Как и во всех местах наибольшего трения, между этой мышцей и большим вертелом находится крупная синовиальная сумка.

Средняя ягодичная мышца (*m. gluteus medius*) частично прикрыта большой ягодичной мышцей. Она н а ч и н а е т с я от наружной поверхности подвздошной кости между большой и малой ягодичными мышцами и от широкой фасции бедра, а п р и к р е п л я е т с я к большому вертелу (см. рис. 142).

Основная ф у н к ц и я этой мышцы состоит в отведении бедра. Ввиду того что она имеет обширное место начала и ограниченное место прикрепления и ее передние волокна идут сверху вниз и кзади, а задние сверху вниз и кпереди, мышца может принимать участие как в пронации, так и в супинации бедра.

Малая ягодичная мышца (*m. gluteus minimus*) находится под средней ягодичной мышцей, н а ч и н а е т с я от передненижней части наружной поверхности подвздошной кости, а п р и к р е п л я е т с я к большому вертелу. Ф у н к ц и я ее сходна с функцией предыдущей мышцы. Она не только отводит бедро, но и способствует наклону таза в свою сторону, что особенно заметно при стоянии на одной ноге.

Наружная запирательная мышца (*m. obturatorius externus*) имеет треугольную форму и располагается с наружной стороны запирательного отверстия тазовой кости (см. рис. 141). Она н а ч и н а е т с я от наружной поверхности запирательной перепонки и прилежащих к ней

участков лобковой и седалищной костей, идет кнаружи и прикрепляется к вертельной ямке и к сумке тазо-бедренного сустава. Функция этой мышцы заключается в супинации бедра.

Квадратная мышца бедра (*m. quadratus femoris*) начинается от седалищного бугра, идет кнаружи, прилегает сзади к тазо-бедренному суставу, достигает межвертельного гребня и большого вертела, к которым и прикрепляется. Основной функцией этой мышцы является супинация бедра.

Напрягатель широкой фасции (*m. tensor fascia lata*) начинается от передней верхней подвздошной ости, идет вниз и несколько кзади, будучи заключена между двумя листками широкой фасции бедра. Продолжение сухожилия этой мышцы носит название *подвздошно-большеберцового тракта*, составляющего наружную уплотненную часть широкой фасции бедра и прикрепляющегося к латеральному мыщелку большеберцовой кости. Функция этой мышцы заключается не только в сгибании бедра, но и в его пронации. Кроме того, она отводит бедро. Особенно хорошо мышца видна при согнутом бедре.

МЫШЦЫ СВОБОДНОЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

На свободной нижней конечности различают *мышцы бедра, мышцы голени и мышцы стопы.*

Мышцы бедра

Мышцы, расположенные на бедре, участвуют в движениях как в тазо-бедренном, так и в коленном суставах, обеспечивая различные положения бедра в пространстве в зависимости от проксимальной или дистальной опоры. В топографическом отношении мышцы бедра разделяют на три группы. К передней группе относятся мышцы-сгибатели: *четырёхглавая мышца бедра и портняжная мышца.* Медиальную группу составляют мышцы, приводящие бедро: *гребенчатая мышца, длинная, короткая и большая приводящие мышцы, тонкая мышца.* К задней группе относятся разгибатели бедра: *двуглавая мышца бедра, полусухожильная и полуперепончатая мышцы.*

Четырёхглавая мышца бедра (*m. quadriceps femoris*) — одна из наиболее массивных мышц человеческого тела. Она располагается на передней поверхности бедра и имеет четыре головки, которые рассматривают как самостоятельные мышцы (рис. 143): *прямая мышца бедра* (*m. rectus femoris*), *латеральная широкая мышца* (*m. vastus lateralis*), *медиальная широкая мышца* (*m. vastus medialis*) и *промежуточная широкая мышца* (*m. vastus intermedius*).

Прямая мышца бедра начинается от передней нижней подвздошной ости, направляется по передней поверхности бедра вниз и в нижней трети бедра соединяется с остальными головками четырёхглавой мышцы бедра. Прямая мышца является сильным сгибателем бедра. При дистальной опоре она сгибает таз по отношению к бедру.



Рис. 142.

Мышцы нижней конечности (вид сбоку):

1 — средняя ягодичная м.; 2 — портняжная м.; 3 — напрягатель широкой фасции; 4 — прямая м. бедра; 5 — латеральная широкая м. бедра; 6 — передняя большеберцовая м.; 7 — длинный разгибатель пальцев; 8 — длинный разгибатель большого пальца; 9 — верхний удерживатель сухожилий разгибателей; 10 — нижний удерживатель сухожилий разгибателей; 11 — третья малоберцовая м.; 12 — пяточное сухожилие; 13 — короткая малоберцовая м.; 14 — длинная малоберцовая м.; 15 — камбаловидная м.; 16 — икроножная м.; 17 — подошвенная м.; 18 — двуглавая м. бедра; 19 — полусудожильная м.; 20 — подвздошно-большеберцовый тракт; 21 — большая ягодичная м. (ориг. М. Ф. Иванникова)

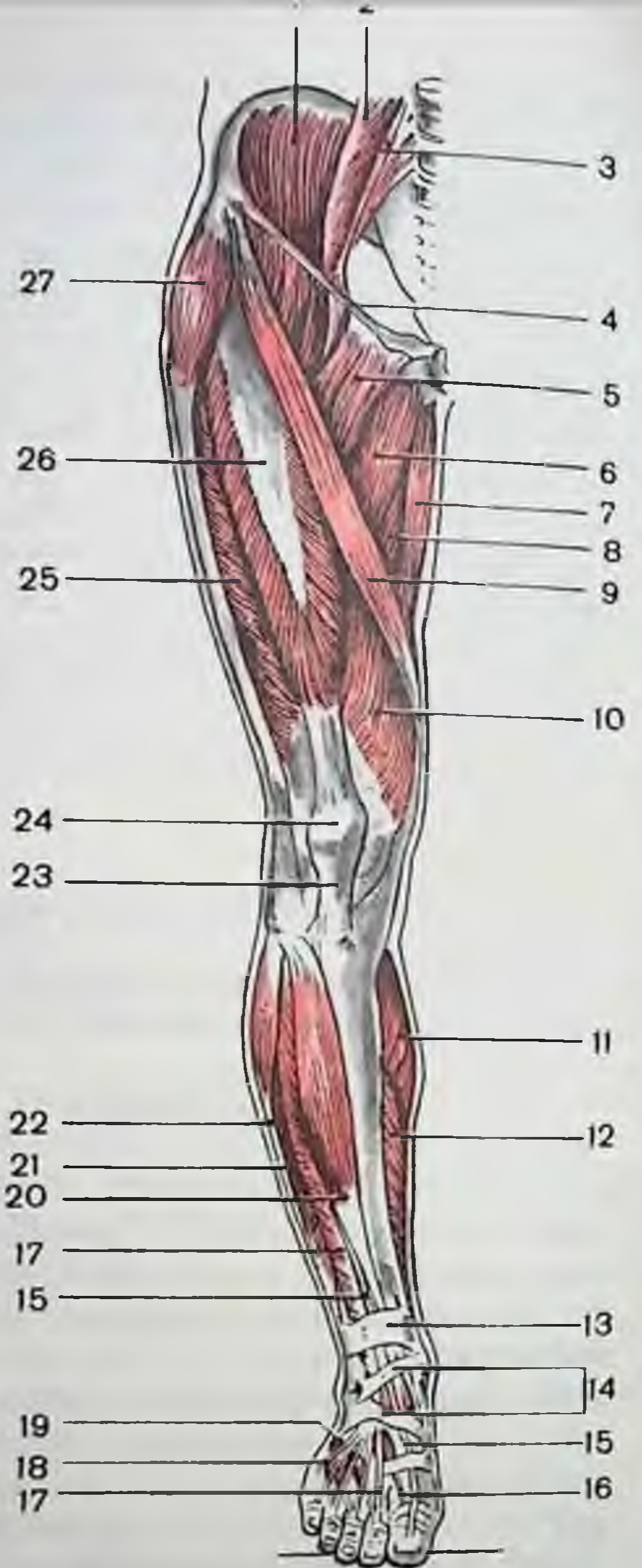


Рис. 143.

Мышцы нижней конечности (вид спереди):

1 — подвздошная м.; 2 — большая поясничная м.; 3 — малая поясничная м.; 4 — наховая связка; 5 — гребенчатая м.; 6 — длинная приводящая м.; 7 — тонкая м.; 8 — большая приводящая м.; 9 — портняжная м.; 10 — медиальная широкая м. бедра; 11 — икроножная м.; 12 — камбаловидная м.; 13 — верхний удерживатель сухожилий разгибателей; 14 — нижний удерживатель сухожилий разгибателей; 15 — длинный разгибатель большого пальца; 16 — короткий разгибатель большого пальца; 17 — длинный разгибатель пальцев; 18 — третья малоберцовая м.; 19 — короткий разгибатель пальцев; 20 — передняя большеберцовая м.; 21 — короткая малоберцовая м.; 22 — длинная малоберцовая м.; 23 — собственная связка надколенника; 24 — надколенник; 25 — латеральная широкая м. бедра; 26 — прямая м. бедра; 27 — напрягатель широкой фасции (ориг. М. Ф. Иванникова)

Местом начала трех широких мышц бедра являются передняя, наружная и внутренняя поверхности бедренной кости. Все четыре головки четырехглавой мышцы прикрепляются к надколеннику. Кроме того, промежуточная широкая мышца бедра частично прикрепляется к капсуле коленного сустава, образуя так называемую мышцу коленного сустава. От надколенника к бугристости большеберцовой кости идет *связка надколенника*, являющаяся продолжением сухожилия четырехглавой мышцы бедра, которая таким образом прикрепляется к этой бугристости.

Четырехглавая мышца бедра хорошо видна под кожей, особенно ее медиальная и латеральная широкие головки. Обращает на себя внимание тот факт, что медиальная широкая мышца спускается ниже, чем латеральная. Общее направление волокон четырехглавой мышцы таково, что ее строение несколько напоминает перистое. Если провести равнодействующую этой мышцы, то видно, что по отношению к ней волокна прямой мышцы бедра расходятся сверху вниз, в то время как волокна широких мышц бедра (медиальной и латеральной) идут сверху вниз и кнутри, т. е. по направлению к срединной плоскости бедра. Эта особенность строения четырехглавой мышцы бедра способствует увеличению ее подъемной силы. Наблюдая сокращение этой мышцы на живом человеке, можно видеть, что

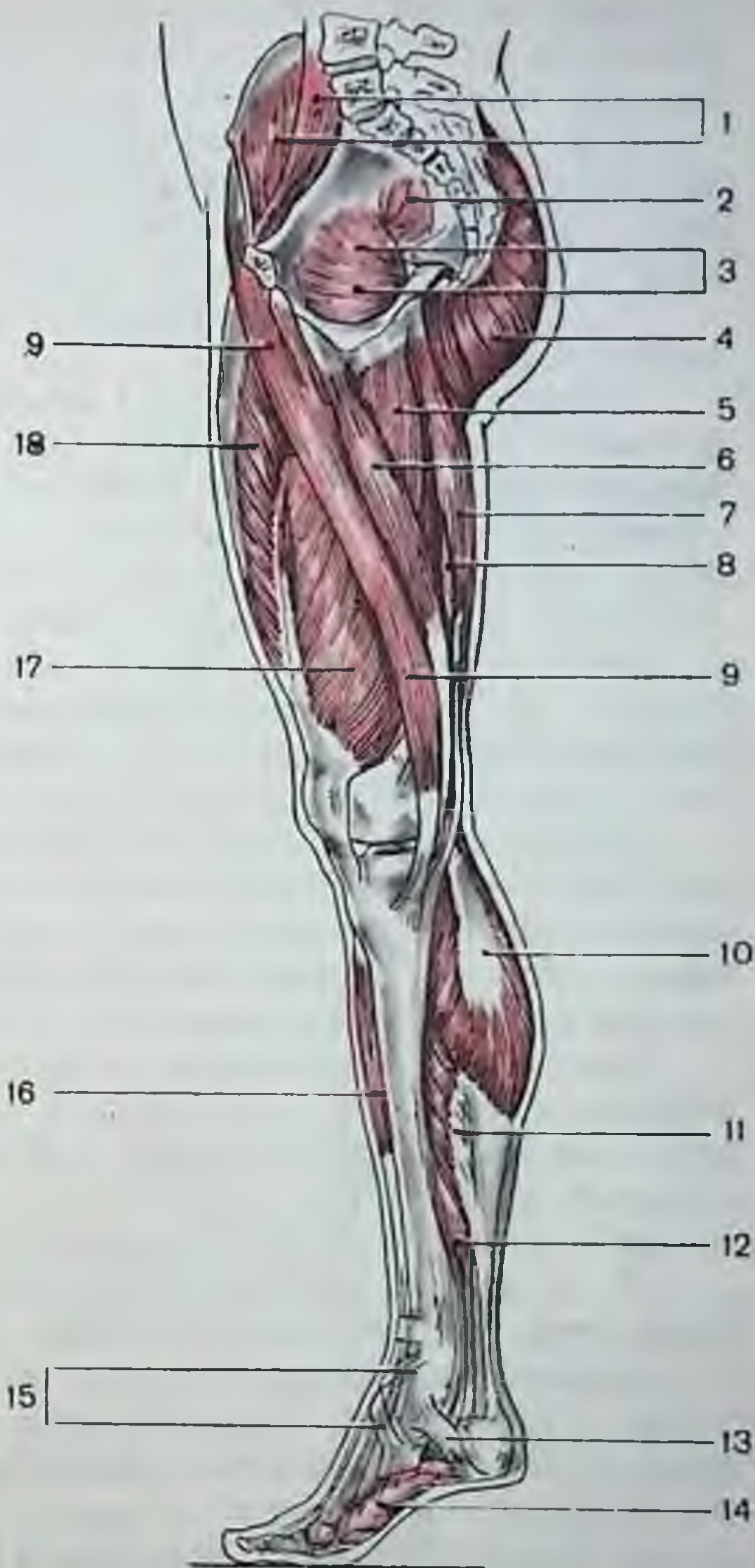


Рис. 144.

Мышцы нижней конечности (вид с внутренней стороны):

1 — подвздошно-поясничная м., 2 — грушевидная м., 3 — внутренняя запирательная м., 4 — большая ягодичная м., 5 — большая приводящая м., 6 — тонкая м., 7 — полусухожильная м., 8 — полуперепончатая м., 9 — портняжная м., 10 — икроножная м., 11 — камбаловидная м., 12 — длинный сгибатель пальцев, 13 — удерживатель сухожилий сгибателей, 14 — м., отводящая большой палец, 15 — нижний удерживатель сухожилий разгибателей, 16 — средняя большеберцовая м., 17 — медиальная широкая м. бедра, 18 — прямая м. бедра (ориг. М. Ф. Иванникова)

в первый момент движения мышца подтягивает кверху надколенник и фиксирует его. При расслаблении мышцы надколенник несколько опускается, причем становится возможным произвести его смещение.

Ф у н к ц и я надколенника тесно связана с функцией четырехглавой мышцы бедра, для которой он является сесамовидной костью, что способствует увеличению плеча силы четырехглавой мышцы бедра и, следовательно, увеличению ее момента вращения.

Ф у н к ц и я четырехглавой мышцы бедра состоит в разгибании голени и сгибании бедра.

Портняжная мышца (*m. sartorius*) — наиболее длинная мышца человеческого тела (рис. 144). Она **н а ч и н а е т с я** от передней верхней подвздошной ости, проходит спереди тазо-бедренного сустава, книзу и кнутри сперва по передней, а затем по внутренней поверхности бедра, обходит коленный сустав с внутренней стороны и **п р и к р е п л я е т с я** к бугристости большеберцовой кости.

Ф у н к ц и я этой мышцы состоит в том, что, являясь двусуставной, она производит сгибание бедра и сгибание голени. Имея несколько спиральный ход, портняжная мышца не только сгибает бедро, но и супинирует его. Сгибая голень, она ее также прогибает.

Данная мышца бывает хорошо видна под кожей на всем протяжении при согнутом, отведенном и супинированном бедре, а также при разогнутой голени в виде тяжа между четырехглавой мышцей бедра с одной стороны и приводящими мышцами с другой. Портняжная мышца хорошо прощупывается в верхнем отделе бедра.

Гребенчатая мышца (*m. rectineus*) расположена на передней поверхности бедра. Она **н а ч и н а е т с я** от лобкового гребня и передней поверхности верхней ветви лобковой кости, направляется вниз и кнаружи и **п р и к р е п л я е т с я** к шероховатой линии бедра, а именно к ее внутренней губе на участке, прилегающем к малому вертелу.

Ф у н к ц и я гребенчатой мышцы заключается в том, что она сгибает, приводит и супинирует бедро.

Длинная приводящая мышца (*m. adductor longus*) по форме напоминает треугольник. Она начинается от передней поверхности верхней ветви лобковой кости и от лобкового бугорка; по направлению книзу расширяется, **п р и к р е п л я я с я** к средней трети шероховатой линии бедренной кости. Ф у н к ц и я мышцы состоит в приведении бедра.

Короткая приводящая мышца (*m. adductor brevis*) **н а ч и н а е т с я** от нижней ветви лобковой кости, идет книзу и кнаружи и **п р и к р е п л я е т с я** к шероховатой линии бедра. Ф у н к ц и я мышцы заключается в приведении и отчасти в сгибании бедра.

Большая приводящая мышца (*m. adductor magnus*) — наиболее крупная из мышц, приводящих бедро. Она **н а ч и н а е т с я** от седалищного бугра и наружной поверхности ветви седалищной кости, а прикрепляется к шероховатой линии бедра и медиальному надмышелку бедренной кости.

Основная ф у н к ц и я мышцы — приведение бедра. Кроме того, она играет большую роль как мышца, разгибающая бедро или таз по отношению к бедру. Эта функция мышцы увеличивается по мере сги-

бания бедра, так как при этом равнодействующая мышцы отходит кзади от поперечной оси тазо-бедренного сустава, плечо силы становится больше и ее момент вращения вместе значительно возрастает. Наоборот, при разогнутом положении бедра направление равнодействующей этой мышцы почти совпадает с поперечной осью тазо-бедренного сустава, вследствие чего момент вращения в отношении этой оси приближается к нулю.

Тонкая мышца (m. gracilis) начинается от нижней ветви лобковой кости и, спускаясь вниз в виде довольно тонкого мышечного тяжа, прикрепляется к бугристости большеберцовой кости. Из всех приводящих мышц — это единственная двусуставная мышца.

Функция тонкой мышцы состоит в том, что она, проходя около коленного сустава, несколько сзади и снутри от его поперечной оси, приводит бедро и способствует сгибанию голени в коленном суставе.

В месте прикрепления на голени сходятся три мышцы: портняжная, полусухожильная и тонкая, образуя так называемую *поверхностную гусиную лапку*, в области которой расположена хорошо выраженная синовиальная сумка.

Мышцы бедра непосредственно под паховой связкой образуют *бедерный треугольник*. Его верхнюю границу составляет паховая связка, внутреннюю — длинная приводящая мышца бедра, а наружную — портняжная мышца. На дне этого треугольника находятся две мышцы: подвздошно-поясничная и гребенчатая. Книзу треугольник переходит

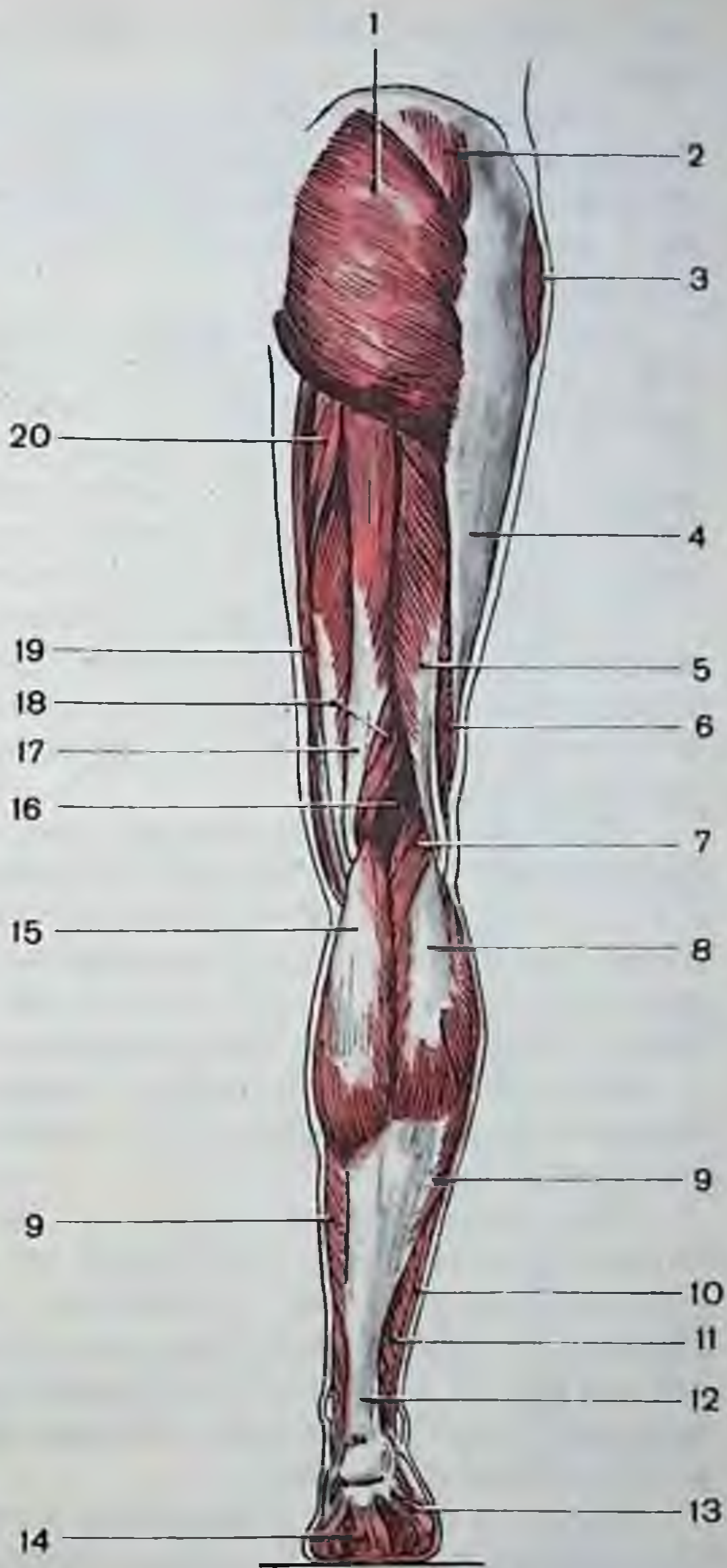


Рис. 145.

Мышцы нижней конечности (вид сзади):

1 — большая ягодичная м.; 2 — средняя ягодичная м.; 3 — напрягатель широкой фасции; 4 — полнолюбно-большеберцовый тракт; 5 — двуглавая м. бедра (длинная головка); 6 — двуглавая м. бедра (короткая головка); 7 — подошвенная м.; 8 — икроножная м. (наружная головка); 9 — камбаловидная м.; 10 — длинная малоберцовая м.; 11 — короткая малоберцовая м.; 12 — пяточное сухожилие; 13 — м.р. отводящая мизинец; 14 — короткий сгибатель пальцев; 15 — икроножная м. (внутренняя головка); 16 — подколенная ямка; 17 — полусухожильная м.; 18 — полуперепончатая м.; 19 — тонкая м.; 20 — большая приводящая м. (при М. Ф. Иванникова)

дит в *переднюю бедренную борозду*, в которой проходят сосуды и нервы.

В нижней трети бедра между внутренней широкой мышцей бедра и большой приводящей мышцей перекидывается плотная соединительнотканная пластинка, которая превращает переднюю бедренную борозду в *приводящий канал*. По этому каналу сосуды с бедра переходят в подколенную ямку.

Двуглавая мышца бедра (*m. biceps femoris*) расположена на наружной стороне задней поверхности бедра (рис. 145). Как показывает само название, эта мышца имеет две головки, из которых *длинная* *начинается* от седалищного бугра, а *короткая* — от нижней части шероховатой линии бедра и латеральной межмышечной перегородки. Двуглавая мышца бедра, проходя сзади поперечной оси коленного сустава, *прикрепляется* к головке малоберцовой кости.

Функция мышцы заключается в разгибании бедра, сгибании голени и ее супинации. По мере сгибания голени сухожилие этой мышцы отходит кзади, благодаря чему момент вращения ее увеличивается. В области подколенной ямки двуглавая мышца бедра хорошо прощупывается снаружи.

Полусухожильная мышца (*m. semitendinosus*) расположена на внутренней стороне задней поверхности бедра. Она имеет общее *начало* с длинной головкой двуглавой мышцы бедра на седалищном бугре. Полусухожильная мышца проходит около коленного сустава сзади и снутри и *прикрепляется* к бугристости большеберцовой кости, участвуя в образовании поверхностной гусиной лапки.

Функция этой мышцы заключается в разгибании бедра, сгибании голени и ее пронации, которая в наибольшей мере возможна при согнутой голени.

Полуперепончатая мышца (*m. semimembranosus*) *начинается* на седалищном бугре, проходит до голени и *прикрепляется* к подсуставному краю медиального мыщелка большеберцовой кости. Кроме того, сухожилие этой мышцы дает ответвления к кривой подколенной связке и к фасции подколенной мышцы. Три пучка сухожилия, идущие к трем названным образованиям, составляют так называемую *глубокую гусиную лапку*.

Функция полуперепончатой мышцы состоит в разгибании бедра и сгибании голени. Как и предыдущая мышца, она участвует по мере сгибания голени в ее пронации.

Мышцы голени

На голени мышцы располагаются с трех сторон, составляя переднюю, заднюю и наружную группы. *Передняя группа* мышц разгибает стопу и пальцы, а также супинирует и приводит стопу. К ней относятся: *передняя большеберцовая мышца, длинный разгибатель пальцев и длинный разгибатель большого пальца стопы*. *Заднюю группу* мышц, которая сгибает стопу и пальцы, составляют: *трехглавая мышца голени, длинный сгибатель пальцев и длинный сгибатель большого пальца стопы, задняя большеберцовая мышца, под-*

коленная мышца. Наружная группа мышц отводит, пронирует и сгибает стопу; к ней относятся длинная и короткая малоберцовые мышцы.

Передняя большеберцовая мышца (*m. tibialis anterior*) начинается от наружной поверхности большеберцовой кости, межкостной перепонки и фасции голени. Спускаясь вниз, она проходит под расположенными в области лодыжек и голено-стопного сустава двумя связками — верхним и нижним удерживателями сухожилий разгибателей, представляющими собой места утолщений фасций голени и стопы (рис. 146). Прикрепляется передняя большеберцовая мышца к медиальной клиновидной кости и основанию первой плюсневой кости. Эта мышца на всем протяжении хорошо прощупывается под кожей, особенно в области перехода с голени на стопу. Здесь ее сухожилие выступает при разгибании стопы. Функция передней большеберцовой мышцы заключается в том, что она способствует не только разгибанию стопы, но также и ее супинации.

Длинный разгибатель пальцев (*m. extensor digitorum longus*) лежит кнаружи от передней большеберцовой мышцы в верхнем отделе голени. Он начинается от верхнего конца большеберцовой кости, головки и переднего края малоберцовой кости, а также от межкостной перепонки и фасции голени. Переходя на стопу, эта мышца делится на пять сухожилий, из которых четыре прикрепляются к дистальным фалангам второго, третьего и четвертого и пятого пальцев, а пятое — к основанию пятой плюсневой кости.

Функция длинного разгибателя пальцев как многосуставной

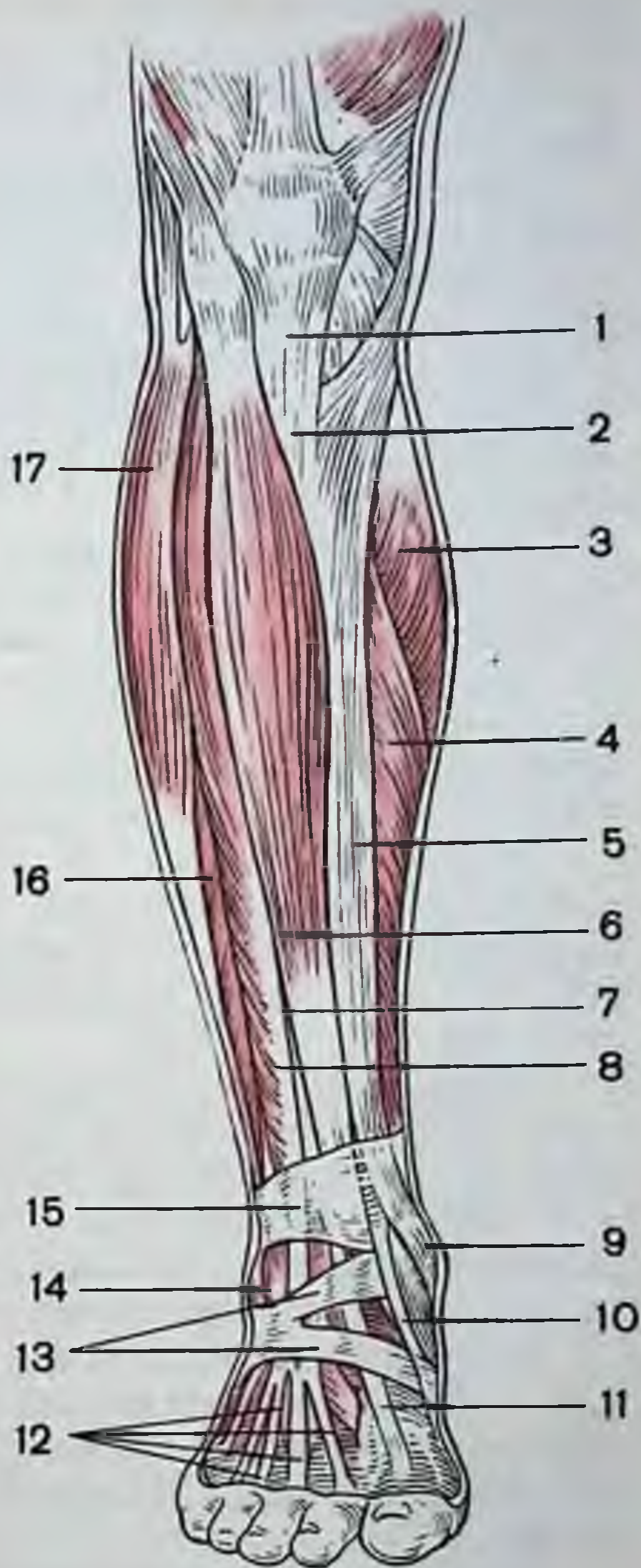


Рис. 146.

Мышцы голени (вид спереди):

1 — связка надколенника; 2 — большеберцовая бугристость; 3 — икроножная м.; 4 — камбаловидная м.; 5 — большеберцовая кость (внутренняя поверхность); 6 — передняя большеберцовая м.; 7 — длинный разгибатель большого пальца; 8 — длинный разгибатель пальцев; 9 — медиальная лодыжка; 10 — сухожилие передней большеберцовой м.; 11 — сухожилие длинного разгибателя большого пальца; 12 — сухожилие длинного разгибателя пальцев; 13 — нижний удерживатель сухожилий разгибателей; 14 — латеральная лодыжка; 15 — верхний удерживатель сухожилий разгибателей; 16 — короткая малоберцовая м.; 17 — длинная малоберцовая м.

мышцы заключается не только в разгибании пальцев, но и в разгибании стопы. Ввиду того что одно из сухожилий мышцы прикрепляется к наружному краю стопы, она не только разгибает, но и несколько прогибает стопу.

Длинный разгибатель большого пальца (*m. extensor hallucis longus*) начинается от внутренней поверхности малоберцовой кости и межкостной перепонки в области нижней половины голени. Эта мышца слабее двух предыдущих, между которыми расположена. Прикрепляется она к основанию дистальной фаланги большого пальца. Функция мышцы заключается в том, что она является разгибателем не только большого пальца, но и всей стопы, а также способствует ее супинации.

Трехглавая мышца голени (*m. triceps surae*) располагается на задней поверхности голени и имеет три головки. Две из них составляют поверхностную часть этой мышцы и называются *икроножной мышцей* (*m. gastrocnemius*), а глубокая образует так называемую *камбаловидную мышцу* (*m. soleus*). Все три головки переходят в одно общее, *пяточное* (ахиллово) *сухожилие*, которое прикрепляется к бугру пяточной кости (см. рис. 144, 145).

Местом начала икроножной мышцы являются медиальный и латеральный мыщелки бедра. Медиальная головка ее развита лучше и спускается несколько ниже, чем латеральная. Функция этих головок двойная: сгибание голени в коленном суставе и сгибание стопы в голено-стопном.

Камбаловидная мышца начинается от задней поверхности верхней трети тела большеберцовой кости, а также от сухожильной дуги, находящейся между большеберцовой и малоберцовой костями. Эта мышца расположена глубже и несколько ниже икроножной мышцы. Проходя сзади голено-стопного и подтаранного суставов, камбаловидная мышца вызывает сгибание стопы.

Трехглавая мышца голени хорошо видна под кожей и легко прощупывается. Пяточное сухожилие значительно выступает кзади от поперечной оси голено-стопного сустава, благодаря чему трехглавая мышца голени имеет по отношению к этой оси большой момент вращения.

Медиальная и латеральная головки икроножной мышцы участвуют в образовании *подколенной ямки*, имеющей форму ромба. Ее границами служат: сверху и снаружи — двуглавая мышца бедра, сверху и внутри — полуперепончатая мышца, а снизу — две головки икроножной мышцы и подошвенная мышца. Дном ямки являются бедренная кость и капсула коленного сустава. Через подколенную ямку проходят нервы и сосуды, питающие голень и стопу.

Длинный сгибатель пальцев (*m. flexor digitorum longus*) начинается от задней поверхности большеберцовой кости и переходит на стопу под медиальной лодыжкой в особом канале, расположенном под связкой — *удерживателем сухожилий-сгибателей*. На подошвенной поверхности стопы эта мышца пересекает сухожилие длинного сгибателя большого пальца и после присоединения к ней *квадратной мышцы подошвы* разделяется на четыре сухожилия, прикреп-

ляющихся к основаниям дистальных фаланг второго—пятого пальцев.

Функция длинного сгибателя пальцев заключается в сгибании и супинации стопы и в сгибании пальцев (рис. 147, А). Следует отметить, что квадратная мышца подошвы, прикрепляющаяся к сухожилию этой мышцы, способствует «усреднению» ее действия. Дело в том, что длинный сгибатель пальцев, проходя под медиальной лодыжкой и веерообразно разделяясь по направлению к фалангам пальцев, вызывает не только их сгибание, но также некоторое приведение к срединной плоскости тела. Благодаря тому что квадратная мышца подошвы оттягивает сухожилие длинного сгибателя пальцев кнаружи, это приведение несколько уменьшается и сгибание пальцев в большей мере происходит в сагиттальной плоскости.

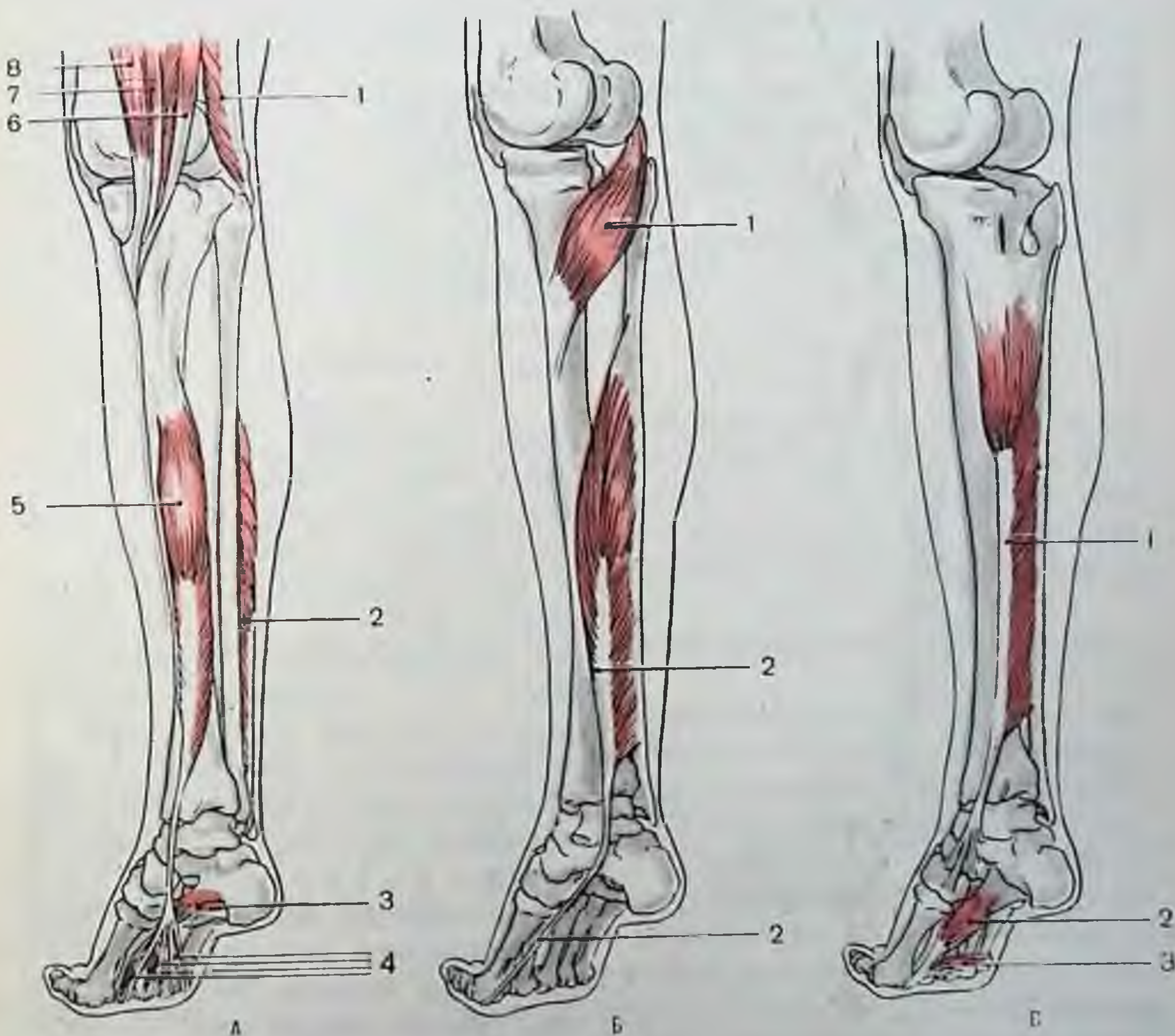


Рис. 147

Задние глубокие мышцы голени (ориг. М. Ф. Иваницкого):

А. 1 — двуглавая м. бедра; 2 — короткая малоберцовая м.; 3 — квадратная м. подошвы; 4 — червеобразные м. м.; 5 — длинный сгибатель пальцев; 6 — полусухожильная м.; 7 — тонкая м.; 8 — поргивая м. и образуемая ими в области медиального мыщелка большеберцовой кости поверхность гусиной лапки;
 Б. 1 — подколенная м.; 2 — длинный сгибатель большого пальца стопы;
 В. 1 — задняя большеберцовая м.; 2 — косая и 3 — поперечная головки приводящей м. большого пальца

Длинный сгибатель большого пальца (*m. flexor hallucis longus*) является наиболее сильной мышцей среди всех глубоких мышц задней поверхности голени. Он начинается от нижней части задней поверхности малоберцовой кости и задней межмышечной перегородки (рис. 147, В). На подошвенной поверхности стопы эта мышца расположена между головками короткого сгибателя большого пальца. Она прикрепляется к подошвенной поверхности основания дистальной фаланги большого пальца.

Функция мышцы заключается в сгибании большого пальца и всей стопы. Ввиду того что сухожилие мышцы частично переходит в сухожилие длинного сгибателя пальцев, она оказывает некоторое влияние на сгибание второго и третьего пальцев. Увеличению момента вращения длинного сгибателя большого пальца способствует наличие на подошвенной поверхности плюсне-фалангового сустава большого пальца двух крупных сесамовидных костей.

Задняя большеберцовая мышца (*m. tibialis posterior*) располагается под трехглавой мышцей голени. Она начинается от задней поверхности межкостной перепонки голени и прилегающих к ней участков большеберцовой и малоберцовой костей (рис. 147, Б). Пройдя под

медиальной лодыжкой, эта мышца прикрепляется к бугристой ладьевидной кости, ко всем клиновидным костям и к основаниям плюсневых костей. Ее функция заключается в сгибании стопы, ее приведении и супинации.

Между задней большеберцовой и камбаловидной мышцами находится *голено-подколенный канал*, имеющий вид щели и служащий для прохождения сосудов и нервов.

Подколенная мышца (*m. popliteus*) — короткая плоская мышца, непосредственно прилежащая сзади к коленному суставу (рис. 147, В). Она начинается от латерального мыщелка бедра, ниже икроножной мышцы, и сумки коленного сустава, идет вниз и внутрь и прикрепляется к большеберцовой кости выше линии камбаловидной мышцы. Функция этой мышцы заключается в том, что она способствует не только сгибанию голени, но и ее пронации. Ввиду того что эта мышца частично прикрепляется к капсуле коленного сустава, она ее оттягивает кзади по мере сгибания голени.

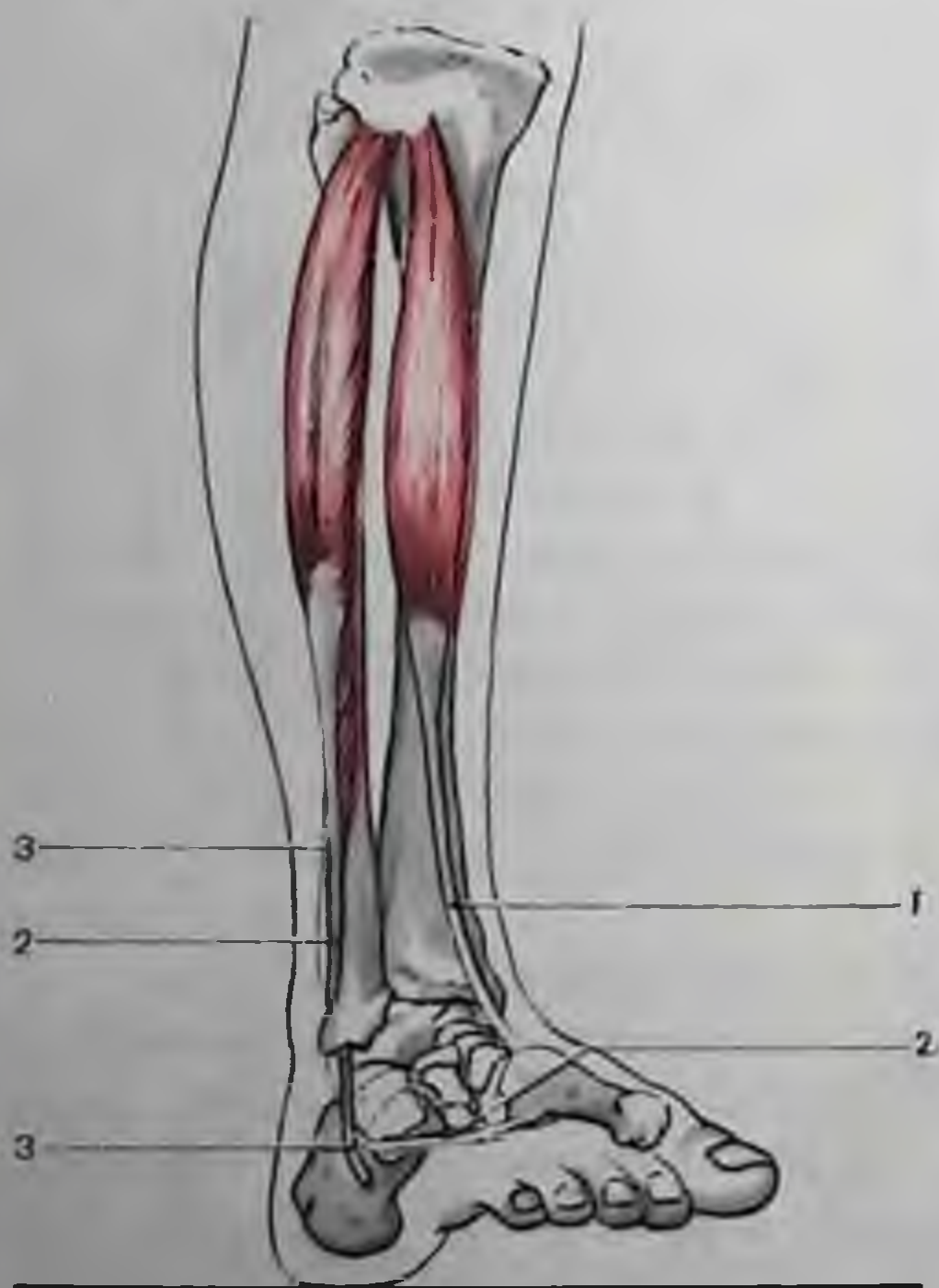


Рис. 148

Мышцы голени (вид сбоку):

1 — передняя большеберцовая м.; 2 — длинная малоберцовая м.; 3 — короткая малоберцовая м., на рисунке показан ход сухожилья этих мышц. Две первые названные мышцы, прикрепляясь к одним и тем же костям и дополняя друг друга, образуют как бы пестик под сводом стопы (ориг. М. Ф. Иванникова)

Длинная малоберцовая мышца (*m. fibularis longus*) имеет перистое строение. Она лежит на наружной поверхности малоберцовой кости (рис. 148), начинается от ее головки, отчасти от фасции голени, от латерального мыщелка большеберцовой кости и от наружной поверхности малоберцовой кости в области ее двух верхних третей. В нижней трети мышца покрывает короткую малоберцовую мышцу. Сухожилие длинной малоберцовой мышцы огибает сзади и снизу латеральную лодыжку. В области наружной поверхности пяточной кости мышца удерживается связками — *верхним и нижним удерживателями сухожилий малоберцовых мышц*. Переходя на подошвенную поверхность стопы, сухожилие мышцы идет по борозде, находящейся на нижней поверхности кубовидной кости, и доходит до внутреннего края стопы. Длинная малоберцовая мышца **п р и к р е п л я е т с я** к бугристости на нижней поверхности основания первой плюсневой кости, к медиальной клиновидной кости и основанию второй плюсневой кости.

Ф у н к ц и я мышцы состоит в сгибании, пронации и отведении стопы.

Короткая малоберцовая мышца (*m. fibularis brevis*) **н а ч и н а е т с я** от наружной поверхности малоберцовой кости и межмышечных перегородок голени. Сухожилие мышцы огибает латеральную лодыжку голени снизу и сзади и **п р и к р е п л я е т с я** к бугристости пятой плюсневой кости. **Ф у н к ц и я** короткой малоберцовой мышцы состоит в сгибании, пронации и отведении стопы.

Мышцы стопы

На тыльной поверхности стопы находятся две мышцы: *короткий разгибатель пальцев* и *короткий разгибатель большого пальца стопы* (рис. 149). Обе эти мышцы **н а ч и н а ю т с я** от наружной и внутренней поверхностей пяточной кости и **п р и к р е п л я ю т с я** к проксимальным фалангам соответствующих пальцев. **Ф у н к ц и я** мышц состоит в разгибании пальцев стопы.

На подошвенной поверхности стопы мышцы разделяются на внутреннюю, наружную и среднюю группы.

В н у т р е н н ю ю группу составляют мышцы, действующие на большой палец стопы: *мышца, отводящая большой палец*; *короткий сгибатель большого пальца* и *мышца, приводящая большой палец* (рис. 150). Все эти мышцы **н а ч и н а ю т с я** от костей плюсны и предплюсны, а **п р и к р е п л я ю т с я** к основанию проксимальной фаланги большого пальца. **Ф у н к ц и я** этих мышц понятна из их названия.

К н а р у ж н о й группе относятся мышцы, действующие на пятый палец стопы: *мышца, отводящая мизинец*, и *короткий сгибатель мизинца*. Обе эти мышцы прикрепляются к проксимальной фаланге пятого пальца.

С р е д н я я группа является наиболее значительной. В нее входят: *короткий сгибатель пальцев*, который прикрепляется к средним фалангам второго—пятого пальцев; *квадратная мышца подошвы*, прикрепляющаяся к сухожилию длинного сгибателя пальцев; *червеобраз-*

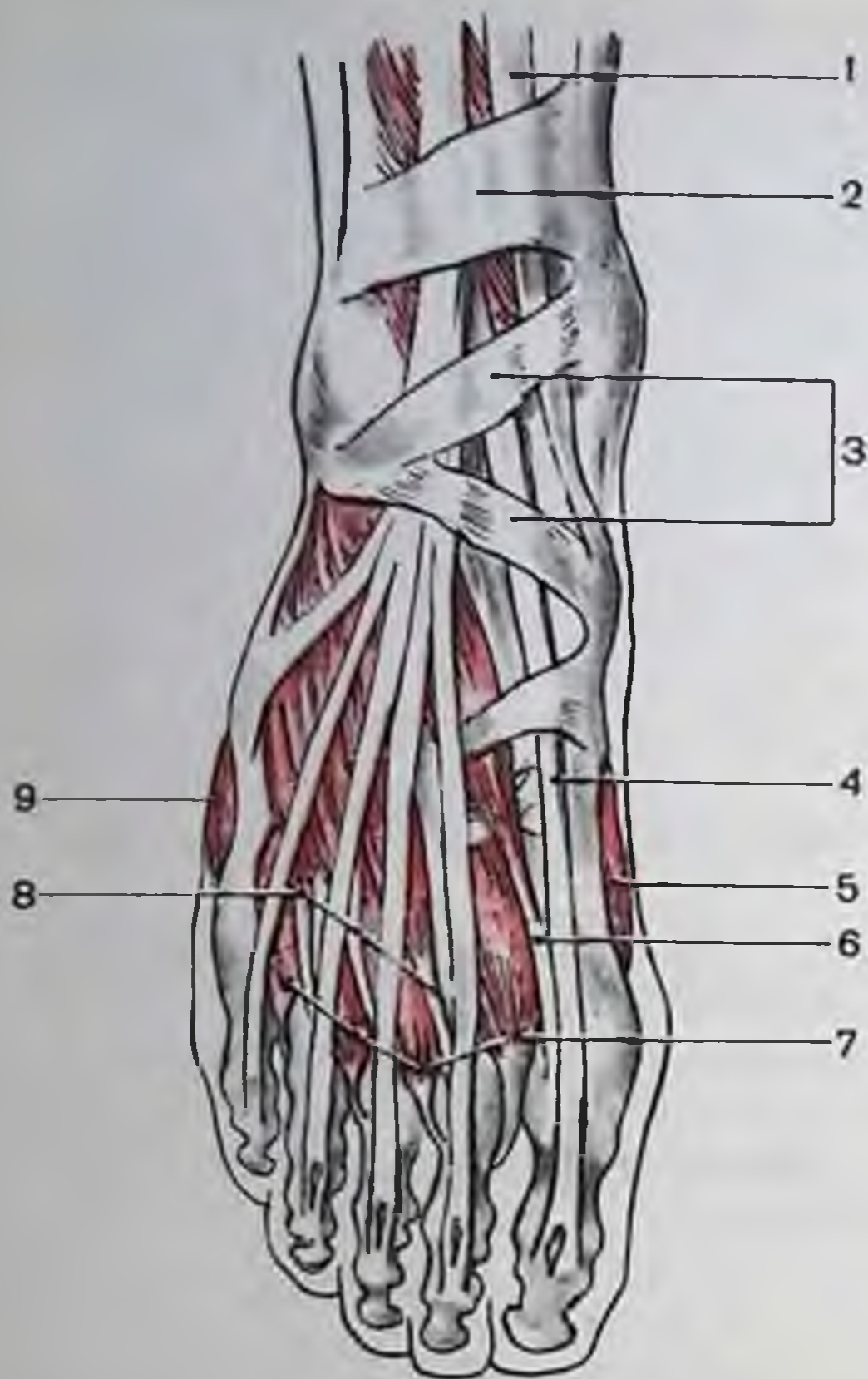


Рис. 149.

Мышцы стопы (тыльная поверхность):

1 — передняя большеберцовая м.; 2 — верхний удерживатель сухожилий-разгибателей; 3 — нижний удерживатель сухожилий-разгибателей; 4 — длинный разгибатель большого пальца; 5 — м., отводящая большой палец; 6 — короткий разгибатель большого пальца; 7 — тыльные межкостные м. м.; 8 — короткий разгибатель пальцев; 9 — м., отводящая мизинец (ориг. М. Ф. Иванникова)

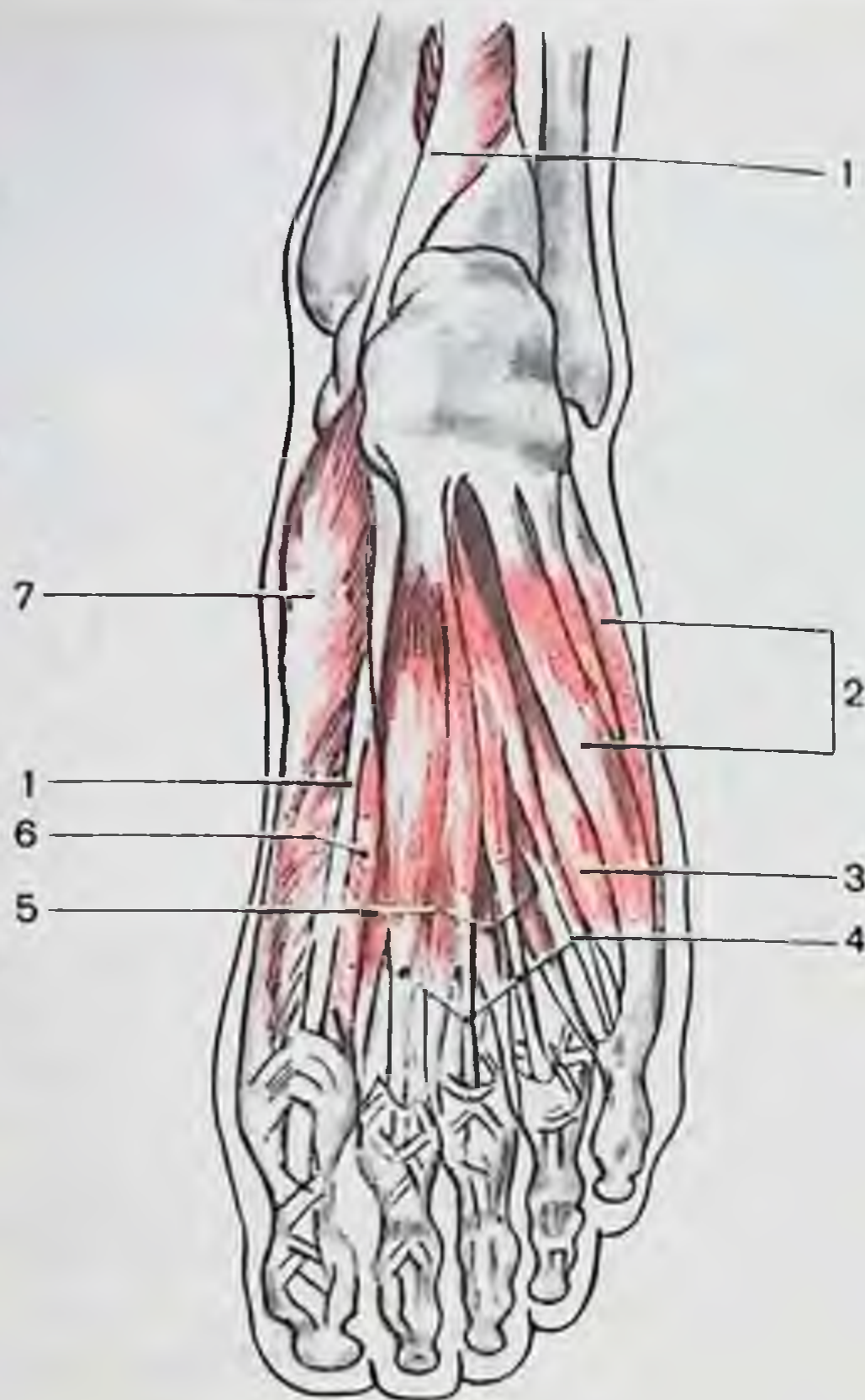


Рис. 150.

Мышцы стопы (подошвенная поверхность):

1 — длинный сгибатель большого пальца; 2 — м., отводящая мизинец; 3 — короткий сгибатель мизинца; 4 — короткий сгибатель пальцев; 5 — червеобразные м. м.; 6 — короткий сгибатель большого пальца; 7 — м., отводящая большой палец (ориг. М. Ф. Иванникова)

ные мышцы, а также тыльные и подошвенные межкостные мышцы, которые направляются к проксимальным фалангам второго—пятого пальцев. Все эти мышцы берут свое начало на костях предплюсны и плюсны на подошвенной стороне стопы, за исключением червеобразных мышц, которые начинаются от сухожилий длинного сгибателя пальцев. Все они участвуют в сгибании пальцев стопы, а также в разведении их и сведении.

При сравнении мышц подошвенной и тыльной поверхностей стопы ясно видно, что первые гораздо сильнее, чем вторые. Это объясняется различием в их функциях. Мышцы подошвенной поверхности стопы участвуют в удержании сводов стопы и в значительной мере обеспечивают ее рессорные свойства. Мышцы же тыльной поверхности стопы участвуют в некотором разгибании пальцев при перенесении ее вперед при ходьбе и беге.

ФАСЦИИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Фасции нижней конечности делятся на поверхностную и глубокую (или собственную). *Поверхностная фасция* имеет такое же строение, как и в других местах тела. Она хорошо выражена только ниже паховой связки, где между ней и собственной фасцией находится некоторое количество жировой клетчатки, в которой проходят подкожные сосуды и нервы и залегают лимфатические узлы.

Собственная фасция бедра, называемая обычно *широкой фасцией*, представляет собой одну из наиболее крепких фасций человеческого тела. Она идет от паховой связки и подвздошного гребня и переходит кверху и кзади в ягодичную фасцию, а книзу — в подколенную фасцию и фасцию голени. Широкая фасция бедра лучше всего выражена на наружной поверхности бедра, где она образует широкую толстую ленту, называемую *подвздошно-большеберцовым трактом*. Этот тракт проходит над большим вертелом и, спускаясь вниз, прикрепляется к латеральному мыщелку большеберцовой кости, а также к бедренной кости. Широкая фасция бедра служит местом прикрепления большой ягодичной мышцы и мышцы-напрягателя широкой фасции. Подвздошно-большеберцовый тракт является своего рода сухожильным растяжением или апоневрозом для этих мышц, увеличивая таким образом площадь их прикрепления.

Широкая фасция бедра, прикрепляясь к шероховатой линии бедра, образует *латеральную межмышечную перегородку*, которая служит местом начала для мышц передней и задней поверхности бедра и разделяет эти две группы антагонистов. *Медиальная межмышечная перегородка*, расположенная между медиальной широкой мышцей и приводящими мышцами бедра, выражена гораздо слабее, чем латеральная. Широкая фасция бедра слабее всего выражена на его внутренней поверхности. Можно считать, что отростки широкой фасции бедра участвуют в разграничении всех мышц бедра на три основные группы: переднюю, внутреннюю и заднюю. Благодаря этим отросткам все три группы имеют своего рода фасциальные влагалища, которые служат отчасти для начала этих мышц, а отчасти для их прикрепления. Кроме того, широкая фасция бедра образует выраженные фасциальные влагалища для отдельных мышц и кровеносных сосудов, в частности для тонкой и портняжной мышц, напрягателя широкой фасции и для бедренных сосудов.

Непосредственно под паховой связкой широкая фасция бедра расщепляется на два листка. Более глубоко лежащий листок выстилает дно бедренного треугольника. Поверхностный листок расположен над бедренными сосудами, которые проходят в бедренном треугольнике. На поверхностном листке имеется углубление, получившее название *подкожного кольца*, которое принято считать наружным отверстием бедренного канала. Начальный отдел этого канала соответствует месту, ограниченному сверху и спереди паховой связкой, снизу и сзади — лобковой костью, снутри — лакунарной связкой и снаружи — бедренной веной. В норме бедренный канал отсутствует и появляется только в тех случаях, когда образуется так называемая бедренная грыжа.

Подколенная фасция имеет хорошо развитые поперечные волокна и натянута над подколенной ямкой.

Фасция голени на задней поверхности голени является непосредственным продолжением подколенной фасции. Она прирастает к костям и участвует в образовании межмышечных перегородок — передней и задней, которые, как и вся фасция голени, образуют влагалища для трех групп мышц голени, а именно: передней, наружной и задней. Эти влагалища отчасти служат местом начала мышц.

В нижнем отделе фасция голени имеет утолщение — связки, которые служат для укрепления положения проходящих под ними мышц. Спереди расположена связка — *верхний удержатель сухожилий-разгибателей*, а в месте перехода на тыльную поверхность стопы — *нижний удержатель сухожилий-разгибателей*. Под этими связками находятся фиброзные каналы, в которых проходят окруженные синовиальными влагалищами сухожилия передней группы мышц голени.

Между медиальной лодыжкой и пяточной костью имеется борозда, по которой проходят сухожилия глубоких мышц задней поверхности голени. Над бороздой фасция голени, переходя в фасцию стопы, образует утолщение в виде связки — *удержателя сухожилий-сгибателей*. Под этой связкой расположены фиброзные каналы; в трех из них проходят окруженные синовиальными влагалищами сухожилия мышц, в четвертом — кровеносные сосуды и нервы.

Под латеральной лодыжкой фасция голени также образует утолщение, называемое *удержателем сухожилий малоберцовых мышц*, которое служит для укрепления этих сухожилий.

Фасция стопы на тыльной поверхности значительно тоньше, чем на подошвенной. На подошвенной поверхности находится хорошо выраженное фасциальное утолщение — *подошвенный апоневроз* толщиной до 2 мм. Волокна подошвенного апоневроза имеют переднезаднее направление и идут главным образом от пяточного бугра кпереди. Этот апоневроз имеет отростки в виде фиброзных пластинок, которые доходят до костей плюсны. Благодаря межмышечным перегородкам на подошвенной стороне стопы образуются три фиброзных влагалища, в которых располагаются соответствующие группы мышц.

ДВИЖЕНИЯ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Как и движения других частей тела человека, движения нижней конечности совершаются при взаимодействии мышечных усилий с внешними силами, главной из которых является сила гравитации (земного притяжения). В зависимости от того, какое положение занимает тело по отношению к направлению силы гравитации, участие тех или иных мышц в выполнении одного и того же движения может быть различным. Говоря о движениях нижней конечности, целесообразно умышленно абстрагироваться от внешних факторов, с тем чтобы изучить участие мышц, совершающих движения, исходя из их анатомического положения.

В движениях бедра в тазо-бедренном суставе участвуют следующие мышцы (рис. 151).

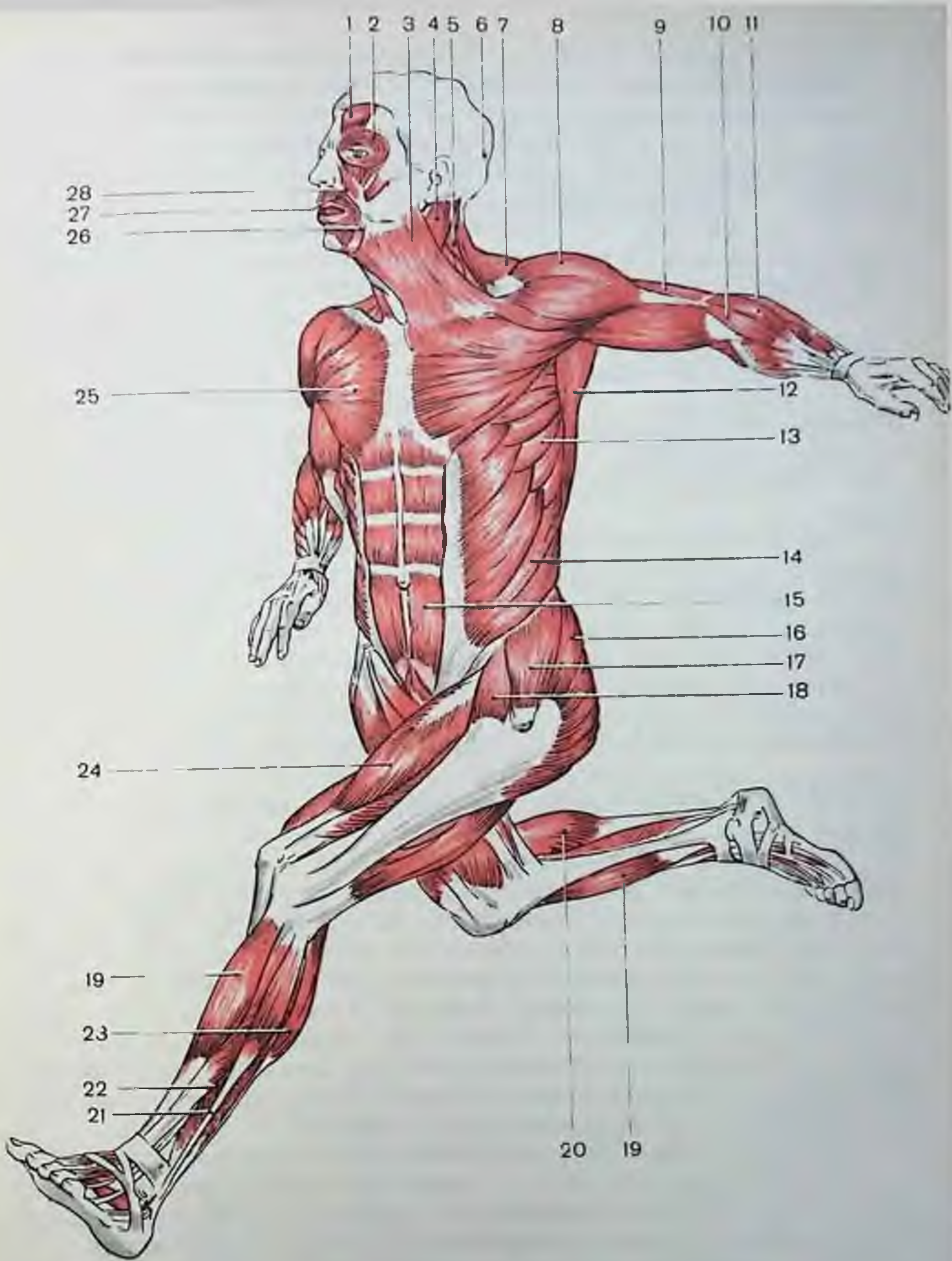


Рис. 151.

Бег. Мышцы мужской фигуры (вид спереди и слева):

1 — лобное брюшко надчерепной м.; 2 — круглая м. глаза; 3 — подкожная м. шеи; 4 — грудино-ключично-сосцевидная м.; 5 — м., поднимающая лопатку; 6 — затылочное брюшко надчерепной м.; 7 — трапециевидная м.; 8 — дельтовидная м.; 9 — трехглавая м. плеча; 10 — плече-лучевая м.; 11 — длинный лучевой разгибатель запястья; 12 — широчайшая м. спины; 13 — передняя зубчатая м.; 14 — наружная косая м. живота; 15 — прямая м. живота; 16 — большая ягодичная м.; 17 — средняя ягодичная м.; 18 — напрягатель широкой фасции; 19 — передняя большеберцовая м.; 20 — икроножная м.; 21 — длинная малоберцовая м.; 22 — короткая малоберцовая м.; 23 — икроножная м.; 24 — прямая м. бедра; 25 — большая грудная м.; 26 — м., опускающая угол рта; 27 — круговая м. рта; 28 — м., поднимающая верхнюю губу (ориг. М. Ф. Иваницкого)

Сгибание бедра: 1) подвздошно-поясничная мышца; 2) портняжная мышца; 3) напрягатель широкой фасции; 4) гребенчатая мышца; 5) прямая мышца бедра.

Разгибание бедра: 1) большая ягодичная мышца; 2) двуглавая мышца бедра; 3) полусухожильная мышца; 4) полуперепончатая мышца; 5) большая приводящая мышца.

Отведение бедра: 1) средняя ягодичная мышца; 2) малая ягодичная мышца; 3) грушевидная мышца; 4) внутренняя запирающая мышца; 5) напрягатель широкой фасции бедра.

Приведение бедра: 1) гребенчатая мышца; 2) длинная приводящая мышца; 3) короткая приводящая мышца; 4) большая приводящая мышца; 5) тонкая мышца.

Супинация бедра: 1) подвздошно-поясничная мышца; 2) квадратная мышца бедра; 3) ягодичные мышцы (средняя и малая супинируют бедро только своими задними пучками); 4) портняжная мышца; 5) внутренняя и наружная запирающие мышцы; 6) грушевидная мышца.

Пронация бедра: 1) напрягатель широкой фасции; 2) передние пучки средней ягодичной мышцы; 3) передние пучки малой ягодичной мышцы; 4) полусухожильная мышца; 5) полуперепончатая мышца; 6) тонкая мышца.

Следует заметить, что при опоре вытянутой ноги пяткой о землю как пронация, так и супинация бедра могут быть произведены более интенсивно, чем в положении ноги на весу. Это объясняется тем, что в первом случае мышцы, поднимающие бедро, расслаблены, а во втором — сокращены и своим тонусом препятствуют вращательным движениям бедра вокруг вертикальной оси, проходящей через тазо-бедренный сустав.

Круговые движения производят все группы мышц, расположенные вокруг тазо-бедренного сустава, действуя поочередно.

Из сказанного видно, что одна и та же мышца может участвовать в различных движениях, что при различных исходных положениях одна и та же мышца может выполнять различную работу. Например, большая приводящая мышца разгибает бедро из его согнутого положения и приводит — из отведенного. Кроме того, у крупных мышц могут работать изолированно отдельные пучки. Так, например, малая ягодичная мышца, сокращаясь целиком, отводит бедро; сокращаясь же своими передними пучками, поворачивает его кнутри.

Движения в коленном суставе обеспечивают следующие мышцы.

Сгибание голени: 1) двуглавая мышца бедра; 2) полусухожильная мышца; 3) полуперепончатая мышца; 4) портняжная мышца; 5) тонкая мышца; 6) подколенная мышца; 7) икроножная мышца.

Разгибание голени: разгибателем голени является одна только мышца — четырехглавая мышца бедра.

Пронация голени: 1) полусухожильная мышца; 2) полуперепончатая мышца; 3) портняжная мышца; 4) тонкая мышца; 5) медиальная головка икроножной мышцы; 6) подколенная мышца.

Супинация голени: 1) двуглавая мышца бедра; 2) латеральная головка икроножной мышцы.

Пронация голени, как и супинация, возможна только по мере ее сгибания, т. е. по мере того, как большеберцовая и малоберцовая коллатеральные связки расслабляются.

В движениях стопы участвуют следующие мышцы.

Сгибание стопы: 1) трехглавая мышца голени; 2) задняя большеберцовая мышца; 3) длинный сгибатель большого пальца; 4) длинный сгибатель пальцев; 5) длинная малоберцовая мышца; 6) короткая малоберцовая мышца.

Разгибание стопы: 1) передняя большеберцовая мышца; 2) длинный разгибатель пальцев; 3) длинный разгибатель большого пальца.

Приведение стопы: 1) передняя большеберцовая мышца; 2) задняя большеберцовая мышца.

Отведение стопы: 1) короткая малоберцовая мышца; 2) длинная малоберцовая мышца.

Пронация стопы: 1) длинная малоберцовая мышца; 2) короткая малоберцовая мышца.

Супинация стопы: 1) передняя большеберцовая мышца; 2) длинный разгибатель большого пальца.

Круговое движение стопы возможно при поочередном действии групп мышц, проходящих около суставов стопы.

В движениях пальцев участвуют мышцы, переходящие с голени на стопу, и мышцы самой стопы. Основная функция мышц, расположенных на подошвенной поверхности стопы, — сгибание пальцев, а мышц, находящихся на тыльной стороне стопы, — разгибание пальцев.

Группа мышц тыльной поверхности стопы развита значительно слабее группы мышц подошвенной поверхности. Это обусловлено функциональным значением мышц. Подошвенные мышцы играют важную рессорную роль, а также, сгибая пальцы, обеспечивают сцепление стопы с опорной поверхностью при ходьбе и беге.

Раздел четвертый

АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛОЖЕНИЙ И ДВИЖЕНИЙ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Глава 1

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ АНАТОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЛОЖЕНИЙ И ДВИЖЕНИЙ ТЕЛА

В предыдущих разделах было рассмотрено строение основных элементов и звеньев двигательного аппарата, а также их участие в выполнении простых движений отдельных частей тела. На самом деле движения человека значительно сложнее и многообразнее. К ним относятся перемещения тела в пространстве, трудовые движения, физические упражнения, движения, связанные с речью, и т. п. Характерной особенностью движений человека является то, что в их осуществлении принимает участие весь двигательный аппарат в целом, так как любое сложное движение представляет собой определенную совокупность простых движений в различных суставах, обусловленную координированной работой скелетных мышц.

Движения человека осуществляются в неразрывной взаимосвязи его с внешней средой и в этом отношении определяются теми силами, которые действуют на организм. Внешним силам противодействуют силы мышечных тяг, развиваемые скелетными мышцами при их сокращении. Анализируя эти силы, можно дать анатомическую характеристику работы двигательного аппарата в целом при выполнении движений или сохранении отдельных положений тела.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛОЖЕНИЙ ТЕЛА

Положение тела в пространстве представляет собой временную фазу относительного покоя тела, т. е. отсутствие видимого внешнего движения. Однако это не означает, что при сохранении того или иного положения в пространстве двигательный аппарат человека выключен из работы.

Анализ строения скелета показывает, что он состоит из отдельных костных звеньев, которые подвижно соединены между собой. Поэтому сохранение положения одного костного звена относительно другого требует напряжения определенных групп мышц. Постоянное напряжение скелетных мышц обусловлено тем, что тело человека на Земле всегда находится под влиянием сил поля тяготения.

Сила тяжести человеческого тела, численно равная его весу, относится к внешним силам, действующим на организм, против которых постоянно совершается активная работа двигательного аппарата.

Сила тяжести всегда направлена из центра тяжести тела вниз строго перпендикулярно к горизонтальной плоскости, на которую опирается человек. В месте соприкосновения тела с опорной поверхностью на организм человека действует другая сила — сила реакции опоры, которая численно равна силе тяжести, но прямо противоположна ей по направлению.

Физический смысл силы реакции опоры основан на третьем законе механики, который гласит, что при взаимодействии двух тел (в данном случае тела человека и опорной поверхности) сила действия всегда равна силе противодействия. Из механики известно, что пока сила тяжести и сила реакции опоры действуют по одной прямой, твердое тело сохраняет состояние равновесия (или покоя).

При движениях и положениях живого человеческого тела взаимоотношения между силой тяжести и силой реакции опоры значительно сложнее. С одной стороны, это обусловлено тем, что тело человека представляет собой не твердое тело, а подвижно соединенные между собой части — туловище, голову и конечности, — каждая из которых также состоит из подвижных звеньев (например, нижняя конечность — из бедра, голени и стопы). С другой стороны, сила реакции опоры передается в организме человека от одного звена к другому только через плотные ткани, неспособные к пластической деформации (преимущественно через костную ткань). Значит, сила реакции опоры действует только вдоль костей скелета (рис. 152). Поскольку части скелета соединены между собой подвижно, вполне очевидно, что действие силы тяжести и силы реакции опоры по одной прямой представляет лишь частный случай их взаимодействия. Учитывая многообразие различных положений тела и движений, следует признать, что в организме человека эти силы действуют не по одной прямой. Поэтому почти при любом положении тела на каждое из его звеньев и на все тело в целом действует пара сил: одну составляет сила тяжести тела в целом или его отдельного звена, а другую — сила реакции опоры, действующая либо на тело в целом, либо на его отдельное звено. Взаимодействие этих сил обуславливает вращение одного костного звена относительно другого. Поскольку сила тяжести имеет плечо по отношению почти ко всем суставам, то сохранение положения тела достигается за счет активной работы мышц, противодействующих силе тяжести.

Сила мышечной тяги относится к внутренним силам организма. Она возникает в результате активного напряжения скелетных мышц. Направление действия силы мышечной тяги может совпадать с направле-

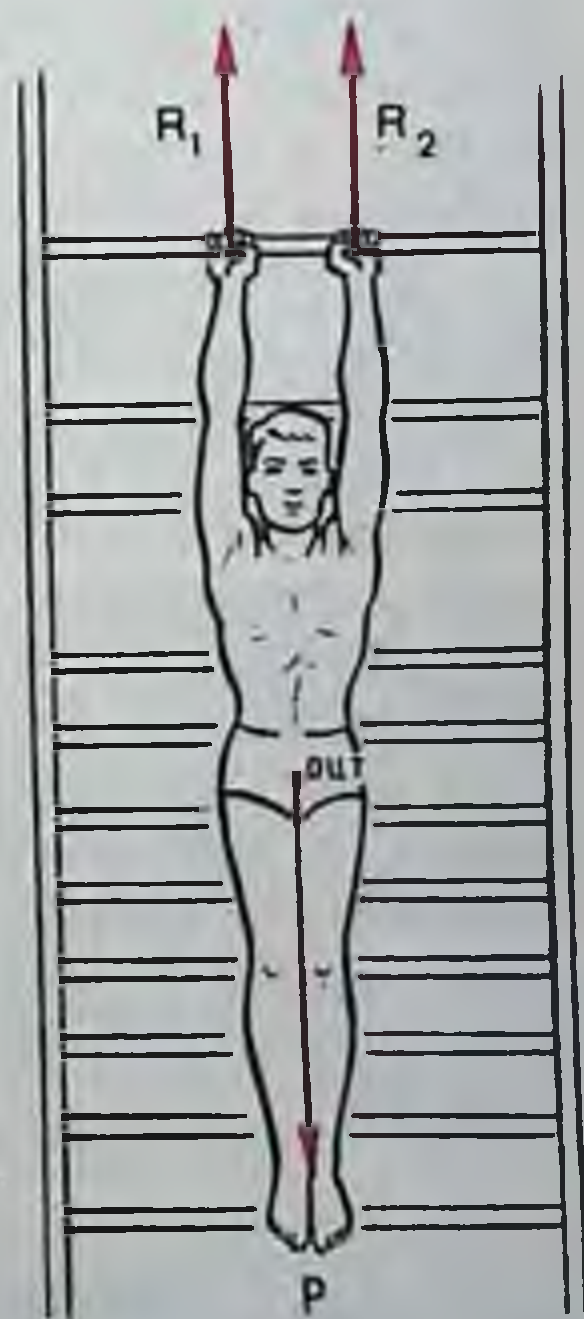


Рис. 152.

Взаимоотношения силы тяжести и силы реакции опоры:

P — сила тяжести, R_1, R_2 — сила реакции опоры

нием силы реакции опоры. В таком случае обе силы (сила мышечной тяги и сила реакции опоры) будут противодействовать силе тяжести. Если эти силы уравновешены, то тело человека или его отдельная часть будет находиться в состоянии относительного покоя (например, положение человека стоя с отведенной верхней или нижней конечностью). Если направление силы мышечной тяги совпадает с направлением силы тяжести, то по своей суммарной величине они превосходят силу реакции опоры. В результате этого равновесие тела нарушается и происходит его движение.

Во время движения на тело человека действует еще ряд сил. Например, *сила трения*, увеличивающая сцепление опорной конечности с опорной поверхностью; *сила лобового сопротивления*, зависящая от плотности среды и формы тела и, как правило, тормозящая движение. При спортивных упражнениях действие силы лобового сопротивления можно уменьшить, принимая специфическую, наиболее выгодную позу с меньшей лобовой поверхностью и лучшей обтекаемостью (например, бегун при встречном ветре больше наклоняет туловище вперед). При плавании, гребле сила сопротивления среды способствует движению. Поэтому для увеличения этой силы во время гребка используют большую лобовую поверхность (кистей рук, лопастей весел), а при подготовительных движениях к гребку рука или весло выносятся с меньшей скоростью и с меньшей лобовой поверхностью. *Сила инерции* противодействует силам, ускоряющим или замедляющим движение. Она играет важную роль в двигательной деятельности человека. Проявляясь в промежутках между толчками, она сглаживает их, делает движения более плавными.

Все эти силы на протяжении движения изменяются, влияют друг на друга. Их взаимоотношения сложны и определяют кинематическую структуру движения как целостного двигательного акта.

Каждое положение тела в целом характеризуется определенным положением головы и звеньев конечностей относительно туловища, а также положением тела относительно опорной поверхности. До тех пор, пока взаимное расположение частей тела удерживается активной работой мышц, оно находится в состоянии равновесия. Любое равновесие тела достигается за счет сложной координации в работе скелетных мышц, в основе которой лежит условнорефлекторная деятельность центральной нервной системы. В сохранении определенного положения важная роль принадлежит кожной и мышечно-суставной чувствительности, зрительным и слуховым анализаторам, а также органу равновесия.

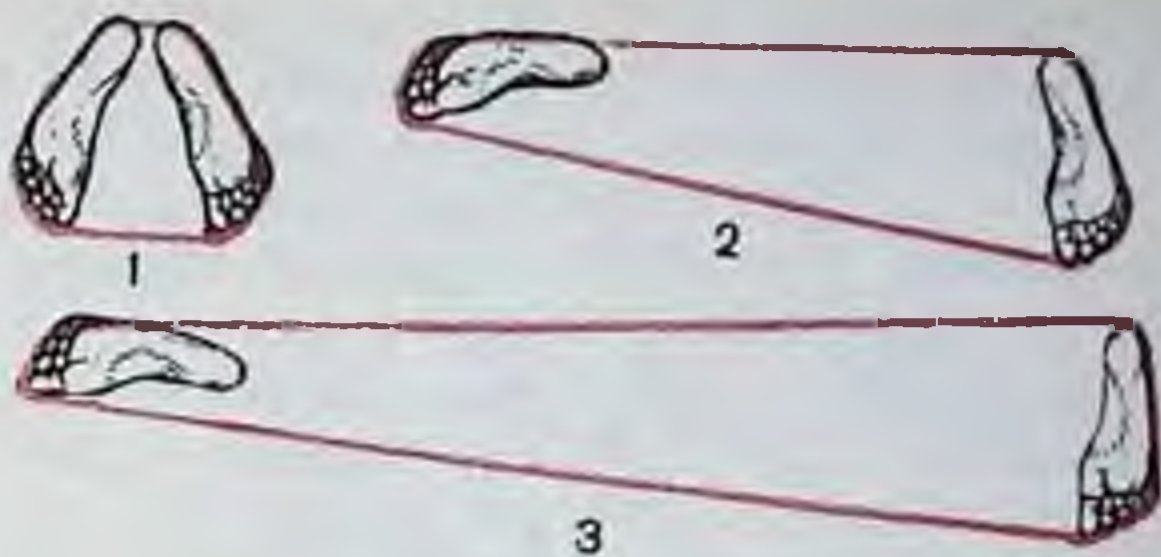
ОБЩИЙ ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ И ЕГО РОЛЬ В МЕХАНИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕЛА

Под **общим центром тяжести** (ОЦТ) понимают точку приложения равнодействующей силы тяжести всех частей тела. Определение положения ОЦТ тела играет важную роль при решении различных вопросов механики движений. Дело в том, что *равновесие*

Рис. 153.

Площадь опоры:

1 — при исходном положении стоя;
2 — при исходной стойке фехтовальщика;
3 — при выпале фехтовальщика



и *устойчивость тела* определяются положением ОЦТ тела по отношению к опорной поверхности.

Под *общей площадью опоры* подразумевается площадь, заключенная между крайними точками опорных поверхностей тела, иными словами, площадь опорных поверхностей и площадь пространства между ними (рис. 153). Однако не вся площадь опоры может быть действующей, так как мягкие ткани не принимают участия в передаче силы реакции опоры. Величина площади опоры при различных положениях тела спортсмена очень варьирует: в стойке на фигурном коньке она очень мала, при обычном положении стоя она больше, при выставлении ноги вперед или в сторону еще больше. С увеличением площади опоры увеличивается и общая *устойчивость тела*.

Применительно к телу человека различают два вида равновесия: *устойчивое* и *неустойчивое*. Безразличное равновесие встречается крайне редко.

Устойчивым равновесием тела называется такое равновесие, при котором ОЦТ тела расположен ниже площади опоры. В этих случаях тело, выведенное из состояния равновесия и предоставленное самому себе, без влияния других сил, а лишь под действием собственной силы тяжести возвращается в исходное положение. Примерами *устойчивого равновесия* является вис на выпрямленных руках, угол в висе и т. п.

Неустойчивым равновесием тела называется такое равновесие, при котором ОЦТ тела расположен выше площади опоры. Если тело выведено из этого равновесия и предоставлено самому себе, то оно не возвращается в исходное положение, а падает под действием собственной силы тяжести (веса тела). К такому виду равновесия относятся все положения стоя, упор лежа, стойка на кистях и т. п.

Устойчивость тела сохраняется до тех пор, пока вертикаль, опущенная из ОЦТ, не выходит за границы площади опоры (рис. 154). Как только эта вертикаль выходит за пределы площади опоры, равновесие нарушается и тело падает.

В живом организме человека проекция ОЦТ не является строго фиксированной точкой. В зависимости от процессов кровообращения, дыхания, пищеварения в каждый момент времени положение отдельных элементов тела изменяется, что сказывается и на положении его ОЦТ. Например, при состоянии относительного покоя (скажем, в положении стоя или лежа) удельный вес грудного отдела туловища зависит от фазы дыхания. При вдохе он меньше, при выдохе, наоборот, больше.



Рис. 154.

Равновесие тела при выполнении стойки на кистях на параллельных брусьях

В связи с этим происходит постоянное небольшое перемещение ОЦТ вверх и вниз. При переходе из вертикального положения (положения стоя) в горизонтальное (положение лежа) в организме происходит перераспределение крови. Она отливает от нижних конечностей приблизительно в количестве 100 см^3 . После нескольких глубоких вдохов объем притекающей к легким крови возрастает примерно на столько же. Это изменение кровенаполнения различных областей тела неизбежно сказывается на локализации ОЦТ. Ориентировочно можно считать, что диаметр сферы, внутри которой происходит его постоянное перемещение, при спокойном положении тела равняется $5\text{--}10 \text{ мм}$. При изменении взаимного расположения частей тела колебания в положении ОЦТ могут быть более значительными.

Для установления проекции ОЦТ тела необходимо определить его в трех взаимно перпендикулярных плоскостях: фронтальной, горизонтальной и сагиттальной. Однако в большинстве случаев обычно определяют высоту положения ОЦТ тела над опорной поверхностью. Дело в том, что при симметричном стоянии ОЦТ находится в срединной плоскости, так как правая и левая половины тела имеют примерно одинаковый вес. Правда, более точные расчеты показывают, что в связи с асимметричным расположением внутренних органов правая половина тела приблизительно на 500 г тяжелее левой (в правой поло-

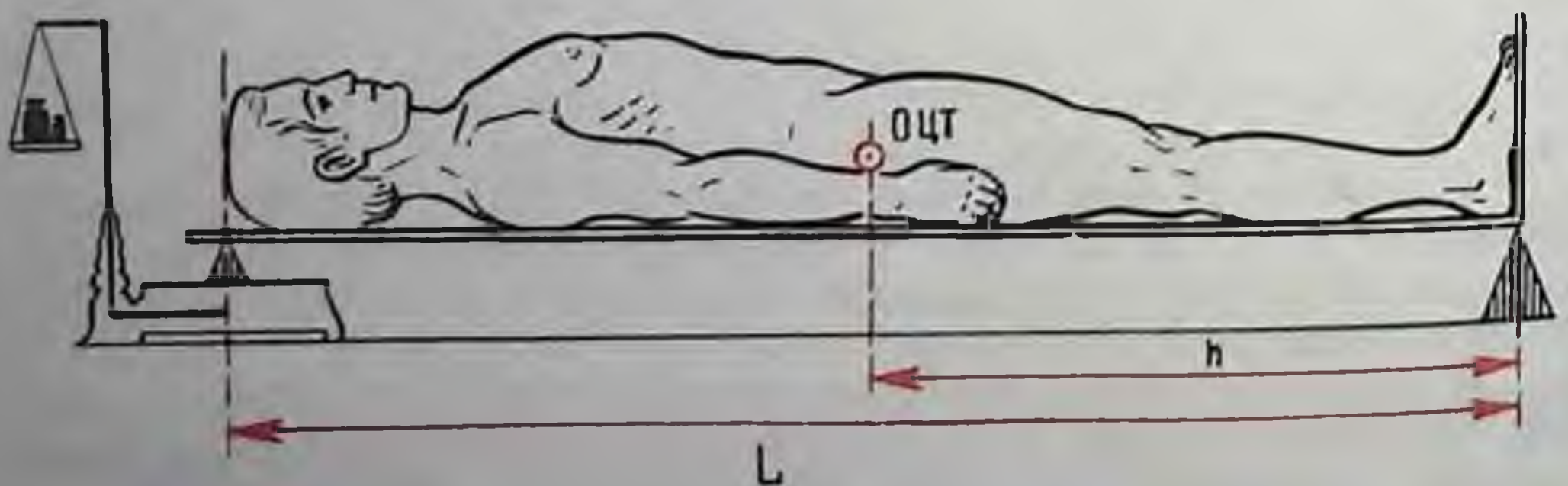


Рис. 155.

Метод определения положения общего центра тяжести тела по принципу рычага второго рода (точка в центре кружка с проходящей через нее вниз прерывистой линией показывает положение общего центра тяжести)

вине тела находится такой массивный орган, как печень; кроме того, у большинства людей мышцы правой половины тела развиты лучше и имеют больший вес, чем мышцы левой половины). Однако в стандартных расчетах эти различия во внимание не принимаются.

Шейдт (1924) определял высоту положения ОЦТ тела, используя принцип рычага второго рода. Для этого испытуемый ложится на доску, которая одним концом опирается на острый клин, закрепленный к опорной поверхности, а другим — на острый клин, расположенный на площадке весов (рис. 155). Весы показывают некоторое значение, которое соответствует величине усилия на дистальном конце рычага. Клинья устанавливаются так, чтобы расстояние между ними равнялось длине тела испытуемого, поэтому длина рычага всегда известна. Чтобы рычаг находился в состоянии равновесия, моменты действующих на него сил должны быть равны. Значит, произведение веса тела на высоту положения ОЦТ тела равно произведению показания весов на длину тела: $P\bar{h} = pL$, где P — вес тела, \bar{h} — высота положения ОЦТ тела от подошвенной поверхности стоп, p — показание весов, L — длина тела. Из этого отношения высота положения ОЦТ тела находится расчетным путем: $\bar{h} = \frac{pL}{P}$.

Обычно считают, что ОЦТ тела человека в положении стоя расположен в срединной плоскости в среднем на 2,5 см ниже мыса крестца и на 4—5 см выше поперечной оси тазо-бедренных суставов примерно на середине расстояния между крестцом и лобковым симфизом.

Брауне и Фишер определили положение ОЦТ тела и центров тяжести его отдельных частей. Они установили, что центр тяжести головы лежит сзади от спинки турецкого седла примерно на 7 мм; центр тяжести туловища — спереди верхнего края первого поясничного позвонка. По оси туловища его центр тяжести отстоит от краниального конца примерно на $\frac{3}{5}$ длины, а от каудального — на $\frac{2}{5}$ длины



Рис. 156.

Расположение центров тяжести отдельных частей тела (объяснение в тексте)

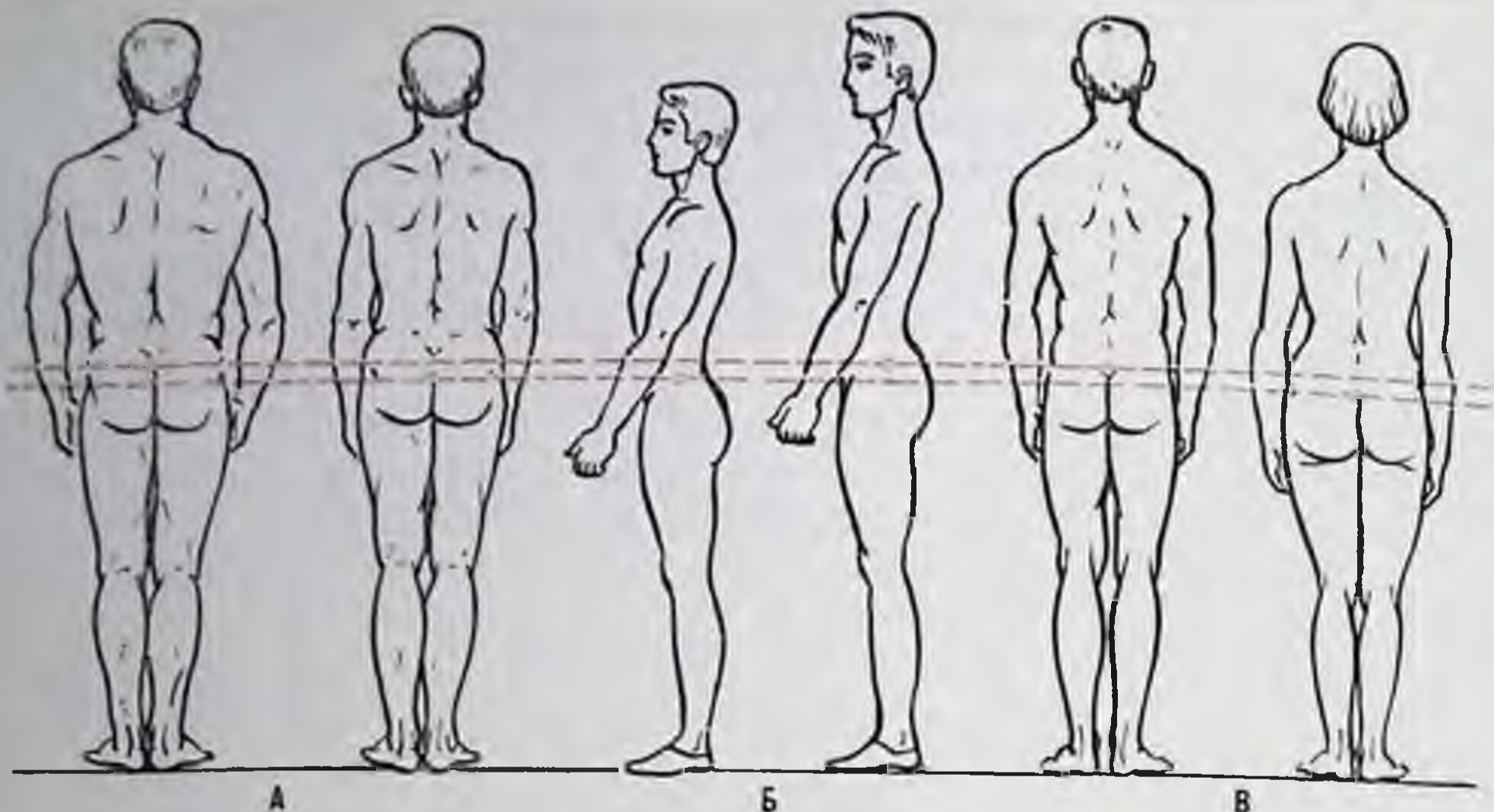


Рис. 157.

Положение общего центра тяжести тела

А — у мужчин одинакового роста, но различного телосложения; *Б* — у мужчин разного роста; *В* — у мужчин и у женщин

(рис. 156). Прямую между поперечными осями, проходящими через плечевые и тазо-бедренные суставы, центр тяжести туловища делит примерно в отношении 4:5. По Фишеру, изолированное бедро, голень, плечо и предплечье имеют центр тяжести в том месте, отрезки от которого до проксимального и дистального концов этих звеньев относятся примерно как 4:5. Центр же тяжести кисти с несколько согнутыми пальцами расположен на 1 см проксимальнее головки третьей пястной кости.

Зная положение центра тяжести каждой из двух частей тела, сочленяющихся между собой (плеча и предплечья, бедра и голени и др.), нетрудно определить положение общего для них центра тяжести. Он находится на прямой, соединяющей центры тяжести каждого из звеньев, и делит эту прямую в отношении, обратно пропорциональном их массам. Посредством преобразования двухзвеньевых систем можно определить положение ОЦТ тела.

Высота положения ОЦТ у разных людей значительно варьирует в зависимости от целого ряда факторов, к числу которых в первую очередь относятся пол, возраст, развитие мускулатуры, массивность костяка, жиротложение и пр. (рис. 157). Установлено также, что возможны суточные колебания высоты положения ОЦТ, связанные с пластическими деформациями, которые испытывают соединения скелета при больших физических нагрузках.

У женщин в положении стоя ОЦТ тела обычно находится несколько ниже, чем у мужчин: у мужчин — в среднем на уровне передненижнего края тела пятого поясничного позвонка (индивидуальные колебания — от третьего поясничного до пятого крестцового позвонка); у женщин — на уровне передненижнего края тела первого крестцового позвонка (индивидуальные колебания — от пятого поясничного до первого копчикового позвонка).

У детей раннего возраста ОЦТ тела расположен выше, чем у взрослых. Так, у новорожденных он лежит на уровне пятого—шестого грудных позвонков, к двум годам — на уровне первого поясничного позвонка, к 16—18 годам он постепенно перемещается не только вниз, но и кзади.

Высота положения ОЦТ тела зависит и от спортивной специализации. Так, у футболистов он расположен в среднем ниже, чем у гимнастов. Индивидуальные колебания высоты положения ОЦТ тела значительно больше и более заметны, чем колебания общей длины тела.

Для ускорения процесса определения местоположения ОЦТ тела, а также для определения его траектории при том или ином сложном движении В. М. Абалаков предложил метод, основанный на использовании специальной модели (рис. 158), части тела которой подвижно соединены между собой, что позволяет задать им различное положение. Модель сделана таким образом, что относительный вес ее частей соответствует весовым отношениям между ними в организме нормального человека.

При изменении взаимного расположения частей тела проекция его ОЦТ также меняется (рис. 159). Меняется при этом и устойчивость тела. Для практики этот вопрос очень важен, так как при большей устойчивости тела можно выполнять движения с большей амплитудой без нарушения равновесия, однако начать

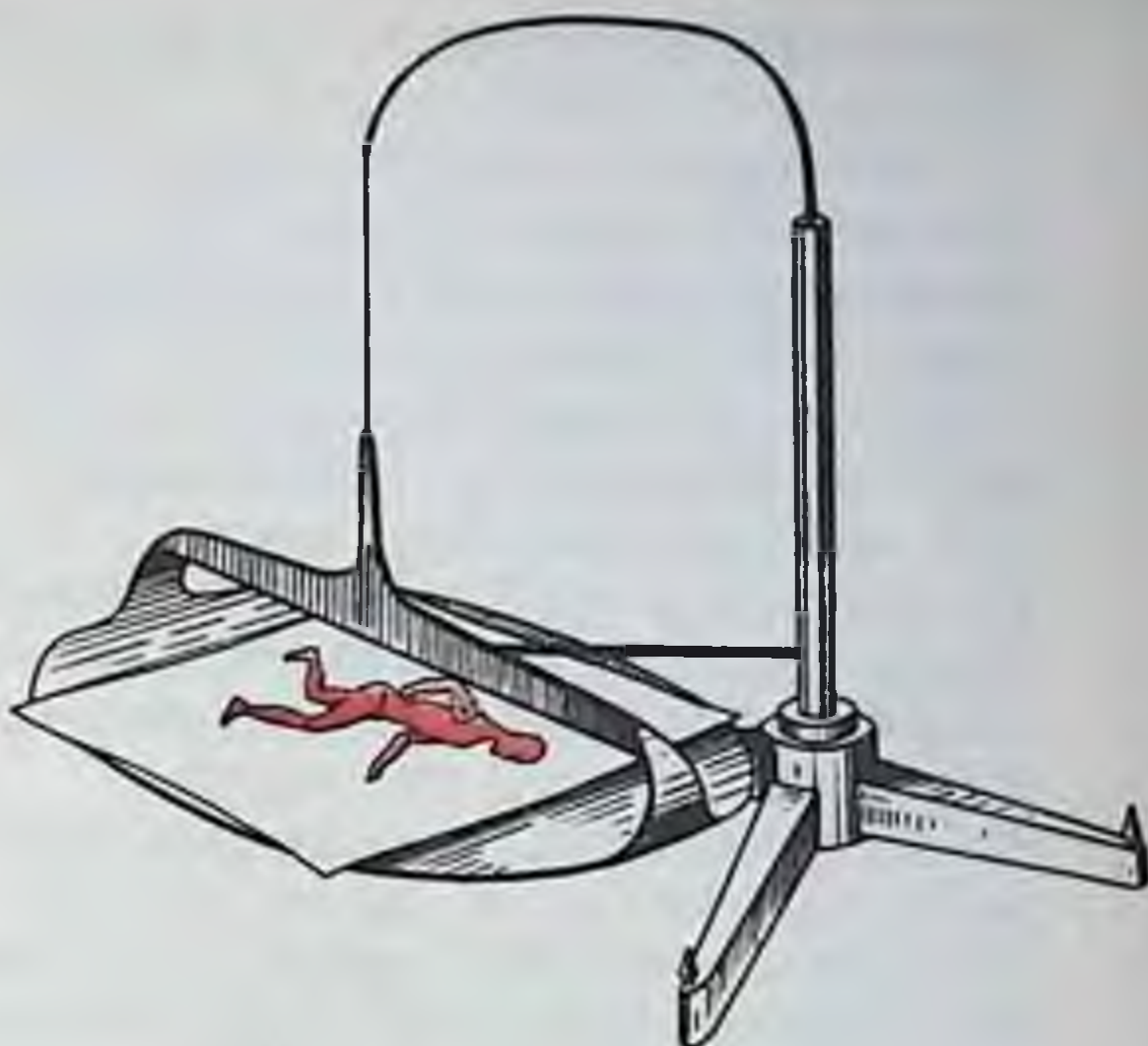


Рис. 158.

Прибор В. М. Абалакова для определения расположения общего центра тяжести человеческого тела по рисунку с кинограммы

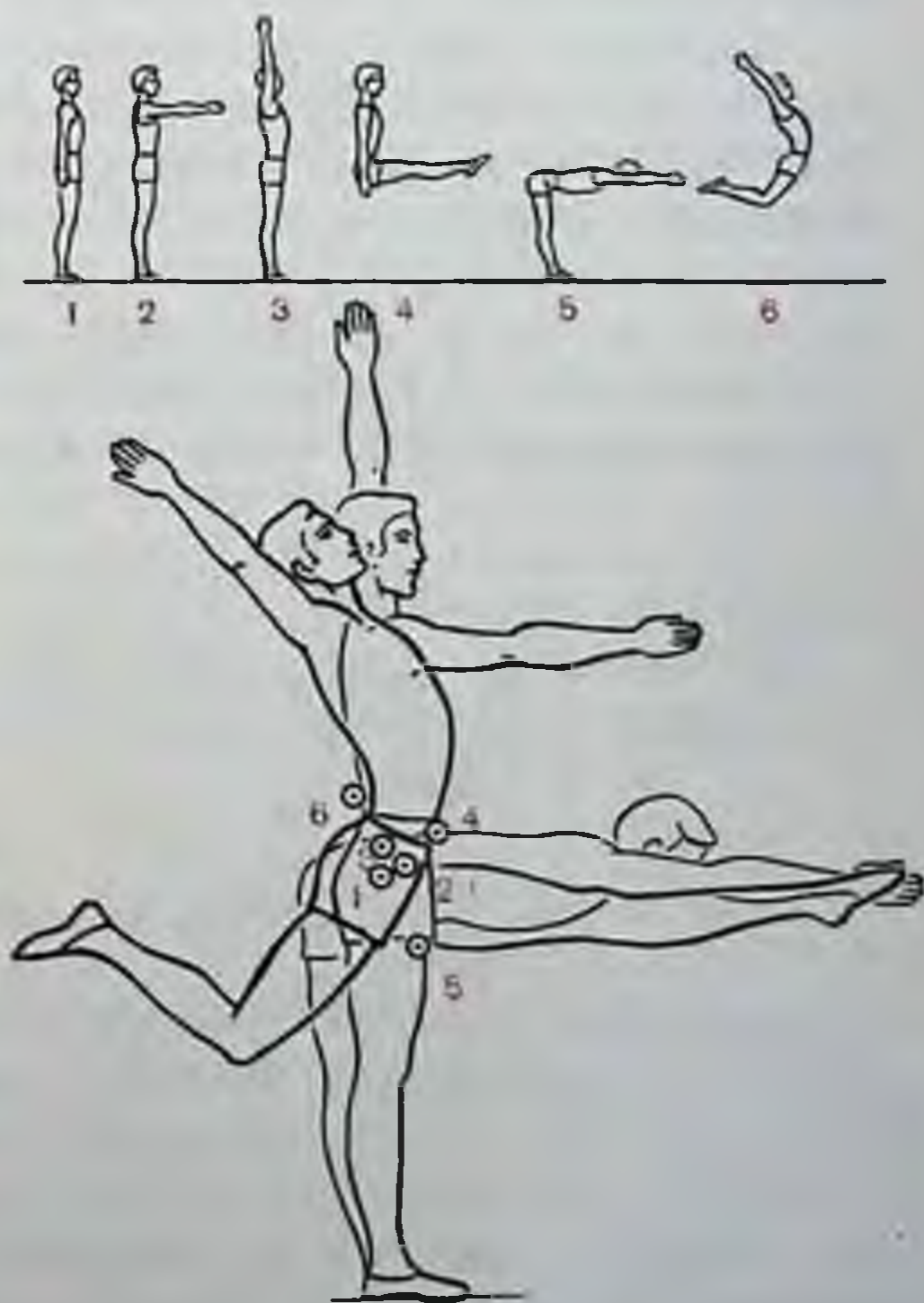


Рис. 159.

Положение общего центра тяжести при различных положениях тела

движение при малой степени устойчивости легче, чем при большой.

Устойчивость тела определяется величиной площади опоры, высотой расположения ОЦТ тела и местом прохождения вертикали, опущенной из ОЦТ, внутри площади опоры. Чем больше площадь опоры и чем ниже расположен ОЦТ тела, тем больше устойчивость тела. Так, в положении стоя с сомкнутыми стопами равновесие сохранять труднее, чем в положении, когда стопы находятся на ширине плеч. Если из положения стоя присесть, то высота расположения ОЦТ тела уменьшится, а устойчивость тела станет больше. Чем ближе к краю опоры проходит вертикаль, опущенная из ОЦТ тела, тем меньше возможностей для перемещения тела в этом направлении и тем легче нарушается равновесие в эту сторону.

Количественным выражением степени устойчивости тела в том или ином направлении является *угол устойчивости*. Углом устойчивости называется угол, образованный вертикалью, опущенной из ОЦТ тела, и прямой, проведенной из ОЦТ тела к краю площади опоры (рис. 160). Чем больше угол устойчивости, тем больше степень устойчивости тела. При симметричном положении тела вертикаль, опущенная из ОЦТ тела, проходит через центр площади опоры. При стоянии на лыжах угол устойчивости, а следовательно, и устойчивость тела вперед будет больше, чем назад, а в правую и левую стороны углы устойчивости будут одинаковыми и небольшими.

Вертикаль, опущенная из ОЦТ тела, проходит на некотором расстоянии от осей вращения в суставах. В связи с этим сила тяжести в любом положении тела имеет по отношению к каждому суставу определенный *момент вращения*, равный произведению величины силы тяжести на ее плечо. *Плечом силы тяжести* является перпендикуляр, проведенный из центра сустава к вертикали, опущенной из ОЦТ тела (рис. 161). Чем больше плечо силы тяжести, тем больший момент вращения она имеет по отношению к суставу.



Рис. 160.

Углы устойчивости при выполнении упражнения «шпагат»:

α — угол устойчивости назад; β — угол устойчивости вперед. P — сила тяжести (по М. Ф. Ивинскому)



Рис. 161.

Плечи силы тяжести по отношению к поперечным осям вращения в тазо-бедренном, коленном и голено-стопном суставах опорной ноги конькобежца

За счет активного напряжения отдельных групп скелетных мышц можно изменить расположение звеньев тела, что приведет к перемещению вертикали, опущенной из ОЦТ тела, внутри площади опоры. Приближение этой вертикали к краю площади опоры уменьшает устойчивость тела в соответствующем направлении, что способствует началу движения. Работа мышц определяется взаимным расположением костных звеньев в суставах, а также положением ОЦТ тела. Поэтому при анатомической характеристике положения или движения тела необходимо определить:

1) направление равнодействующей мышцы или группы мышц относительно той или другой оси вращения сустава;

2) при какой опоре действует мышца или группа мышц (дистальной или проксимальной);

3) взаимоотношение между мышцами-антагонистами и синергистами;

4) плечо и момент вращения силы мышечной тяги, силу тяжести отдельных костных звеньев и условия, способствующие их изменению;

5) режим работы мышц (динамический, статический, преодолевающий, уступающий, удерживающий или баллистический).

Каждое положение или движение тела человека имеет определенную структуру с точки зрения участия в нем компонентов двигательного аппарата. Выявление сил, действующих на организм, позволяет определить условия и особенности работы мышц, степень использования силы тяжести, инерции и других сил в движениях.

Следует еще отметить, что работа двигательного аппарата неизбежно сказывается на особенностях функционирования внутренних органов. Особый интерес представляет состояние механизма внешнего дыхания, так как значительная часть мышц туловища самым непосредственным образом участвует в акте дыхания.

На основе анализа работы двигательного аппарата можно сделать заключение о том, какое влияние с биологической и педагогической точек зрения оказывает то или иное движение на организм: на строение скелета, на подвижность в соединениях, на осанку тела, на развитие отдельных функциональных групп мышц и т. д. При этом необходимо отмечать не только положительные изменения, происходящие в организме под влиянием упражнений или движений, но и отрицательные, если они имеют место.

ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ДВИЖЕНИЙ

Движения тела человека сложны и многообразны. Все их можно разделить на две группы: *простые движения*, совершаемые в отдельных суставах, и *сложные движения*, представляющие собой двигательные акты, при выполнении которых происходит сочетанная работа во многих суставах. Совокупность движений, с помощью которых осуществляется перемещение человека в пространстве, получила название *локомоции* (от лат. *locus* — место, *motio* — движение).

Перемещение организма человека в пространстве происходит в результате отталкивания тела от опорной поверхности или его притяги-

вания к ней, или в результате отталкивания и притягивания. При этом внешние силы, действующие на организм (сила тяжести и сила реакции опоры), взаимодействуют с силой мышечной тяги, развиваемой организмом, что и ведет к перемещению тела в пространстве. Локомоции совершаются благодаря координированной работе мышц, одни из которых выполняют статическую работу, удерживая положение отдельных частей тела, а другие — динамическую.

В зависимости от характера двигательной деятельности правой и левой половин тела движения разделяют: на *симметричные* и *асимметричные*. При симметричных движениях обе половины тела выполняют одни и те же движения, при асимметричных — разные. Поэтому анализ работы двигательного аппарата при симметричных движениях проводится с одной стороны тела, а при асимметричных — с обеих сторон. Симметричные движения, в свою очередь, могут быть *одновременно симметричными* (например, плавание стилем «брасс») и *разновременно симметричными* (ходьба, бег, плавание способом «кроль»). Движения могут совершаться и без перемены места, т. е. движения на месте (приседание и т. п.).

По структуре различают *циклические* и *ациклические* локомоции. Циклические локомоции — это те, при которых одни и те же движения постоянно повторяются в определенной последовательности. Поэтому после каждого цикла движений все части тела возвращаются в исходное положение (ходьба, бег, передвижения на лыжах и др.). При ациклических локомоциях повторения движений не происходит, они по сути своей представляют одноактное действие.

В зависимости от характера перемещения тела локомоции еще подразделяют на *поступательные*, *вращательные* и *смешанные* (поступательно-вращательные). Поступательным движением называется такое, при котором точки тела по отношению к опорной поверхности и друг к другу образуют параллельные линии (например, ходьба, бег, прыжок в длину с места). При вращательном движении точки тела движутся относительно соседних точек по дугам окружностей (например, сальто, пируэт). При смешанном движении имеют место и те и другие элементы.

Характер движения человека формируется постепенно на протяжении всей его жизни. Особенно это касается профессиональных двигательных навыков. Основные естественные локомоции (ходьба, бег, прыжок и др.) отчасти являются врожденными. Их окончательное формирование заканчивается в различные периоды жизни ребенка. Ведущая роль в координации движений принадлежит нервной системе.

АНАТОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛОЖЕНИЙ ТЕЛА

Положения тела характеризуются взаимным уравниванием действующих сил. Специфика положения тела заключается в том, что благодаря наличию внутренних активных мышечных сил человек может изменять взаимное расположение звеньев тела, противодействуя внешним силам, и сохранять равновесие. Все положения тела можно разделить на *симметричные* и *асимметричные*. При симметричных положениях тела работа правой и левой половин двигательного аппарата одинакова, при асимметричных — различна. Кроме того, различают положения тела при *нижней опоре*, при *верхней опоре* и при *смешанной опоре*.

ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА ПРИ НИЖНЕЙ ОПОРЕ

Вертикальная симметричная стойка

Вертикальное положение тела является естественным и привычным для человека, выработавшимся в процессе его длительной эволюции. Оно служит рабочей позой, исходным положением для движений, в том числе и для физических упражнений, а также используется в качестве промежуточных и конечных поз при различных спортивных движениях.

В положении стоя тело человека расположено вертикально, голова держится прямо, руки свободно опущены вдоль туловища, нижние конечности выпрямлены и подошвенной стороной стоп соприкасаются с опорной поверхностью. Поскольку правая и левая половины тела симметричны, то вес тела равномерно распределяется на обе нижние конечности и их дистальные звенья — стопы. Главными точками опоры на стопе являются нижняя поверхность пяточного бугра и головки плюсневых костей, причем давление в большей мере приходится на пятку. Если в положении стоя отодвинуть туловище несколько назад или выдвинуть его вперед, то вместе с эти сила давления на передний и задний отделы стопы будет изменяться: по мере выдвигения туловища вперед давление на передний отдел стопы возрастает, а на задний уменьшается и наоборот.

Поскольку в положении стоя общий центр тяжести тела расположен выше площади опоры, тело находится в состоянии неустойчивого равновесия. Оно несколько покачивается, что главным образом зависит от действия и противодействия различных групп мышц. Это не трудно проверить при помощи простого опыта: острие, прикрепленное к голове испытуемого, будет вычерчивать на закопченной бумаге, находящейся над головой, кривые качания. По этим кривым можно судить о величине происходящих покачиваний тела, размах которых увеличивается по мере утомления испытуемого, а также зависит от особенностей состояния его нервной системы и пр.

Как уже говорилось, сохранение равновесия тела в положении стоя возможно лишь в том случае, если проекция его общего центра тяжести

...находится непосредственно внутри площади опоры. В противном случае тело падает. Когда из вертикального положения человек сгибает туловище, одновременно в результате сгибания в голено-стопных суставах происходит движение всего тела назад. Если встать спиной вплотную к стене и попытаться согнуть туловище, то сгибание будет возможно лишь в незначительной мере, так как стена препятствует движению тела кзади. Равновесие в положении стоя достигается также за счет напряжения мышц, фиксирующих положение частей тела друг относительно друга.

Различают три основных вида положения стоя: *антропометрическое* (или «нормальное положение»), *спокойное* (или «удобная стойка») и *напряженное* (или «военное положение») (рис. 162).

Антропометрическим положением является такое, которое служит исходным для измерения длины тела и его отдельных частей. В этом положении тело выпрямлено и прикасается своей задней поверхностью (лопатками, ягодицами и пятками) к стене или вертикальной стойке ростомера. Поскольку оно несколько отклонено назад, вертикаль, опущенная из его ОЦТ, находится в одной фронтальной плоскости с цент-

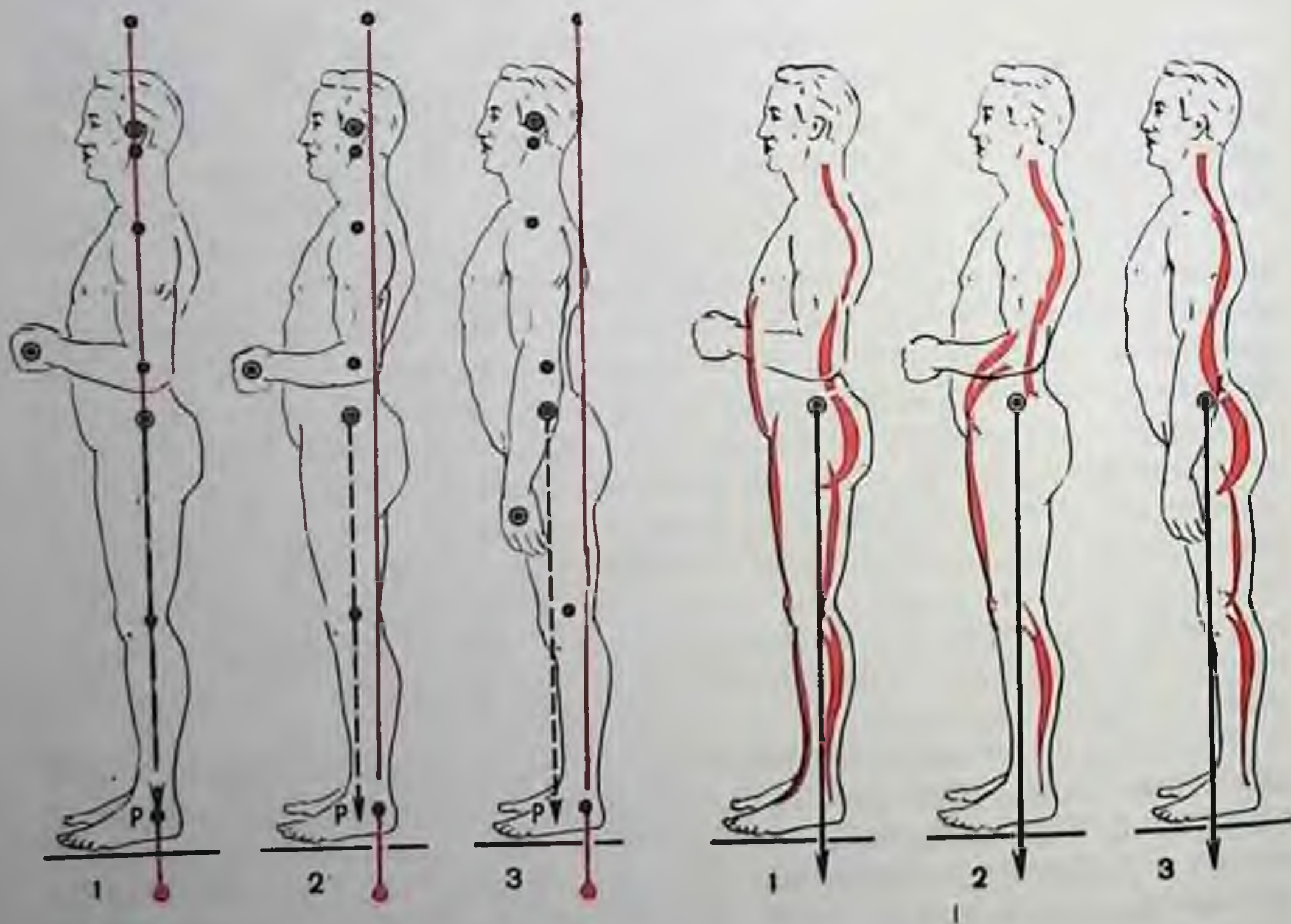


Рис. 162.

Виды положения тела человека стоя:

1 — антропометрическое положение; 2 — спокойное положение; 3 — напряженное положение. Кружок с точкой в центре, находящийся в области таза, показывает положение общего центра тяжести тела; в области головы — положение центра тяжести головы; в области кисти — положение общего центра тяжести кисти. Черные точки показывают поперечные оси суставов верхней и нижней конечностей, а также атлanto-затылочного сустава

Рис. 163.

Схема, показывающая сокращение функциональных групп мышц при различных видах положения тела стоя:

1 — антропометрическое положение; 2 — спокойное положение; 3 — напряженное положение

ром тяжести головы, туловища и поперечными осями крупных суставов (плечевого, локтевого, луче-запястного, тазо-бедренного, коленного и голено-стопного) и проходит внутри площади опоры, ближе к ее заднему краю. Правый и левый углы устойчивости одинаковы, а передний больше, чем задний, в связи с чем устойчивость тела назад очень невелика. В этом положении в одинаковой мере оказываются напряженными мышцы, находящиеся спереди и сзади от поперечных осей вращения суставов головы, туловища и нижних конечностей.

Антропометрическое положение тела мало используется и в обычных условиях жизнедеятельности человека, и в практике спорта. Оно является довольно утомительным и малоудобным, так как перемещения тела назад без нарушения равновесия сильно ограничены.

Спокойное положение характеризуется тем, что тело находится в непринужденном состоянии. Голова держится прямо, верхняя часть туловища несколько отведена назад, а область таза выдвинута вперед; позвоночный столб сохраняет свои физиологические изгибы, хотя грудной кифоз несколько увеличен; грудная клетка уплощена, ребра несколько опущены. Вертикаль, проведенная из ОЦТ тела, проходит через середину площади опоры. Отсюда степень устойчивости тела вперед и назад одинакова; передний и задний углы устойчивости составляют около 10° . Центры тяжести головы и туловища расположены несколько впереди от фронтальной плоскости, проведенной через ОЦТ тела. По отношению к поперечным осям тазо-бедренных суставов эта плоскость проходит сзади, а по отношению к коленным и голено-стопным суставам — спереди.

Напряжение мышц при спокойном положении невелико, так как моменты сил тяжести отдельных частей тела небольшие. Момент силы тяжести головы способствует ее наклону вперед, этому противодействует напряжение мышц, вызывающих наклон головы назад и разгибание шеи. Противодействие силе тяжести туловища, стремящейся произвести сгибание позвоночного столба, оказывают мышцы, разгибающие его (рис. 163). Наклону таза назад препятствует натяжение подвздошно-бедренных и лобково-бедренных связок. Переразгибание в коленном суставе предотвращает натяжение задней крестообразной связки, а также большеберцовой и малоберцовой коллатеральных связок. Разгибание в голено-стопном суставе, т. е. наклон голени вперед, ограничено своеобразным устройством блока таранной кости, которая в этом положении плотно охвачена большеберцовой и малоберцовой костями. Кроме пассивных сил, в обеспечении равновесия тела принимают участие также мышцы нижней конечности: сгибатели бедра, разгибатели голени и сгибатели стопы.

Напряженное положение отличается тем, что при нем туловище сильно выдвинуто вперед, голова держится прямо, грудной кифоз уменьшен, а поясничный лордоз увеличен по сравнению со спокойным видом стояния, наклон таза также увеличен, живот подтянут, ноги выпрямлены, грудная клетка «развернута», ребра несколько приподняты, пояс верхней конечности отведен назад, руки опущены и слегка прижаты к туловищу.

При напряженном положении вертикаль, опущенная из общего цен-

тра тяжести тела, проходит спереди от поперечных осей суставов нижних конечностей и располагается внутри площади опоры, ближе к ее переднему краю (рис. 164). Устойчивость кпереди очень мала, передний угол устойчивости составляет примерно $6-8^\circ$, а задний — $12-14^\circ$. Напряженное положение стоя говорит о готовности человека к началу движения вперед. Специфическое расположение отдельных частей тела приводит к тому, что моменты силы тяжести относительно суставов нижних конечностей больше, чем при других видах стояния. Это обуславливает большее напряжение мышц, противодействующих силе тяжести. При данном виде стояния наибольшая нагрузка падает на мышцы задней поверхности тела, сокращение которых предотвращает его падение вперед; увеличивается нагрузка на разгибатели головы и разгибатели позвоночного столба; оказываются сокращенными разгибатели бедра, сгибатели голени и сгибатели стопы; в фиксации коленного сустава принимает участие также четырехглавая мышца бедра.

Все мышцы нижних конечностей и туловища работают при дистальной опоре, закрепляя положение вышележащих частей тела по отношению к нижележащим. Свободная верхняя конечность при всех видах стояния находится в устойчивом равновесии. Она «подвешена» к поясу верхней конечности, который и является для нее опорой.

Плечевой, локтевой и луче-запястный суставы укреплены за счет равномерного напряжения сгибателей и разгибателей, работающих при проксимальной опоре. Кроме того, при всех видах стояния в работу включаются сгибатели и разгибатели позвоночного столба, которые укрепляют его во фронтальной плоскости, а также группа мышц, приводящих бедро.

Значительную нагрузку при стоянии испытывает стопа, через которую на площадь опоры передается вся тяжесть тела. При антропометрическом виде стояния нагрузка падает в основном на более жесткий задний отдел стопы, при спокойном стоянии она равномерно распределяется на все отделы, а при напряженном приходится главным образом на менее жесткий передний отдел. Тяжесть тела, оказывая влияние на стопу, может приводить к уменьшению высоты ее сводов. Напряжение мышц подошвенной поверхности стопы, а также передней большеберцовой и длинной малоберцовой мышц способствует поддержанию сводов стопы.

Что касается дыхания, то при напряженном виде стояния, когда грудной кифоз несколько уменьшается, создаются благоприятные условия для углубленного вдоха. При спокойном стоянии грудной кифоз,

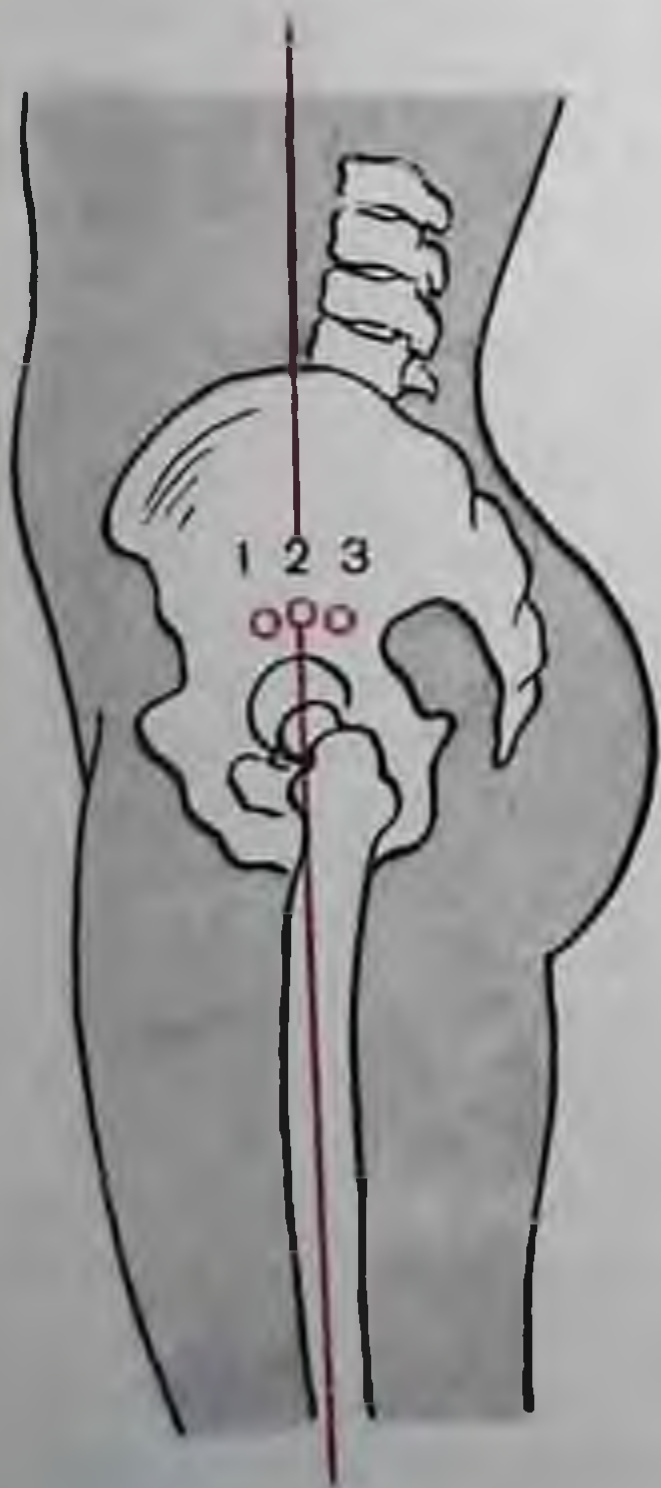


Рис. 164.

Расположение общего центра тяжести при различных видах стояния:

1 — при напряженном, 2 — при антропометрическом, 3 — при спокойном

напротив, несколько увеличивается, что в большей мере способствует выдоху. При дополнительной фиксации пояса верхних конечностей (положение «руки за голову» или «руки на пояс») можно добиться участия в дыхании вспомогательных мышц вдоха: малой грудной, передней зубчатой и др.

Положение стоя как исходное для выполнения спортивных движений должно отвечать ряду условий. Так, тело должно обладать достаточной устойчивостью и находиться в положении, удобном для начала ходьбы, бега или прыжка. Поза человека должна удовлетворять некоторым эстетическим требованиям и не допускать каких-либо дефектов фигуры (например, сутуловатости).

Упор лежа

Упор лежа также относится к положениям тела при нижней опоре. Его анализ представляет интерес не только в связи с особым расположением тела, но и потому, что отжимание в упоре лежа входит в комплекс ГТО, а также является одним из тестов при определении силовой выносливости спортсменов.

При упоре лежа тело выпрямлено и занимает наклонное положение, голова держится прямо, шейный отдел позвоночного столба находится в состоянии небольшого разгибания, верхние конечности выпрямлены, расположены почти под прямым углом к туловищу и соприкасаются с опорной поверхностью, нижние конечности также выпрямлены, но находятся под острым углом к опорной поверхности. При этом все части тела образуют замкнутую кинематическую цепь.

В данном положении тело человека можно представить в виде одного продольного и двух поперечных сводов: продольным сводом является позвоночный столб, опирающийся на поперечные своды; передний поперечный свод образован костями свободных верхних конечностей и костями пояса верхних конечностей, соединенными с грудиной; задний — костями таза, который жестко соединен с позвоночным столбом и свободными нижними конечностями.

Площадью опоры в упоре лежа являются опорные поверхности кистей, носков стоп и площадь пространства, заключенная между ними. Поскольку ОЦТ тела находится выше площади опоры, то равновесие тела неустойчивое. Однако степень устойчивости тела сравнительно большая, так как положение ОЦТ тела невысокое — 30—35 см, а площадь опоры достигает значительных размеров — 4000 см², вертикаль, опущенная из ОЦТ тела, проходит через площадь опоры далеко от ее передней и задней границ (рис. 165). Углы устойчивости также довольно велики: передний равен 70°, задний — 50°. Поэтому в данном положении можно производить различные движения с перемещением частей тела без нарушения равновесия.

Несмотря на относительно большую степень устойчивости, находиться в этом положении долгое время трудно, так как поддержание равновесия требует значительного напряжения мышц, которые, являясь активными внутренними силами, оказывают противодействие силе тяжести и удерживают звенья тела в определенном положении. Сила тяжести образует значительные по величине моменты вращения по

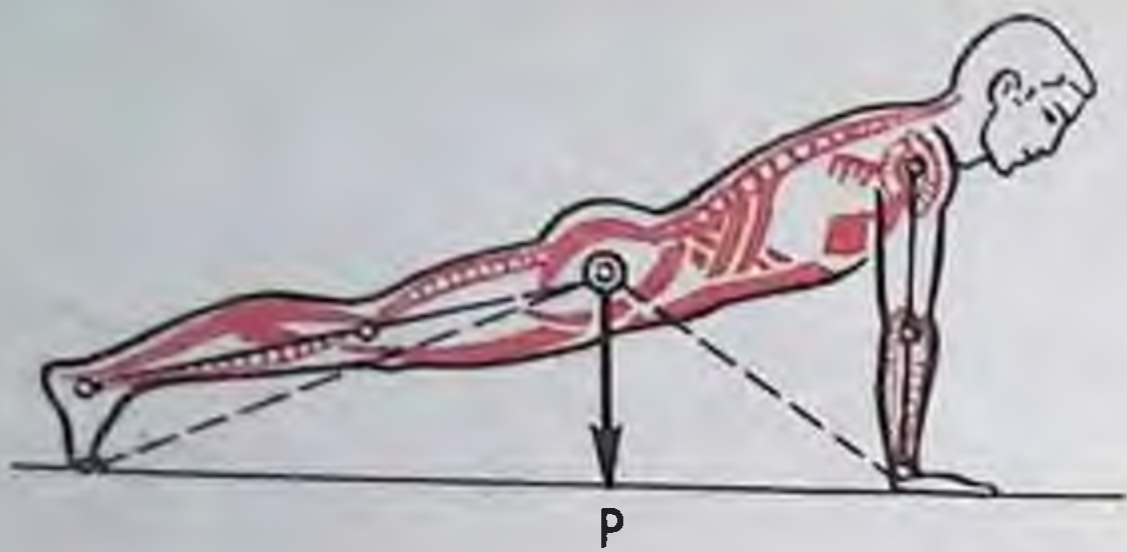


Рис. 165.

Упор леж. Схема, показывающая напряжение функциональных групп мышц (сплошной цвет — мышцы, выполняющие удерживающую работу, поперечный штрих — фиксирующую работу, продольный штрих — укрепляющую работу)

отношению к суставам туловища, верхних и нижних конечностей. Сила реакции опоры распределяется между верхними и нижними конечностями (так, при весе человека равном 75 кг на верхние конечности действует сила реакции опоры примерно в 45 кг, а на нижние конечности — в 30 кг).

Анализ работы мышц показывает, что голова удерживается за счет статического напряжения мышц, разгибающих шею и голову (мышцы задней поверхности шеи, глубокие мышцы затылочной области и мышцы, разгибающие шейный отдел позвоночного столба). Из мышц туловища наибольшая нагрузка падает на мышцы живота и мышцы, выпрямляющие туловище. При своем одновременном напряжении они закрепляют позвоночный столб и не дают внутренним органам опуститься под влиянием собственного веса.

В области луче-запястного сустава силе тяжести противодействуют сгибатели кисти и пальцев, работающие при дистальной опоре и фиксирующие положение предплечья относительно кисти. Локтевой сустав укреплен мышцами-разгибателями предплечья, так как сила тяжести стремится согнуть руку в локтевом суставе. В области плечевого сустава напряжены почти все мышцы, окружающие его. Они укрепляют положение пояса верхних конечностей относительно плечевой кости, работая при дистальной опоре. Большая и малая грудные, а также передняя зубчатая мышцы, имея опору на ключице и ребрах, удерживают туловище спереди; большая и малая круглые, подостная и подлопаточная мышцы, а также длинная головка трехглавой мышцы плеча, имея опору на плечевой кости, удерживают туловище сзади. Дельтовидная мышца фиксирует ключицу и лопатку к плечевой кости. Пояс верхних конечностей фиксируется к позвоночному столбу за счет напряжения трапециевидной, ромбовидной мышц и широчайшей мышцы спины.

Тазо-бедренный сустав закрепляют мышцы-сгибатели бедра, напряжение которых препятствует опусканию туловища, коленный — мышцы-разгибатели голени. Напряжением сгибателей стопы, особенно камбаловидной мышцы, предотвращается дальнейшее разгибание стопы.

Напряжение всех указанных мышц увеличивается, если упор леж выполняется не на шероховатой, а на скользкой поверхности, так как из-за отсутствия трения требуются дополнительные усилия для удержания продольного свода в данном положении тела.

При выполнении упора леж имеются некоторые особенности в механизме внешнего дыхания. Напряжение грудных мышц и передних зуб-

чатых мышц обуславливает поднятие ребер, межреберные мышцы растягиваются. Верхний и средний отделы грудной клетки находятся как бы в состоянии вдоха, что затрудняет движения ребер и при вдохе, и при выдохе. Дыхательные экскурсии диафрагмы также затруднены, так как сокращенные мышцы живота препятствуют ее опусканию при вдохе, хотя хорошо тренированная диафрагма легко преодолевает это препятствие. Дыхание при этом упражнении преимущественно нижне-грудное и диафрагмальное. Упор лежа способствует развитию мышц живота, может применяться как корригирующее упражнение при дефектах осанки и как тренировочное упражнение для развития диафрагмального типа дыхания.

ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА ПРИ ВЕРХНЕЙ ОПОРЕ

К числу наиболее распространенных положений тела при верхней опоре можно отнести различные висы. Работа двигательного аппарата наиболее специфична в висе на выпрямленных руках и в висе на согнутых руках.

Вис на выпрямленных руках

При висе на выпрямленных руках тело человека занимает вертикальное положение, руки подняты вверх, выпрямлены и фиксированы к снаряду (перекладине, кольцам). Голова держится прямо, туловище находится в разогнутом состоянии, в результате чего грудной кифоз уменьшен, а поясничный лордоз увеличен. Ноги — прямые, носки стоп оттянуты.

ОЦТ тела расположен ниже площади опоры, поэтому все висы относятся к устойчивым видам равновесия, однако он находится несколько выше его обычного положения, так как руки подняты и масса головного конца тела увеличена. Площадь опоры при висе на выпрямленных руках представлена площадью опорных поверхностей кистей и площадью пространства, заключенного между ними. Сила тяжести действует на тело таким образом, что она стремится отделить нижележащие звенья тела от вышележащих, т. е. она как бы растягивает тело. Ей противодействует сила мышечной тяги, создаваемая статическим напряжением мышц, окружающих суставы. Равновесие при висе на выпрямленных руках сохраняется до тех пор, пока момент силы тяжести тела равен нулю, т. е. пока вертикаль, опущенная из ОЦТ тела, совпадает с линией подвеса. Как только ОЦТ тела смещается относительно линии подвеса вперед или назад, появляется плечо силы тяжести, вследствие чего образуется момент силы тяжести и тело начнет, подобно маятнику, качаться.

Работа двигательного аппарата при висе на выпрямленных руках довольно сложна и совершается в необычных для организма человека условиях. Мышцы верхних конечностей работают при дистальной опоре, а нижних — при проксимальной. В данном положении напряжены почти все мышцы тела, при этом работа их носит преимущественно статический характер (рис. 166).



Рис. 166.

Вис на выпрямленных руках. Схема, показывающая напряжение функциональных групп мышц (сплошной цвет — мышцы, выполняющие удерживающую работу, продольный штрих — укрепляющую работу, поперечный штрих — фиксирующую работу)

Основная нагрузка падает на мышцы верхних конечностей. Она направлена на то, чтобы удерживать пальцы кисти в согнутом положении и предохранить суставы верхних конечностей от растяжения. Пальцы кисти удерживаются в согнутом положении статическим напряжением поверхностного и глубокого сгибателей пальцев, а также сокращением собственных мышц кисти. В области луче-запястного и локтевого суставов напряжены как мышцы-сгибатели, так и мышцы-разгибатели, хотя напряжение первых более выражено. При висе хватом сверху, когда предплечья пронированы, в работу включаются мышцы-пронаторы (круглый пронатор и квадратный пронатор), а при висе хватом снизу, когда предплечья супинированы, действие пронаторов ослаблено, а супинаторы (плече-лучевая мышца и супинатор) напряжены. Работая при дистальной опоре, мышцы, укрепляющие луче-запястный и локтевой суставы, фиксируют положение нижележащих звеньев относительно вышележащих.

В укреплении плечевого сустава участвуют почти все мышцы, его окружающие. Они одновременно фиксируют положение костей пояса верхних конечностей. Наиболее сокращены те мышцы, которые опускают его, и те, которые удерживают лопатку от чрезмерного смещения кпереди. К числу этих мышц относятся: малая грудная, подключичная, передняя зубчатая, ромбовидные мышцы и нижняя часть трапецевидной мышцы. Кроме этого, значительную помощь в удержании туловища оказывают широчайшая мышца спины, большая круглая и большая грудная мышцы, которые подтягивают его к плечевым костям.

На работу мышц верхних конечностей большое влияние оказывает ширина хвата. Если кисти расположены на ширине плеч, то полезная составляющая силы этих мышц будет больше, т. е. почти вся сила их будет направлена на преодоление силы тяжести. Когда же кисти расположены широко, резко увеличивается сила, стремящаяся сместить лопатки кнаружи от позвоночного столба, и для их удержания требуется гораздо большая работа трапецевидной и ромбовидной мышц, приближающих лопатку к позвоночному столбу. Полезная же составляющая силы мышц, поднимающих туловище, при этом уменьшается. Если кисти расположены близко друг к другу, удерживать тело в равновесии очень трудно, поскольку площадь опоры сравнительно мала, суставные впадины лопаток обращены вверх, в связи с чем мышцы, опускающие пояс верхних конечностей, сильно растянуты и не могут длительно удерживать положение соответствующих звеньев тела.

Положение таза фиксируется напряжением мышц живота и мышц, выпрямляющих туловище. Нижние конечности в тазо-бедренных и коленных суставах разогнуты, а в голено-стопных максимально согнуты. Поэтому преимущественно напряжены разгибатели бедра (большая ягодичная мышца), разгибатели голени (четырёхглавая мышца бедра), сгибатели стопы (мышцы задней и наружной поверхности голени) и мышцы подошвенной поверхности стопы, которые работают при проксимальной опоре.

Дыхание при висе на выпрямленных руках затруднено. Верхний отдел грудной клетки приподнят и находится в состоянии вдоха, так как мышцы, опускающие пояс верхних конечностей, своим напряжением фиксируют ребра в верхнем положении. Нижний отдел грудной клетки под действием силы тяжести оттянут вниз. Грудная клетка растянута, что и ограничивает ее нормальные экскурсии. Дыхание осуществляется преимущественно за счет сокращения диафрагмы, хотя напряженные мышцы живота также несколько затрудняют ее движения.

Специфичность положения тела при данном виде виса способствует развитию мышц верхних конечностей и мышц, выпрямляющих позвоночный столб, что оказывает большое влияние на формирование осанки и способствует исправлению ее дефектов. Постепенно возрастающее напряжение мышц живота создает благоприятные условия для тренировки диафрагмы.

Вис на согнутых руках

При висе на согнутых руках тело человека занимает не строго вертикальное положение, а несколько наклоненное таким образом, что верхняя его половина находится ближе к перекладине или кольцам, чем нижняя. Верхние конечности согнуты в локтевых и плечевых суставах, туловище разогнуто, ноги выпрямлены, носки стоп оттянуты.

Взаимодействие внешних и внутренних сил, действующих на тело человека при висе на согнутых руках, аналогично таковому при висе на выпрямленных руках. Наибольший интерес с анатомической точки зрения представляет работа двигательного аппарата, и главным образом верхних конечностей. Основная особенность ее состоит в том, что в сильно напряженном состоянии находятся сгибатели предплечья (плечевая и плече-лучевая мышцы и круглый пронатор) и плеча (двуглавая мышца плеча и клювовидно-плечевая мышца). Эти мышцы выполняют настолько большую работу, что в висе на согнутых руках можно находиться очень недолго. Мышцы верхней конечности работают при дистальной опоре, вызывая не движение предплечья к плечу, а движение плеча к предплечью и туловища к плечу. Значительная нагрузка падает также на мышцы, приводящие плечо (широчайшая мышца спины, большая круглая и большая грудная мышцы). Некоторое разгибание в плечевом суставе по сравнению с висом на выпрямленных руках обеспечивается сокращением широчайшей мышцы спины, подостной, большой и малой круглыми мышцами, а также трехглавой мышцей плеча (преимущественно ее длинной головкой). Причем напряжение трехглавой мышцы плеча возрастает по мере сгибания руки в локтевом суставе, так

как место начала и место прикрепления этой мышцы отдаляются друг от друга.

Дыхательные экскурсии грудной клетки и диафрагмы при данном положении в большей мере затруднены, чем при висе на выпрямленных руках. Это связано с тем, что мышцы, идущие с верхней конечности на туловище, оказываются в более напряженном состоянии, так как они принимают участие в удержании пояса верхней конечности. Значительное напряжение мышц живота затрудняет дыхательные экскурсии диафрагмы.

С точки зрения влияния на организм вис на согнутых руках идентичен вису на выпрямленных руках, хотя нагрузка на мышцы верхних конечностей и живота в данном положении больше.

Упор на параллельных брусьях

Упор на параллельных брусьях представляет собой разновидность вися и относится к такому виду положений тела, при которых одни части тела (верхние конечности) имеют нижнюю опору, а другие (нижние конечности) — верхнюю. В связи с этим сила тяжести действует на них неодинаково: верхние конечности она сдавливает, а туловище и нижние конечности растягивает.

При упоре на параллельных брусьях туловище расположено вертикально, голова держится прямо, руки опущены вдоль туловища и фиксированы к гимнастическому снаряду, ноги выпрямлены, носки стоп оттянуты. Все отделы верхних конечностей прочно закреплены по отношению друг к другу, в результате чего верхние конечности являются неподвижными вертикальными опорами для всего тела. Туловище, а вместе с ним голова и нижние конечности как бы подвешены к поясу



Рис. 167.

Упор на параллельных брусьях

верхних конечностей подобно маятнику с осью вращения, проходящей через центры плечевых суставов (рис. 167). Действие силы тяжести проявляется в том, чтобы отделить нижележащие части от вышележащих. Реакция опоры, возникающая при соприкосновении кистей с опорной поверхностью, противоположна по направлению силе тяжести (направлена вверх) и противодействует ей. Площадь опоры представлена площадью опорных поверхностей правой и левой кистей и площадью пространства между ними.

ОЦТ тела расположен выше площади опоры, так как опорными поверхностями являются кисти. Поэтому равновесие тела в упоре на параллельных брусьях характеризуется как неустойчивое. Если рассматривать равновесие тела относительно пояса верхних конечностей, то его следует характеризовать как устойчивое.

Работа двигательного аппарата определяется особенностями расположения частей тела, их отношением к площади опоры и положением ОЦТ тела. Верхние конечности работают при дистальной опоре, а нижние — при проксимальной. Туловище вместе с головой и шеей опирается не на нижние конечности, а на верхние. Напряжение мышц направлено на то, чтобы удерживать верхние конечности, туловище и нижние конечности в выпрямленном положении, закрепить пояс верхних конечностей.

Кисть разогнута под влиянием силы тяжести (пассивно). Мышцы кисти, а также поверхностный и глубокий сгибатели пальцев, как правило, напряжены, они удерживают кисть в фиксированном положении. При этом мышцы-сгибатели пальцев и кисти своим напряжением ограничивают степень разгибания в луче-запястных суставах. Наибольшая нагрузка приходится на кости запястья и пясти.

В локтевом суставе плечо под влиянием силы тяжести стремится согнуться по отношению к предплечью, чему способствует несколько согнутое друг относительно друга положение этих двух отделов верхней конечности, нередко наблюдаемое у людей с очень хорошей мускулатурой. Препятствием к сгибанию служит напряжение трехглавой мышцы плеча. Однако строение локтевого сустава таково, что, находясь в положении разгибания, он оказывается более закрепленным, чем в положении даже небольшого сгибания. Иногда у людей со слабым развитием мускулатуры, и в особенности у женщин, можно наблюдать некоторое переразгибание в локтевом суставе. При сильной степени такого переразгибания удерживают плечо от дальнейшего разгибания и вместе с тем от повреждения локтевого сустава мышцы, расположенные на его передней поверхности (двуглавая мышца плеча, плечевая и плече-лучевая мышцы, круглый пронатор и др.).

В укреплении плечевого сустава, а вместе с тем и в фиксации пояса верхней конечности принимают участие все мышцы, окружающие этот сустав. Главная нагрузка приходится на мышцы, приводящие плечо (большая грудная мышца, широчайшая мышца спины, подлопаточная, большая и малая круглые мышцы, длинная головка трехглавой мышцы плеча). Опусканию туловища под действием силы тяжести препятствуют те мышцы, которые принадлежат к группе мышц, опускающих пояс верхней конечности: малая грудная мышца, нижняя часть трапециевидной и нижние зубцы передней зубчатой мышц, а также те, которые фиксируют лопатку и удерживают ее внутренний край параллельно позвоночному столбу (ромбовидная мышца, средняя часть трапециевидной мышцы).

В удержании туловища важную роль также играют большая грудная мышца и широчайшая мышца спины. Нижние части этих мышц способствуют подтягиванию туловища кверху, уменьшая тем самым действие силы тяжести. Выпрямленное положение туловища достигается за счет напряжения мышц, выпрямляющих позвоночный столб.

В области тазо-бедренного сустава сокращаются разгибатели бедра, удерживающие нижнюю конечность в несколько разогнутом положении. Чрезмерному разгибанию бедра препятствует небольшое напряжение мышц живота, удерживающих естественный наклон таза.

Разгибание в коленном суставе происходит под влиянием сокращения четырехглавой мышцы бедра. Стопа в согнутом положении удерживается напряжением сгибателей стопы и пальцев (мышцами задней и наружной поверхностей голени и подошвенной поверхности стопы).

Грудная клетка при упоре на параллельных брусьях находится в несколько растянутом состоянии, т. е. в положении вдоха, благодаря тому, что напряжены крупные мышцы, вызывающие поднятие ребер. Дыхание происходит не столько за счет экскурсий грудной клетки, сколько благодаря сокращениям диафрагмы.

Упражнение «упор на параллельных брусьях» развивает целый ряд мышц, главным образом мышцы пояса верхних конечностей и свободной верхней конечности, а также мышцы спины, что способствует формированию правильной осанки.

Глава 3

АНАТОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИКЛИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

ХОДЬБА

Х о д ь б а является одним из основных естественных видов перемещения тела в пространстве. Она представляет собой сложное, одновременно симметричное, циклическое движение, связанное с отталкиванием тела от опорной поверхности и перемещением его в пространстве. При ходьбе в работе принимает участие почти весь двигательный аппарат, а также системы, регулирующие и обеспечивающие его деятельность (нервная, сердечно-сосудистая, дыхательная и др.).

Характерной особенностью ходьбы является то, что тело никогда не теряет связи с опорной поверхностью, опора попеременно происходит то на одну, то на другую ногу. Время, в течение которого с поверхностью опоры соприкасается только одна нога, называется *одноопорным периодом*. Кратковременный момент, когда вынесенная вперед конечность уже касается опоры, а находящаяся сзади еще не отделилась от нее, называется *двухопорным периодом*.

При ходьбе имеет место повторяющееся нарушение и восстановление равновесия тела. Перемещение тела в пространстве происходит за счет использования внешних и внутренних сил, действующих на организм человека. В результате преодолевающей работы мышц при отталкивании от опорной поверхности телу сообщаются толчки, направленные вверх и вперед. Однако движения тела носят плавный характер, который зависит от того, что толчки сглаживаются под влиянием инерции тела, а также благодаря амортизационным свойствам опорно-двигательного аппарата. Сила тяжести тела имеет самое непосредственное значение для его поступательных движений. При переходе из положения стоя к ходьбе первый момент движения обычно связан с выдвиганием туловища вперед. В результате этого вертикаль, опущенная из ОЦТ тела, выносится за переднюю границу площади опоры и равновесие тела нарушается. Тело в силу своей собственной тяжести

начинает падать и таким образом несколько продвигается вперед. При вынесении одной ноги вперед создается новая площадь опоры и равновесие восстанавливается. Во время дальнейшего движения тело выводится из равновесия при каждом вынесении вперед ноги.

Отталкиваясь при ходьбе от опоры, тело встречает равное и противоположно направленное ее сопротивление, без которого ходьба была бы невозможна. Если силу этого сопротивления разложить на составляющие, то одна из них, зависящая от жесткости почвы, будет направлена вертикально, а другая, зависящая от трения между ее поверхностью и нижней поверхностью стопы, — горизонтально. Если жесткость почвы или трение незначительны, ходьба крайне затруднена. Например, ходить по глубокому рыхлому снегу трудно из-за его ничтожной жесткости, а по льду — из-за незначительного трения.

Площадь опоры при ходьбе периодически изменяется. В одноопорный период площадь опоры наименьшая, так как она представлена лишь площадью соприкосновения стопы одной ноги с опорной поверхностью. В период двойной опоры площадь опоры увеличивается, поскольку состоит из площади опорных поверхностей обеих стоп и площади пространства, заключенного между ними. Однако следует иметь в виду, что в двухопорный период тело опирается не на всю подошвенную поверхность стоп, а лишь на пятку одной ноги и носок другой. Равновесие при ходьбе неустойчивое. Степень устойчивости тела различна: в одноопорный период она очень мала, а в двухопорный — довольно значительна.

Как сложное движение, ходьба состоит из нескольких простых движений, в основе которых лежит попеременное сгибание и разгибание нижних конечностей и их звеньев (рис. 168). Движение одной ноги при ходьбе получило название *одиночного шага*. При ходьбе тело поочередно опирается то на одну, то на другую ногу. Значит, одна нога, на которую происходит опора, будет *опорной* ногой, а другая, которая в этот момент переносится вперед, — *свободной* (или *переносной*) ногой. Работа мышц на опорной ноге сильно отличается от работы мышц на свободной ноге. Одиночные шаги постоянно повторяются в определенной последовательности, в результате весь двигательный акт при ходьбе можно разделить на отдельные циклы.

Циклом ходьбы является *двойной шаг*. Он состоит из двух одиночных шагов, один из которых совершается одной ногой, а другой — другой ногой. После каждого двойного шага части и звенья тела приходят по отношению друг к другу в исходное положение.

В зависимости от особенностей работы двигательного аппарата и положения опорной или свободной ноги по отношению к вертикали, опущенной из ОЦТ тела, каждый одиночный шаг может быть разделен на фазы, каждую из которых нередко называют *простым шагом*. Когда опорная нога находится впереди от вертикали, опущенной из ОЦТ тела, положение называется *передним шагом опорной ноги* (или *фазой передней опоры*). Если опорная нога находится сзади от указанной вертикали, то говорят о *заднем шаге опорной ноги* (или *фазе задней опоры*). Между фазами передней и задней опоры существует *момент вертикали опорной ноги*, который характеризуется тем, что

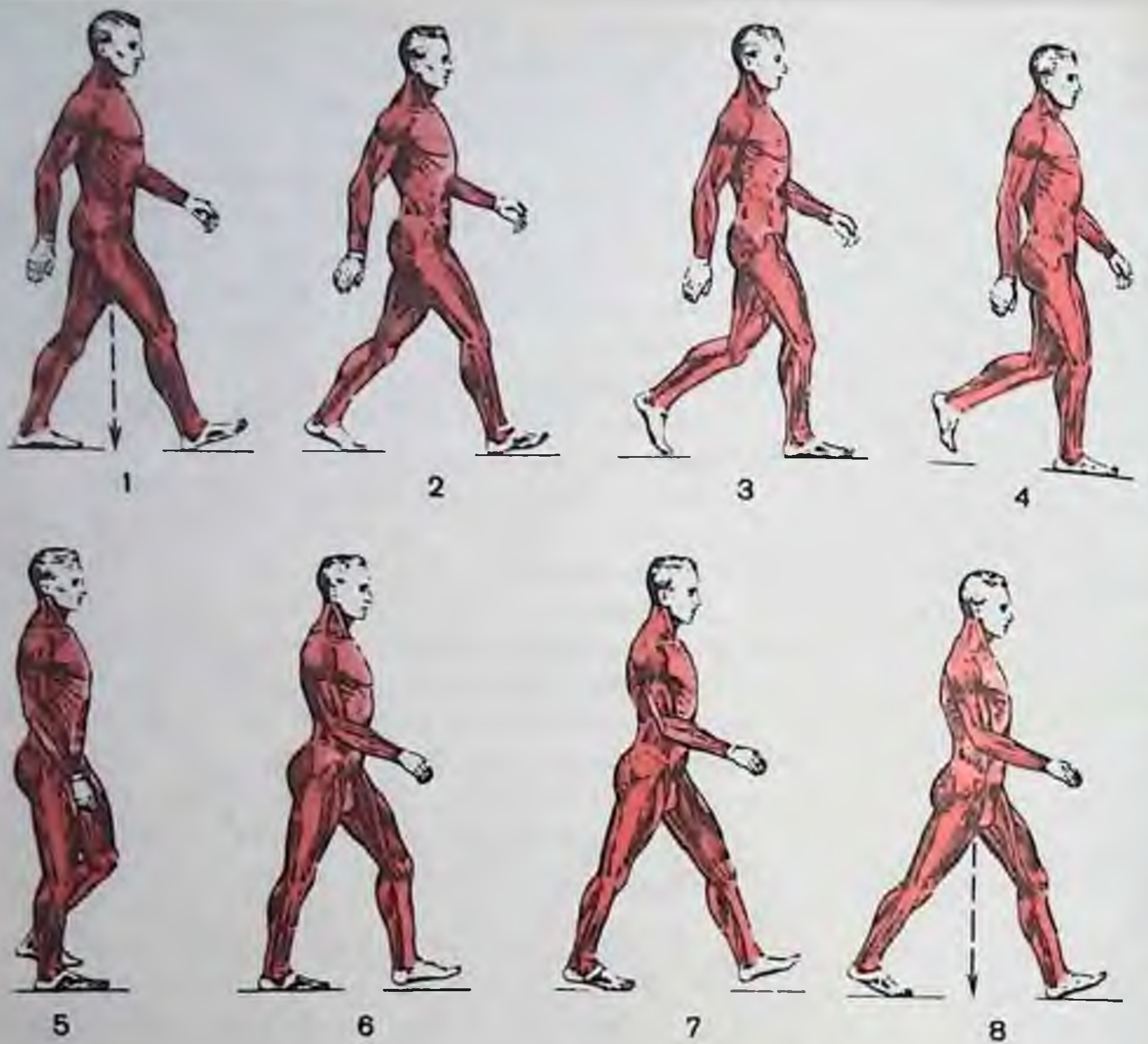


Рис. 168.

Фазы обычной ходьбы:

1 — двухопорный период, 2, 3 — передний шаг опорной ноги, 4 — задний шаг свободной ноги, 5 — момент вертикали, 6 — передний шаг свободной ноги, 7, 8 — задний шаг опорной ноги, 3—7 — одноопорный период (ориг. М. Ф. Иванько)

продольная ось опорной ноги совпадает с вертикалью, опущенной из ОЦТ тела. Аналогичным образом одиночный шаг свободной (переносной) ноги разделяют на: *задний шаг свободной ноги* (или *фазу заднего шага*), *передний шаг свободной ноги* (или *фазу переднего шага*) и *момент вертикали свободной ноги*.

Таким образом, по своей структуре каждый двойной шаг состоит из двух одиночных шагов и четырех простых шагов. Между тем по пройденному расстоянию двойной шаг состоит только из трех простых шагов, так как происходит «наложение» простого шага одной ноги на простой шаг другой ноги, т. е. одно и то же расстояние как бы проходится два раза.

Движения верхней конечности при ходьбе происходят вперед и назад. Они состоят из *заднего маха* и *переднего маха*. Верхнюю конечность, находящуюся в положении заднего маха, условно называют *задней рукой*, а находящуюся в положении переднего маха — *передней рукой*. Между передним и задним махами верхней конечности можно

выделить момент вертикали, когда продольная ось верхней конечности и вертикальная ось туловища совпадают.

В различные фазы ходьбы работа двигательного аппарата человека имеет свои особенности.

Передний шаг опорной ноги. В этой фазе продольная ось вынесенной вперед опорной ноги находится спереди от вертикали, опущенной из ОЦТ тела. Опора первоначально происходит на обе конечности, так как по времени передний шаг опорной ноги и задний шаг свободной ноги совпадают. Опорная нога опирается на пятку, при этом тело испытывает передний толчок.

Сила тяжести направлена вниз, строго перпендикулярно к опорной поверхности, а сила реакции опоры имеет косое направление, соответствующее продольной оси опорной ноги. Если силу реакции опоры разложить на ее составляющие — вертикальную и горизонтальную, то горизонтальная составляющая будет направлена назад, что, естественно, несколько затормаживает поступательное движение тела.

В фазу переднего шага опорной ноги возникает значительное плечо силы тяжести, которое зависит от ширины шага. В результате этого момент силы тяжести тела превосходит момент силы реакции опоры. Однако падения тела не происходит, так как производимое другой ногой толчковое движение сообщает телу дополнительный импульс и оно какой-то промежуток времени движется по инерции. По мере перемещения свободной ноги ОЦТ тела смещается кпереди, и вертикаль, опущенная из него, переходит в пределы опорной поверхности.

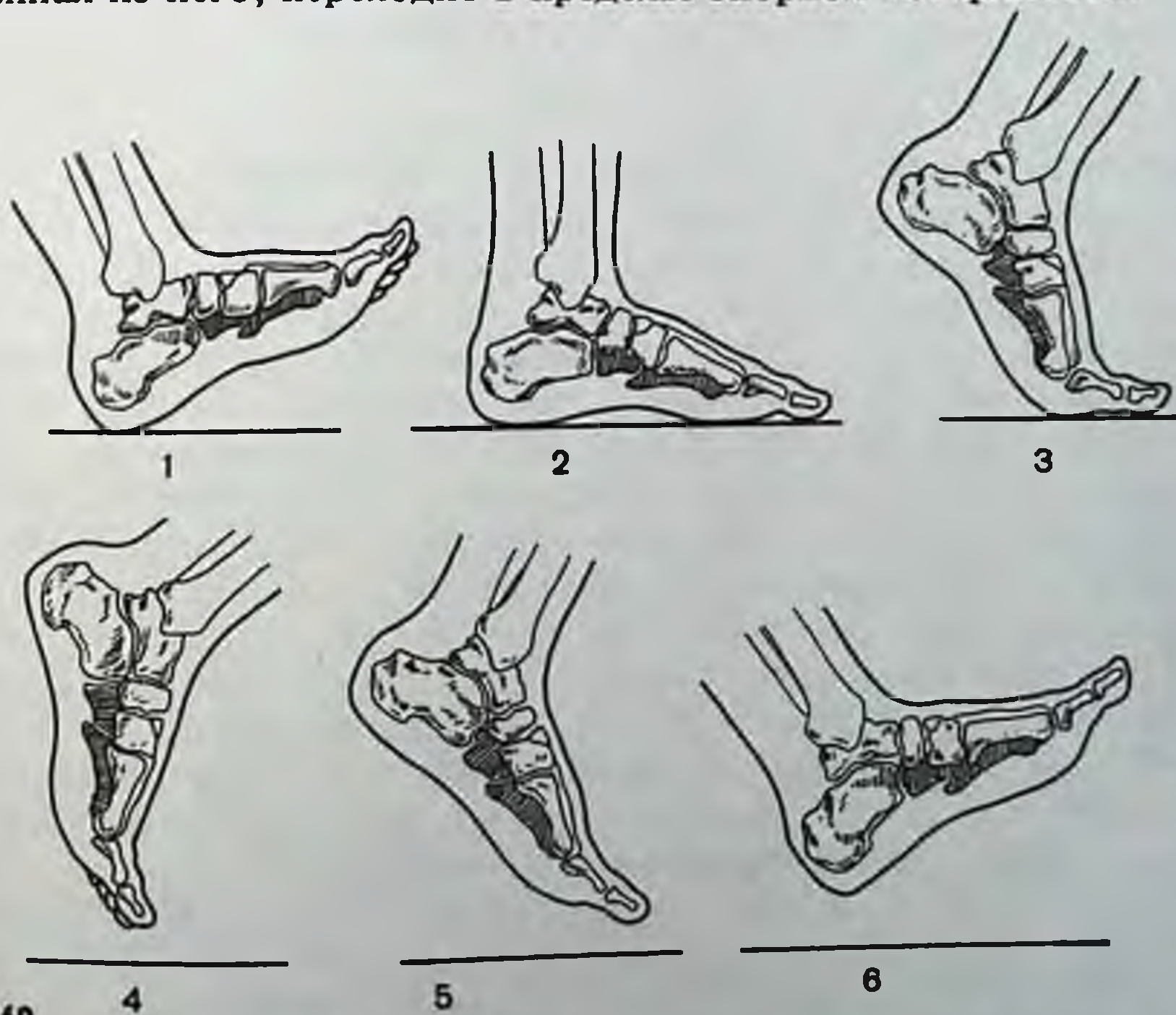


Рис. 169.

Положение правой стопы при ходьбе:

1 — передний шаг опорной ноги; 2 — момент вертикали опорной ноги; 3 — задний шаг опорной ноги; 4 — задний шаг свободной ноги; 5 — момент вертикали свободной ноги; 6 — передний шаг свободной ноги (ориг. М. Ф. Иванниченко)

В начале фазы передней опоры нога хотя и выпрямлена, но не закреплена в коленном суставе, поэтому она ставится на опору несколько согнутой. Выпрямление ее в коленном суставе, а также разгибание в тазо-бедренном происходят отчасти пассивно под действием инерции тела, совершающего поступательное движение. Амортизации переднего толчка способствуют суставные хрящи и внутрисуставные связки коленного сустава, а также активное напряжение мышц (особенно четырехглавой мышцы бедра).

Своеобразное движение совершается стопой опорной ноги. Происходит как бы перекатывание ее с пятки на носок (рис. 169). Оно осуществляется преимущественно пассивно под действием инерционных сил, сообщаемых телу при поступательном движении. В начале фазы, при приземлении на пятку, сокращенными оказываются мышцы передней поверхности голени; они способствуют закреплению голеностопного сустава. При перекатывании стопы на носок эти мышцы выполняют уступающую работу, плавно опуская стопу на опорную поверхность. В этот момент в работу включаются задняя и наружная группы мышц голени. Их работа носит преодолевающий характер. Обе группы мышц имеют проксимальную опору. Напряжение мышц подошвенной поверхности стопы, а также длинной малоберцовой и передней большеберцовой мышц увеличивает высоту сводов стопы. Разогнутое положение коленного сустава обеспечивается напряжением четырехглавой мышцы бедра (преимущественно ее бедренными головками), которая выполняет уступающую работу при дистальной опоре. Несколько напряжены мышцы задней поверхности бедра и ягодичной области (рис. 170).

Момент вертикали опорной ноги. В этой фазе стопа соприкасается с опорой всей своей подошвенной поверхностью, нога выпрямлена в коленном и тазо-бедренном суставах. Продольная ось ее совпадает с вертикалью, опущенной из ОЦТ тела, которая, пересекая поперечные оси тазо-бедренного, коленного и голеностопного суставов, проходит через середину площади опоры. Моменты силы тяжести и силы реакции опоры уравновешены. Напряжение мышц-сгибателей и разгибателей нижней конечности наименьшее, так как положение ее звеньев сохраняется пассивно под действием силы тяжести и сил инерции. Основная нагрузка падает на мышцы туловища, удерживающие его вертикальное положение, а также на мышцы, поддерживающие своды стопы.

Следует указать на специфическую работу мышц, отводящих бедро опорной ноги. Они функционируют при дистальной опоре и своим напряжением препятствуют опусканию таза в сторону свободной ноги. Наибольшее значение из этих мышц имеют средняя и малая ягодичные мышцы, а также напрягатель широкой фасции.

Задний шаг опорной ноги. Эта фаза является наиболее важной, так как в конце ее за счет сокращения мышц нижней конечности совершается так называемый задний толчок, сообщающий телу дополнительный импульс, необходимый для поступательного движения вперед.

В период заднего шага опорной ноги заканчивается перекатывание

стопы, опора со всей подошвы переходит на носок. Площадь опоры при этом резко уменьшается. Действие силы тяжести направлено перпендикулярно вниз, а силы реакции опоры — вверх, вдоль оси опорной ноги. По мере перемещения свободной ноги вперед, которое совершается синхронно с задним шагом опорной ноги, общий центр тяжести тела смещается кпереди. В результате этого возникает плечо силы тяжести. Когда момент силы тяжести становится больше момента силы реакции опоры, равновесие тела нарушается, и оно под действием силы тяжести опускается на выставленную вперед свободную ногу. Горизонтальная составляющая равнодействующей силы реакции опоры способствует поступательному движению, увеличивая скорость перемещения тела.

При заднем толчке происходит сгибание в голено-стопном суставе, разгибание в коленном и тазо-бедренном суставах. В этих движениях участвуют мышцы-сгибатели стопы и пальцев (мышцы задней и наружной поверхности голени, мышцы подошвенной поверхности стопы), которые выполняют преодолевающую работу при дистальной опоре. Под действием силы тяжести предварительно происходит пассивное разгибание в плюсне-фаланговых и межфаланговых суставах, в результате чего мышцы-сгибатели пальцев стопы несколько растягиваются,

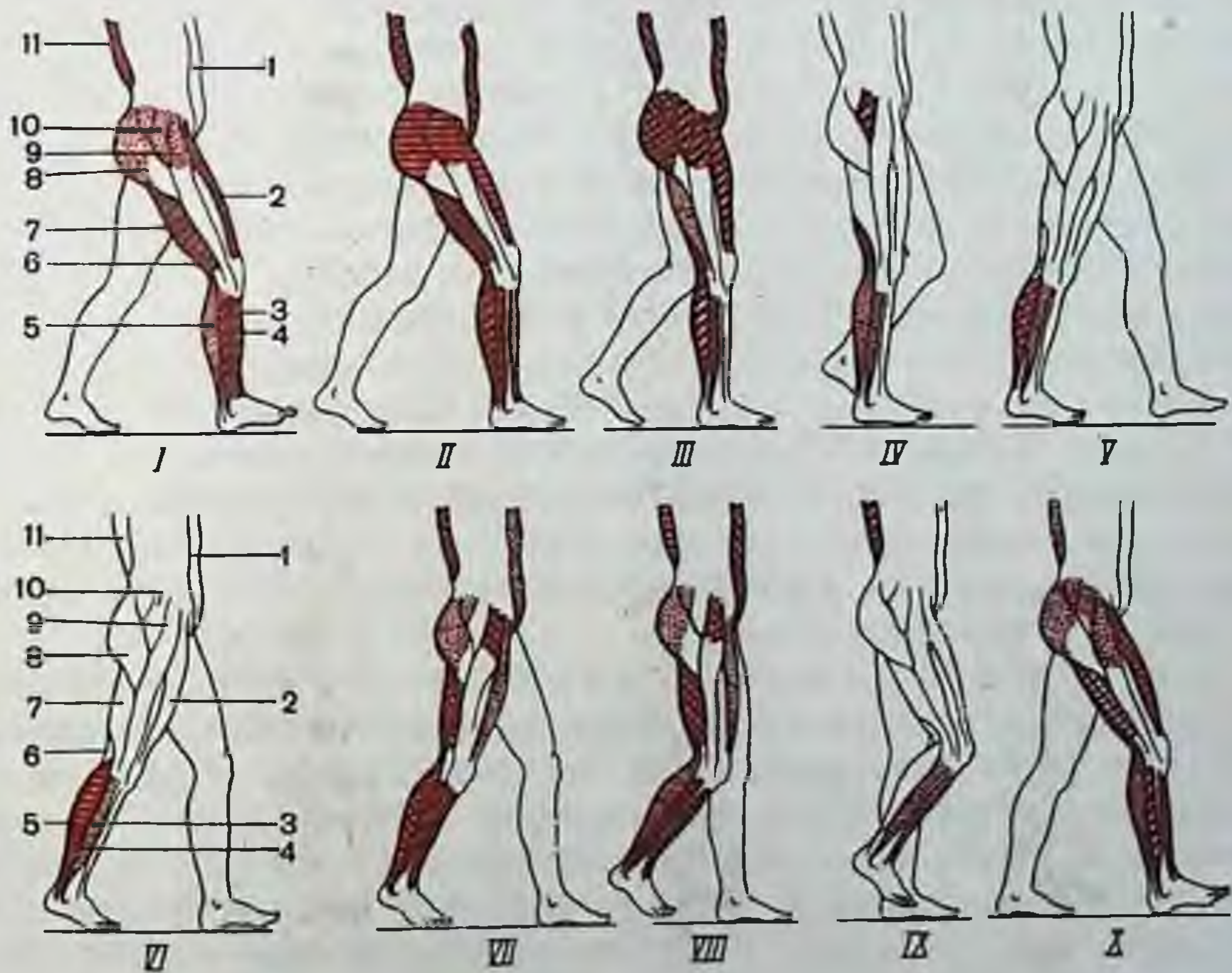


Рис. 170.

Схема сокращения мышц туловища и нижней конечности в течение двойного шага при обычной ходьбе (по В. С. Гурфинкелю)

Горизонтальным штрихом показано максимальное сокращение, жирным штрихом — сильное сокращение, двойным — умеренное сокращение, точками — слабое сокращение, белым цветом — расслабленное состояние мышц; 1, II, III — передний шаг опорной ноги, IV — момент вертикали опорной ноги, V, VI, VII — задний шаг опорной ноги, VIII — задний шаг свободной ноги, IX — момент вертикали свободной ноги, X — передний шаг свободной ноги; 1 — прямая м. живота; 2 — четырехглавая м. бедра; 3 — передняя большеберцовая м.; 4 — длинная м. лодыжки; 5 — трехглавая м. голени; 6 — полусухожильная м.; 7 — двуглавая м. бедра; 8 — большая ягодичная м.; 9 — напрягатель широкой фасции; 10 — средняя ягодичная м.; 11 — м., выпрямляющая туловище

что создает условия для усиления их действия во время толчка. В коленном и тазо-бедренном суставах основная нагрузка падает на мышцы-разгибатели голени (четырёхглавую мышцу бедра), и разгибатели бедра (в основном на большую ягодичную и большую приводящую мышцы), которые сокращаются при дистальной опоре и производят работу преодолевающего характера. Напряжение мышц, отводящих бедро, к концу фазы уменьшается, так как с постановкой свободной ноги на пятку начинается двухопорный период, и таз принимает горизонтальное положение.

З а д н и й ш а г с в о б о д н о й н о г и. После заднего толчка опорная нога теряет связь с опорной поверхностью и становится свободной (или переносной) ногой. Маховое движение, совершаемое свободной ногой, играет важную роль в поступательном перемещении туловища и переносе всей тяжести тела на опорную ногу.

При заднем шаге свободной ноги происходят разгибание в голеностопном и сгибание в коленном и тазо-бедренном суставах, осуществляемые соответствующими группами мышц. Это способствует ее свободному переносу мимо опорной ноги и уменьшает момент ее инерции.

Мышцы свободной ноги, в отличие от опорной, работают при проксимальной опоре. Маховое движение совершается в тазо-бедренном суставе. Центр тяжести свободной ноги находится под местом ее опоры (тазо-бедренным суставом), поэтому маховое движение и совершается по инерции под влиянием сил, возникающих при заднем толчке.

Работа мышц направлена преимущественно на сохранение положения звеньев свободной конечности. Основная нагрузка приходится на сгибатели бедра (подвздошно-поясничную мышцу, прямую мышцу бедра, портняжную, гребенчатую мышцы), которые работают при проксимальной опоре. Мышцы ягодичной области и напрягатель широкой фасции расслаблены. Мышцы задней поверхности бедра (двуглавая мышца бедра, полусухожильная и полуперепончатая мышцы), производящие сгибание голени, напряжены. Они удерживают голень в согнутом положении. Мышцы наружной и задней поверхностей голени расслабляются, а мышцы передней поверхности, производящие разгибание стопы, напрягаются.

М о м е н т в е р т и к а л и с в о б о д н о й н о г и. В этой фазе продольная ось свободной ноги совпадает с вертикалью, опущенной из ОЦТ тела, нога оказывается как бы подвешенной в области тазо-бедренного сустава. Мышечные группы, находящиеся в состоянии сокращения, те же, что и в предыдущей фазе. Сгибание в тазо-бедренном и коленном суставах, а также разгибание в голено-стопном суставе свободной ноги являются тем более необходимым, что таз наклоняется в сторону свободной ноги, и если бы она была выпрямлена, она задевала бы за опорную поверхность носком стопы.

П е р е д н и й ш а г с в о б о д н о й н о г и. В течение этой фазы движение бедра замедляется, в то время как в коленном суставе происходит разгибание и голень продолжает перемещаться кпереди. Сгибатели бедра максимально напряжены, так как они удерживают на весу всю нижнюю конечность, вынесенную вперед. К ним присоединяется четырехглавая мышца бедра, которая, сокращаясь, разгибает

голень в коленном суставе, производя баллистическую работу. К концу переднего шага свободной ноги напряжение четырехглавой мышцы бедра ослабевает, что способствует амортизации переднего толчка при постановке ноги на опорную поверхность. В голено-стопном суставе происходит небольшое сгибание стопы, так что в момент приземления она находится под прямым углом к продольной оси голени. Тонус сгибателей и разгибателей стопы повышен, что придает жесткость дистальному звену конечности.

В таком положении нога ставится на опорную поверхность пяткой и становится опорной ногой. На этом заканчивается полный цикл движений нижних конечностей при ходьбе. Таким образом, при ходьбе на нижних конечностях работают все группы мышц, напряжение и расслабление которых последовательно чередуются. Движения опорной и свободной ног строго синхронны. Так, одновременно с задним шагом опорной ноги совершается передний шаг свободной ноги, а с задним шагом свободной ноги — передний шаг опорной ноги. Такое согласование движений достигается за счет сложной координации работающих мышц, в основе которой лежит рефлекторная деятельность нервной системы. Согласно исследованиям А. С. Витензон (1975), проведенным с учетом динамических, кинематических и электрофизиологических параметров ходьбы, работа мышц-разгибателей в тазо-бедренном и коленном суставах, направленная на перемещение ОЦТ тела, определяет основную часть локомоторной синергии, в то время как работа сгибателей имеет преимущественно коррекционный характер, регулируя положение или движение сегментов нижней конечности; сочетание же различных видов работы мышц-разгибателей проксимальных и дистальных отделов конечности обеспечивает плавное перемещение ОЦТ при ходьбе. Эти данные подтверждают последовательность работы указанных групп мышц при ходьбе.

ОЦТ тела перемещается не по прямой, а испытывает колебания, что заметно как при рассмотрении тела в профиль, так и при рассмотрении его спереди или сверху. Во время двухопорного периода положение центра тяжести всего тела наиболее низкое. Наоборот, в одноопорном периоде оно наиболее высокое, особенно в момент вертикали опорной ноги (рис. 171).

Колебания ОЦТ тела в стороны связаны с перемещением на опорную ногу всей массы тела, благодаря чему траектория ОЦТ тела проходит непосредственно над площадью опоры. Чем ходьба быстрее, тем эти колебательные движения меньше, что объясняется выравнивающим влиянием инерции тела. Максимум

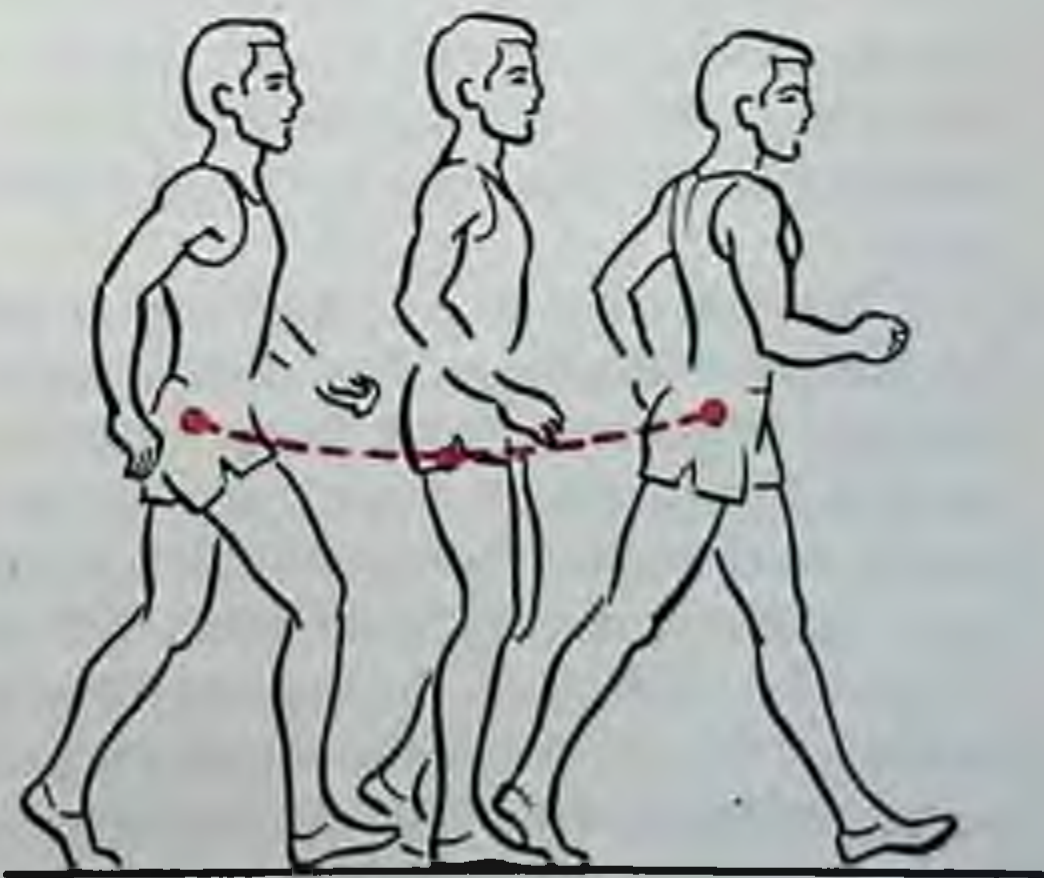


Рис. 171.

Перемещение общего центра тяжести тела при обычной ходьбе

смещения ОЦТ тела в сторону наблюдается в момент вертикали опорной ноги. Эти колебания увеличиваются, если нога ставится далеко от линии направления движения. Сравнивая колебания ОЦТ тела в сторону с вертикальными колебаниями, нетрудно заметить, что они совпадают во времени. Колебания ОЦТ тела в переднезаднем направлении проявляются в ускорении его движения под влиянием заднего толчка и замедлении — под влиянием переднего.

Движения туловища при ходьбе разнообразны. Кроме основного поступательного движения вперед это колебания в вертикальном и поперечном направлениях, а также поворот и скручивание туловища вокруг вертикальной оси и некоторый наклон его кпереди. Амплитуда вертикальных колебаний туловища достигает 4—6 см. Она может быть больше или меньше в зависимости от положения опорной ноги в момент вертикали. Если во время непосредственного нахождения туловища над опорной ногой она несколько сгибается в коленном суставе, то движения носят более плавный характер (по крайней мере при рассмотрении в профиль). Наоборот, если опорная нога в момент вертикали остается выпрямленной, то движения туловища вверх и вниз будут более значительны. Другой причиной, способствующей увеличению вертикальных колебаний туловища, являются особенности движения стопы, которая может производить более резкий или более плавный толчок, направленный кверху.

Движения туловища вперед и назад вокруг поперечной оси тазобедренных суставов при обычном шаге малозаметны. Они сводятся к тому, что во время заднего шага опорной ноги туловище несколько наклоняется назад, а во время переднего шага — вперед. В момент вертикали и в двухопорный период продольная ось туловища при обычной ходьбе проходит через фронтальную плоскость, т. е. оно располагается вертикально.

Скручивание туловища заключается в том, что его верхний и нижний отделы, о положении которых можно судить по плечевому и тазовому поперечным диаметрам, в течение переднего и заднего шагов опорной ноги находятся под углом друг к другу, т. е. движутся в противоположных направлениях. Скручивание туловища самым непосредственным образом связано с движениями пояса верхних конечностей и таза.

Таз при ходьбе производит движения вокруг трех взаимно перпендикулярных осей: сагиттальной, вертикальной и поперечной. Эти движения происходят на фоне общего поступательного перемещения тела вперед. Движения вокруг сагиттальной оси заключаются в том, что таз опускается в сторону свободной ноги. Если его поперечный диаметр в двухопорный период располагается горизонтально, то в одноопорный период он наклонен в сторону свободной ноги. Сравнивая положение тазового и плечевого поперечных диаметров по отношению друг к другу, можно обнаружить, что только в двухопорный период они лежат в параллельных горизонтальных плоскостях, в одноопорный период они расходятся на стороне свободной ноги и сближаются на стороне опорной ноги. Это движение связано с тем, что на стороне свободной ноги таз в силу своей тяжести несколько опускается, несмотря на

напряжение мышц туловища и нижней конечности противоположной стороны.

Вертикальная ось, вокруг которой происходит вращение таза кпереди, при выносе свободной ноги в этом направлении также проходит через центр головки бедренной кости опорной ноги. Это вращательное движение, во-первых, является следствием заднего толчка, получаемого телом в конце заднего шага опорной ноги, а во-вторых, зависит от напряжения мышц: напрягателя широкой фасции и передней части средней ягодичной мышцы. Движения таза в горизонтальной плоскости являются одним из существенных механизмов переноса нижней конечности и уменьшения колебания ОЦТ тела. Вращение таза вокруг вертикальной оси способствует удлинению шага и, следовательно, более эффективному перемещению тела. Чтобы продвижение туловища вперед не замедлялось, вступает в действие специфический механизм — ротация пояса верхних конечностей и рук в сторону, противоположную вращению таза и нижних конечностей. Таким образом, при опоре на правую ногу таз поворачивается по часовой стрелке, при опоре на левую ногу — против часовой стрелки. Максимум этого движения приходится на двухопорный период.

Работа мышц туловища при ходьбе обусловлена его вертикальным положением, а также скручиванием, происходящим вместе с движением верхних конечностей. В фазе переднего шага опорной ноги происходит поворот туловища в сторону опорной ноги. При этом сокращаются внутренняя косая мышца живота (со стороны опорной ноги) и наружная косая мышца живота (со стороны свободной ноги). Для удержания туловища от наклона вперед на стороне опорной ноги напрягается мышца, выпрямляющая туловище. В момент вертикали опорной ноги напрягаются мышцы передней и задней поверхностей туловища (косые мышцы живота, прямая мышца живота, квадратная мышца поясницы и мышца, выпрямляющая туловище), которые удерживают его в вертикальном положении. Особенно заметно напряжение мышцы, выпрямляющей туловище, на стороне свободной ноги, которое препятствует опусканию таза. При заднем шаге опорной ноги сокращаются мышцы передней стенки живота, особенно прямая мышца живота, что препятствует сильному наклону тела назад.

Работа мышц пояса верхних конечностей и свободной верхней конечности при обычной ходьбе незначительна. Верхние конечности движутся в противоположных направлениях по отношению к одноименным нижним конечностям. Благодаря этому уменьшается поворот туловища вокруг вертикальной оси. При движении руки кпереди сокращаются передние группы мышц плеча и предплечья, а при движении кзади — задние группы мышц этих областей. Эта работа мышц регулирует и усиливает маятниковоподобные движения свободной верхней конечности, что, впрочем, возможно даже в результате только попеременного сокращения передней и задней частей дельтовидной мышцы.

При быстрой ходьбе работа мышц верхней конечности значительно увеличивается, особенно при спортивной ходьбе, когда руки не только

производят резкие движения кпереди и кзади, но и несколько отведены в стороны, а пояс верхней конечности приподнят.

Когда при обычной ходьбе движение плеча кпереди заканчивается, перемещение предплечья и кисти еще продолжается, так что рука в переднем махе оказывается несколько согнутой. Наоборот, при заднем махе происходит полное разгибание предплечья в локтевом суставе до момента, когда локтевой отросток локтевой кости упирается в дно локтевой ямки плечевой кости. Движение руки в локтевом суставе обеспечивается поочередным сокращением сгибателей и разгибателей предплечья. Нагрузка на эти мышцы невелика, так как в движениях верхней конечности существенную роль играет сила инерции.

Пояс верхних конечностей также участвует в движениях свободной верхней конечности. При переднем махе он движется вперед за счет сокращения большой и малой грудных и передней зубчатой мышц, при заднем махе работают трапециевидная, ромбовидная мышцы, а также широчайшая мышца спины. Движения пояса верхних конечностей становятся более заметными, если ограничить движения свободных верхних конечностей, заложив их, скажем, за спину. Если же фиксировать и пояс верхней конечности, то вращательные движения туловища вокруг вертикальной оси увеличатся. Движения каждой верхней конечности не только уменьшают при ходьбе эти вращения, но также имеют значение для удержания его симметричного положения.

Наиболее существенными характеристиками ходьбы человека являются длина шага и темп — частота шагов.

Д л и н а ш а г а может быть самой различной. У взрослого человека она равняется примерно 75 см. У детей до 9-летнего возраста длина шага в $2 \frac{1}{2}$ раза больше длины стопы, в возрасте от 8 до 14 лет — в $2 \frac{3}{4}$ раза, а в более позднем возрасте — более чем в 3 раза.

Ч и с л о ш а г о в в м и н у т у при обычной ходьбе равно приблизительно 100—120, т. е. один шаг длится примерно $\frac{1}{2}$ сек. При быстрой ходьбе возможно увеличение числа шагов до 150 и даже до 170 в минуту. При темпе 190—200 шагов в минуту обычная ходьба переходит в бег.

От длины шага и от скорости ходьбы зависит время протекания отдельных фаз движения. При увеличении длины шага и постоянном темпе последовательность фаз сохраняется, но соотношение их несколько меняется (Н. В. Баскакова, А. С. Витензон, 1975). Длительность опорного периода (двухопорного и опоры на всю стопу) уменьшается, а длительность фаз свободной, переносной, ноги, опоры на пятку и носок возрастает. Последовательность движения в суставах нижних конечностей также остается без изменений, тогда как угловые характеристики меняются. С увеличением длины шага во всех фазах ходьбы увеличивается размах движений в тазо-бедренном суставе (преимущественно за счет разгибания); в коленном суставе наибольшее увеличение угла сгибания имеет место в фазе свободной ноги, а в голеностопном суставе — в конце опорного периода. Наибольшая электроактивность мышц наблюдается в середине и в конце опорного периода, что приводит к повышению жесткости ноги при отталкивании от опорной поверхности. С увеличением темпа ходьбы длительность фаз

уменьшается, особенно двухопорного периода и опоры на всю стопу. В меньшей мере сокращается длительность переносного периода, фазы опоры на носок и на пятку. Активность мышц-разгибателей в коленном и тазо-бедренном суставах усилена в большей мере в первой части опорного периода (передний шаг опорной ноги), активность задней группы мышц голени — в период вертикали опорной ноги, активность сгибателей — преимущественно на стыке опорного и переносного периодов двойного шага.

При очень высоком темпе ходьбы в период вертикали опорной ноги увеличивается электроактивность передней большеберцовой мышцы и наружной широкой мышцы бедра.

Описанный тип обычной ходьбы имеет разновидности, при которых движения, производимые отдельными частями тела, могут быть несколько иными.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ХОДЬБЫ

Ходьба «пригибным шагом». Этот вид ходьбы характеризуется тем, что сила тяжести в наибольшей мере используется для поступательного перемещения тела. Туловище сильно наклонено вперед, ноги согнуты в коленном и тазо-бедренном суставах. Данный вид ходьбы применяется как тренировочное средство, главным образом, конькобежцами, лыжниками и легкоатлетами.

Увеличение наклона тела, а следовательно, и ОЦТ тела вперед ведет к тому, что шаги делаются более широкими. В связи с этим ОЦТ тела расположен ниже по сравнению с обычной ходьбой, устойчивость тела возрастает, так как углы устойчивости (передний и задний) и площадь опоры в двухопорный период становятся больше. Отталкивание при ходьбе «пригибным шагом» производится более сильно и под более острым углом. Этому способствует предварительное растягивание мышц опорной ноги. Кроме того, более острый угол отталкивания и согнутое положение нижней конечности уменьшают вертикальные и поперечные колебания ОЦТ тела. Стопа приземляется не с пятки, как при обычной ходьбе, а сразу на всю подошву, так как вынесенная вперед нога несколько согнута в коленном суставе. Поэтому при ходьбе «пригибным шагом» передний толчок амортизируется значительно лучше. Более параллельная постановка стоп выгодна с биомеханической точки зрения, так как позволяет при отталкивании в значительной мере использовать силу мышц подошвенной поверхности стопы и обеспечить более прямолинейное движение ОЦТ тела. Несколько согнутое положение нижней конечности в коленном суставе сохраняется во всех фазах опорного периода, поэтому перенос свободной ноги будет затруднен и нагрузка как на мышцы нижней конечности, так и на мышцы туловища резко возрастает.

Поскольку приземление происходит сразу на всю подошвенную поверхность стопы, в фазе переднего шага опорной ноги отсутствует уступающая работа мышц передней поверхности голени. На опорной ноге особенно большую нагрузку несут: разгибатели в коленном (четырехглавая мышца бедра) и тазо-бедренном (преимущественно большая

ягодичная мышца) суставах и разгибатели позвоночного столба. Четырехглавая мышца бедра в фазе переднего шага опорной ноги выполняет уступающую работу, амортизируя передний толчок, в момент вертикали — удерживающую, противодействуя силе тяжести, стремящейся согнуть ногу в коленном суставе, и, наконец, в фазе заднего шага опорной ноги — преодолевающую, вызывая почти полное разгибание ноги в коленном суставе. В заднем толчке участвуют также мышцы-сгибатели стопы и пальцев. В связи с постановкой стопы на всю подошвенную поверхность трехглавая мышца голени предварительно перед толчком растягивается, что способствует баллистической работе ее в фазе толчка. Большая ягодичная мышца и разгибатели позвоночного столба оказываются напряженными во всех фазах не только опорной ноги, но и свободной; они удерживают сильно наклоненное вперед туловище. Кроме того, большая ягодичная мышца участвует в заднем толчке и в разгибании бедра.

Поскольку опорная нога на протяжении всех фаз несколько согнута в коленном суставе, «уменьшение» длины свободной ноги необходимо в большей мере, чем при обычной ходьбе. Это достигается за счет сокращения мышц передней поверхности голени (разгибателей стопы) и задней поверхности бедра (сгибателей голени). Перенос свободной ноги вперед происходит под действием сил инерции, возникающих в результате заднего толчка. Этому также способствует и то, что свободная нижняя конечность работает при проксимальной опоре. Положение ее звеньев удерживается напряжением сгибателей бедра, сгибателей голени и разгибателей стопы.

Мышцы верхней конечности работают в принципе так же, как и при обычной ходьбе, но более интенсивно.

На основании изучения костей ископаемого человека можно предполагать, что наши предки четвертичной эпохи ходили «пригибным шагом». Известно также, что у людей, которым приходится делать большие переходы, а тем более с грузом, походка напоминает ходьбу «пригибным шагом». Этот вид ходьбы имеет преимущества в скорости движения. Через три месяца систематического обучения ходьбе «пригибным шагом» можно преодолеть дистанцию в 20 км в течение 2 часов. Хорошо тренированный человек проходит километр пути за 6—6,5 мин. При такой большой скорости движения ходьба «пригибным шагом» может перейти в бег.

Спортивная ходьба. Особенность этого вида ходьбы заключается в том, что нижние конечности почти во всех фазах от момента приземления до момента вертикали находятся в выпрямленном состоянии.

Свободная нога приземляется внешней стороной пятки, поэтому рессорные свойства нижней конечности для уменьшения переднего толчка не могут быть достаточно хорошо использованы. Туловище находится в выпрямленном положении, голова несколько откинута назад, пояс верхних конечностей приподнят (рис. 172). Период двойной опоры сведен до минимума. Перекатывание стопы опорной ноги происходит резко и быстро с внешней стороны пятки, по наружному краю стопы на головку первой плюсневой кости и большой палец. В момент вертикали таз опускается в сторону свободной ноги больше,

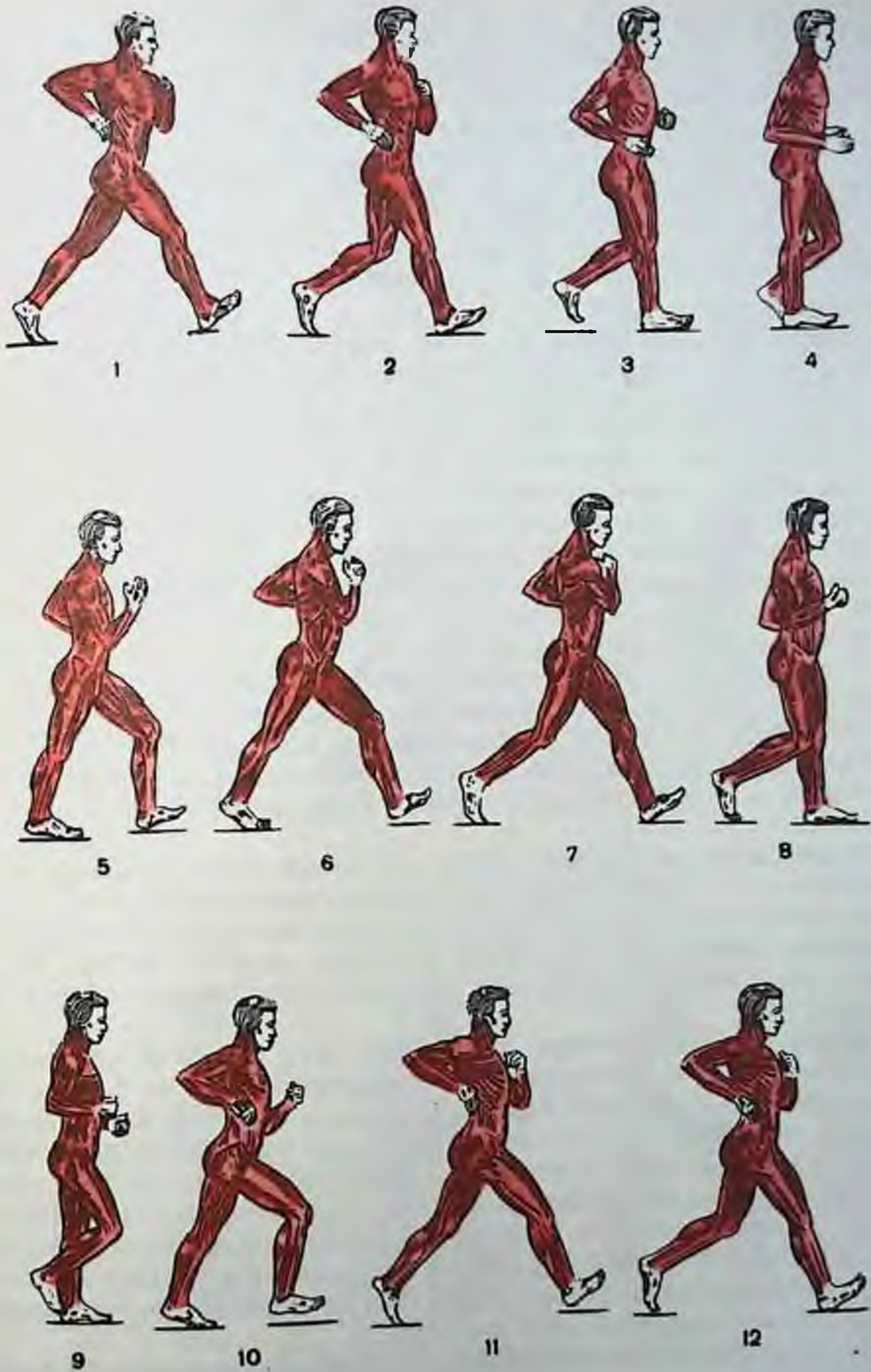


Рис. 172.

Спортивная ходьба (один из вариантов). Фазы двойного шага:

1, 7, 12 — двухопорный период; 1, 2, 3 — передний шаг опорной ноги; 4 — момент вертикали опорной ноги;
 5, 6, 7 — задний шаг опорной ноги; 8 — задний шаг свободной ноги; 9 — момент вертикали свободной ноги;
 10, 11, 12 — передний шаг свободной ноги (ориг. М. Ф. Иваницкого)

чем при обычной ходьбе, так что поперечная ось коленного сустава на свободной ноге оказывается ниже, чем на опорной ноге. Кроме того, в момент вертикали таз значительно смещается в сторону опорной ноги.

Задний толчок производится выпрямленной ногой при участии лишь сгибателей стопы и пальцев и разгибателей бедра. Это, естественно, увеличивает нагрузку на них. Небольшое переразгибание в коленном суставе опорной ноги, наблюдаемое при спортивной ходьбе, по мнению Н. Г. Озолина, может создать некоторое подобие заднего толчка. Выпрямленное состояние опорной ноги обуславливает меньшие вертикальные колебания ОЦТ тела.

Свободная нога в меньшей мере, чем при обычной ходьбе, сгибается в коленном суставе. Поэтому момент инерции ее мало уменьшается, и перемещение вперед требует больших усилий со стороны сгибателей бедра. При вынесении свободной ноги вперед таз выполняет сложное движение, в основе которого лежит наклон его назад и вынос вперед области тазо-бедренного сустава этой ноги, что способствует удлинению шага. Для вынесения вперед свободной ноги необходимо, чтобы мышцы задней поверхности бедра были очень эластичными, так как опора происходит на выпрямленную в коленном суставе конечность. Недостаточная эластичность этих мышц может тормозить движение ноги вперед и укорачивать шаг.

Руки при спортивной ходьбе согнуты в локтевых суставах, движутся с большим размахом и энергичнее, чем в других видах ходьбы. Движения рук и ног строго координированы. В плечевом суставе кроме мышц, сгибающих и разгибающих руку, напряжены мышцы, отводящие плечо, а в области пояса верхних конечностей мышцы, поднимающие его.

Функциональные группы мышц, обеспечивающие движения тела при спортивной ходьбе, те же, что и при обычной ходьбе, но нагрузка на них значительно больше. Тренировка в этом виде ходьбы приводит к увеличению длины шага до 130 см, а частоты шагов — до 200—210 в минуту. При спортивной ходьбе один километр можно пройти за 4,5 минуты.

Ходьба вверх по лестнице. Эта ходьба, как и ходьба по наклонной плоскости вверх, сопровождается перемещением тела не только по горизонтали, но и по вертикали. Сила тяжести при этом виде ходьбы тормозит продвижение тела вперед. Туловище значительно наклонено вперед, чтобы вертикаль, опущенная из ОЦТ тела, была приближена к переднему краю площади опоры. Свободная нога, согнутая в коленном суставе, приземляется на всю подошвенную поверхность стопы (рис. 173). При ходьбе по очень крутой лестнице или по наклонной плоскости свободная нога нередко опускается на передний отдел стопы. Период двойной опоры обычно увеличен.

При выпрямлении поставленной ноги (передний шаг опорной ноги) большая нагрузка падает на разгибатели в коленном и тазо-бедренном суставах. Особенно велико значение четырехглавой мышцы бедра, которая, выполняя преодолевающую работу, обеспечивает поднятие тела вверх. В данном случае четырехглавая мышца бедра сокращается при дистальной опоре, вызывая движение бедра в коленном суставе по

отношению к закрепленной голени. В момент вертикали опорной ноги напряжение мышц наименьшее, так как нога выпрямлена и положение ее звеньев удерживается под действием силы тяжести. При заднем шаге опорной ноги тело подается вперед и происходит его поступательное перемещение в пространстве. Задний толчок по фазе совпадает с постановкой свободной ноги на следующую ступеньку. Тело опирается на обе конечности. Сгибание в голено-стопном суставе задней ноги происходит одновременно с разгибанием в коленном суставе передней ноги. Задний толчок опорной ноги происходит преимущественно за счет сокращения сгибателей стопы и разгибателей бедра.

Напряжение мышц свободной ноги незначительно. В фазе заднего шага свободной ноги они практически расслаблены. При переднем шаге свободной ноги происходит сгибание в коленном и тазо-бедренном суставах за счет сокращения соответствующих групп мышц.

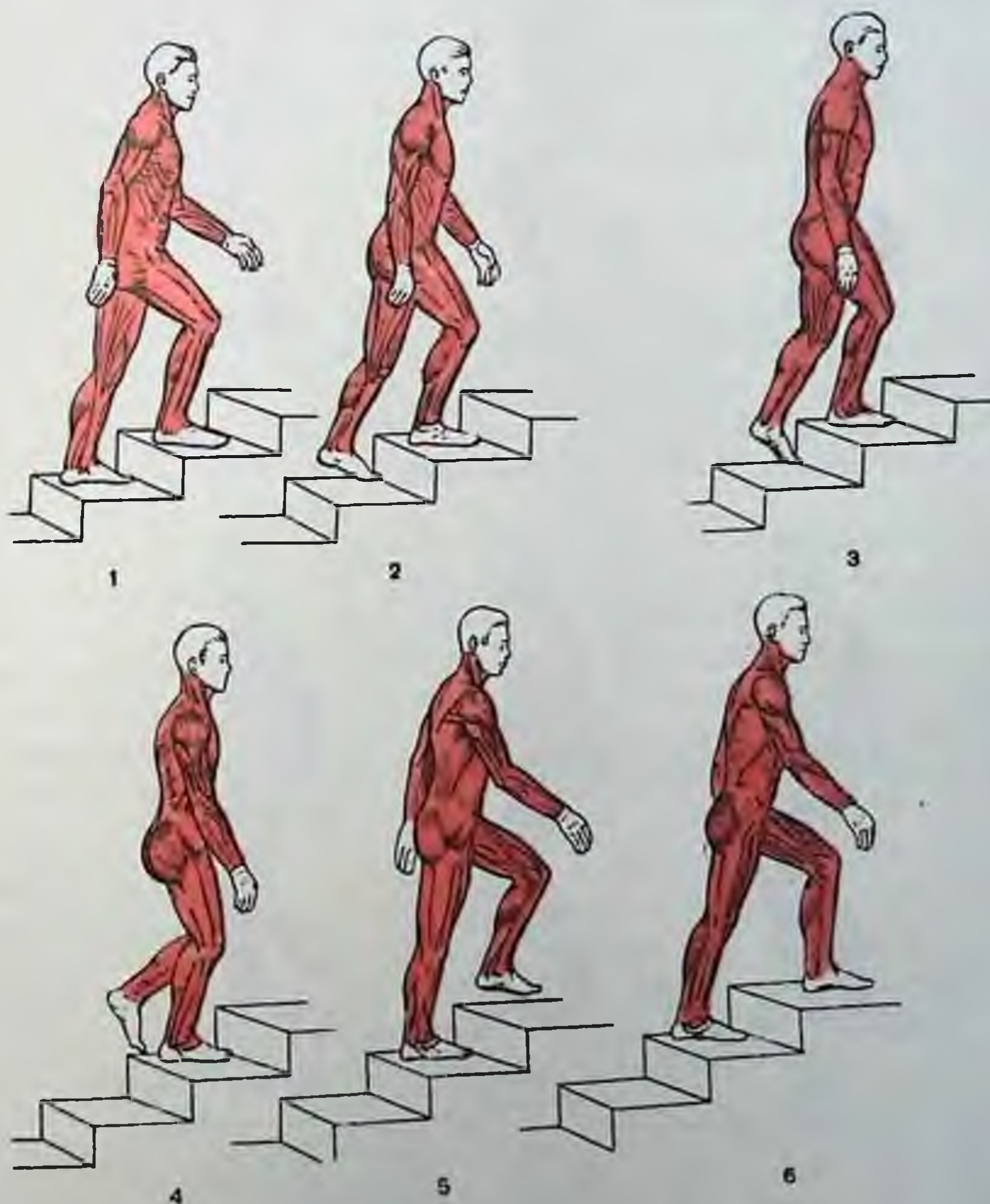


Рис. 173.

Ходьба вверх по лестнице:

1, 6 — двухопорный период; 1, 2, 3 — передний шаг опорной (правой) ноги; 2, 3 — задний шаг свободной (левой) ноги; 4 — момент вертикали; 5, 6 — задний шаг опорной (правой) ноги (ориг. М. Ф. Иванникова)

Таким образом, при ходьбе вверх по лестнице очень большая нагрузка по преодолению силы тяжести падает на сгибатели стопы, разгибатели голени и бедра. Мышцы, выпрямляющие туловище, напряжены во всех фазах ходьбы. В связи с этим ходьба вверх по лестнице довольно утомительна. Большая нагрузка на мышцы ведет к учащению и затруднению дыхания.

Ходьба вниз по лестнице. При ходьбе вниз по лестнице, а также по наклонной плоскости сила тяжести способствует перемещению тела вперед и вниз, увеличивая скорость поступательного движения

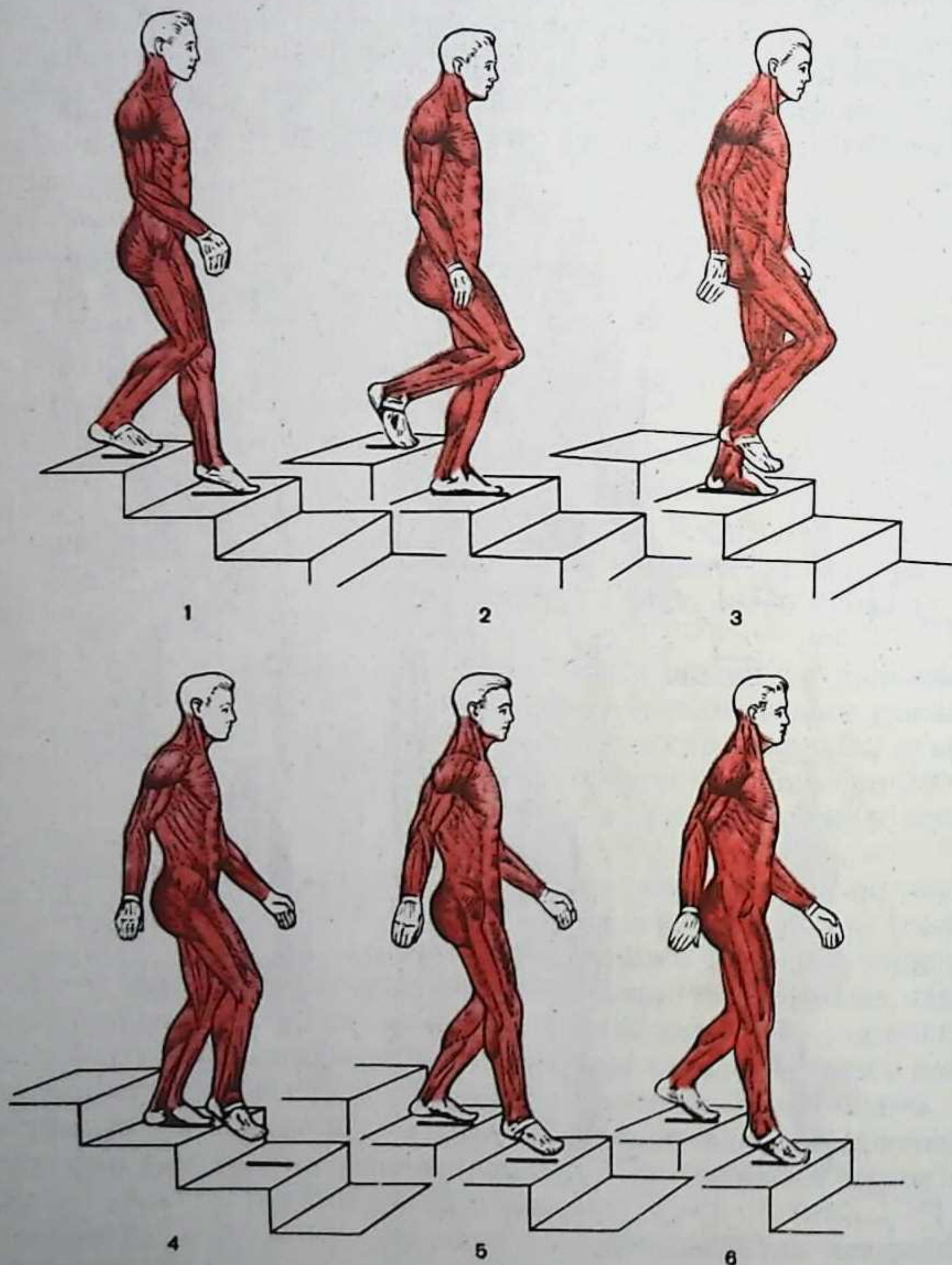


Рис. 174.

Ходьба вниз по лестнице:

1, 6 — двухопорный период; 1 — передний шаг опорной (левой) ноги; 2 — задний шаг свободной (правой) ноги; 3 — момент вертикали; 4, 5, 6 — передний шаг свободной (правой) ноги; 5, 6 — задний шаг опорной (левой) ноги (ориг. М. Ф. Иваницкого)

(рис. 174). Туловище несколько отклонено назад, так что ОЦТ тела проецируется ближе к задней границе площади опоры. Приземление свободной ноги происходит на передний отдел стопы, а затем на всю подошву; стопа перекачивается с носка на пятку при уступающей работе мышц-сгибателей стопы и пальцев. Это позволяет в значительной мере использовать амортизационные свойства нижней конечности и уменьшить передний толчок.

Опорная нога ставится на нижнюю ступеньку выпрямленной и принимает на себя тяжесть всего тела. При вынесении свободной ноги вперед опорная нога под влиянием силы тяжести и силы инерции сгибается в коленном и тазо-бедренном суставах. В этот момент мышцы передней поверхности бедра и ягодичной области выполняют уступающую работу, противодействуя силе тяжести. Свободная нога разгибается в коленном и тазо-бедренном суставах пассивно под действием собственного веса. Основная нагрузка хотя и значительно меньшая, чем при ходьбе вверх по лестнице, падает на мышцы опорной ноги. Больше других напряжены четырехглавая мышца бедра (в фазе заднего шага опорной ноги) и разгибатели стопы (в фазе переднего шага опорной ноги). Движения рук такие же, как и при обычной ходьбе.

БЕГ

Бег, как и ходьба, сложное, локомоторное, разновременнo-симметричное, циклическое движение, связанное с отталкиванием тела от опорной поверхности и быстрым его перемещением в пространстве.

Длина шага при беге обычно связана с его скоростью и зависит главным образом от силы и направления толчка, длины нижних конечностей и других факторов.

Между бегом и ходьбой имеется и сходство, и существенное различие. Действующие силы, цикл движений, фазы движений нижних конечностей и их последовательность, а также движения туловища и верхних конечностей при беге те же, что и при ходьбе. Одним из основных отличий бега от ходьбы является отсутствие при беге двухопорного периода и наличие *фазы полета*. При беге опора происходит то на одну, то на другую ногу, а в фазе полета тело совсем не имеет

Рис. 175.

Действие силы реакции опоры в различные фазы бега



соприкосновения с опорной поверхностью. Таким образом, главная особенность бега состоит в чередовании опорных и безопорных положений тела. Отталкивание при беге производится с большей силой и под более острым углом к опорной поверхности (рис. 175), что обуславливает более быстрое передвижение тела.

Взаимодействие внешних и внутренних сил при беге имеет некоторые особенности. Если сила тяжести оказывает свое влияние на тело бегуна во всех фазах бега, то сила реакции опоры в связи с наличием фазы полета — только в опорные периоды. По данным Н. А. Бернштейна, вертикальная составляющая реакции опоры при беге часто превышает удвоенный вес тела бегуна. При этом большое значение имеет характер опорной поверхности: чем больше сила трения при взаимодействии подошвы с опорной поверхностью, тем эффективнее отталкивание. При беге большое значение имеет сила сопротивления среды, возрастающая при увеличении скорости бега. Площадь опоры при беге значительно меньше, чем при ходьбе, так как она представлена лишь площадью опорной поверхности стопы в каждый из моментов соприкосновения ее с грунтом.

ОЦТ тела совершает вертикальные и поперечные колебания. Наиболее высокое положение он занимает в фазе полета, а наиболее низкое — в момент вертикали опорной ноги (рис. 176). Размах колебаний ОЦТ тела может достигать 10—12 см. Колебания ОЦТ тела в правую и левую стороны могут быть меньше, чем при ходьбе. Колебания всего тела вверх и вниз, а также в стороны и даже вокруг продольной оси тела при беге также могут быть менее выражены, чем при ходьбе. Эти колебания сглаживаются под влиянием инерции тела, которая при беге проявляется в большей мере, чем при ходьбе. Поэтому если рассматривать бегущего человека в профиль, то перемещение тела будет казаться более параллельным по отношению к опорной поверхности.

Поскольку сопротивление среды при беге увеличивается с нарастанием скорости бега, для уменьшения ее затормаживающего действия должно быть уменьшено лобовое сопротивление тела, что достигается изменением наклона туловища. При беге на короткие дистанции угол наклона туловища больше и составляет $55—60^\circ$, а при беге на длинные дистанции — меньше и равен $75—80^\circ$.

Те фазы движения ног, которые были описаны при анализе ходьбы, относятся также и к бегу (рис. 177). Вместе с тем здесь есть и некоторые особенности.



Рис. 176.

Перемещение общего центра тяжести тела при беге

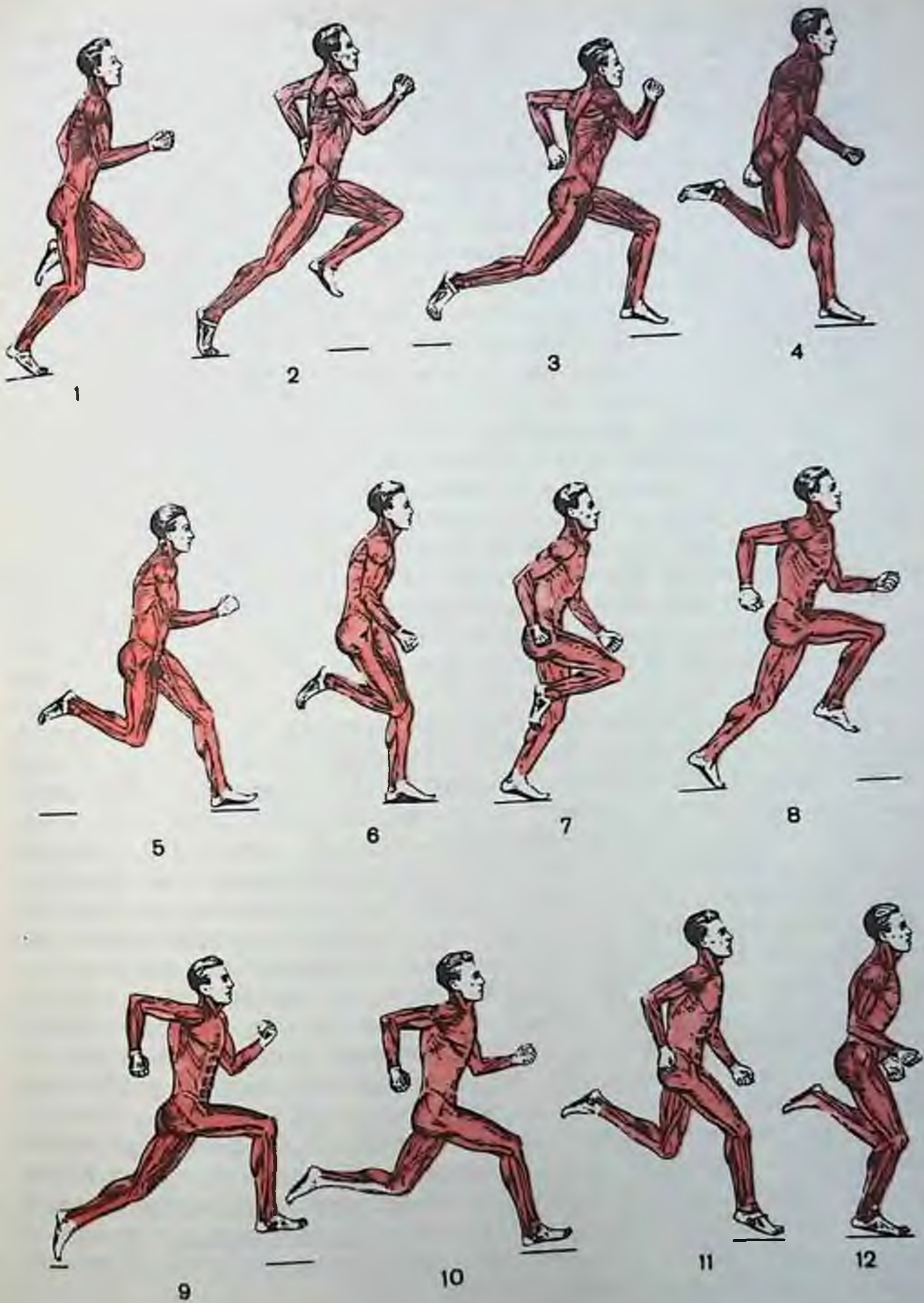


Рис. 177.

Фазы двойного шага при беге:

1, 2 — задний шаг опорной ноги; 3, 4, 5 — фаза полета; 6 — задний шаг свободной ноги; 7 — момент вертикали свободной ноги; 8 — передний шаг свободной ноги; 9, 10, 11 — фаза полета; 12 — передний шаг опорной ноги (ориг. М. Ф. Иваницкого)

В фазе переднего шага опорной ноги, которая начинается с момента ее приземления, тело испытывает передний толчок. Однако поскольку опускание ноги обычно происходит на передний отдел стопы при сгибании в коленном суставе, этот толчок смягчается за счет упругости четырехглавой мышцы бедра и мышц задней поверхности голени.

Некоторое выпрямление опорной ноги в коленном суставе происходит к моменту вертикали, и только к концу заднего шага, т. е. в момент заднего толчка, она полностью разгибается в коленном и тазобедренном суставах. При отталкивании от опорной поверхности мышцы включаются в работу не одновременно, а последовательно: вначале происходит разгибание в тазобедренном суставе, затем в коленном и, наконец, сгибание в голено-стопном.

В фазах свободной ноги после отталкивания наблюдается сильное сгибание голени, которая при этом может находиться по отношению к бедру под углом меньше прямого, что способствует уменьшению момента инерции ноги, облегчению и ускорению ее переноса из положения заднего шага свободной ноги в положение переднего шага свободной ноги. Перенос свободной ноги происходит за счет движения в тазобедренном суставе, которое совершается под действием сил инерции, а также в результате баллистической работы мышц-сгибателей бедра: подвздошно-поясничной мышцы, напрягателя широкой фасции и частично четырехглавой мышцы бедра. Напряжение последней, как уже отмечалось, играет важную роль при постановке ноги на опорную поверхность.

При беге нога может приземляться на пятку, на носок и даже на наружный край переднего отдела стопы. Приземление на пятку чаще наблюдается при беге на длинные дистанции, а на носок — при беге на короткие дистанции. Каждый из этих видов приземления имеет свои достоинства и недостатки. При приземлении на пятку сильнее противоотдача и недостаточно используются амортизационные свойства нижней конечности, но вместе с тем нагрузка на мышцы, особенно на мышцы задней поверхности голени, меньше. При приземлении на носки больше пластичность движений, меньше противоотдача от толчка в фазе переднего шага опорной ноги; для амортизации толчка в значительной мере используется упругость сводов стопы и эластичность мышц. Однако такое приземление требует большого напряжения мышц-сгибателей стопы и пальцев, которое можно сохранять в течение короткого промежутка времени. Нагрузка на эти мышцы сильно возрастает, так как они сокращены и в фазе переднего шага опорной ноги, и в фазе заднего шага (при толчке). Они расслабляются только во время переноса ноги кпереди. При приземлении на носок шаг короче, чем при приземлении на пятку, так как во втором случае вынесенная вперед нога в большей мере разогнута в коленном суставе и поэтому стопа сильнее выносится вперед, чем в первом случае.

Приземление на наружный край переднего отдела стопы возможно лишь в том случае, когда спортсмен во время фазы полета успевает расслабить мышцы голени и стопа принимает несколько супинированное положение перед приземлением.

При беге по сравнению с ходьбой иная постановка стоп. При беге

они ставятся ближе к средней линии тела, что уменьшает колебания ОЦТ тела в стороны, параллельно друг другу и даже могут быть обращены носками несколько внутрь. Такое положение их позволяет в большей мере использовать для толчка все мышцы задней поверхности голени и подошвенной стороны стопы, в том числе и длинный сгибатель большого пальца, который по подъемной силе значительно превосходит другие мышцы, составляющие глубокий слой мышц задней поверхности голени.

При беге более отчетливо, чем при ходьбе, выражена перекрестная координация рук, что способствует уменьшению скручивания туловища. Руки движутся при беге с большей амплитудой и сильно согнуты в локтевых суставах. В период заднего маха они полностью не разгибаются, как при ходьбе (согнутые руки в связи с уменьшением момента инерции легче переносить). Такое положение рук в локтевом суставе поддерживается напряжением мышц-сгибателей предплечья, которые работают при проксимальной опоре. Напряженными оказываются также мышцы-сгибатели кисти и пальцев, удерживающие пальцы кисти в согнутом положении. Движения свободной верхней конечности вперед и назад (сгибание и разгибание) происходят при поочередном напряжении мышц-сгибателей и разгибателей плеча. Нагрузка на эти мышцы гораздо больше, чем при ходьбе.

Движения туловища при беге такие же, как и при ходьбе. При переднем шаге опорной ноги оно наклоняется кпереди, во время полета выпрямляется. Наклон кпереди происходит при уступающей работе мышц задней поверхности туловища, а выпрямление — при преодолевающей работе тех же мышц. Характер отталкивания, особенности переноса свободной ноги, наклон туловища, специфическое положение рук — все это приводит к тому, что нагрузка на мышцы при беге по сравнению с ходьбой сильно возрастает. При беге функционируют те же группы мышц, что и при ходьбе, но работа их более напряженная.

Значительная нагрузка на мышцы при беге способствует повышению обмена веществ в организме, усилению дыхания и кровообращения. При беге на короткие дистанции бегун обычно делает 2—3 дыхательных движения или же бежит с задержкой дыхания. Задержка дыхания и фиксация грудной клетки имеют при этом положительное значение для работы верхних конечностей, так как обеспечивают жесткую опору для мышц. Одной из причин снижения скорости в середине короткой дистанции могут быть дыхательные движения грудной клетки с большой амплитудой.

Бег способствует развитию преимущественно мышц нижних конечностей, вырабатывает координацию движений, положительно влияет на кровообращение и дыхание.

АНАТОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АЦИКЛИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

ПРЫЖОК В ДЛИНУ С МЕСТА

Прыжок в длину с места — это сложное, локомоторное, одновременно симметричное, ациклическое движение. Он характеризуется максимальным напряжением работающих мышц в течение очень короткого времени, в результате чего тело, подброшенное в воздух, с большой скоростью проходит некоторое расстояние.

В отличие от ходьбы и бега прыжок в длину с места — одноактное (ациклическое) движение, в нем нет повторяющихся фаз. С точки зрения биомеханических закономерностей он является основным, тогда как другие виды прыжков (прыжок в длину с разбега, тройной прыжок, прыжок в высоту и др.) — его разновидностями.

Прыжок, как и любое другое движение, выполняется под действием внешних и внутренних сил. Сила тяжести направлена из ОЦТ тела перпендикулярно вниз и препятствует его поступательному движению. Сила реакции опоры действует не во всех фазах прыжка, так как в фазе полета тело теряет связь с опорной поверхностью. Из внутренних сил основное значение имеет сила, развиваемая мышцами при их напряжении. Момент силы мышц в фазе толчка превышает момент силы тяжести, что обеспечивает отрыв тела от опорной поверхности и его свободный полет. Во время толчка телу прыгуна сообщается необходимая начальная скорость и направление полета. Скорость движения, создаваемая толчком, зависит, в свою очередь, от импульса силы и времени, на протяжении которого будет действовать сила толчка. Отсюда эффективность толчка повышается, если ОЦТ тела в начале толчка занимает более низкое положение, а в конце его — более высокое.

ОЦТ тела при прыжке движется по параболе, траектория его перемещения обусловлена взаимодействием силы тяжести и силы толчка. Характер параболической кривой зависит от угла, под которым толчок направлен к опорной поверхности. По законам баллистики полет будет более длинным, если толчок направлен под углом 45° к опорной поверхности. Если же угол толчка превышает 45° , то полет будет выше, но ближе; при угле меньше 45° полет будет ниже и ближе к месту начала движения. Равновесие и устойчивость тела в разных фазах прыжка различны, так как они определяются размерами площади опоры и положением ОЦТ, которое, в свою очередь, зависит от взаимного расположения частей тела.

Движения тела при прыжке в длину с места можно разделить на четыре фазы: *подготовительную, толчка, полета и приземления* (рис. 178).

Подготовительная фаза характеризуется тем, что прыгун делает приседание и разгибает выпрямленные в локтевых суставах руки. При этом под влиянием силы тяжести происходит как бы складывание звеньев тела, подобно пружине, закрепленной на одном

конце. Голень наклоняется к фиксированной на опорной поверхности стопе, угол между голенью и стопой уменьшается, т. е. происходит разгибание в голено-стопном суставе. В коленном и тазо-бедренном суставах происходит сгибание, бедро приближается к голени, а туловище — к бедру. Мышцы нижней конечности в этой фазе производят уступающую работу, препятствуя действию силы тяжести и фиксируя положение вышележащих звеньев по отношению к нижележащим. Основная нагрузка падает на большую ягодичную мышцу, четырехглавую мышцу бедра, а также сгибатели стопы и пальцев, т. е. на те мышцы, которые в следующей фазе будут выполнять толчок. Предварительное растя-

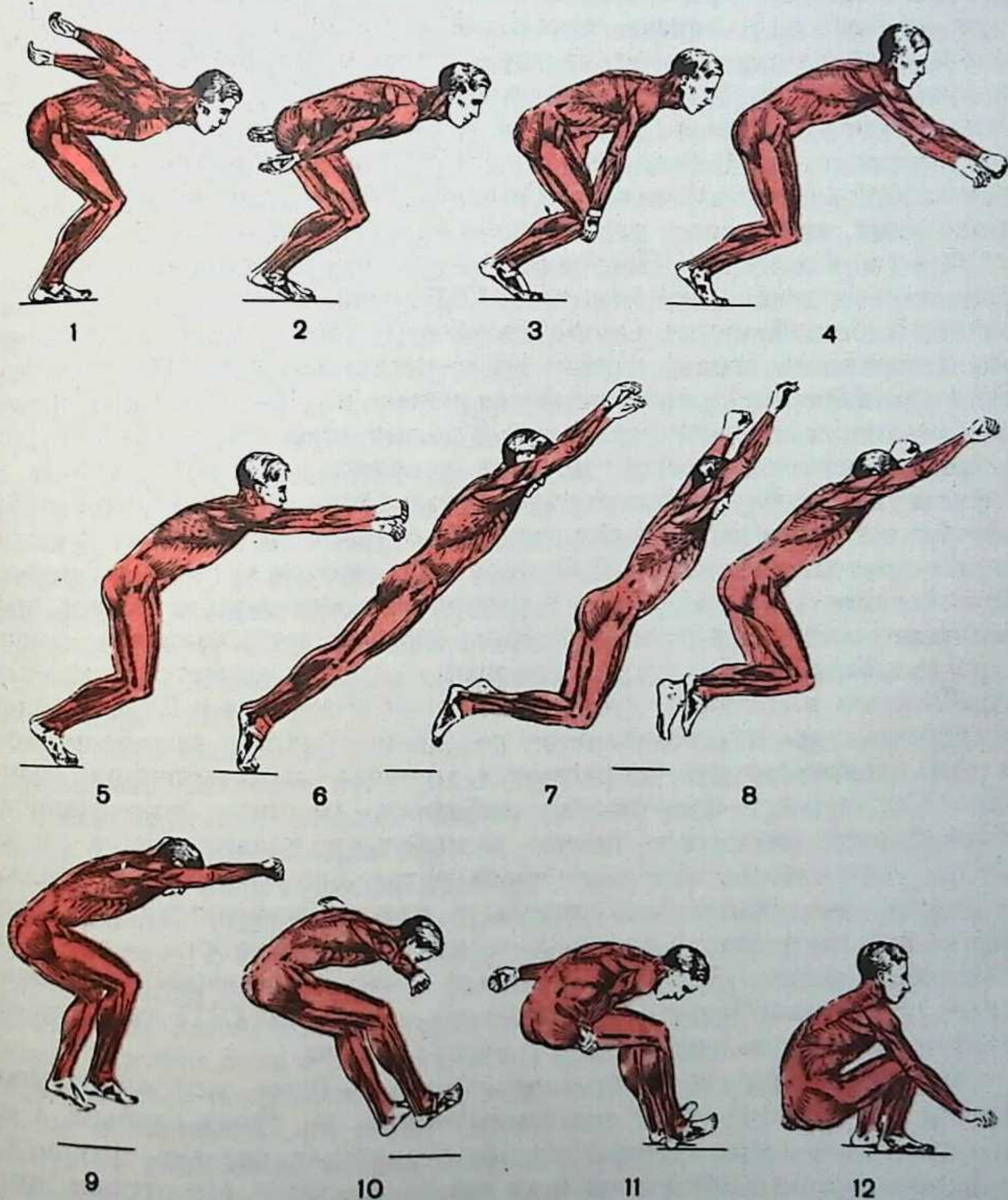


Рис. 178.

Прыжок в длину с места:

1 — подготовительная фаза; 2, 3, 4, 5, 6 — фаза толчка; 7, 8, 9, 10 — фаза полета; 11, 12 — фаза приземления
(ориг. М. Ф. Иваницкого)

гивание и последующее напряжение этих мышц способствует их баллистической работе.

Одновременно напряжены мышцы-разгибатели позвоночного столба и глубокие мышцы затылочной области, которые удерживают туловище в наклонном положении, а голову в прямом. Положение верхних конечностей обеспечивается напряжением мышц-разгибателей плеча, предплечья и кисти. Если пальцы кистей согнуты, то к указанным мышцам присоединяются мышцы-сгибатели кисти и пальцев.

В подготовительной фазе создаются благоприятные условия для последующей фазы — фазы толчка: низкое положение ОЦТ тела и растягивание ведущих групп мышц. Устойчивость тела в этой фазе сравнительно высокая, однако значительное напряжение мышц нижних конечностей и туловища препятствует длительному пребыванию тела в данном положении. К концу подготовительной фазы туловище прыгуна несколько подается вперед, площадь опоры уменьшается, в результате чего вертикаль ОЦТ тела приближается к передней границе площади опоры. Устойчивость тела вперед уменьшается, и, если следующая фаза не наступит, тело теряет равновесие и падает.

Фаза толчка. Последующий наклон туловища вперед ведет к тому, что вертикаль, опущенная из ОЦТ тела, выходит за переднюю границу площади опоры. Опора происходит уже не на всю подошвенную поверхность стопы, а лишь на ее передний отдел. Падение тела предотвращается тем, что начинается движение. Прыгун резко выпрямляет нижние конечности, туловище и делает взмах руками вверх. Эти движения осуществляются за счет сгибания стоп, разгибания в коленных и тазо-бедренных суставах, разгибания позвоночного столба, поднимания пояса верхних конечностей, сгибания в плечевых и разгибания в локтевых суставах. При этом напрягаются мышцы подошвенной поверхности стопы, задней и наружной поверхностей голени, производящие сгибание в голено-стопном суставе; четырехглавая мышца бедра (особенно ее бедренные головки), которая является основным разгибателем в коленном суставе, большая ягодичная и большая приводящая мышцы, обеспечивающие разгибание бедра в тазо-бедренном суставе. Одновременно напрягаются мышцы, выпрямляющие туловище. На верхних конечностях работают мышцы, поднимающие плечевой пояс, сгибатели плеча, разгибатели предплечья, а также мышцы, окружающие луче-запястный сустав. Все эти мышцы производят преодолевающую работу, причем на нижней конечности и на туловище — при дистальной опоре, а на верхней конечности — при проксимальной опоре. Движения звеньев нижних конечностей, взмах руками вверх способствуют повышению положения ОЦТ тела, увеличению длительности и дальности полета прыгуна.

Опорная поверхность для толчка должна быть жесткой и шероховатой, иначе произойдет его амортизация, он будет слабым. При прыжке в длину с места стопы обычно ставят параллельно друг другу или даже несколько поворачивая их внутрь носками. Некоторые прыгуны даже пронируют ногу в тазо-бедренном суставе, что не только позволяет в наибольшей мере использовать для толчка силу мышц-сгибателей стопы, но и обеспечивает симметричную передачу толчка обеих

ног туловища, так как при пронированном положении нижних конечностей поперечная ось голено-стопных суставов становится почти параллельной поперечной оси таза.

В конце фазы толчка к указанным мышцам присоединяются мышцы-антагонисты. Их сокращение тормозит движение в суставах, закрепляет положение звеньев тела, создавая твердую основу для передачи силы толчка на ОЦТ тела и предотвращая травмы в суставах.

Фаза полета. В начале фазы полета тело прыгуна принимает выпрямленное, несколько наклонное вперед положение. Направление полета после толчка является заданным, однако его дальность зависит от внешних сил и от взаимного расположения звеньев тела. Так, при сильном встречном ветре, когда отчетливо выражена сила сопротивления среды, дальность полета будет меньше, и, наоборот, при попутном ветре, когда сила сопротивления среды способствует движению, — больше. Во время полета создается наиболее выгодное положение тела для преодоления препятствий и происходит подготовка к приземлению. В полете возможны только компенсаторные движения тела, движения в двух противоположных направлениях (при повышении траектории одной части тела происходит понижение траектории другой). Для уменьшения момента инерции, лобового сопротивления, связанного с площадью воздействия среды на тело, и для наиболее выгодного приземления выполняются следующие движения: вынесение ног вперед, сгибание в коленном и тазо-бедренном суставах, разгибание стопы, сгибание туловища, опускание пояса верхней конечности, разгибание рук в плечевом суставе. Мышцы-сгибатели позвоночного столба, сгибатели в тазо-бедренном и коленном суставах, а также разгибатели стопы при отсутствии опоры приближают друг к другу места начала и прикрепления, т. е. притягивают к середине дистальный и проксимальный концы со скоростью, обратно пропорциональной квадратам масс. После опускания пояса верхней конечности он относительно закрепляется, и рука движется назад мышцами-разгибателями плеча при проксимальной опоре.

По мере вынесения ног вперед создаются выгодные условия для приземления. Сгибание туловища, опускание пояса верхней конечности и движение рук назад способствуют наиболее низкому положению ОЦТ тела. К началу приземления ноги по отношению к опорной поверхности должны быть расположены примерно под тем же углом, что и при отталкивании. Недостаточное вынесение их вперед уменьшает дальность прыжка, а чрезмерное может вызвать падение тела назад. Резкое сгибание бедра происходит в результате сокращения подвздошно-поясничной мышцы, напрягателя широкой фасции и прямой мышцы бедра. Важную роль в рациональном приземлении играет и положение таза. За счет сокращения мышц живота происходит вращение таза вокруг поперечной оси, он подтягивается к грудной клетке, что способствует вынесению вперед нижних конечностей. Перед самым приземлением благодаря сокращению четырехглавой мышцы бедра происходит разгибание в коленном суставе. Стопа находится под прямым углом к продольной оси голени и удерживается в этом положении напряжением передней группы мышц голени.

гивание и последующее напряжение этих мышц способствует их баллистической работе.

Одновременно напряжены мышцы-разгибатели позвоночного столба и глубокие мышцы затылочной области, которые удерживают туловище в наклонном положении, а голову в прямом. Положение верхних конечностей обеспечивается напряжением мышц-разгибателей плеча, предплечья и кисти. Если пальцы кистей согнуты, то к указанным мышцам присоединяются мышцы-сгибатели кисти и пальцев.

В подготовительной фазе создаются благоприятные условия для последующей фазы — фазы толчка: низкое положение ОЦТ тела и растягивание ведущих групп мышц. Устойчивость тела в этой фазе сравнительно высокая, однако значительное напряжение мышц нижних конечностей и туловища препятствует длительному пребыванию тела в данном положении. К концу подготовительной фазы туловище прыгуна несколько подается вперед, площадь опоры уменьшается, в результате чего вертикаль ОЦТ тела приближается к передней границе площади опоры. Устойчивость тела вперед уменьшается, и, если следующая фаза не наступит, тело теряет равновесие и падает.

Фаза толчка. Последующий наклон туловища вперед ведет к тому, что вертикаль, опущенная из ОЦТ тела, выходит за переднюю границу площади опоры. Опора происходит уже не на всю подошвенную поверхность стопы, а лишь на ее передний отдел. Падение тела предотвращается тем, что начинается движение. Прыгун резко выпрямляет нижние конечности, туловище и делает взмах руками вверх. Эти движения осуществляются за счет сгибания стоп, разгибания в коленных и тазо-бедренных суставах, разгибания позвоночного столба, поднимания пояса верхних конечностей, сгибания в плечевых и разгибания в локтевых суставах. При этом напрягаются мышцы подошвенной поверхности стопы, задней и наружной поверхностей голени, производящие сгибание в голено-стопном суставе; четырехглавая мышца бедра (особенно ее бедренные головки), которая является основным разгибателем в коленном суставе, большая ягодичная и большая приводящая мышцы, обеспечивающие разгибание бедра в тазо-бедренном суставе. Одновременно напрягаются мышцы, выпрямляющие туловище. На верхних конечностях работают мышцы, поднимающие плечевой пояс, сгибатели плеча, разгибатели предплечья, а также мышцы, окружающие луче-запястный сустав. Все эти мышцы производят преодолевающую работу, причем на нижней конечности и на туловище — при дистальной опоре, а на верхней конечности — при проксимальной опоре. Движения звеньев нижних конечностей, взмах руками вверх способствуют повышению положения ОЦТ тела, увеличению длительности и дальности полета прыгуна.

Опорная поверхность для толчка должна быть жесткой и шероховатой, иначе произойдет его амортизация, он будет слабым. При прыжке в длину с места стопы обычно ставят параллельно друг другу или даже несколько поворачивая их внутрь носками. Некоторые прыгуны даже пронируют ногу в тазо-бедренном суставе, что не только позволяет в наибольшей мере использовать для толчка силу мышц-сгибателей стопы, но и обеспечивает симметричную передачу толчка обеих

ног туловища, так как при пронированном положении нижних конечностей поперечная ось голено-стопных суставов становится почти параллельной поперечной оси таза.

В конце фазы толчка к указанным мышцам присоединяются мышцы-антагонисты. Их сокращение тормозит движение в суставах, закрепляет положение звеньев тела, создавая твердую основу для передачи силы толчка на ОЦТ тела и предотвращая травмы в суставах.

Фаза полета. В начале фазы полета тело прыгуна принимает выпрямленное, несколько наклонное вперед положение. Направление полета после толчка является заданным, однако его дальность зависит от внешних сил и от взаимного расположения звеньев тела. Так, при сильном встречном ветре, когда отчетливо выражена сила сопротивления среды, дальность полета будет меньше, и, наоборот, при попутном ветре, когда сила сопротивления среды способствует движению, — больше. Во время полета создается наиболее выгодное положение тела для преодоления препятствий и происходит подготовка к приземлению. В полете возможны только компенсаторные движения тела, движения в двух противоположных направлениях (при повышении траектории одной части тела происходит понижение траектории другой). Для уменьшения момента инерции, лобового сопротивления, связанного с площадью воздействия среды на тело, и для наиболее выгодного приземления выполняются следующие движения: вынесение ног вперед, сгибание в коленном и тазо-бедренном суставах, разгибание стопы, сгибание туловища, опускание пояса верхней конечности, разгибание рук в плечевом суставе. Мышцы-сгибатели позвоночного столба, сгибатели в тазо-бедренном и коленном суставах, а также разгибатели стопы при отсутствии опоры приближают друг к другу места начала и прикрепления, т. е. притягивают к середине дистальный и проксимальный концы со скоростью, обратно пропорциональной квадратам масс. После опускания пояса верхней конечности он относительно закрепляется, и рука движется назад мышцами-разгибателями плеча при проксимальной опоре.

По мере вынесения ног вперед создаются выгодные условия для приземления. Сгибание туловища, опускание пояса верхней конечности и движение рук назад способствуют наиболее низкому положению ОЦТ тела. К началу приземления ноги по отношению к опорной поверхности должны быть расположены примерно под тем же углом, что и при отталкивании. Недостаточное вынесение их вперед уменьшает дальность прыжка, а чрезмерное может вызвать падение тела назад. Резкое сгибание бедра происходит в результате сокращения подвздошно-поясничной мышцы, напрягателя широкой фасции и прямой мышцы бедра. Важную роль в рациональном приземлении играет и положение таза. За счет сокращения мышц живота происходит вращение таза вокруг поперечной оси, он подтягивается к грудной клетке, что способствует вынесению вперед нижних конечностей. Перед самым приземлением благодаря сокращению четырехглавой мышцы бедра происходит разгибание в коленном суставе. Стопа находится под прямым углом к продольной оси голени и удерживается в этом положении напряжением передней группы мышц голени.

Фаза приземления. В этой фазе необходимо погасить скорость полета без резких толчков, а также сохранить равновесие тела. Приходя в соприкосновение с опорной поверхностью, тело получает сильный толчок, который амортизируется благодаря эластичности соединений и уступающей работе сгибателей стопы, разгибателей голени, бедра, туловища, а также благодаря таким приспособлениям для смягчения толчков и сотрясений, как связка головки бедра, мениски и крестообразные связки в коленном суставе, хрящи, покрывающие суставные поверхности костей, синовиальная жидкость и т. п. При приземлении не могут быть полностью использованы рессорные свойства стопы, так как оно происходит обычно не на передний, а на задний отдел стопы и сводчатое строение ее в данном случае играет незначительную роль.

Устойчивость тела в момент приземления не высокая. Площадь опоры образована поверхностью задних отделов стоп и пространством, заключенным между ними. Вертикаль, опущенная из ОЦТ тела, проецируется сзади площади опоры. После приземления тело по инерции продолжает двигаться вперед. Это ведет к тому, что ОЦТ тела проходит над площадью опоры и смещается кпереди по мере поступательного движения туловища. Падение назад возможно в том случае, если нижние конечности чрезмерно вынесены вперед и продолжение траектории ОЦТ тела не достигает площади опоры. Резкие движения руками назад, а затем вперед способствуют продвижению туловища вперед и повышают устойчивость тела, предотвращая его падение назад.

Как видно из анализа работы мышц, почти во всех фазах движений при прыжке принимают участие одни и те же функциональные группы мышц: сгибатели стопы и пальцев, разгибатели голени, разгибатели бедра и разгибатели позвоночного столба. В подготовительной фазе и в начале фазы приземления они выполняют уступающую работу, а при толчке и в конце фазы приземления, когда прыгун возвращается в исходное положение, — преодолевающую работу. Поэтому при прыжке в длину с места особенно сильно развиваются данные группы мышц. Кроме того, этот прыжок способствует развитию координации движений.

Особенности механизма дыхания при прыжке в длину с места состоят в том, что в подготовительной фазе при взмахе руками кверху создаются благоприятные условия для вдоха, во время полета дыхание несколько задерживается и, наконец, при приземлении — происходит выдох.

МЕТАНИЕ КОПЬЯ

Метание — это сложное, ациклическое, асимметричное, локомоторное (если выполняется с разбега) движение, при котором создаются усилия, способствующие перемещению снаряда.

По характеру движений все метания можно подразделить на: *метания броском*, когда движение производится с легким снарядом (вбрасывание мяча из аута в футболе, баскетболе, метание гранаты, копья и т. п.); *метания с поворотом*, выполняемые преимущественно

со снарядами среднего и тяжелого веса (диск, молот); *толкания*, как правило, тяжелых снарядов (ядра).

Несмотря на то что каждый вид метания имеет свою специфику в технике выполняемых движений, во всех видах метаний можно выделить общие фазы и сходные черты, обеспечивающие эффект движения. По Д. Д. Донскому (1975), в метательных движениях различают три фазы: *фазу исходного положения*, особенно очерченную при метании с места; *фазу предварительных действий*, при которой создаются наиболее оптимальные условия для финального усилия, и *фазу заключительного движения*, определяющую необходимую силу или точность движения.

Анатомическая характеристика метательного движения приводится на примере метания копья.

М е т а н и е к о п ь я — это сложное ациклическое, асимметричное движение.

При метании копья фаза исходного положения и фаза предварительных действий как бы сливаются в одну, тогда как фаза заключительного движения выражена довольно отчетливо. Метание копья, как и любое движение тела, обусловлено взаимодействием внешних и внутренних сил. Сила тяжести тела и метаемого снаряда действует на протяжении всех фаз, а сила реакции опоры — лишь в опорные периоды. Площадь опоры, а следовательно, и степень устойчивости тела в разных фазах неодинаковы: при разбеге в опорные периоды площадь опоры минимальна и представлена лишь площадью опорной поверхности одной стопы; в фазу предварительных действий перед финальным усилием она наибольшая и состоит из площади опорных поверхностей обеих стоп и площади пространства, заключенного между ними.

В **ф а з е и с х о д н о г о п о л о ж е н и я** и при разбеге копье удерживается кистью так, что I и III пальцы плотно охватывают его, II палец вытянут вдоль копья, а IV и V пальцы свободно лежат около III пальца. Рука с копьем поднята вверх и согнута в локтевом суставе. Копье расположено над плечевым суставом, локоть направлен вперед, кисть находится примерно на уровне ушной раковины (рис. 179). Мышцы-сгибатели кисти и пальцев растянуты и напряжены, они препятствуют ее разгибанию под действием силы тяжести копья. Согнутое положение руки в локтевом суставе удерживается сгибателями предплечья, а в плечевом суставе — разгибателями плеча и мышцами, отводящими плечо, которые обеспечивают положение плеча почти под прямым углом к туловищу. Все эти мышцы работают при проксимальной опоре. На противоположной стороне напряжены мышцы, фиксирующие пояс верхней конечности к туловищу, мышцы, окружающие плечевую, локтевую, луче-запястный суставы и суставы кисти. Все они работают также при проксимальной опоре. Особенности работы мышц туловища и нижних конечностей такие же, как при обычном беге.

В **ф а з е п р е д в а р и т е л ь н ы х д е й с т в и й** метатель принимает положение, наиболее выгодное для последующего финального усилия. Его тело можно сравнить с натянутым луком, особенно если бросок выполняется без разбега. Рука, в которой зажат снаряд,



Рис. 179.

Исходное положение метателя копья перед броском

ОЦТ тела проецируется у заднего края площади опоры. Положение тела удерживается напряжением мышц-сгибателей и разгибателей позвоночного столба, а также разгибателей бедра и голени и сгибателей стопы. Положение звеньев верхней конечности удерживается напряжением мышц-разгибателей плеча и предплечья. Мышцы-сгибатели верхней конечности сильно растянуты и напряжены. Скручивание туловища происходит под влиянием сокращения внутренней косой мышцы живота с противоположной стороны.

Все предварительные действия метателя направлены на то, чтобы отвести руку со снарядом максимально назад и этим привести мышцы в рабочее состояние. Предварительное растягивание основных функциональных групп мышц за счет взаиморасположения отдельных частей тела способствует их сокращению в баллистическом режиме.

В ф а з е з а к л ю ч и т е л ь н о г о д в и ж е н и я происходит интенсивное напряжение мышц и достигается финальное усилие, необходимое для метания снаряда.

Толчок левой ногой, выполняемый за счет напряжения мышц задней и наружной поверхностей голени, способствует переносу тяжести тела на правую ногу. Правая нога, которая до этого момента была несколько согнутой в коленном суставе, резко выпрямляется. Происходят быстрое разгибание в тазо-бедренном и коленном суставах и сгибание в голено-стопном суставе. Основная нагрузка приходится на большую ягодичную мышцу, четырехглавую мышцу бедра, а также мышцы задней и наружной поверхностей голени. К этим движениям

разогнута в плечевом и локтевом суставах. Туловище и пояс верхних конечностей развернуты по направлению движения копья так, что плечо свободной руки выведено вперед. Она согнута в локтевом суставе и приведена к туловищу.

При метании правой рукой основная тяжесть тела приходится на левую ногу. Она разогнута в тазо-бедренном и коленном суставах и согнута в голено-стопном суставе. Правая нога, несколько согнутая в коленном суставе, вынесена вперед и поставлена на опорную поверхность внешней частью стопы скрестно перед левой ногой (так называемый «скрестный шаг»).

Устойчивость тела назад крайне незначительна, так как из-за наклона туловища назад

присоединяется сгибание туловища не только в области позвоночного столба, но и в тазо-бедренном суставе. Сокращаются мышцы живота, мышцы-сгибатели бедра. Пояс верхних конечностей движется вместе с туловищем вперед, при этом правое плечо выносится кверху и кпереди. Правая рука резко сгибается в плечевом суставе. В локтевом суставе сначала происходит сгибание, сопровождающееся растягиванием трехглавой мышцы плеча, а затем резкое разгибание. Заканчивается финальное усиление сгибанием кисти. К числу наиболее интенсивно работающих в момент броска мышц можно отнести переднюю зубчатую, большую и малую грудные мышцы, переднюю часть дельтовидной, длинную головку двуглавой мышцы, клювовидно-плечевую. Они работают при проксимальной опоре. Руку, согнутую в локтевом суставе, удерживают мышцы-сгибатели предплечья, а разгибают разгибатели предплечья (трехглавая мышца плеча). Движение кисти осуществляется напряжением мышц-сгибателей кисти и пальцев.

Резкое разгибание в плечевом суставе (с некоторой пронацией) левой руки способствует компенсаторному вынесению вперед пояса верхней конечности метаемой руки, «удлиняет» ее, увеличивает скорость движения и дальность полета копья. Работа мышц носит баллистический (взрывной) характер. При метаниях снарядов на дальность вначале сокращаются более сильные мышцы, обеспечивающие медленные движения крупных звеньев тела, затем менее сильные мышцы и к концу усилия — мышцы дистальных звеньев тела.

Дыхание при метательных движениях не равномерное. Во время разбега производятся одно-два дыхательных движения. В фазе замаха, когда метаемая рука отведена назад, создаются благоприятные условия для вдоха, а в фазе заключительного движения — для выдоха. Однако многие метатели задерживают дыхание в фазе финального усилия и выдох делают после него.

Метания предъявляют специфические требования к таким физическим качествам, как гибкость и сила. Для метателей очень важна гибкость позвоночного столба, большая подвижность в плечевом и тазо-бедренном суставах, а также сила мышц, принимающих наиболее активное участие в движениях. Вместе с тем следует отметить неодинаковую нагрузку на правую и левую половины опорно-двигательного аппарата, в связи с чем необходимо обращать внимание на гармоничное развитие мышц в процессе тренировок.

Глава 5

АНАТОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВРАЩАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

При всем многообразии спортивных упражнений, связанных с вращением тела человека, их можно разделить на две группы, которые принципиально отличаются друг от друга. Одну группу составляют движения, совершаемые телом человека вокруг снаряда, который и является закрепленной (фиксированной) осью вращения тела. К дру-

гой группе следует отнести движения, ось вращения при которых не является фиксированной, а свободно образуется телом. В этих случаях ось вращения тела проходит через его ОЦТ.

Примерами простых вращательных движений могут служить движения в суставах. Силы, действующие на то или иное звено тела, как правило, находятся на некотором расстоянии от оси вращения, т. е. имеют плечо силы. Произведение величины силы на плечо силы дает так называемый момент силы. Соотношение действующих моментов сил, например момента силы тяжести руки и момента силы функциональной группы мышц, отводящих плечо, определяет направление вращательного движения и вид работы мышц.

Каждое тело имеет известную инерцию, в связи с чем для выведения тела из состояния покоя или для изменения скорости и направления его движения необходимо приложить к телу дополнительную силу извне. Этим свойством объясняется то обстоятельство, что все силы, которые вызывают изменение состояния тела, встречают со стороны самого тела определенное сопротивление. Такое сопротивление при поступательном движении прямо пропорционально массе тела, а при вращательном — моменту инерции тела. *Момент инерции* равен произведению массы тела на квадрат его радиуса по отношению к оси вращения ($I = mr^2$). Поскольку длина звеньев тела практически неизменна, то можно полагать, что при простом движении моменты их инерции почти не меняются. Если же при вращательном движении нескольких звеньев одновременно изменяется их взаимное расположение, как, например, при движении свободной ноги во время бега, то момент инерции звена (в данном примере ноги по отношению к поперечной оси тазо-бедренного сустава) меняется.

При сложном вращательном движении всего тела человека вокруг оси, проходящей либо через опорную точку при вращении вокруг снаряда, либо через ОЦТ тела при его свободном вращении, возможны аналогичные изменения момента инерции. Чем ближе располагаются частицы массы тела к оси вращения, тем меньше становится момент инерции, и наоборот.

Если тело приведено во вращательное движение с какой-либо скоростью, то произведение момента инерции тела на его угловую скорость определяет так называемый кинетический момент тела. Когда тело вращается в безопорном положении (например, при прыжках в воду, соскоках с перекладины, акробатических упражнениях), кинетический момент тела почти не меняется. Отсюда следует, что при относительно постоянном произведении увеличение одного сомножителя связано с уменьшением во столько же раз другого сомножителя. Исходя из этого, легко найти пути управления угловой скоростью вращения тела в полете. Для увеличения ее необходимо уменьшить момент инерции тела и наоборот. Изменение момента инерции вращающегося тела осуществляется посредством внутренних сил, подлежащих анализу при анатомической характеристике вращательных движений тела человека. При участии функциональных групп мышц достигается приближение или удаление звеньев тела относительно оси вращения, что и меняет скорость движения.

Анатомические особенности строения и формы тела человека, неравномерность локализации мышечной и жировой массы создают различные моменты инерции по отношению к вертикальной, поперечной и сагиттальной осям вращения. Наименьший момент инерции тела — при его вращательных движениях вокруг вертикальной оси, так как части тела наиболее близко расположены к оси вращения. При вращениях вокруг поперечной оси, проходящей через ОЦТ тела, момент вращения больше, однако его можно уменьшить, приближая части тела к оси вращения.

Анатомические особенности строения позвоночного столба и тазобедренного сустава допускают приближение частей тела к оси вращения. Большая амплитуда движений при сгибании позвоночного столба в тазо-бедренных суставах используется в спортивной практике при группировке, чем и достигается уменьшение момента инерции тела и увеличение скорости его вращения. Так, при выполнении сальто назад в группировке момент инерции уменьшается приблизительно в 3 раза, а при выполнении пируэта, когда верхние и нижние конечности приближаются к продольной оси тела, момент инерции может быть уменьшен в 7 раз. Увеличение числа оборотов во время полета также может быть достигнуто за счет уменьшения момента инерции тела путем его группировки. Увеличивающаяся скорость вращения приводит к возрастанию центробежной силы, которая, в свою очередь, стремится отдалить части тела от оси вращения, что увеличивает нагрузку на мышцы.

Реже всего встречаются вращательные движения тела вокруг сагиттальной оси (например, боковое сальто). Это объясняется большим моментом инерции тела из-за ограниченной возможности боковой группировки.

Вращательные движения тела вокруг вертикальной и поперечной осей выполняются преимущественно при симметричном расположении рук и ног. Нарушение его ведет к усложнению вращательных движений.

САЛЬТО НАЗАД

Сальто назад — это сложное, локомоторное, симметричное, ациклическое, вращательное движение, связанное с отталкиванием тела от площади опоры, полетом в воздухе, вращением и приземлением. Все движение можно разделить на фазы: *подготовительную, фазу толчка, фазу полета и фазу приземления* (рис. 180).

Подготовительная фаза заключается в создании наиболее выгодных условий для последующего толчка. Тело находится в положении полуприседа. Руки опущены, разогнуты в локтевом и плечевом суставах. Туловище выпрямлено, поясничный лордоз сглажен. Ноги согнуты в тазо-бедренном и коленном суставах и разогнуты в голено-стопном. В связи с этим в подготовительной фазе происходит растягивание тех мышц, которые в следующей фазе должны включиться в интенсивную работу. К этим мышцам относятся: большая ягодичная мышца, четырехглавая мышца бедра, мышцы задней и наружной поверхности голени. Все они производят уступающую



Рис. 180.

Сальто назад:

1 — исходное положение; 2, 3 — фаза отталкивания; 4, 5, 6, 7 — фаза полета; 8 — фаза приземления

работу, по мере приседания растягиваются. Выпрямленное положение туловища удерживается напряжением мышц его задней поверхности (разгибателей позвоночного столба).

Фаза толчка. Работа опорно-двигательного аппарата в этой фазе протекает так же, как и при прыжке в длину с места. Отличие состоит в том, что толчок производится под большим углом, чем при прыжке в длину. Сила реакции опоры направлена не в ОЦТ тела, а несколько спереди от него и вместе с силой тяжести и силой инерции создает пару сил, обуславливающих начальное вращение тела.

Основная нагрузка приходится на мышцы нижних конечностей, которые энергично и быстро выпрямляются за счет одновременного разгибания в тазо-бедренных и коленных суставах и сгибания в голеностопных суставах. Эти движения выполняются теми мышцами, которые предварительно были растянуты. Большой момент силы мышц, направленный на преодоление силы тяжести, по отношению к поперечной оси тазо-бедренного сустава создают такие мышцы, как большая ягодичная, большая приводящая, полусухожильная, полуперепончатая и двуглавая мышца бедра (в основном ее длинная головка), по отношению к поперечной оси коленного сустава — четырехглавая мышца бедра, голено-стопного сустава — трехглавая мышца голени, длинная и короткая малоберцовые мышцы, задняя большеберцовая мышца, длинный сгибатель большого пальца, длинный сгибатель пальцев, а также собственные мышцы подошвенной поверхности стопы.

На туловище напрягаются мышцы, выпрямляющие позвоночный столб. К концу фазы толчка в работу включаются мышцы-сгибатели позвоночного столба (мышцы живота), которые своим напряжением предотвращают переразгибание туловища, фиксируют его в выпрямленном положении. При этом внутрибрюшное давление повышается и возникает кратковременная задержка дыхания.

Эффективность отталкивания зависит и от быстрых маховых движений рук вверх, благодаря чему увеличивается момент инерции тела и повышается расположение его ОЦТ. При этом работают те мышцы,

которые поднимают кверху пояс верхних конечностей (верхние пучки трапецевидной мышцы, мышца, поднимающая лопатку, и ромбовидная мышца), а также мышцы, сгибающие плечо (передняя часть дельтовидной мышцы, клювовидно-плечевая мышца, двуглавая мышца плеча).

В момент отрыва тела от опорной поверхности тяга работающих мышц уменьшается; увеличивается напряжение их антагонистов, в результате чего части тела кратковременно фиксируются в выпрямленном положении.

Фаза полета продолжается от момента отрыва тела от площадки опоры и до момента его приземления. За это время происходит поступательно-вращательное движение тела (в рассматриваемом случае с одним полным оборотом назад вокруг поперечной оси). Необходимые условия для него создают мах руками вверх и выпрямление туловища. Поскольку поднятое в воздух тело имеет большой момент инерции по отношению к поперечной оси, проходящей через ОЦТ тела, малая угловая скорость не может обеспечить вращение тела на 360° . В результате группировки тела его продольный размер уменьшается в 2—3,5 раза, что, в свою очередь, ведет к увеличению угловой скорости вращения.

Группировка выполняется при участии функциональных групп мышц, сгибающих туловище (прямые, наружные косые и внутренние косые мышцы живота), сгибающих бедро в тазо-бедренном суставе (подвздошно-поясничная, гребенчатая и портняжная мышцы, напрягатель широкой фасции и отчасти приводящая группа мышц), сгибающих голень в коленном суставе (полусухожильная, полуперепончатая и двуглавая мышца бедра). Пояс верхних конечностей смещается вниз и приводится к срединной линии, при этом напрягаются большая и малая грудные и передняя зубчатая мышцы. Руки согнуты в локтевых суставах за счет напряжения двуглавой мышцы плеча, плечевой и плечелучевой мышц и круглого пронатора и приведены к туловищу напряжением большой грудной мышцы, широчайшей мышцы спины, большой и малой круглых мышц. Кисти обхватывают середины голеней.

Резкое разгибание головы создает дополнительный импульс для вращения туловища. Это движение производят глубокие мышцы затылочной области, а также верхняя часть трапецевидной мышцы,ременные мышцы головы и шейная часть мышцы, выпрямляющей туловище.

При высоком взлете и плотной группировке тело успевает к середине нисходящей части траектории полета повернуться на $270-300^\circ$. В конце фазы полета происходит выпрямление тела. Это ведет к тому, что момент инерции возрастает и оно теряет угловую скорость вращения. Выпрямлению тела способствуют также центробежные силы, возникающие при быстром его вращении. Разгибание туловища, нижних и верхних конечностей происходит активно в результате сокращения мышц-разгибателей туловища, бедра, голени и сгибателей плеча. Следует отметить, что полного разгибания не наступает, так как несколько согнутое положение необходимо для амортизации толчка.

Фаза приземления. При правильном приземлении тело сохраняет равновесие и не испытывает больших сотрясений. Это достигается благодаря предшествующему разгибанию туловища и конечностей, а также использованию амортизационных свойств опорно-двигательного аппарата. Приземление происходит на передний отдел стоп с последующим их опусканием на всю подошвенную поверхность. Скорость свободно опускающегося тела гасится за счет уступающей работы мышц туловища и нижних конечностей. Сила динамического давления и сила реакции опоры нарастают по направлению от головы к ногам, т. е. по мере приближения к площади опоры. Поскольку эти силы направлены на сгибание головы, позвоночного столба, нижних конечностей в тазо-бедренных и коленных суставах, а также разгибание в голено-стопных суставах, то уступающую работу выполняют те мышцы, которые производят противоположно направленные движения во всех этих суставах: мышцы, разгибающие голову и позвоночный столб, тазо-бедренные и коленные суставы, и мышцы, сгибающие стопу.

Анализ работы мышц, участвующих в выполнении сальто назад, показывает, что в фазе толчка требуется кратковременное и очень энергичное их сокращение. В других фазах проявляемые мышечные усилия не столь значительны.

Выполнение сальто назад и подобных упражнений требует точной координации движений всего тела, в основе которой лежит условно-рефлекторная деятельность нервной системы. Упражнение может быть технически правильно выполнено только в том случае, если спортсмен хорошо «чувствует» свое тело. Это достигается путем систематической тренировки.

При выполнении сальто назад обычно наблюдается задержка дыхания. Однако она не оказывает отрицательного влияния на организм, так как все движение протекает за очень короткое время. Непосредственно перед приседанием спортсмен делает два-три глубоких вдоха и выдоха. Отталкивание сопровождается задержкой дыхания на начавшемся выдохе. Во время группировки в полете создаются условия для полного выдоха, но многие обычно его не делают. Таким образом, при сальто назад несколько задержанным оказывается выдох, который заканчивается уже после приземления.

Во время выполнения сальто назад при отталкивании и приземлении более всего проявляется инерционность внутренних органов, сопровождаемая некоторым их смещением и деформацией. При отталкивании это связано с тем, что мышечные усилия, направленные на выпрямление ног, действуют через таз на скелет туловища. Поэтому в первую очередь ускорение испытывают скелет туловища вместе с мягкими тканями, а затем внутренние органы. При приземлении скелет туловища опять же первым испытывает замедление. Все это и приводит к тому, что инерционные силы внутренних органов сказываются на состоянии стенок брюшной полости. Проявление реактивных сил внутренних органов при отталкивании и приземлении зависит от массы внутренних органов и степени их наполнения, а также от состояния мышц стенок брюшной полости.

ПОДЪЕМ РАЗГИБОМ НА ПЕРЕКЛАДИНЕ

Подъем разгибом является одним из примеров вращения тела вокруг фиксированной оси. Оно требует не столько сильной мускулатуры, сколько точной координации мышечных напряжений. Тело гимнаста совершает симметричное вращательное движение, при котором оно из положения виса переходит в упор на выпрямленных руках (рис. 181).

В исходном положении (вис на выпрямленных руках) тело испытывает нагрузку на растяжение, которая возрастает по направлению от стоп к кистям. Как уже отмечалось, в этом положении тела основную нагрузку испытывают мышцы верхних конечностей и туловища, удерживающие части тела в местах их соединений.

Выполнение подъема разгибом на перекладине сводится к тому, что после маховых движений всего тела, в момент, когда тело окажется в крайнем положении переднего маха, ноги сгибаются в тазо-бедренных суставах, так что тело переходит в положение виса согнувшись (голени своим средним отделом располагаются у перекладины). Из виса согнувшись производится энергичный рывок ногами вперед-вверх (ноги все время удерживаются около грифа перекладины). Вращение тела происходит в результате одновременного разгибания туловища, разгибания в тазо-бедренных и плечевых суставах. Во время движения гимнаст прямыми руками оказывает давление на гриф перекладины, удерживая туловище около оси вращения.

В период маха ногами мышцы верхней конечности удерживают кисть в согнутом положении на перекладине, а также предохраняют все суставы верхней конечности от чрезмерной нагрузки, обусловленной действием силы тяжести тела, с одной стороны, и действием центробежной силы, развивающейся во время качания, с другой. Сгибатели и разгибатели бедра и позвоночного столба, расположенные спереди и сзади от поперечной оси тазо-бедренного сустава, а также спереди и сзади от позвоночного столба, напрягаются попеременно. Мышцы свободной нижней конечности удерживают ее в выпрямленном положении во время всего упражнения. К этим мышцам принадлежат мышцы передней поверхности бедра (четырёхглавая мышца бедра), а также задней и наружной поверхностей голени (трехглавая мышца голени, задняя



Рис. 181.

Подъем разгибом на перекладине

большеберцовая мышца, длинный сгибатель большого пальца, длинный сгибатель пальцев, длинная и короткая малоберцовые мышцы) и мышцы подошвенной поверхности стопы.

Сгибание туловища выполняют главным образом мышцы живота — прямые, наружные и внутренние косые мышцы живота, а сгибание бедра — подвздошно-поясничная, портняжная и гребенчатая мышцы, напрягатель широкой фасции и прямая мышца бедра. В момент виса согнувшись напряжены все мышцы верхней конечности, принимающие участие в укреплении суставов и в сгибании пальцев, а также мышцы пояса верхних конечностей. Эти последние предотвращают чрезмерное отхождение лопатки кнаружи (ромбовидные мышцы, средняя часть трапециевидной мышцы и широчайшая мышца спины).

Наконец, в момент, когда гимнаст переходит в положение упора на перекладине, работа мышц оказывается наиболее значительной: при одновременном разгибании в тазо-бедренных и плечевых суставах происходит подтягивание туловища к грифу перекладины. В этом движении участвуют мышцы, разгибающие бедро в тазо-бедренном суставе (большая ягодичная, большая приводящая, полусухожильная и полуперепончатая мышцы), мышцы, выпрямляющие туловище, мышцы, разгибающие плечо (задняя часть дельтовидной мышцы, широчайшая мышца спины, большая круглая мышца, длинная головка трехглавой мышцы плеча и большая грудная мышца), а также мышцы, приближающие лопатку к позвоночному столбу (трапециевидная и ромбовидные мышцы). Значительный объем работы выполняют сгибатели и разгибатели кисти, а также поверхностный и глубокий сгибатели пальцев, длинный сгибатель большого пальца и короткие мышцы ладонной поверхности кисти.

Таким образом, при подъеме разгибом на перекладине основная нагрузка падает на мышцы верхних конечностей. Выполнению всего упражнения способствует умелое изменение момента инерции тела, согласованность и последовательность движений.

Раздел пятый СТРОЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

Глава 1 ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Пищеварительный аппарат (apparatus digestorius) представляет собой систему органов, которые обеспечивают прием пищи, ее механическую и химическую переработку, транспортировку пищевой массы по пищеварительному каналу, всасывание питательных веществ и воды в кровеносное и лимфатическое русло и удаление из организма неусвоенных частей пищи в виде каловых масс.

У человека пищеварительный канал имеет вид трубки длиной около 8—10 м с расширениями в некоторых отделах. У него есть входное отверстие — *ротовая щель* и выходное — *задний проход*. В просвет пищеваритель-

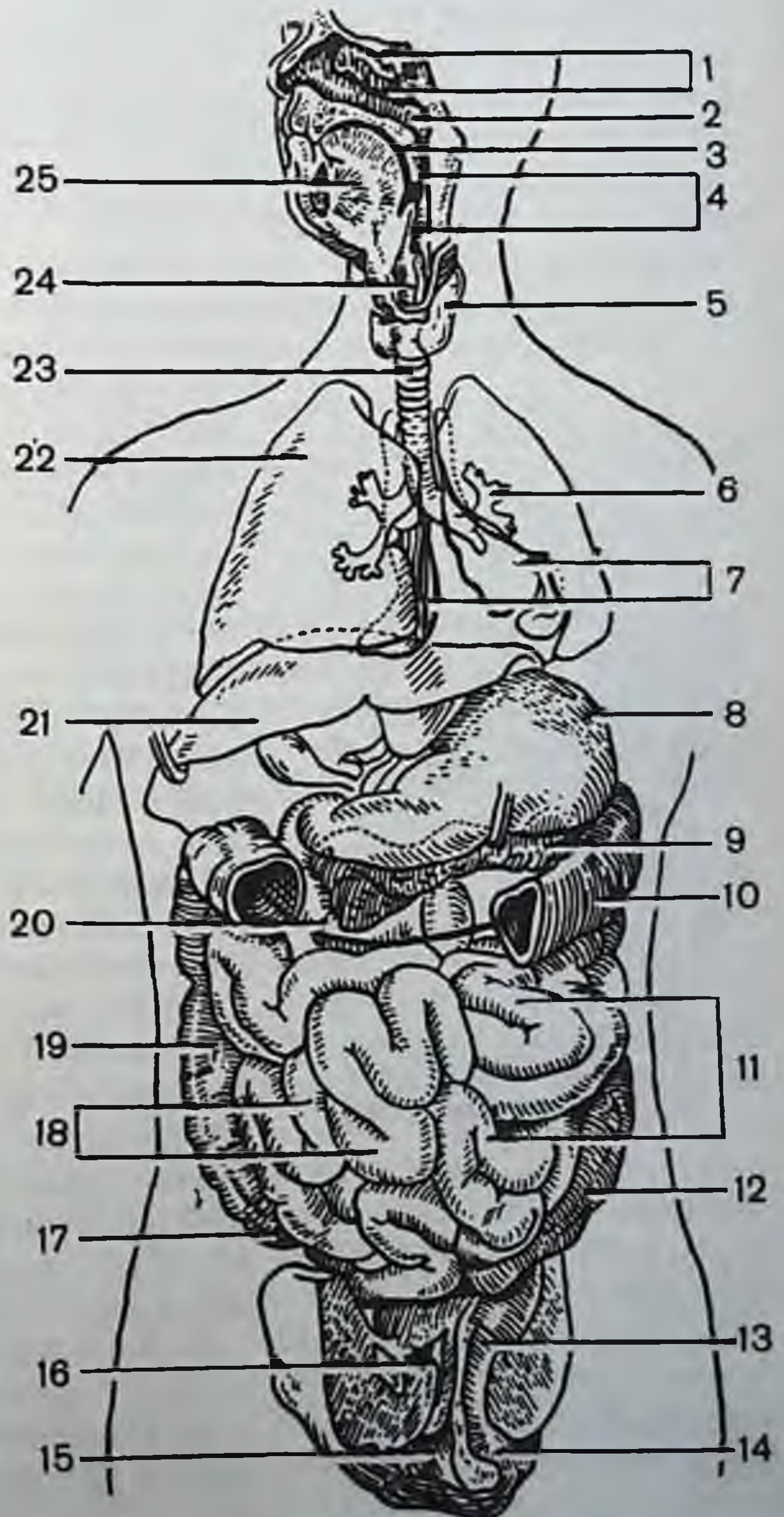


Рис. 182.

Внутренние органы:

1 — полость носа; 2 — глоточное отверстие слуховой трубы; 3 — полость рта; 4 — глотки; 5 — щитовидная железа; 6 — бронхи; 7 — легкие; 8 — желудок; 9 — поджелудочная железа; 10 — толстая кишка; 11 — тощая кишка; 12 — сигмовидная ободочная кишка; 13 — прямая кишка; 14 — задний проход; 15 — влагалище и преддверие влагалища; 16 — мочевой пузырь; 17 — слепая кишка; 18 — подвздошная кишка; 19 — восходящая ободочная кишка; 20 — двенадцатиперстная кишка; 21 — печень; 22 — правое легкое; 23 — трахея; 24 — гортань; 25 — язык

ного канала открываются выводные протоки и отверстия пищеварительных желез, расположенных почти на всем его протяжении (рис. 182).

Стенка пищеварительного канала мягкая (исключение составляет лишь ротовая полость, где имеются элементы скелета) и состоит из трех оболочек: *слизистой, мышечной и адвентициальной*. Большая часть пищеварительного канала находится в брюшной полости и покрыта *серозной оболочкой*. На границе между слизистой и мышечной оболочками располагается промежуточный слой — *подслизистая основа*.

Слизистая оболочка выстилает полые внутренние органы (такие как желудок, кишка и т. п.) со стороны их просвета и выделяет секрет, содержащий большое количество слизи, откуда и происходит ее название (рис. 183).

Обращенная в просвет органа поверхность слизистой оболочки покрыта эпителием, который в различных органах построен неодинаково. Например, в ротовой полости и пищеводе он многослойный, а в желудке и кишке — однослойный (рис. 184).

Эпителиальная ткань построена из *эпителиальных клеток*, которые тесно прилегают друг к другу. В них, как и в других клетках организма, различают *ядро, цитоплазму, цитолемму* и полный набор *органелл* общего значения (см. рис. 183).

Отличительная особенность эпителиальной ткани состоит в том, что эпителиальные клетки располагаются в виде непрерывного пласта, под которым лежит *базальная мембрана*. Она представляет собой тонкую пластинку основного вещества, которая отграничивает эпителий от соединительной ткани.

Основная функциональная роль эпителиальной ткани обусловлена способностью эпителиальных клеток всасывать и выделять продукты обмена. В желудочно-кишечном тракте эпителий всасывает питательные вещества и вырабатывает пищеварительные соки. Являясь естественным барьером для веществ, поступающих в организм, эпителиальная ткань также выполняет защитную функцию. С выделительной способностью эпителиальной ткани тесно связана ее секреторная функция, которая заключается в том, что эпителиальные клетки вырабатывают и выделяют специальные вещества — *ферменты*, участвующие в расщеплении веществ и их ассимиляции.

Эпителиальная ткань обладает *выраженной регенераторной способностью*, т. е. способностью заменять разрушенные клетки новыми. Являясь пограничными,

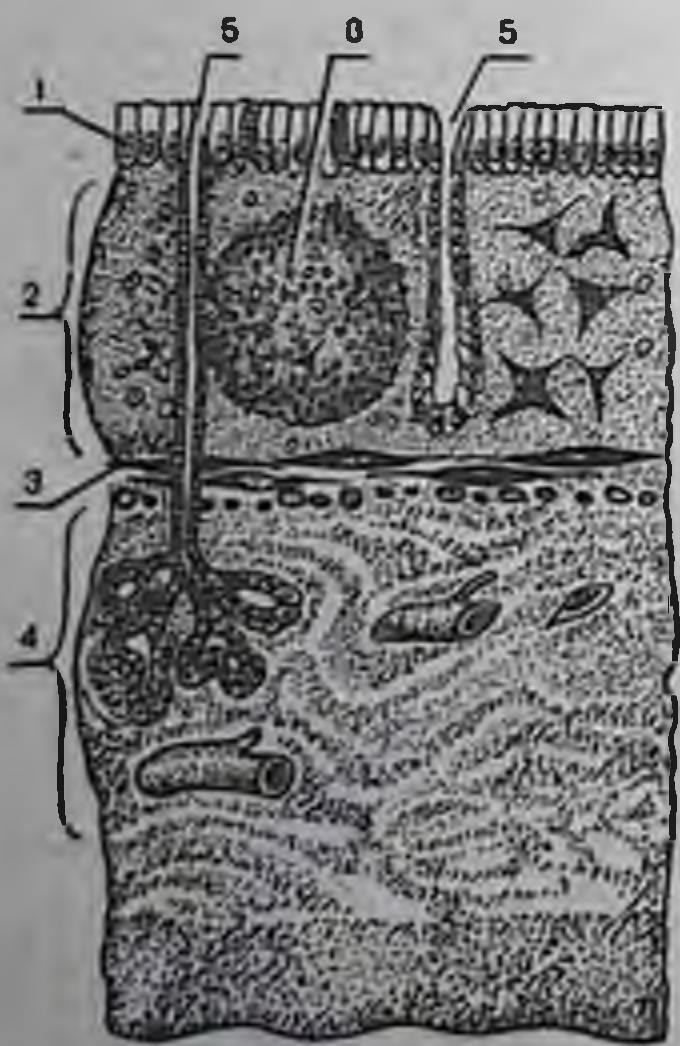


Рис. 183.

Схема строения слизистой оболочки и подслизистой основы:

1 — эпителий; 2 — соединительнотканная основа слизистой оболочки; 3 — мышечная пластинка слизистой оболочки; 4 — подслизистая основа; 5 — везикулы; 6 — лимфатический фолликул.

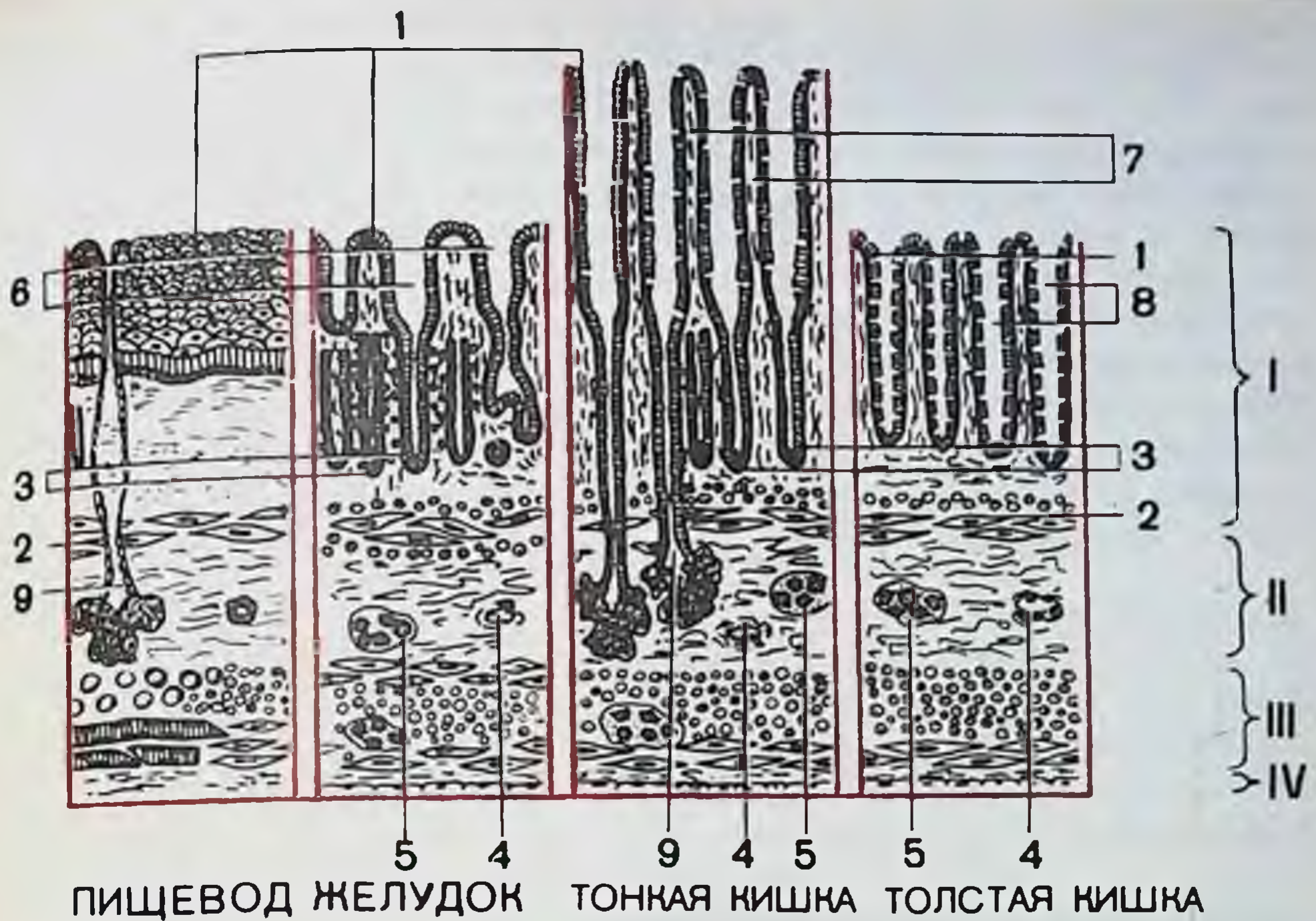


Рис. 184.

План строения стенки пищеварительного канала в различных его отделах:

I — слизистая оболочка; II — подслизистая основа; III — мышечная оболочка; IV — адвентициальная и серозная оболочка. 1 — эпителий; 2 — мышечная пластинка слизистой оболочки; 3 — железы в слизистой оболочке; 4 — кровеносные сосуды в слизистой оболочке; 5 — нервные элементы в стенке кишки; 6 — желудочная ямка; 7 — кишечные ворсинки; 8 — кишечные крипты; 9 — железы, расположенные в подслизистой основе

эпителиальные клетки быстро изнашиваются и погибают. Количество погибающих эпителиальных клеток в организме человека очень велико. Например, только в ротовой полости здорового человека ежеминутно погибает около 100 тысяч эпителиальных клеток. Замена погибших клеток происходит за счет размножения новых, которые образуются путем митотического деления.

Основу, или каркас, слизистой оболочки составляет рыхлая волокнистая соединительная ткань, в которой разветвляются кровеносные сосуды, имеются нервные элементы и лимфатические сосуды.

В органах пищеварительного аппарата подслизистая основа, находящаяся кнаружи от слизистой оболочки, отграничена от нее тонким слоем гладких мышечных клеток, составляющих так называемую *мышечную пластинку слизистой оболочки*. Благодаря этим мышечным клеткам слизистая оболочка собирается в складки. Другой характерной особенностью слизистой оболочки органов желудочно-кишечного тракта является наличие в ней *ворсинок*, которые имеют различную величину и плотность расположения. Ворсинки и складки слизистой оболочки значительно увеличивают ее всасывающую поверхность (см. рис. 184).

Эпителий слизистой оболочки образует *железы*, которые выделяют свои продукты, *секреты*, в полость органа. Различают *одноклеточные* и *многоклеточные* железы (рис. 185). Самыми простыми, одноклеточ-

ными, железами являются *бокаловидные клетки*, выделяющие слизь. Они разбросаны вдоль всей слизистой оболочки. Многоклеточные железы в зависимости от строения их секреторной части могут быть *альвеолярными, трубчатыми* или *смешанными*. Такие железы располагаются в толще слизистой оболочки, могут заходить в подслизистую основу, а иногда лежат даже за пределами пищеварительного канала (например, слюнные железы, печень и поджелудочная железа).

В слизистой оболочке всех органов встречаются скопления лимфоидной ткани, где происходит размножение лимфоцитов. Эта ткань образует небольшие узелки — *фолликулы*, которые в некоторых органах могут собираться в обширные группы. Основное значение лимфоидных образований связано с их защитной функцией.

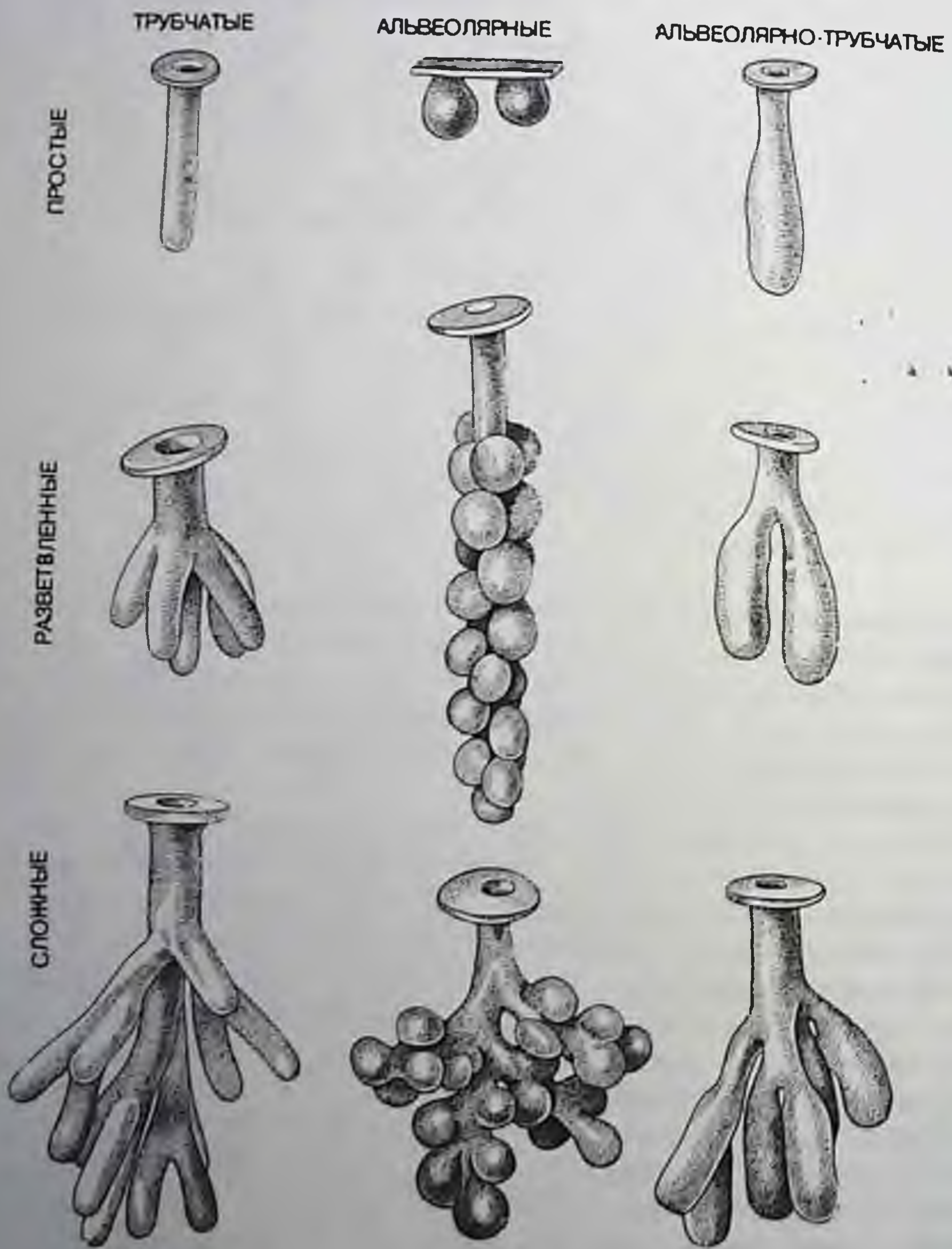


Рис. 185.
Схема строения желез

Рис. 186.

Гладкие мышечные клетки в стенке кишки:
 1 — продольный разрез пласта гладких мышечных клеток; 2 — поперечный разрез гладких мышечных клеток



Подслизистая основа представляет собой скопление рыхлой волокнистой соединительной ткани, в которой залегает основное сплетение кровеносных и лимфатических сосудов (см. рис. 184). От этого сплетения формируются веточки, направляющиеся к слизистой и мышечной оболочкам.

Мышечная оболочка составляет средний слой стенок полых органов и построена из гладкой мышечной ткани.

Гладкая мышечная ткань отличается по своему строению, развитию и характеру сокращения от поперечнополосатой мышечной ткани, хотя в основе их сокращения лежат одни и те же процессы взаимодействия между белками — актином и миозином. Сокращение гладкой мышечной ткани в отличие от поперечнополосатой не подчиняется воле человека и протекает более медленно, она может значительное время находиться в сокращенном состоянии.

Гладкая мышечная ткань построена из *гладких мышечных клеток*, которые располагаются в виде пласта или пучков в стенке внутренних органов. Гладкие мышечные клетки имеют веретенообразную форму. Они содержат *ядро, цитоплазму, цитолемму, органеллы* общего значения и *миофибриллы*, которые располагаются по периферии клетки вдоль ее длинной оси. Сокращение гладких мышечных клеток происходит в результате сокращения миофибрилл.

Обычно мышечная оболочка состоит из двух слоев клеток (рис. 186). Гладкие мышечные клетки внутреннего слоя имеют круговое направление, а наружного — продольное. В результате одновременного сокращения этих двух слоев происходит так называемое *перистальтическое движение*; оно заключается в том, что при сокращении циркулярного слоя в одном из участков одновременно происходит расслабление этого слоя в соседнем, следующем за ним участке. Ввиду одновременного сокращения продольного слоя расширенный участок несколько подтягивается в сторону суженного, сокращенного. Это сокращение перемещается вдоль того или иного трубчатого органа, образуя так называемую перистальтическую волну. По мере сокращения последующего участка предыдущий, ранее сокращенный участок расслабляется. Перистальтические волны вызывают перемещение содержимого полого органа. Перистальтическое движение особенно отчетливо наблюдается в желудочно-кишечном канале и выводных протоках различных желез.

Мышечная оболочка начального отдела пищеварительной трубки (ротовой полости, глотки, пищевода), а также наружного сфинктера прямой кишки построены из поперечнополосатой мышечной ткани.

Адвентициальная оболочка покрывает органы снаружи и построена из рыхлой волокнистой соединительной ткани. Мно-

гие органы брюшной полости покрыты особой оболочкой, называемой *серозной*. На своей свободной поверхности она выстлана *мезотелием*, одной из разновидностей эпителиальной ткани, который выделяет небольшое количество серозной жидкости, облегчающей скольжение одного органа относительно другого.

Серозная оболочка имеет два листка: *париетальный* (пристеночный), который выстилает стенки брюшной полости, и *висцеральный* (внутренностный), который покрывает сами органы. Между этими листками серозной оболочки находится щелевидное пространство в виде так называемой *полости брюшины*.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ

Полость рта

Полость рта (*cautum oris*) представляет собой начальную часть пищеварительного канала, где преимущественно происходит механическая и первичная химическая обработка пищи (рис. 187). Эта часть канала разделяется на два отдела: *преддверие рта* и *собственно ротовую полость*. В полости рта находятся зубы и язык, в нее открываются выводные протоки *слюнных желез*.

Преддверие рта представляет собой пространство между губами и щеками с одной стороны и зубами и деснами с другой. С внешней средой оно сообщается через *ротовую щель*, которая ограничена верхней и нижней губами. Строение губ и щек сходно. Их толщю составляют мышцы. С внутренней стороны губы и щеки покрыты слизистой

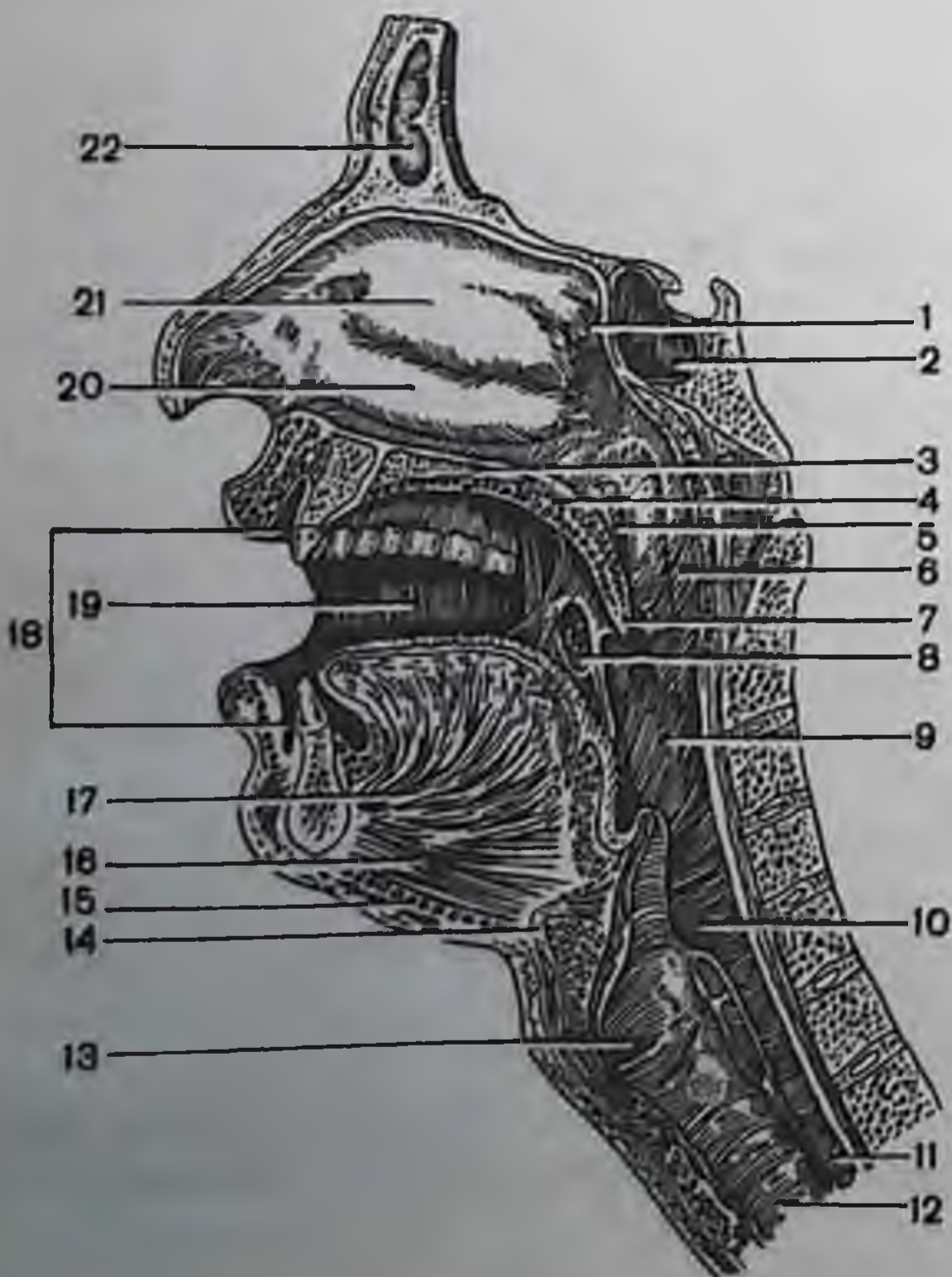


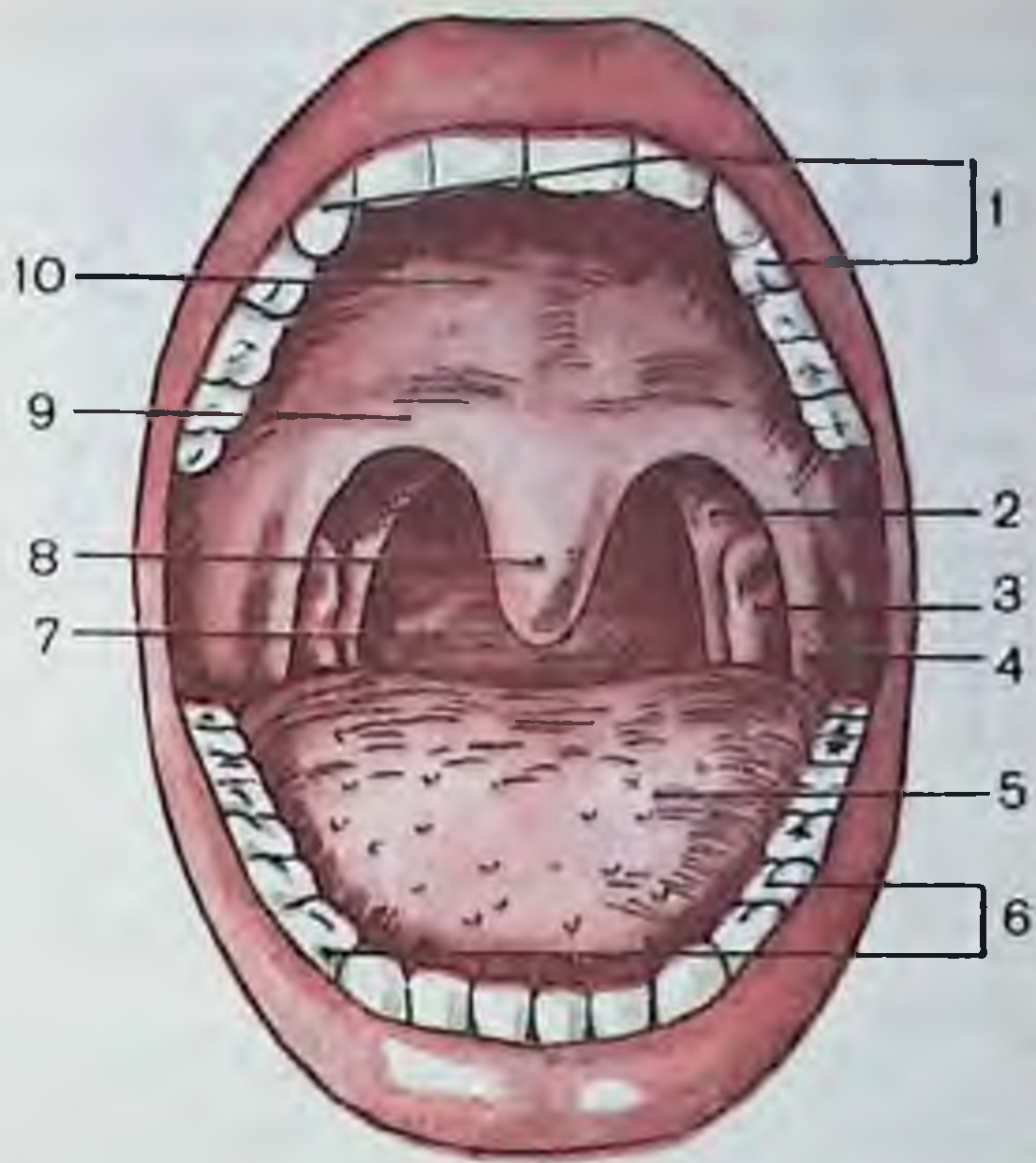
Рис. 187.

Полость рта, носа и глотки (срединный разрез):

1 — верхняя носовая раковина; 2 — воздухоносная пазуха клиновидной кости; 3 — твердое небо; 4 — мягкое небо; 5 — глоточное отверстие слуховой трубы; 6 — носовая часть глотки; 7 — язычок мягкого неба; 8 — небная миндалина; 9 — ротовая часть глотки; 10 — гортанная часть глотки; 11 — пищевод; 12 — трахея; 13 — полость гортани; 14 — подъязычная кость; 15 — челюстно-подъязычная м.; 16 — подбородочно-подъязычная м.; 17 — подбородочно-язычная м.; 18 — преддверие рта; 19 — полость рта; 20 — нижняя носовая раковина; 21 — средняя носовая раковина; 22 — воздухоносная пазуха лобной кости

Рис. 188.

Полость рта:
1 — зубы верхней челюсти; 2 —
нёбно-глоточная дужка; 3 — нёб-
ная миндалина; 4 — нёбно-языч-
ная дужка; 5 — язык; 6 — зубы
нижней челюсти; 7 — зев; 8 —
язычок мягкого нёба; 9 — мягкое
нёбо; 10 — твердое небо



оболочкой, а с наружной — кожей. Слизистая оболочка губ и щек переходит на альвеолярные отростки верхней и нижней челюстей, образуя десны.

Собственно ротовая полость ограничена сверху твердым и мягким нёбом, снизу — диафрагмой рта, образованной челюстно-подъязычной мышцей, а спереди и снаружи — зубами и деснами. Сзади собственно ротовая полость сообщается с глоткой через отверстие, которое называется зевом. Большую часть собственно ротовой полости занимает язык, поэтому при сомкнутых челюстях она имеет щелевидную форму.

Н ё б о отделяет полость рта от полости носа. Его костная основа — *твердое нёбо* — образована нёбными отростками верхнечелюстных костей и горизонтальными пластинками нёбных костей. Слизистая оболочка твердого нёба плотно срастается с надкостницей. По направлению кзади твердое нёбо переходит в *мягкое нёбо*, которое построено из мышц и покрыто слизистой оболочкой. Оно играет важную роль при глотании пищи. В средней части мягкого нёба находится небольшой выступ — *язычок*, направленный книзу. Мягкое нёбо ограничивает зев сверху. По бокам от мягкого нёба отходят складки слизистой оболочки, называемые *дужками*, которые образуют боковые стенки зева (рис. 188). С каждой стороны имеется по две дужки. Передняя из них — *нёбно-язычная*, задняя — *нёбно-глоточная*. Между дужками с обеих сторон находятся *нёбные миндалины*, которые представляют собой скопление лимфоидной ткани в толще слизистой оболочки. Снизу зев ограничен корнем языка, на котором расположена непарная *язычная миндалина*. На поверхности и особенно в углублениях миндалин находятся в большом количестве лимфоциты, которые благодаря способности к фагоцитозу помогают организму в борьбе с инфекцией. Поэтому миндалины считаются защитными (барьерными) органами.



Рис. 189.

Постоянные зубы правой стороны:
1, 2 — резцы; 3 — клык; 4, 5 — малые ко-
ренные; 6, 7, 8 — большие коренные

Слизистая оболочка, выстилающая стенки преддверия рта и собственно ротовой полости, построена из многослойного плоского эпителия, в котором содержится большое количество мелких слизистых желез.

Зубы (dentes). На границе преддверия рта и собственно ротовой полости по альвеолярному краю верхней и нижней челюстей расположены зубы. Они обеспечивают механическую обработку пищи в процессе жевания.

Принято различать зубы *молочные* и *постоянные*. Молочные зубы обычно выпадают в возрасте от 6 до 12 лет, и на их месте прорезаются постоянные зубы. Молочных зубов — двадцать, а постоянных — тридцать два, по восемь на каждой половине верхней и нижней челюстей. Среди постоянных зубов у взрослого человека различают: *два резца, один клык, два малых коренных зуба и три больших коренных зуба* (рис. 189). У ребенка на каждой стороне челюстей имеется лишь по пять зубов: два резца, клык и два коренных зуба.

Прорезание постоянных зубов заканчивается к 12—14 годам. Исключение составляет третий большой коренной зуб, именуемый еще зубом мудрости, который обычно прорезается после 18 лет.

Зуб состоит из *коронки, шейки и корня* (рис. 190). Коронка представляет собой наружную, видимую при осмотре, часть зуба. Шейка зуба служит местом прикрепления к нему десны. Корень зуба погружен в альвеолярную ямку, или зубную луночку, и довольно плотно срастается с ее поверхностью. Зуб имеет полость, в которой находятся кровеносные сосуды и нервы.

Зуб построен из плотного вещества — *дентина*, которое сверху, в области коронки, покрыто чрезвычайно твердым веществом — *эмалью*. Корень зуба покрыт *цементом*.

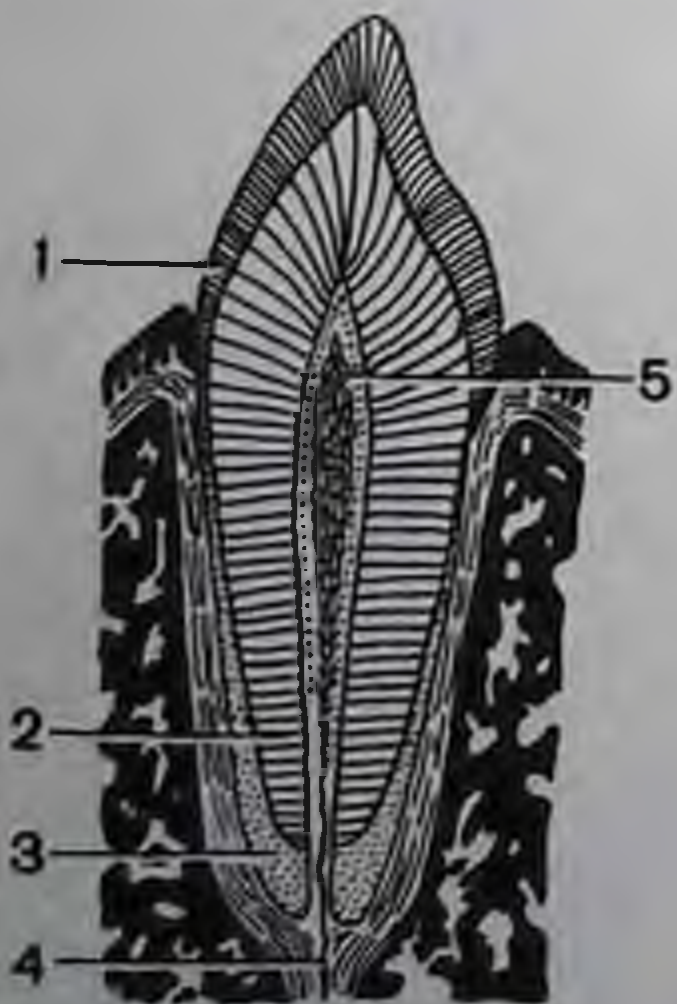


Рис. 190.

Продольный разрез зуба:
1 — эмаль; 2 — дентин; 3 — цемент;
4 — канал корня; 5 — полость зуба, за-
полненная кровеносными сосудами и
нервами

Каждый из зубов имеет свои особенности. Резец напоминает по форме долото, корень его сдавлен в поперечном направлении и не имеет раздвоения на своем конце. Клыки имеют также один корень, сдавленный с боков, у коронки клыка несколько коническая форма. У малых коренных зубов один корень с продольными бороздами, которые у первого верхнего коренного зуба могут быть настолько хорошо выражены, что переходят в щель, раздваивающую корень. Коронка малых коренных зубов на своей жевательной поверхности имеет 2 бугорка. Большие коренные зубы имеют приблизительно кубическую форму, у них различают 4—5 бугорков. У нижних больших коренных зубов два корня, а у верхних — три.

Язык (lingua) — это мышечный орган, который располагается в ротовой полости и принимает участие в акте жевания, способствует формированию пищевого комка и продвижению его в глотку (см. рис. 187). Наряду с этим он служит органом осязания и вкуса, а у человека, кроме того, активно участвует в образовании членораздельной речи.

Задняя его часть называется *корнем языка*, средняя — *телом языка*, а передняя — *верхушкой языка*. Верхняя, свободная, поверхность языка называется *спинкой*, нижняя поверхность языка свободна только в переднем отделе.

Снаружи язык покрыт слизистой оболочкой, состоящей из многослойного плоского эпителия и рыхлой волокнистой соединительной ткани. На верхней и боковой поверхностях языка имеется большое количество *сосочков*. Различают три вида сосочков языка (рис. 191): *нитевидные сосочки* располагаются главным образом на теле языка, в передней его части, и придают спинке языка шероховатый вид; *грибовидные сосочки* встречаются между нитевидными, чаще всего на кончи-

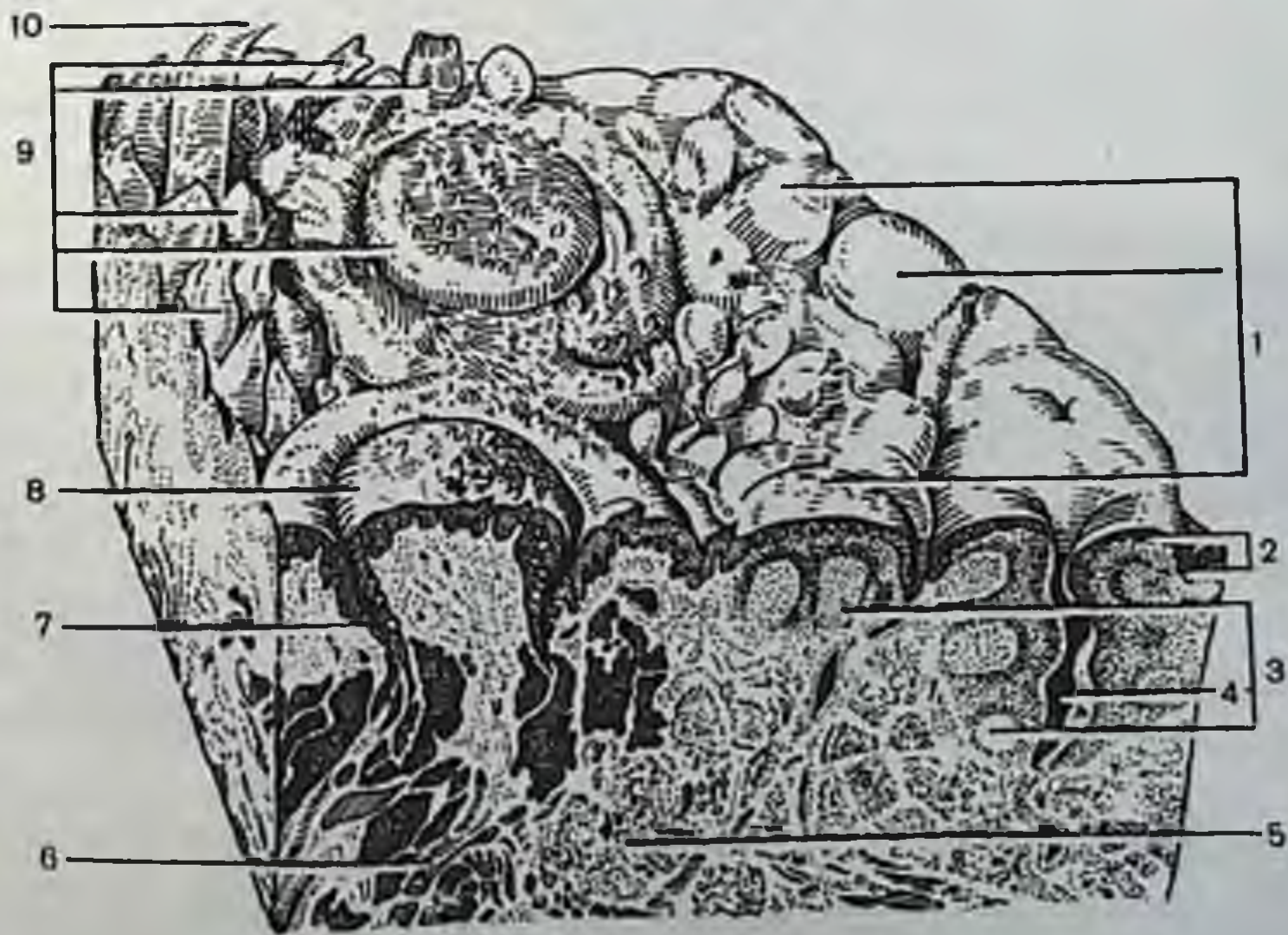


Рис. 191.

Строение сосочков языка

- 1 — грибовидные сосочки; 2 — эпителий слизистой оболочки; 3 — лимфатические фолликулы; 4 — крипта;
- 5 — слизистые железы слизистой оболочки; 6 — поперечнополосатые мышцы языка; 7 — вкусовые луковицы;
- 8 — желобовидные сосочки; 9 — нитевидные сосочки; 10 — конический сосочек

ке и по краям языка (в грибовидных сосочках находятся *вкусовые почки*, воспринимающие вкусовые раздражения); на границе тела и корня языка находятся самые крупные по размерам *желобовидные сосочки*, располагающиеся под углом, открытым кпереди в виде римской цифры V, и также воспринимающие вкусовые раздражения.

В слизистой оболочке корня языка имеется скопление лимфоидной ткани, образующее *язычную миндалину*. Слизистая оболочка нижней поверхности языка по срединной линии переходит на десну, образуя складку — *уздечку языка*. По обеим сторонам от нее располагаются небольшие возвышения — *подъязычные сосочки*, на вершине которых открываются выводные протоки поднижнечелюстной и подъязычной слюнных желез.

Язык построен из поперечнополосатых мышц, среди которых собственные мышцы располагаются в толще языка и при сокращении изменяют его форму. В зависимости от расположения мышечных волокон различают *верхнюю и нижнюю продольные, поперечную и вертикальную мышцы* (рис. 192).

Наряду с этим в языке заканчивается ряд мышц, которые берут начало на близлежащих костях и называются *скелетными мышцами языка*. При своем сокращении они способствуют перемещению языка в ротовой полости.

Подбородочно-язычная мышца (парная) берет начало от подбородочной ости на внутренней поверхности нижней челюсти и веерообразно вплетается в корень языка. При одновременном сокращении мышц обеих сторон язык перемещается кпереди.

Подъязычно-язычная мышца (парная) широкой пластинкой начинается от подъязычной кости и проникает в толщу языка. При сокращении с обеих сторон она тянет язык назад и вниз.

Шило-язычная мышца (парная) начинается от шиловидного отростка височной кости и вплетается в корень языка. Тянет язык назад и вверх.

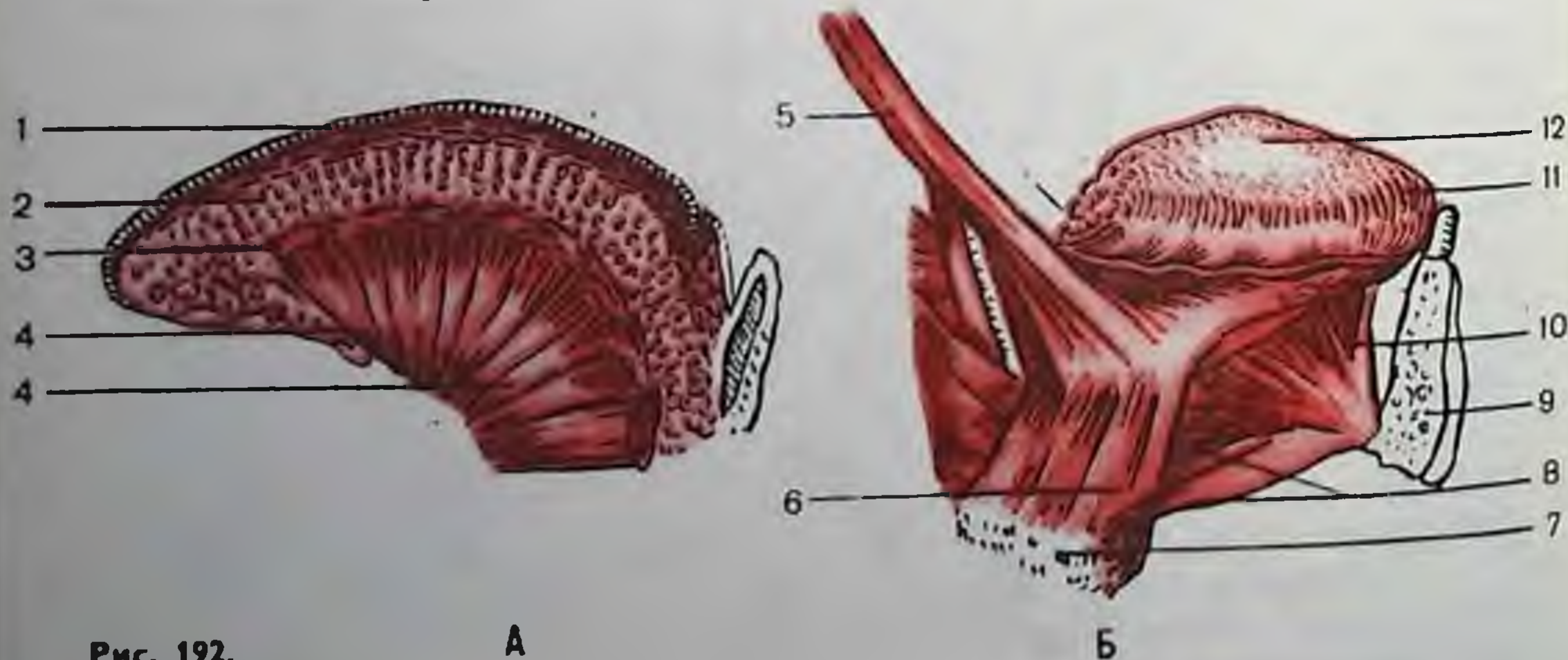


Рис. 192.

Мышцы языка:

- А — собственные мышцы:
 1 — верхняя продольная м.; 2 — поперечная м.; 3 — нижняя продольная м.; 4 — подбородочно-язычная м.
 Б — скелетные мышцы:
 5 — шило-язычная м.; 6 — подъязычно-язычная м.; 7 — подъязычная кость; 8 — подбородочно-подъязычная м.;
 9 — нижняя челюсть; 10 — подбородочно-язычная м.; 11 — верхушка языка; 12 — тело языка

Слюнные железы. В полость рта открываются выводные протоки трех пар больших слюнных желез (околоушной, поднижнечелюстной и подъязычной), а также мелких слизистых желез, расположенных в слизистой оболочке (рис. 193).

Околоушная железа (*glandula parotis*) выделяет серозный секрет. По своему строению это альвеолярная железа. Она располагается в позадичелюстной ямке впереди и ниже наружного уха. Это самая крупная из слюнных желез, вес ее достигает 30 г. Вся железа заключена в околоушножевательную фасцию.

Выводной проток околоушной железы идет по наружной поверхности жевательной мышцы и открывается в преддверие рта на слизистой оболочке щеки, на уровне второго верхнего большого коренного зуба. При жевании во время движения нижней челюсти эта железа несколько массируется, чем облегчается выведение ее секрета в ротовую полость.

Поднижнечелюстная железа (*glandula submandibularis*) по строению альвеолярно-трубчатая, по функции относится к группе смешанных, т. е. выделяет и серозный, и слизистый секреты. Ее вес равен 10—15 г. Располагается железа в поднижнечелюстной ямке, ниже челюстно-подъязычной мышцы. Ее выводной проток, перегибаясь через задний край челюстно-подъязычной мышцы, открывается в области ротовой полости, на верхушке подъязычного сосочка.

Подъязычная железа (*glandula sublingualis*) выделяет слизистый секрет. По своему строению она альвеолярно-трубчатая. Эта железа лежит под языком, прикрытая слизистой оболочкой дна ротовой полости, и имеет вес около 5 г. Ее малые выводные протоки (числом 10—12) открываются под языком в подъязычной складке мелкими отверстиями. Самый крупный выводной проток открывается рядом с выводным протоком поднижнечелюстной железы или сливается с ним.

Все эти три пары желез выделяют секрет, который называется **слюной**. Слюна увлажняет слизистую оболочку полости рта, смачивает пищу при жевании, а находящиеся в слюне ферменты расщепляют углеводы на более простые соединения, т. е. подвергают пищу первичной химической обработке.

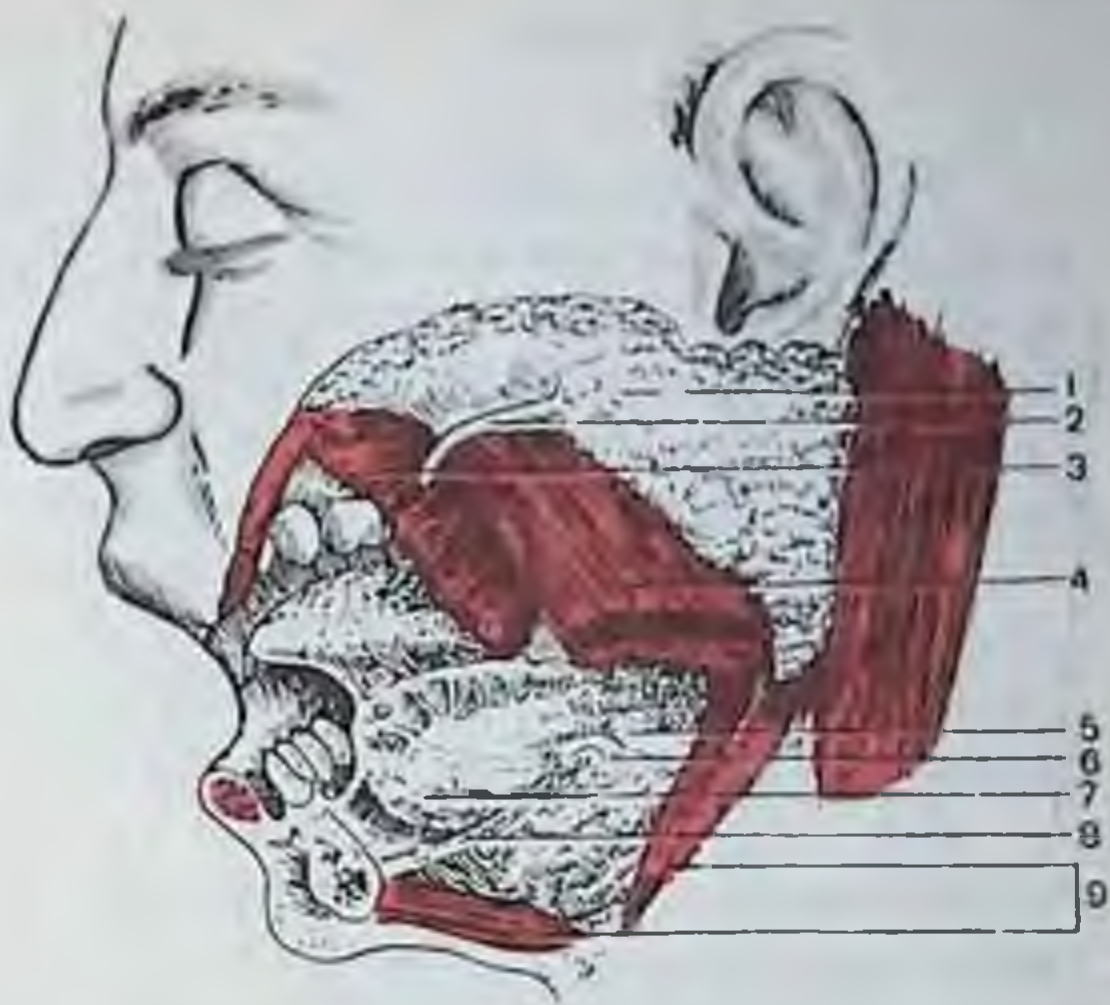


Рис. 193.

Слюнные железы:

1 — околоушная железа; 2 — проток околоушной железы; 3 — щечная м.; 4 — жевательная м.; 5 — поднижнечелюстная железа; 6 — проток поднижнечелюстной железы; 7 — подъязычная железа; 8 — челюстно-подъязычная м.; 9 — двубрюшная м.

Глотка

Глотка (pharynx) занимает особое положение в пищеварительном канале, так как служит для прохождения одновременно и пищи, и воздуха (рис. 194). Начинается глотка от основания черепа, а заканчивается на уровне шестого шейного позвонка, переходя в пищевод. Спереди от глотки располагаются сообщающиеся с ней полости носа, рта и гортань, а по сторонам — крупные кровеносные сосуды и нервы.

Глотку делят на три отдела: верхний, или *носовую часть*, расположенную позади полости носа; средний, или *ротовую часть*, соответствующую положению ротовой полости; нижний, или *гортанную часть*, расположенную позади гортани (см. рис. 187).

Носовая часть глотки сообщается с полостью носа посредством *хоан* — двух отверстий, разделенных посредине задним краем носовой перегородки. На боковых стенках глотки имеются *глочные отверстия слуховых труб*, которые соединяют полость среднего уха с полостью глотки. Спереди от этих отверстий находятся *трубные миндалины*. На верхней стенке глотки, в области ее свода, имеется скопление лимфоидной ткани — *глочная миндалина*.

Рис. 194.

Полость глотки (задняя стенка вскрыта):

1 — хоаны; 2 — глочное отверстие слуховой трубы; 3 — мягкое небо; 4 — небно-глочная дужка; 5 — корень языка; 6 — вход в гортань; 7 — трахея; 8 — пищевод; 9 — гортанная часть глотки; 10 — надгортанник; 11 — ротовая часть глотки; 12 — язычок; 13 — носовая часть глотки; 14 — основание черепа

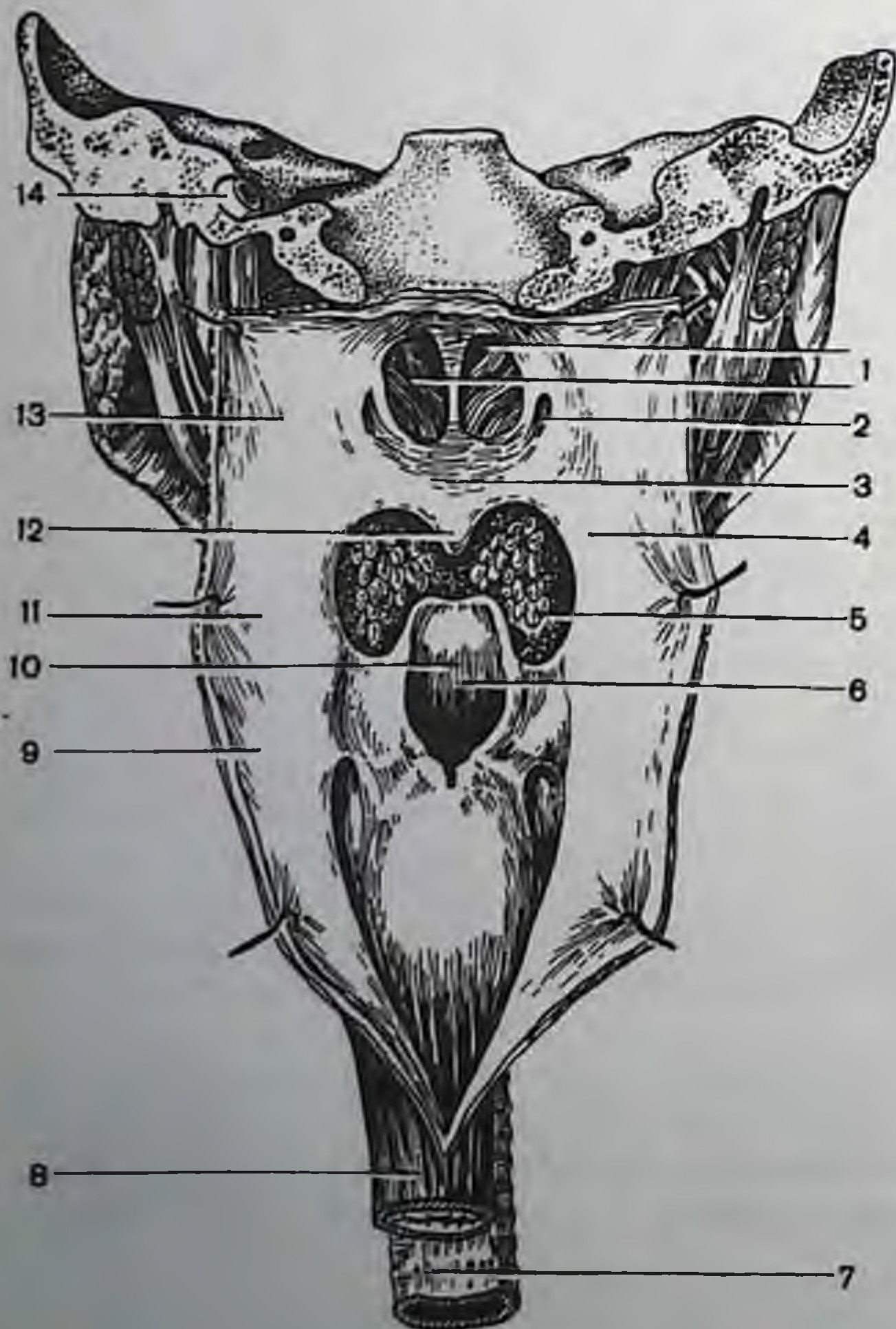
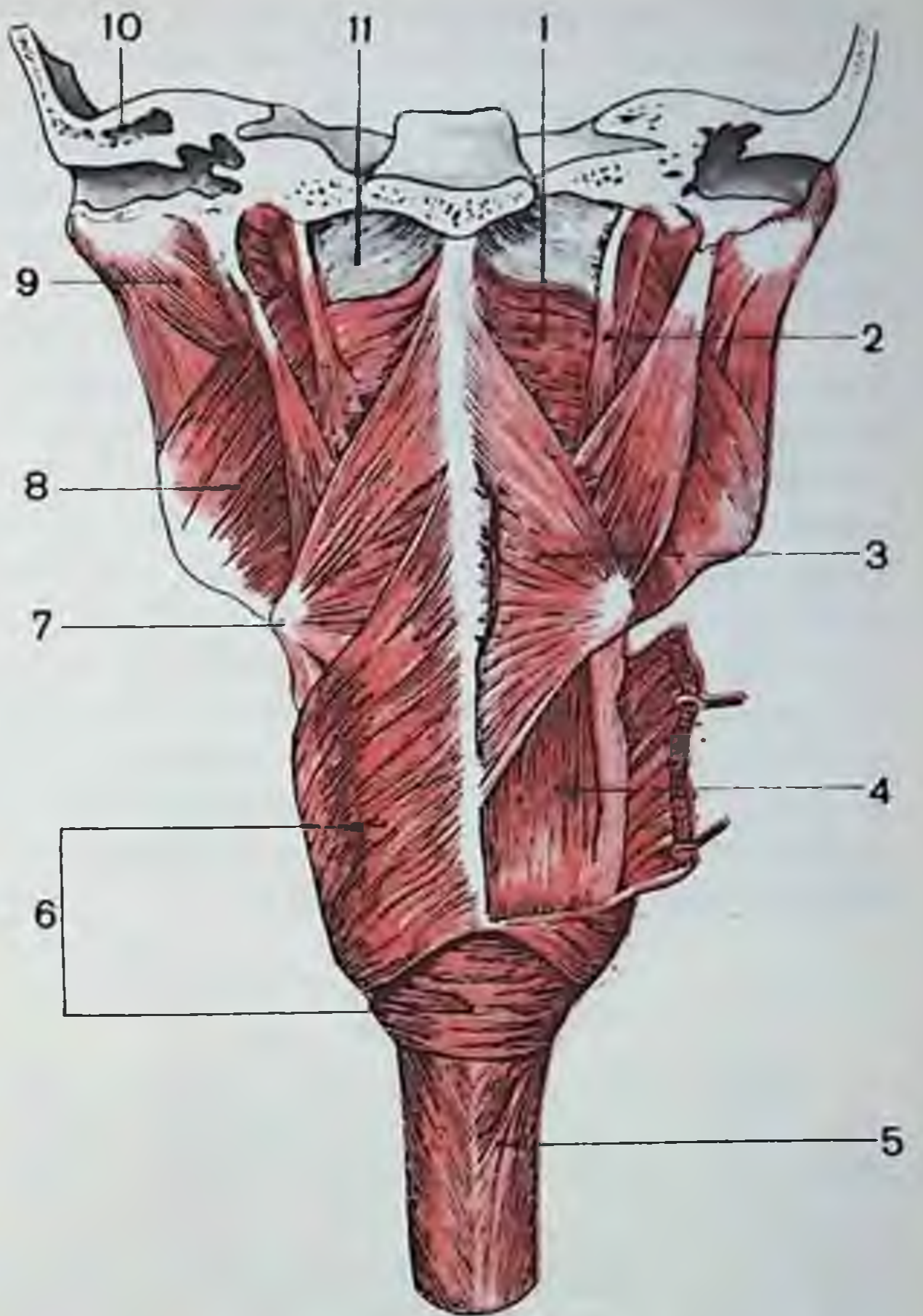


Рис. 195.

Мышцы глотки (вид сзади):
 1 — верхний констриктор; 2, 4 —
 шило-глоточная м.; 3 — средний
 констриктор; 5 — пищевод; 6 —
 нижний констриктор; 7 — подъ-
 емная кость; 8 — медиальная
 крыловидная м.; 9 — латеральная
 крыловидная м.; 10 — основание
 черепа; 11 — фиброзная оболочка



Ротовая часть глотки сообщается с полостью рта посредством *зева*, в области которого, как уже отмечалось, также имеются скопления лимфоидной ткани (язычная и небные миндалины). Таким образом, в верхнем отделе пищеварительного канала располагается почти замкнутое кольцо из лимфоидной ткани, представляющее собой естественный барьер для болезнетворных микроорганизмов.

Гортанная часть глотки переходит непосредственно в пищевод. Вверху, на передней стенке этого отдела находится *вход в гортань*, прикрываемый во время глотания надгортанником. По бокам от него проходят глубокие впадины — *грушевидные карманы*, через которые жидкая пища стекает со спинки языка и попадает в пищевод.

В стенке глотки различают следующие слои: *слизистую оболочку*, обращенную в полость глотки, *фиброзную, мышечную и адвентициальную*. Фиброзная оболочка представляет собой видоизмененный подслизистый слой глотки и отличается большой плотностью особенно в верхнем ее отделе. При помощи этой оболочки глотка фиксируется к наружному основанию черепа.

Мышечная оболочка построена из поперечнополосатой мышечной ткани. Различают *верхний, средний и нижний констрикторы* (сжиматели) *глотки* (рис. 195), которые при своем сокращении суживают ее

просвет и проталкивают пищевой комок в пищевод. Особенностью строения констрикторов глотки является то, что они имеют форму воронок, как бы вставленных друг в друга. На задней стенке глотки мышцы обеих сторон сходятся по средней линии и своими короткими сухожилиями образуют *шов глотки*. Сбоку и сверху в мышечную оболочку глотки вплетаются *шило-глочные мышцы*, идущие от шиловидных отростков височных костей.

В момент глотания пищи воздухоносные пути, которые также проходят через глотку, временно перекрываются. Мышцы мягкого нёба, сокращаясь, приподнимают его, в результате чего оно отгораживает носовую часть глотки от ротовой. Сама глотка за счет сокращения шило-глочных мышц несколько приподнимается кверху. Вместе с ней приподнимается и гортань за счет сокращения мышц, лежащих выше подъязычной кости. В этот момент вход в гортань закрывается надгортанником, чему также способствует сокращение мышц гортани. Язык, продвигая пищевой комок, несколько подается кзади и закрывает зев. Таким образом, в момент глотания открытым остается только одно отверстие — ведущее в пищевод. Глотательные движения происходят в результате координированного сокращения мышц глотки, мягкого нёба, языка и гортани.

Пищевод

П и щ е в о д (esophagus) представляет собой узкую трубку, сообщающую глотку с желудком (рис. 196). Он начинается на уровне 6-го шейного позвонка, направляется в грудную полость и идет вдоль позвоночного столба в заднем средостении, затем через специальное отверстие в диафрагме проникает в брюшную полость и переходит в желудок на уровне 11-го грудного позвонка. Длина пищевода у взрослого человека составляет около 25 см. На своем пути пищевод имеет три сужения, из которых первое находится в самом его начале, второе — на уровне дуги аорты и третье — в области перехода его через диафрагму.

На шее пищевод прилегает непосредственно к позвоночному столбу и идет позади трахеи. В грудной полости пищевод несколько отходит от позвоночного столба кпереди. Здесь впереди от пищевода располагаются сначала трахея, затем дуга аорты, а несколько ниже — левый бронх. Брюшной отдел пищевода самый короткий (приблизительно 1 см).

Стенка пищевода, толщиной примерно 4 мм, состоит из трех оболочек: *слизистой, мышечной и адвентициальной*.

Слизистая оболочка, выстилающая внутреннюю поверхность пищевода, покрыта многослойным плоским эпителием с большим количеством слизистых желез. Она образует продольные складки, поэтому на поперечном разрезе просвет пищевода имеет звездчатую форму.

Мышечная оболочка пищевода состоит из *продольного* (наружного) и *кругового* (внутреннего) *мышечных слоев*. В верхней трети пищевода мышечная оболочка образована поперечнополосатой мышечной тканью, которая в средней трети постепенно заменяется гладкой мышечной тканью.

Наружная, адвентициальная, оболочка пищевода построена из рыхлой волокнистой соединительной ткани. При помощи ее пищевод соединяется с соседними органами.

Желудок

Желудок (gaster) представляет собой расширенный отдел пищеварительного канала, где начинается собственно процесс пищеварения. Он расположен в брюшной полости, под левым куполом диафрагмы (в левом подреберье), и только одна четвертая его часть лежит справа, доходя до печени.

По форме желудок напоминает реторту (см. рис. 196). Сверху и справа различают *малую кривизну*, а снизу и слева — *большую кривизну желудка*. Однако у живого человека форма его постоянно меняется в зависимости от фаз пищеварения, а также от состояния окружающих органов. Чаще всего на рентгеновских снимках желудок имеет форму крючка, вытянутого мешка или песочных часов. При выполнении некоторых упражнений, таких как вис, вис прогнувшись, стойка на кистях, желудок может смещаться и изменять свою форму по сравнению с его исходным положением при обычном стоянии.

Величина желудка изменяется по мере его наполнения. Длина его у взрослого человека в среднем равна 20—25 см, емкость колеблется от 1 до 3 л.

В желудке различают: *дно*, *тело* и *привратниковую часть*. Дно желудка находится слева от места впадения пищевода и составляет самую верхнюю и расширенную часть, прилежащую к левому куполу диафрагмы. Тело желудка занимает его средний отдел. Привратниковая часть — самая узкая, она непосредственно переходит в тонкую кишку.

Стенка желудка состоит из трех оболочек: *слизистой, мышечной и серозной* (рис. 197).

Слизистая оболочка желудка выстлана однослойным цилиндрическим эпителием, образует множество складок, которые сглаживаются при наполнении желудка. Почти вся она состоит из *трубчатых желез*

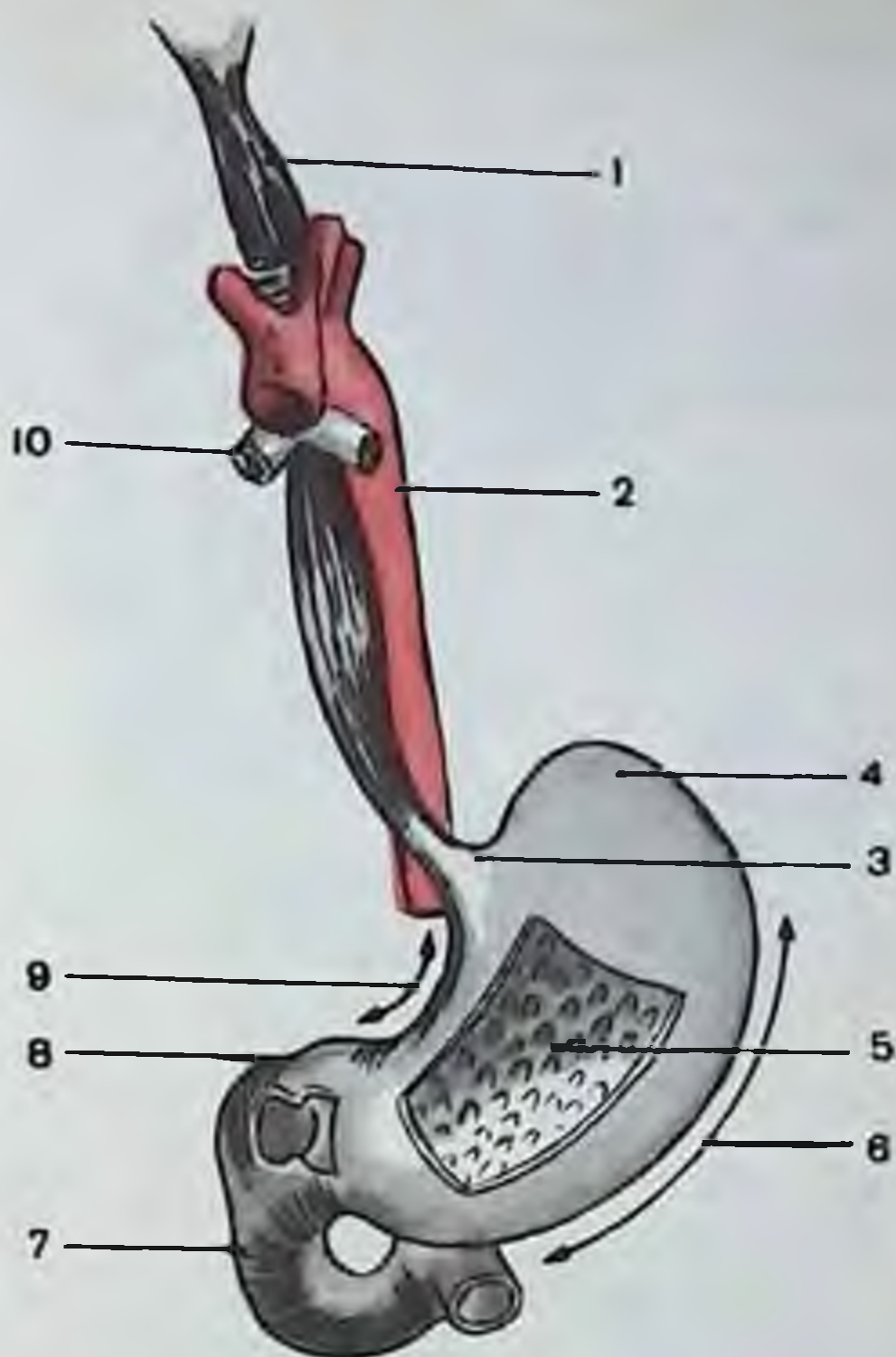


Рис. 196.

Пищевод, желудок и двенадцатиперстная кишка:

1 — пищевод; 2 — аорта; 3 — вход в желудок; 4 — дно желудка; 5 — складки слизистой оболочки; 6 — большая кривизна желудка; 7 — двенадцатиперстная кишка; 8 — привратниковая (пилорическая) часть желудка; 9 — малая кривизна желудка; 10 — правый бронх

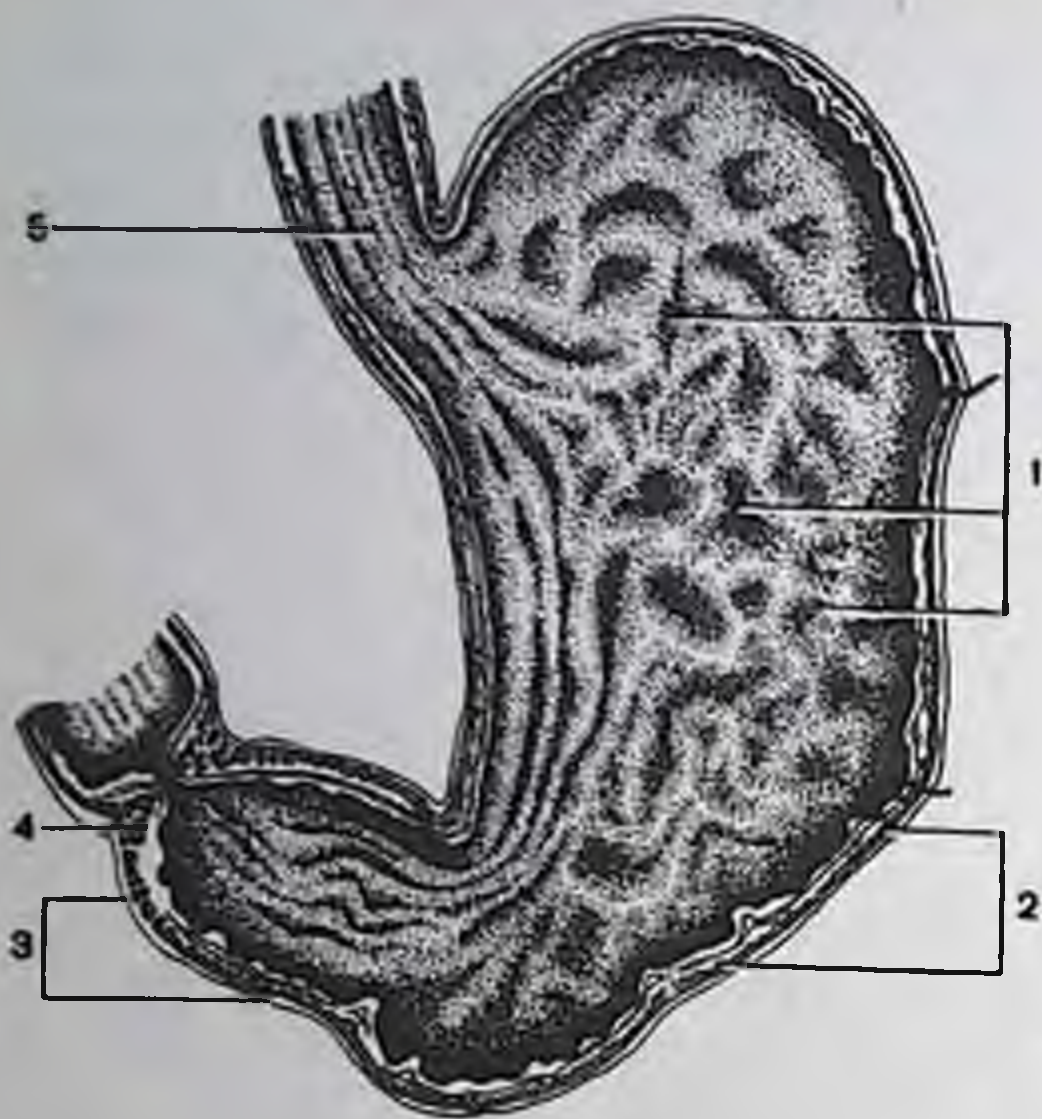


Рис. 197.

Оболочки стенки желудка:

1 — складки слизистой оболочки; 2 — мышечная оболочка; 3 — серозная оболочка; 4 — привратниковый сфинктер; 5 — складки слизистой оболочки пищевода

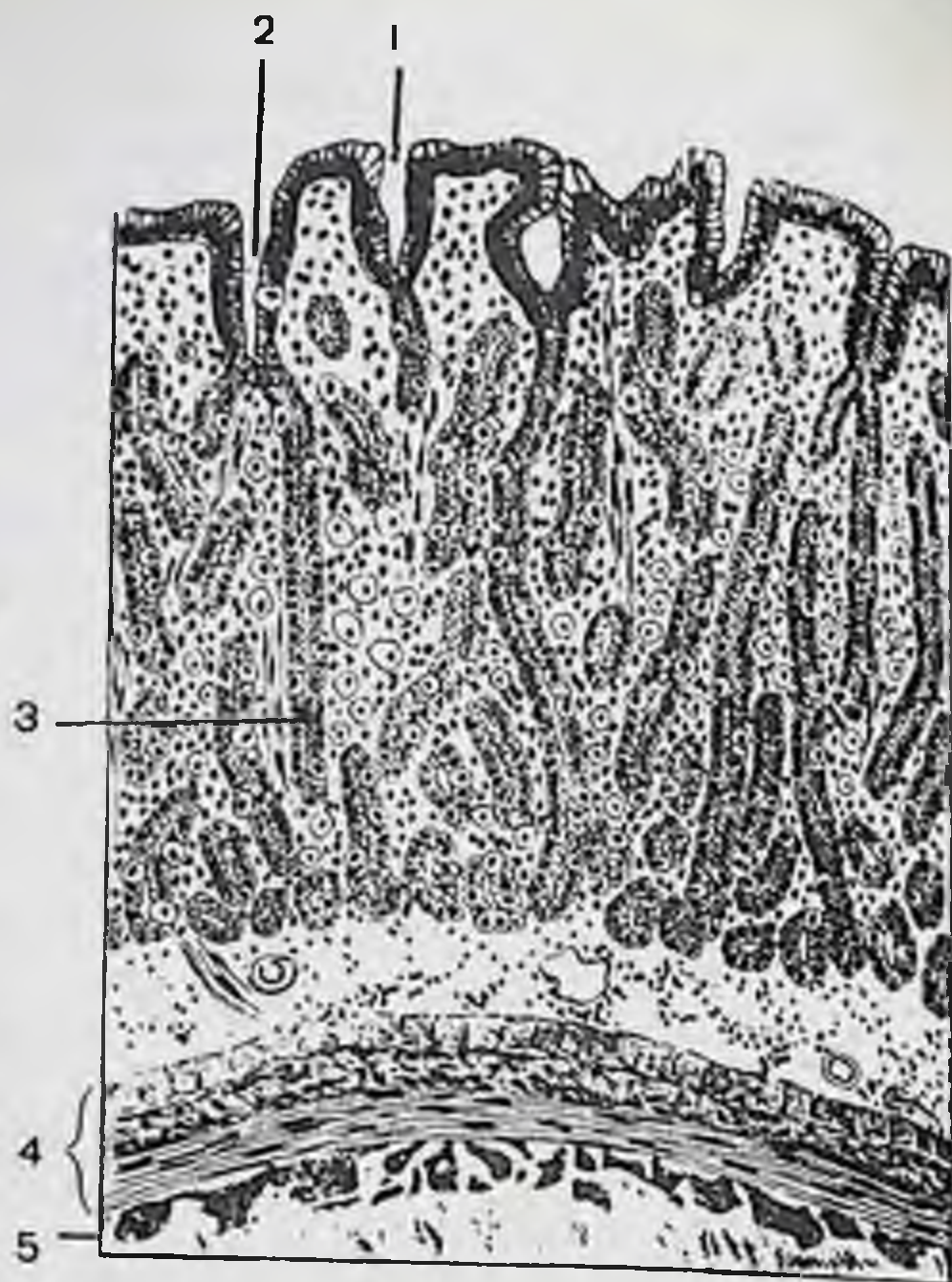


Рис. 198.

Слизистая оболочка дна желудка (рисунок с гистологического препарата):

1 — устье железы; 2 и 3 — железа; 4 — мышечная пластинка слизистой оболочки; 5 — подслизистый слой

(рис. 198), только в дне и теле желудка их насчитывается около 35 млн. Желудочный сок, вырабатываемый этими железами, содержит ряд компонентов, среди которых наиболее важными являются фермент *пепсин* и *соляная кислота*, действующие на белковые вещества.

Мышечная оболочка хорошо выражена и состоит из двух слоев гладких мышечных клеток: *кругового* (внутреннего) и *продольного* (наружного). В области дна желудка часть волокон кругового слоя принимает косое направление; их нередко рассматривают как третий слой гладких мышечных клеток. При выходе из желудка круговой мышечный слой образует мощный *сфинктер привратника*, который перекрывает сообщение между желудком и следующей за ним двенадцатиперстной кишкой.

Серозная оболочка представляет собой висцеральный листок брюшины, покрывающий желудок со всех сторон.

Тонкая кишка

Тонкая кишка (*intestinum tenue*) является следующим за желудком отделом пищеварительного канала. Она занимает весь средний и нижний отделы брюшной полости, образуя большое количество петель, и переходит в области правой подвздошной ямки в толстую кишку (рис. 199). Длина тонкой кишки у взрослого человека в среднем равна 5—6 м и превышает длину тела в 3—4 раза. В тонкой кишке протекают основные процессы переваривания пищи, а также происходит всасывание в кровь и лимфу питательных веществ.

Морфологически в тонкой кишке различают три отдела: двенадцатиперстную кишку, тощую кишку и подвздошную кишку.

Двенадцатиперстная кишка (duodenum) названа так потому, что длина ее равна приблизительно ширине двенадцати пальцев (перстов) — около 25 см (см. рис. 196). Она начинается от привратника желудка и, подковообразно изгибаясь, охватывает головку поджелудочной железы. Двенадцатиперстная кишка является фиксированным участком тонкой кишки и покрыта брюшиной только спереди.

В двенадцатиперстной кишке различают четыре части: *верхнюю*, *нисходящую*, *горизонтальную* (нижнюю) и *восходящую*. Верхняя ее часть находится на уровне 1-го поясничного позвонка. Нисходящая

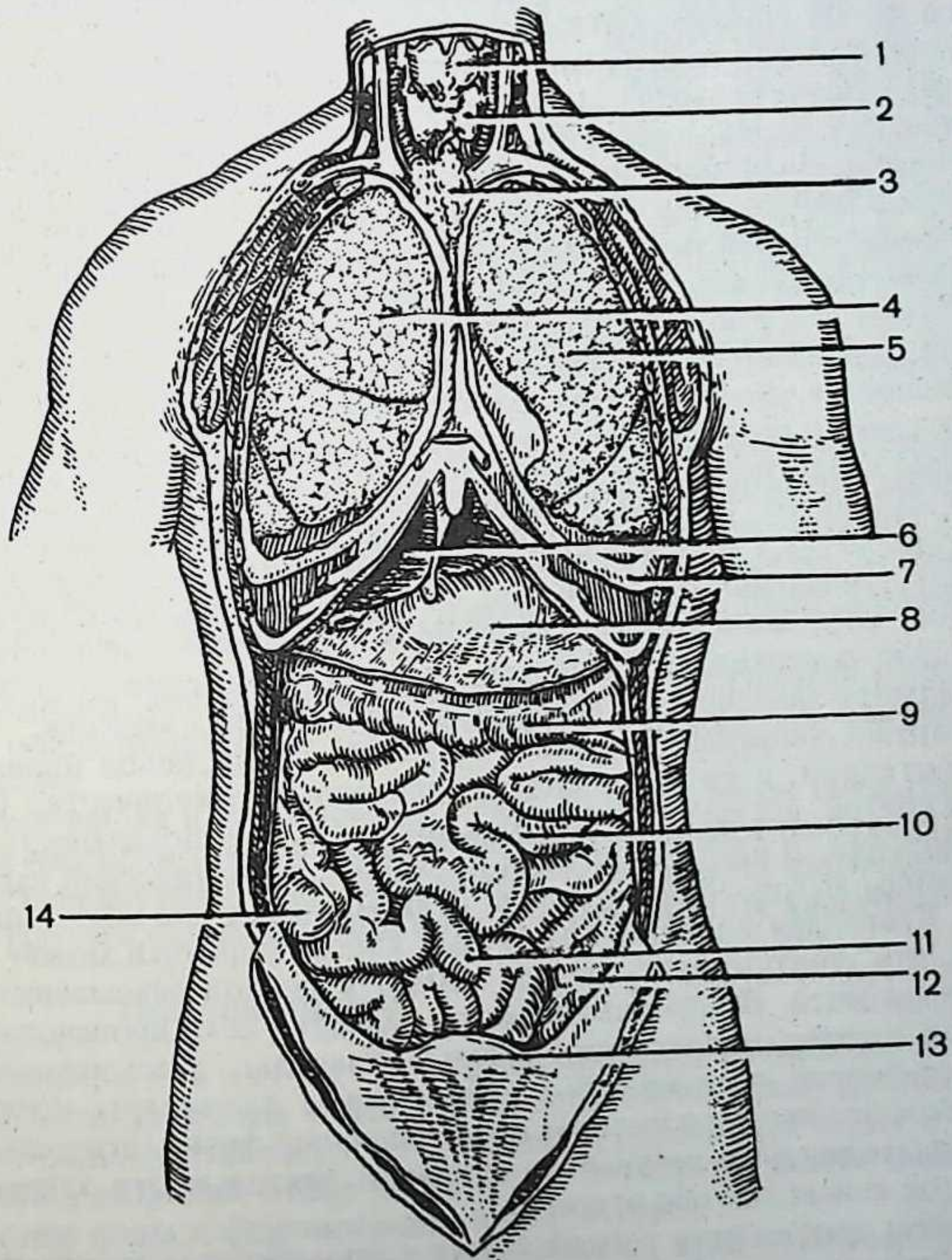


Рис. 199.

Внутренние органы грудной и брюшной полостей:

1 — щитовидный хрящ; 2 — щитовидная железа; 3 — вилочковая железа; 4 — правое легкое; 5 — левое легкое; 6 — печень; 7 — плевра; 8 — желудок; 9 — поперечная ободочная кишка; 10 — тощая кишка; 11 — подвздошная кишка; 12 — сигмовидная ободочная кишка; 13 — мочевого пузыря; 14 — слепая кишка

часть, спускаясь вдоль позвоночного столба справа от него, доходит до 3-го поясничного позвонка, затем изгибается влево и несколько поднимается кверху, образуя восходящую часть кишки. Место перехода в тощую кишку находится слева, на уровне 2-го поясничного позвонка.

В нисходящую часть двенадцатиперстной кишки открываются выводящие протоки печени и поджелудочной железы, секрет которых содержит ряд важных ферментов, участвующих в кишечном пищеварении.

Тощая кишка (*jejunum*) является продолжением двенадцатиперстной кишки. Она названа так потому, что на трупе ее обычно находят пустой, не содержащей пищи. Тощая кишка, спускаясь вниз, образует различные изгибы и петли, расположенные преимущественно в пупочной области и в левой части живота. Она составляет примерно $\frac{2}{5}$ общей длины тонкой кишки.

Подвздошная кишка (*ileum*) располагается в правой подвздошной ямке. На уровне правого крестцово-подвздошного сустава она впадает в толстую кишку. На этом месте из слизистой оболочки образуется *илеоцекальный клапан*, состоящий из двух складок — верхней и нижней губ, которые вдаются в просвет слепой кишки. Благодаря этому клапану содержимое тонкой кишки свободно проникает в слепую кишку, содержимое же слепой кишки в тонкую не попадает.

Стенка тонкой кишки состоит из трех оболочек: *слизистой* с хорошо выраженным подслизистым слоем, *мышечной* и *серозной*.

Слизистая оболочка характеризуется наличием большого количества поперечных, круговых складок, которые особенно хорошо развиты в двенадцатиперстной кишке. Кроме того, на всем протяжении тонкой кишки слизистая оболочка образует многочисленные выпячивания (высотой 0,5—1,5 мм), так называемые *кишечные ворсинки* (рис. 200). На 1 см² поверхности слизистой оболочки приходится около 2500 ворсинок. Огромное количество складок и ворсинок увеличивает всасывающую поверхность слизистой оболочки примерно в 25 раз, что имеет важное значение для всасывания питательных веществ.

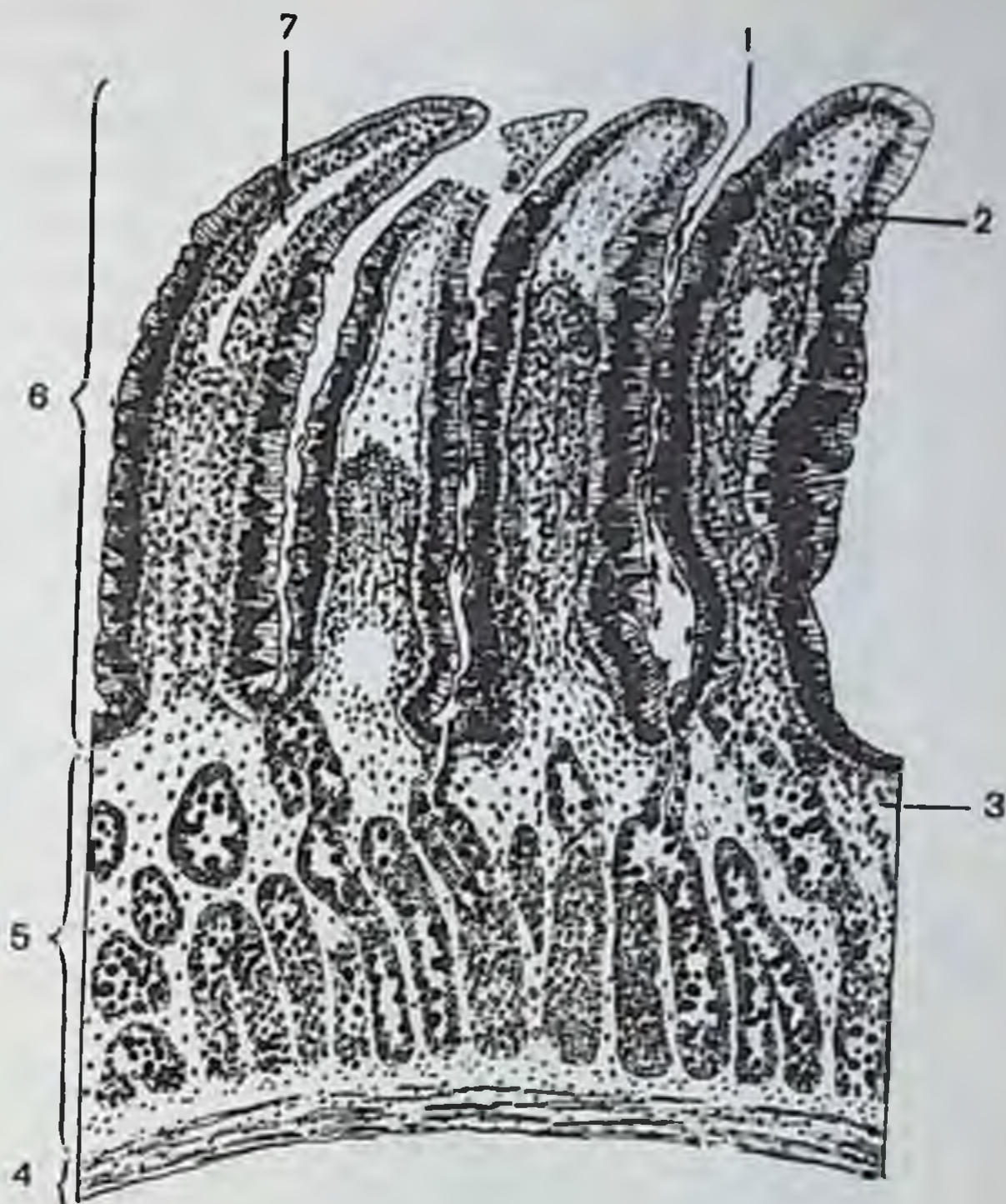
Снаружи кишечная ворсинка покрыта однослойным цилиндрическим эпителием, в котором содержится большое количество бокаловидных клеток, выделяющих слизь и увлажняющих поверхность слизистой оболочки. В центре ворсинки проходит лимфатический капилляр, по сторонам которого небольшими пучками лежат гладкие мышечные клетки. Благодаря наличию мышечных клеток ворсинка может сокращаться, что способствует оттоку лимфы в период всасывания питательных веществ. В ворсинке имеется развитая сеть кровеносных капилляров, в которые поступают белки и углеводы, всасываемые через стенку слизистой оболочки. В лимфатические капилляры поступают жиры. Всасывание представляет собой сложный физиологический процесс, происходящий в результате активной деятельности эпителиальных клеток слизистой оболочки.

На всем протяжении тонкой кишки в промежутках между ворсинками располагаются трубчатые углубления слизистой оболочки, так называемые *кишечные крипты* — своеобразные железы, в которых вырабатывается кишечный сок, содержащий пищеварительные ферменты.

Рис. 200.

Слизистая оболочка тонкой кишки (рисунок с гистологического препарата):

1 — слизь; 2 — эпителий, 3 — железы слизистой оболочки; 4 — мышечная пластинка слизистой оболочки; 5 — соединительнотканная основа слизистой оболочки; 6 — ворсинки с криптами; 7 — полость ворсинки



В слизистой оболочке тонкой кишки имеется большое количество лимфоидных образований в виде *одиночных* или *групповых лимфатических фолликулов*. Последние встречаются преимущественно в подвздошной кишке. Они располагаются обычно на стороне, противоположной прикреплению брыжейки, и имеют длину до 10 см, а ширину от 1 до 3 см.

Мышечная оболочка тонкой кишки состоит из гладких мышечных клеток, образующих два слоя: внутренний — *круговой* и наружный — *продольный*.

Тощая кишка и подвздошная кишка со всех сторон покрыты брюшиной и фиксируются при помощи *брыжейки* к задней брюшной стенке. Фиксированный край брыжейки во много раз короче кишечного края, вследствие чего обе кишки образуют многочисленные кишечные петли.

Толстая кишка

Т о л с т я к и ш к а (*intestinum crassum*) начинается в правой подвздошной ямке, где в нее переходит подвздошная кишка. Длина толстой кишки составляет 1,5—2 м, диаметр ее колеблется от 4 до 7 см. Это самый широкий отдел кишечника. В толстой кишке происходит всасывание воды и формирование каловых масс.

Стенка толстой кишки также состоит из трех оболочек (рис. 201). Слизистая оболочка образует редко расположенные *полулунные складки*, имеющие циркулярное направление. Ворсинки в слизистой оболочке толстой кишки отсутствуют, однако количество кишечных крипт значительно больше, чем в тонкой кишке. Кнаружи от слизистой оболочки

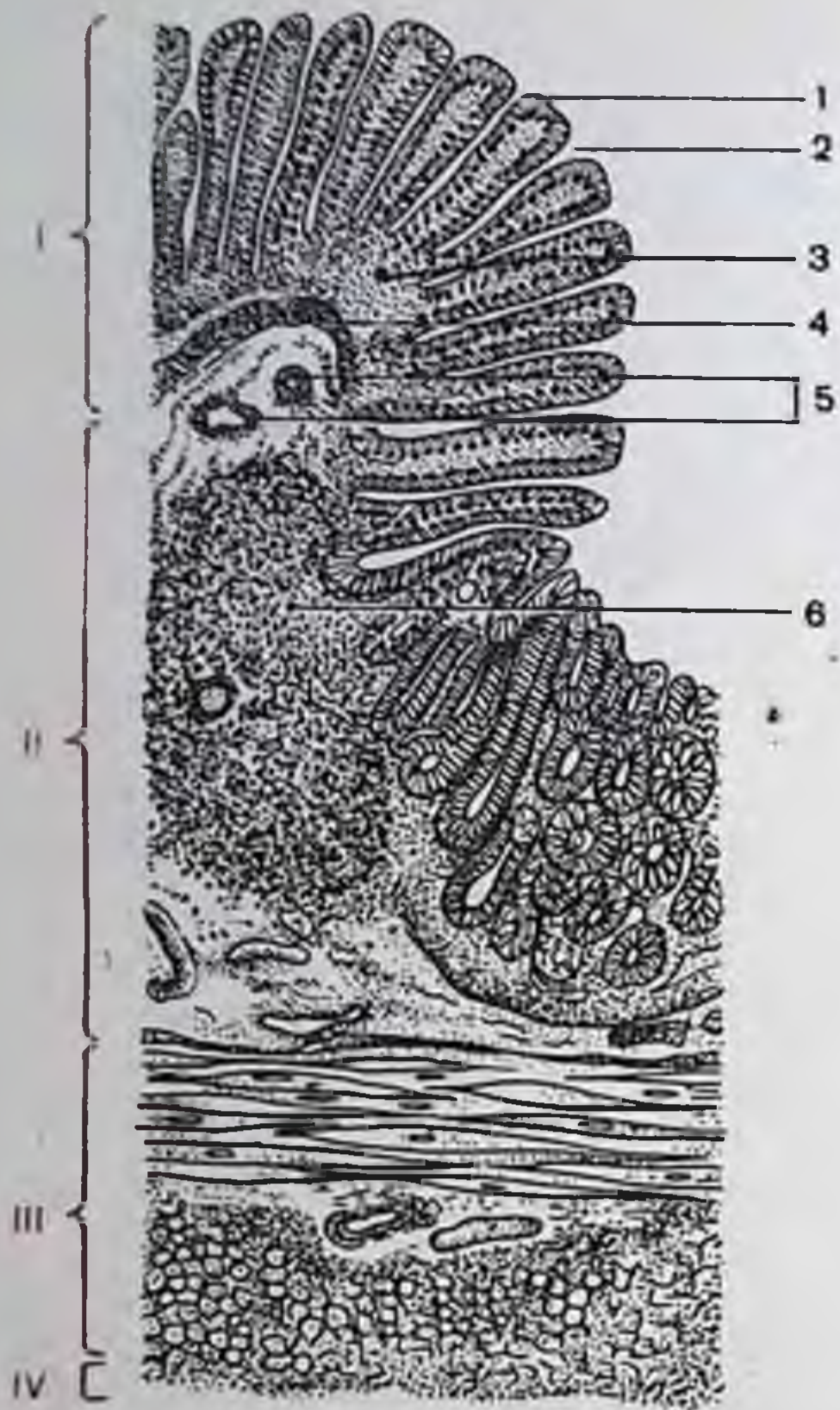


Рис. 201.

Строение стенки толстой кишки:

I — слизистая оболочка; *II* — подслизистая основа; *III* — мышечная оболочка; *IV* — серозная оболочка; 1 — эпителий; 2 — кишечные крипты. 3 — собственная пластинка слизистой оболочки. 4 — мышечная пластинка слизистой оболочки. 5 — кровеносные сосуды; 6 — лимфатический фолликул

кишки отходит *червеобразный отросток* (аппендикс), в слизистой оболочке которого имеется скопление лимфоидной ткани. В силу этого он выполняет защитную функцию и нередко подвергается воспалению.

В ободочной кишке различают четыре части:

Восходящая ободочная кишка (*colon ascendens*) является непосредственным продолжением слепой кишки и прилежит к задней брюшной стенке. Длина кишки в среднем равна 20 см. Она поднимается вверх до печени, под которой делает правый изгиб и переходит в поперечную ободочную кишку.

Поперечная ободочная кишка (*colon transversum*) — самая длинная часть толстой кишки, достигающая иногда 50 см. Она проходит поперек брюшной полости. Вся кишка покрыта брюшиной, имеет длинную брыжейку, с помощью которой прикрепляется к задней брюшной стенке и легко смещается. Нередко с возрастом средняя часть кишки несколько провисает. Своим левым концом она доходит до селезенки, где образует левый изгиб и переходит в нисходящую часть.

располагаются два мышечных слоя: внутренний — *круговой* и наружный — *продольный*. Продольный слой не сплошной, он образует три продольные *ленты* (*свободную, брыжеечную и сальниковую*), в промежутках между которыми продольно расположенных волокон нет. Между лентами образуются выпячивания, *гаустры*, придающие толстой кишке вид гофрированной трубки. Снаружи толстая кишка покрыта брюшиной, хотя в некоторых местах она отсутствует. Это те места, где толстая кишка непосредственно прилежит к задней брюшной стенке и не имеет брыжейки. Брюшина, покрывающая толстую кишку, образует своеобразные подвески, заполненные жиром, — *сальниковые отростки*.

В толстой кишке различают три основных отдела: *слепую кишку, ободочную кишку и прямую кишку*.

Слепая кишка (*caecum*) является начальным отделом толстой кишки и располагается в правой подвздошной ямке, ниже места впадения в толстую кишку подвздошной кишки. В этом месте имеется *илеоцекальный клапан* (рис. 202). От задне-внутренней поверхности слепой

Нисходящая ободочная кишка (*colon descendens*) располагается слева на задней брюшной стенке и покрыта брюшиной с трех сторон. Она тянется от левого изгиба ободочной кишки до уровня подвздошного гребня, где продолжается в сигмовидную кишку. По сравнению с вышележащими отделами ободочной кишки нисходящая ободочная кишка имеет меньший диаметр.

Сигмовидная ободочная кишка (*colon sigmoideum*), являясь продолжением нисходящей ободочной кишки, располагается в левой подвздошной ямке. Она тянется от гребня левой подвздошной кости до 3-го крестцового позвонка, где переходит в прямую кишку. Длина ее в среднем равна 45 см. Вся кишка покрыта со всех сторон брюшиной и имеет брыжейку, вследствие чего она легко смещается.

Прямая кишка (*rectum*) начинается на уровне 3-го крестцового позвонка и является конечным отделом толстой кишки. Длина ее в среднем 20 см. Заканчивается она *задним проходом*. Располагается прямая кишка в малом тазу. Спереди к ней у мужчин прилежит мочевой пузырь, семенные пузырьки и предстательная железа, у женщин — влагалище и матка. Прямая кишка имеет два изгиба (крестцовый и промежностный). В средней части ее образуется расширение — *ампула*, в котором скапливаются каловые массы.

Слизистая оболочка прямой кишки образует поперечные складки, из которых обычно две располагаются слева, а одна — справа. В нижнем отделе имеется ряд продольных складок, которые утолщаются по направлению к заднему проходу. Между продольными складками образуются заднепроходные пазухи, в которых собирается слизь, облегчающая акт дефекации. В области заднего прохода в толще слизистой оболочки находится большое количество вен, образующих *геморроидальное сплетение*.

Мышечная оболочка стенки прямой кишки имеет волокна, расположенные продольно и циркулярно. Продольные волокна лежат сплош-

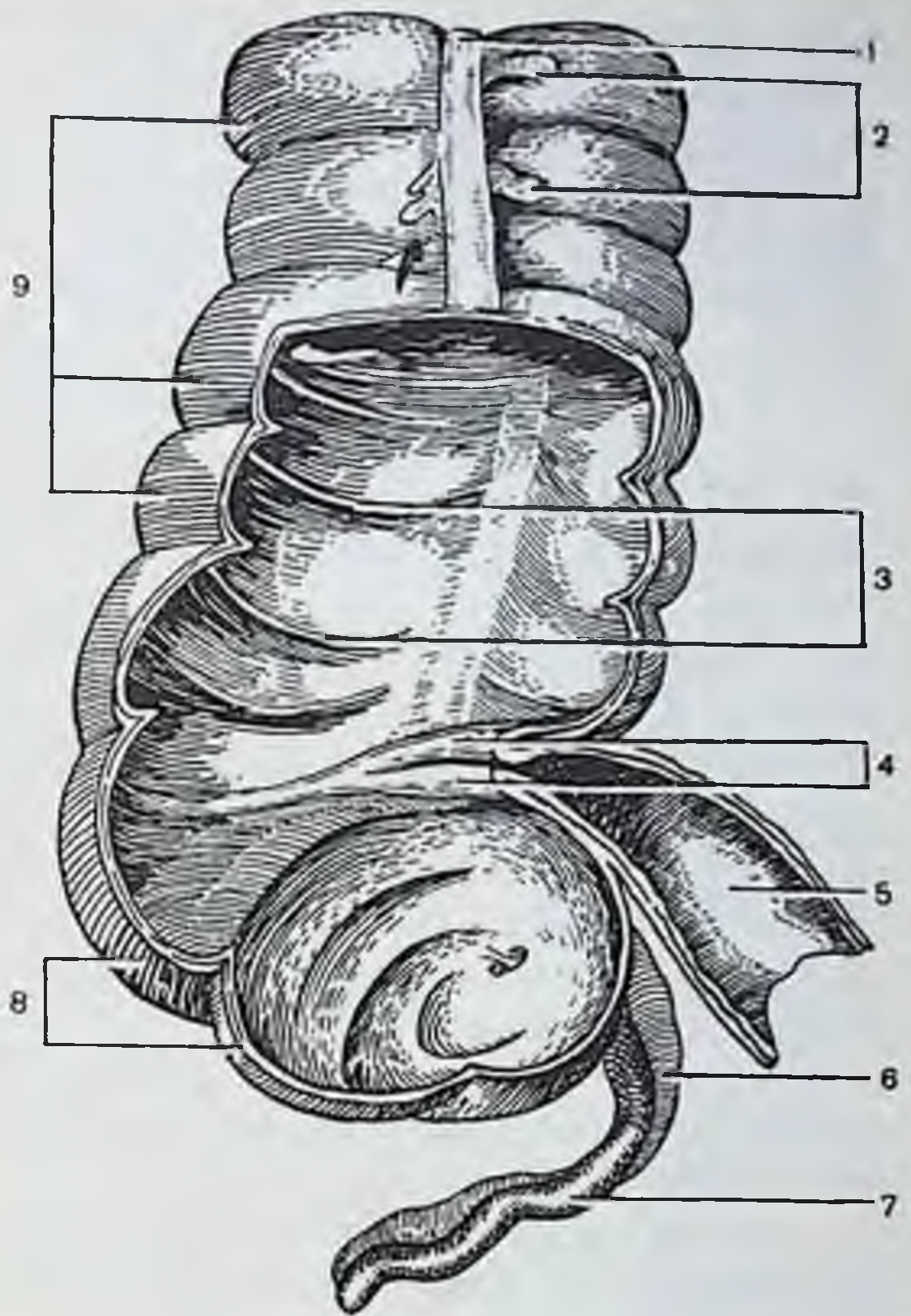


Рис. 202.

Слепая кишка, червеобразный отросток и восходящая ободочная кишка:

1 — лента толстой кишки; 2 — сальниковые отростки; 3 — полулунные складки слизистой оболочки; 4 — илеоцекальный клапан; 5 — подвздошная кишка; 6 — брыжейка червеобразного отростка; 7 — червеобразный отросток; 8 — слепая кишка; 9 — гаустры толстой кишки

ным слоем, как и в тонкой кишке. Волокна кругового слоя развиты сравнительно слабо, однако в области заднего прохода они утолщаются и образуют *внутренний сфинктер заднего прохода*, неуправляемый произвольно. Несколько ниже его располагается *наружный сфинктер*, который образуется поперечнополосатой мышцей и управляется произвольными усилиями человека.

ПЕЧЕНЬ И ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА

Печень (hepar) — железистый орган, расположенный в брюшной полости, главным образом в правом подреберье. Вес печени у взрослого человека достигает 1,5—2 кг.

Функциональное значение печени определяется ее особым положением в организме. Через печень протекает почти вся кровь, которая оттекает от органов пищеварительного аппарата, в ней она очищается от вредных веществ, попавших в организм, и только после этого поступает в общую систему кровообращения. Наряду с этим в печени происходит синтез белков из тех веществ, которые усваиваются организмом в процессе пищеварения. Большую роль она играет в углеводном обмене, поддерживая необходимый уровень концентрации сахара в крови. Наконец, как железа пищеварительного аппарата, печень вырабатывает желчь, которая поступает в двенадцатиперстную кишку и способствует всасыванию жиров.

На печени различают: верхнюю — *диафрагмальную* и нижнюю — *висцеральную поверхности*, а также *передний* (острый) и *задний* (тупой) края.

Диафрагмальная поверхность печени, прилегающая к нижней поверхности диафрагмы, выпуклая и разделена сагиттально расположенной *серповидной связкой* на две доли, из которых правая значительно больше, чем левая (рис. 203).

Висцеральная поверхность печени имеет две продольные борозды, идущие спереди назад, и между ними одну поперечную. Все три борозды делят нижнюю поверхность печени на *четыре*

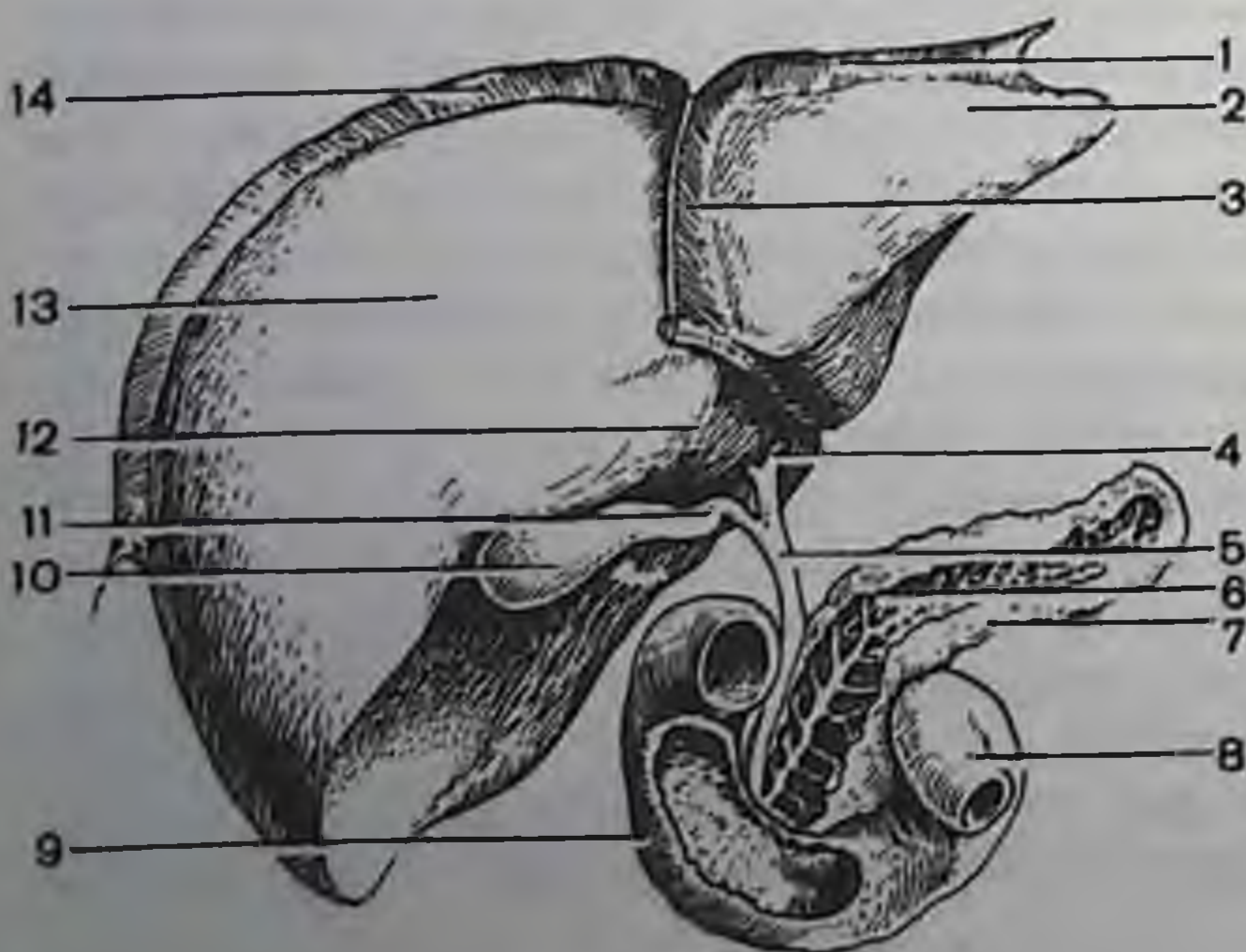


Рис. 203.

Печень, поджелудочная железа и двенадцатиперстная кишка:

1 — левая венозная связка печени; 2 — левая доля печени; 3 — серповидная связка печени; 4 — печеночный проток; 5 — общий желчный проток; 6 — проток поджелудочной железы; 7 — поджелудочная железа; 8 — начало толстой кишки; 9 — двенадцатиперстная кишка; 10 — желчный пузырь; 11 — пузырный проток; 12 — квадратная доля печени; 13 — правая доля печени; 14 — венозная связка печени, правая

Рис. 204.

Схема строения доли печени:
 1 — междольковые а. в. и желчный проток; 2 — воротная в.; 3 — печеночная а.; 4 — желчный проток; 5 — печеночные синусоидные кровеносные капилляры; 6 — центральная в.; 7 — печеночная в.; 8 — перегородки фиброзной капсулы



доли: правую, левую, квадратную и хвостатую. Квадратная доля располагается спереди от поперечной борозды, а хвостатая — сзади нее. В поперечной борозде находятся *ворота печени*. В ворота входят воротная вена, печеночная артерия и нервы. Из ворот выходят общий печеночный проток и лимфатические сосуды. По общему печеночному протоку из печени оттекает желчь.

Передний, острый, край печени имеет две вырезки: в одной лежит дно желчного пузыря, а в другой — *круглая связка печени*, которая тянется к пупку и представляет собой заросшую пупочную вену, функционирующую у плода.

Задний, тупой, край печени соответственно позвоночному столбу имеет углубление и справа от него вырезку, в которой лежит проходящая позади печени нижняя полая вена.

Почти вся печень, за исключением задней части диафрагмальной поверхности, где она срастается непосредственно с диафрагмой, покрыта брюшиной. Под серозной оболочкой располагается тонкая фиброзная капсула, которая продолжается также через ворота печени внутрь ее, сопровождая разветвления воротной вены.

Печень своей задней частью прочно фиксирована к нижней поверхности диафрагмы; положение переднего края удерживается связками

брюшины и частично крупными кровеносными сосудами, подходящими к печени. *Серповидная связка*, идущая сагиттально, а также *правая и левая венечные и треугольные связки*, расположенные во фронтальной плоскости, соединяют верхнюю поверхность печени с диафрагмой. По свободному краю серповидной связки тянется *круглая связка печени*, которая направляется от ворот печени к пупку. Кроме того, имеются связки между печенью и близлежащими органами (желудком, двенадцатиперстной кишкой и правой почкой).

Внутреннее строение печени. Структурной единицей печени является *печеночная долька*, которая имеет призматическую форму и поперечник около 1—1,5 мм (рис. 204). Каждая долька состоит из эпителиальных клеток (*гепатоцитов*), которые располагаются в виде балок, имеющих радиальное направление и получивших название *печеночных пластинок*. Эпителиальные клетки печени в совокупности составляют ее паренхиму. Каждая печеночная пластинка состоит из двух рядов эпителиальных клеток, между которыми имеется узкий канал — *желчный капилляр* (рис. 205). В него поступает желчь, вырабатываемая печеночными клетками. По капиллярам желчь оттекает в *междольковые проточки*, расположенные по периферии долек. Из междольковых проточков формируются более крупные *желчные протоки*, которые постепенно собираются в *общий печеночный проток*.

Между печеночными пластинками, а также снаружи и внутри печеночной дольки проходят многочисленные кровеносные сосуды. Кровь в печень поступает по *печеночной артерии и воротной вене*, которые, войдя в ворота печени, постепенно разветвляются. Самые тонкие их веточки идут между дольками печени и называются *междольковыми артериями и венами*. От них внутрь дольки отходят *синусоидные кровеносные капилляры*, отличительная особенность которых состоит в том, что в них одновременно поступает кровь из междольковых артерий и вен. Венозная кровь, поступающая из системы воротной вены, оттекает от органов пищеварительного аппарата и содержит в себе все те вещества, которые всасываются в пищеварительном канале. Протекая по синусоидным капиллярам, которые располагаются между печеночными пластинками, кровь очищается. После этого она поступает в *центральную вену*, проходящую внутри печеночной дольки, из цент-

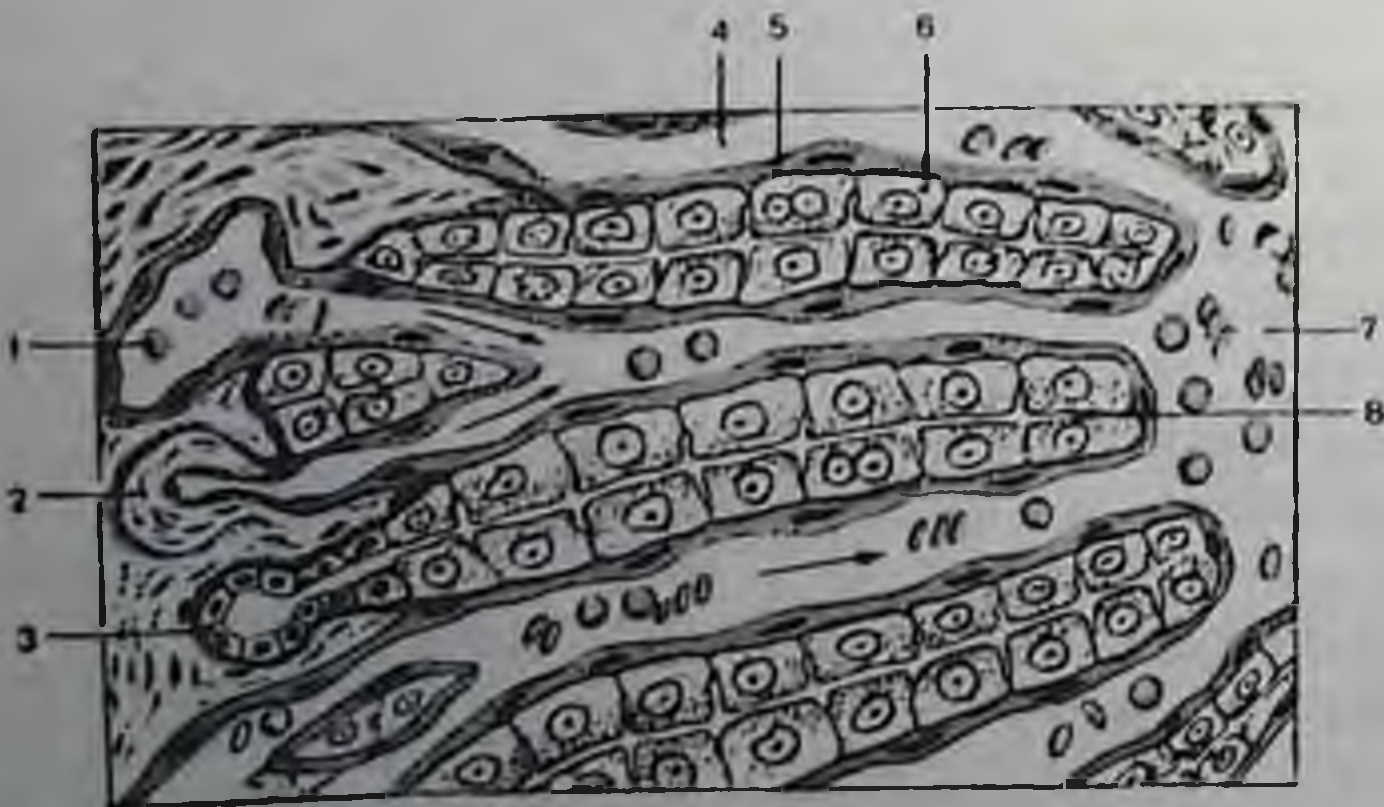


Рис. 205.

Схема расположения желчных путей и кровеносных сосудов в печеночной долке:
 1 — междольковая в., 2 — междольковая в., 3 — междольковый желчный проток; 4 — внутридольковые синусоидные кровеносные капилляры; 5 — печеночная пластинка; 6 — печеночные эпителиальные клетки (гепатоциты); 7 — центральная в., 8 — желчные капилляры

ральных вен — в печеночные вены, по которым оттекает в нижнюю полую вену.

Таким образом, в печеночных дольках происходит очищение крови и образование желчи. Функции печеночных клеток сложны и многообразны. В них происходит синтез белков и накапливается гликоген, которые расходуются по мере потребностей организма.

Желчный пузырь (*vesica fellea*) функционально самым непосредственным образом связан с работой печени: в нем происходит концентрация желчи, вырабатываемой печенью.

Желчный пузырь имеет грушевидную форму. Длина его равна 8—12 см, ширина — 3,5 см, емкость — около 60 мл. Своей верхней поверхностью он прирастает к нижней поверхности печени в области переднего отдела правой продольной борозды (см. рис. 203). В желчном пузыре различают *дно*, *тело* и *шейку*, переходящую в *пузырный проток*. Последний соединяется с общим печеночным протоком, образуя *общий желчный проток*, по которому желчь поступает в двенадцатиперстную кишку. У места впадения общего желчного протока в двенадцатиперстную кишку имеется сфинктер, регулирующий выбрасывание желчи. Содержащиеся в желчи вещества способствуют всасыванию жиров, а также стимулируют перистальтику кишки.

Поджелудочная железа (*pancreas*) является железой смешанной секреции: она состоит из двух различных отделов — *экзокринного* (с внешней секрецией) и *эндокринного* (с внутренней секрецией).

Поджелудочная железа лежит позади желудка, в брюшинном пространстве, на уровне 1-го поясничного позвонка. По своему строению она принадлежит к сложным альвеолярным железам. Длина ее в среднем равна 16—20 см, вес — 70—80 г.

В поджелудочной железе различают *головку*, *тело* и *хвост*. Головка с трех сторон (сверху, справа и снизу) охвачена двенадцатиперстной кишкой; тело пересекает под прямым углом лежащие сзади аорту и нижнюю полую вену; хвост доходит до селезенки. *Выводной проток* поджелудочной железы формируется из более мелких протоков и открывается в просвет нисходящего отдела двенадцатиперстной кишки вместе с общим желчным протоком. Иногда встречаются добавочные протоки поджелудочной железы.

Как железа внешней секреции она вырабатывает и выделяет поджелудочный сок, который содержит ряд пищеварительных ферментов, действующих на белки, жиры и углеводы. Под влиянием этих ферментов происходит переваривание пищи в кишечнике.

Внутрисекреторную функцию в поджелудочной железе выполняют особые скопления железистых клеток, образующих *панкреатические островки*, видимые под микроскопом. Общее количество островков у взрослого человека составляет примерно 1 млн. В них вырабатываются гормоны — *инсулин* и *глюкагон*, которые непосредственно выделяются в кровь и регулируют углеводный обмен в организме. Под действием инсулина происходит синтез гликогена из глюкозы и отложение его в печени и мышцах. Глюкагон регулирует превращение гликогена в простые сахара, которые поступают в кровь и тем самым способствуют повышению концентрации глюкозы в крови.

БРЮШИНА

Б р ю ш и н а (peritoneum) представляет собой серозную оболочку. В брюшине различают два листка (рис. 206): *париетальный* (или пристеночный) и *висцеральный* (или внутренностный).

П а р и е т а л ь н ы й л и с т о к брюшины выстилает изнутри стенки брюшной полости (нижнюю поверхность диафрагмы, переднюю, заднюю и боковые стенки брюшной полости, а также дно таза).

В и с ц е р а л ь н ы й л и с т о к брюшины покрывает органы брюшной полости. Одни органы покрыты брюшиной со всех сторон, другие — с трех сторон и третьи — лишь с одной стороны.

Органами, покрытыми брюшиной со всех сторон, являются: желудок, тонкая кишка, слепая, поперечная ободочная и сигмовидная ободочная кишки, верхняя треть прямой кишки, селезенка и маточные трубы.

С трех сторон покрыты брюшиной: печень, восходящая ободочная кишка, нисходящая ободочная кишка, средняя треть прямой кишки, мочевого пузыря (наполненный) и матка.

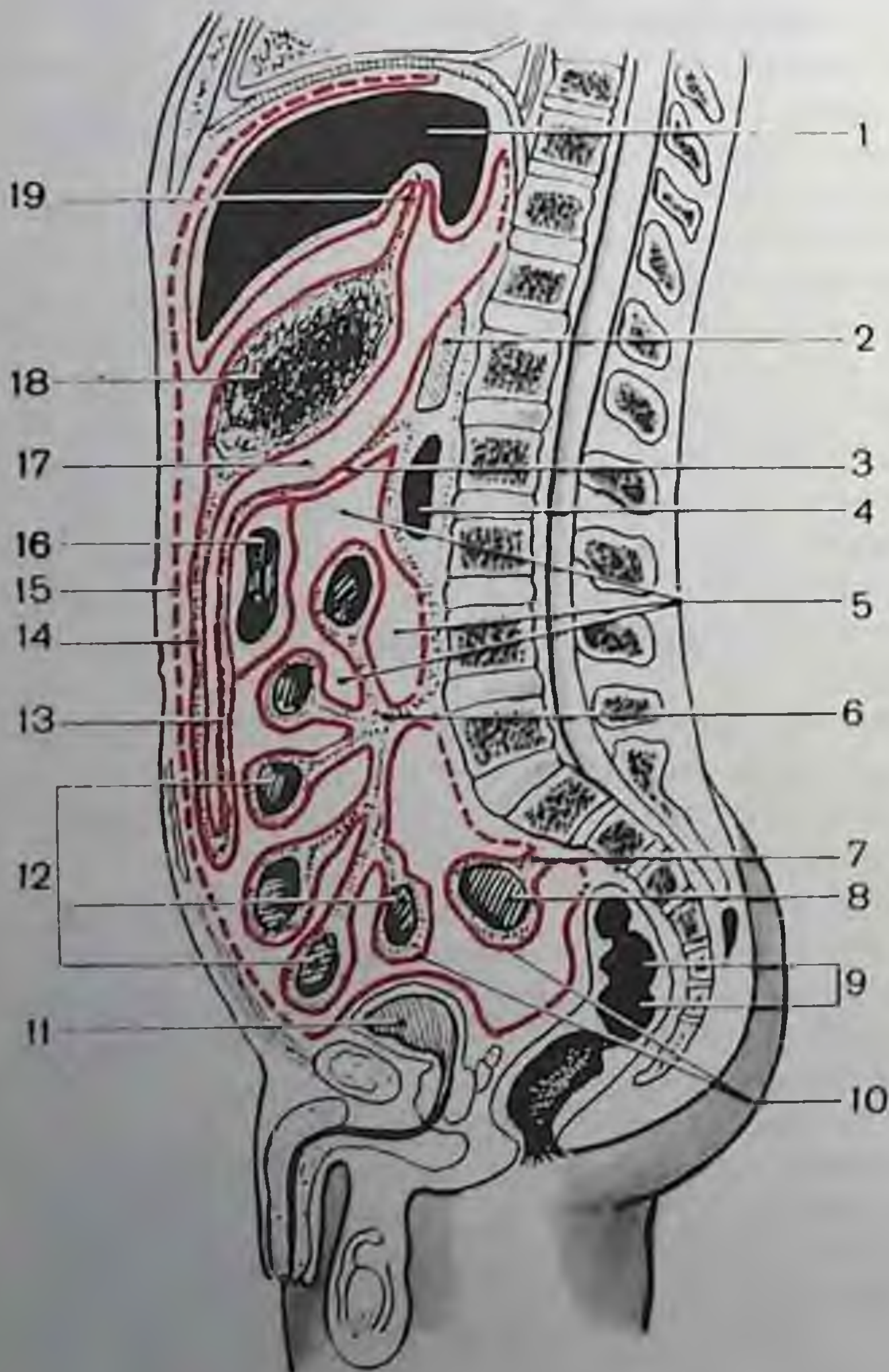


Рис. 206.

Ход и образования брюшины (схема):

1 — печень; 2 — поджелудочная железа; 3 — брыжейка поперечной ободочной кишки; 4 — двенадцатиперстная кишка; 5 — полость брюшины; 6 — корень брыжейки тонкой кишки; 7 — брыжейка сигмовидной ободочной кишки; 8 — сигмовидная ободочная кишка; 9 — прямая кишка; 10 — висцеральный листок брюшины; 11 — мочевого пузыря; 12 — тонкая кишка (на брыжейке); 13 — большой сальник (задний листок); 14 — большой сальник (передний листок); 15 — париетальный листок брюшины; 16 — поперечная ободочная кишка; 17 — сальниковая сумка; 18 — желудок; 19 — печеночно-желудочная связка (малый сальник)

С одной стороны покрыты брюшиной: поджелудочная железа, двенадцатиперстная кишка, надпочечники, почки, мочеточники и мочевого пузыря (пустой).

Брюшина выполняет преимущественно разграничительную функцию, предотвращая срастание органов между собой, а также со стенками брюшной полости. Серозная жидкость, смачивающая свободную поверхность брюшины, сводит к минимуму трение между соседними органами.

Щелевидное пространство между париетальной и висцеральной брюшиной называется *полостью брюшины*. Брюшина, переходя со стенок брюшной полости на органы, а также с одного органа на другой, образует *связки, брыжейки и сальники*.

Связкой брюшины называется место ее перехода с одного органа на другой (например, желудочно-селезеночная связка или печеночно-почечная связка) или со стенок брюшной полости на органы. К таким связкам, в частности, относятся серповидная и венечные связки печени.

Брыжейка представляет собой дубликатуру (двойной листок) брюшины в области перехода париетального листка брюшины в висцеральный. Брыжейка служит для фиксации положения органов брюшной полости. Состоит она из двух листков брюшины, между которыми заключены сосуды и нервы, идущие к органу.

Различают: брыжейку тонкой кишки, брыжейку поперечной ободочной кишки, брыжейку сигмовидной ободочной кишки и брыжейку верхней трети прямой кишки. Наиболее крупной является брыжейка тонкой кишки. На ней подвешены тощая и подвздошная кишки. Корень ее расположен на задней брюшной стенке от 2-го поясничного позвонка слева до крестцово-подвздошного сустава справа. Периферическая же часть брыжейки соответствует длине тонкой кишки (5—6 м).

Брыжейка поперечной ободочной кишки располагается поперечно на уровне 1-го поясничного позвонка и как бы разделяет брюшную полость на два этажа. В верхнем из них лежит желудок, часть двенадцатиперстной кишки, печень, селезенка и поджелудочная железа. Брыжейка сигмовидной ободочной кишки соответствует расположению последней, а затем переходит в брыжейку верхней трети прямой кишки. Различают еще брыжейку червеобразного отростка и маточных труб.

Большой сальник состоит из четырех листков брюшины. Он свисает от большой кривизны желудка в виде фартука, покрывая спереди органы брюшной полости. Помимо механической роли большой сальник выполняет функцию жирового депо. Наряду с этим в сальнике содержится большое количество *макрофагов* — специальных клеток соединительной ткани, способных поглощать микроорганизмы и чужеродные тела, проникающие в полость брюшины.

Малый сальник, состоящий из двух листков брюшины, располагается между воротами печени с одной стороны и малой кривизной желудка и начальной частью двенадцатиперстной кишки — с другой. Краем его является *печеночно-двенадцатиперстная связка*, которая заключает между своими листками воротную вену, печеночную

артерию и общий желчный проток. Позади этой связки находится *сальниковое отверстие*, через него можно проникнуть в щелевидное пространство позади малого сальника и желудка.

Таким образом, брюшина, покрывая стенки и органы брюшной полости, образует сложную систему щелевидных пространств (полость брюшины), заполненную незначительным количеством серозной жидкости.

Полость брюшины у мужчин совершенно замкнута. У женщин же существует связь ее с внешней средой через маточные трубы, матку и влагалище.

Глава 2

ДЫХАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Необходимым условием для жизнедеятельности организма является постоянный газообмен между организмом и окружающей его средой. Органы, по которым циркулирует вдыхаемый и выдыхаемый воздух, объединяются в **дыхательный аппарат** (*apparatus respiratorius*).

При дыхании организм получает из воздуха кислород, который разносится кровью по всему телу. Кислород участвует в сложных окислительных процессах органических веществ, при этом освобождается необходимая организму энергия. Конечные продукты распада — углекислота и частично вода — выводятся из организма в окружающую среду через органы дыхания.

В дыхательном аппарате выделяют **воздухоносные пути** (*носовую полость, гортань, трахею и бронхи*) и **респираторный** (дыхательный) **отдел**, представленный альвеолами легких, в которых и происходит газообмен. Важной особенностью строения стенки воздухоносных путей является наличие в ней твердой основы — хрящевых колец. Они препятствуют спадению стенок при дыхании.

ВОЗДУХОНОСНЫЕ ПУТИ

Наружный нос и полость носа

Наружный нос (*nasus*) состоит из костных и хрящевых образований и имеет форму неправильной пирамиды, которая изменяется в зависимости от особенностей строения черепа.

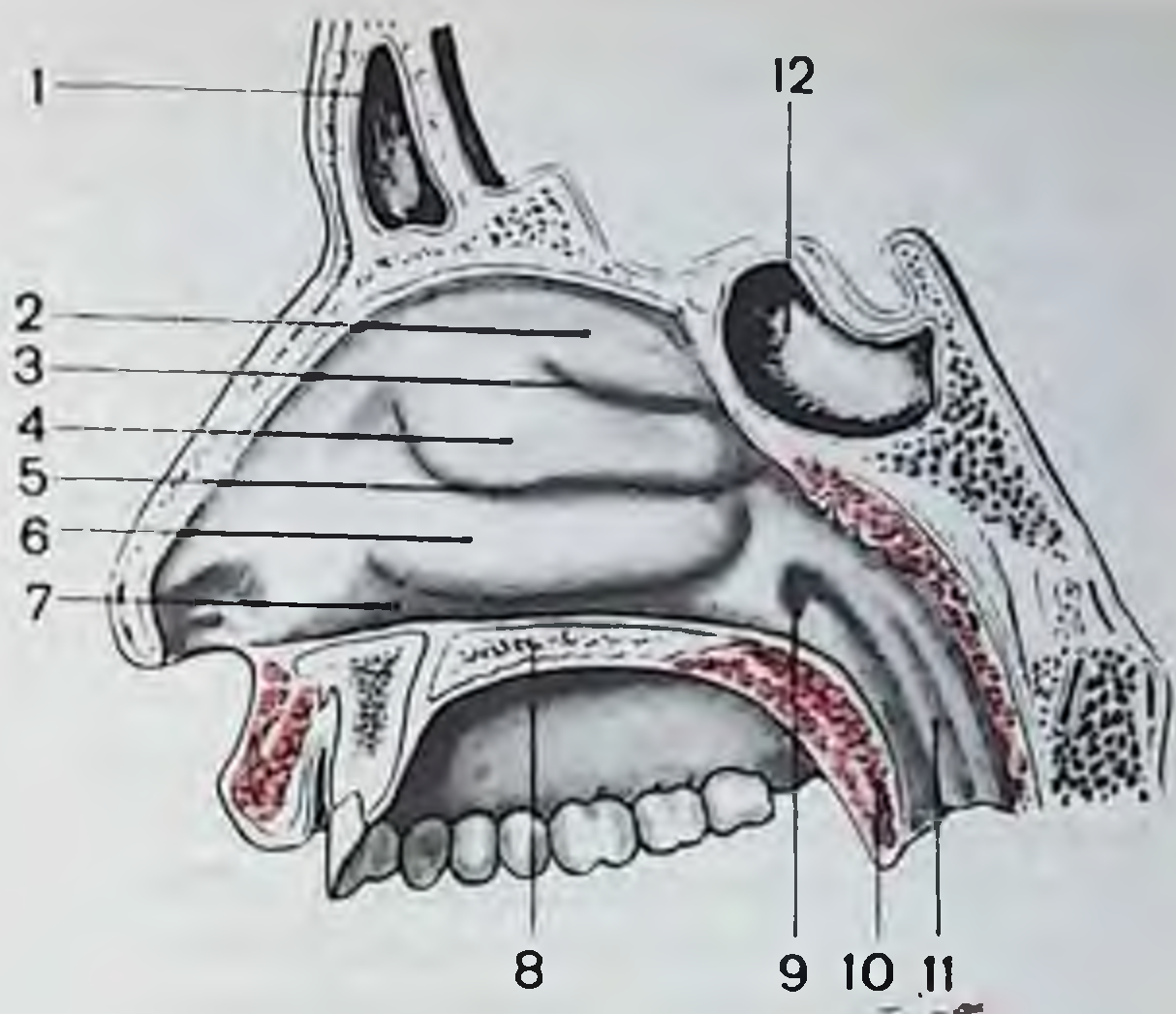
В состав костного скелета наружного носа входят носовые косточки и носовая часть лобной кости. Хрящевой скелет является продолжением костного скелета и состоит из гиалиновых хрящей различной формы.

Полость носа (*cavum nasi*) имеет нижнюю, верхнюю и две боковые стенки (рис. 207). Нижняя стенка образована твердым нёбом, верхняя — решетчатой пластинкой решетчатой кости, боковая — верхней челюстью, слезной костью, глазничной пластинкой решетчатой кости,

Рис. 207.

Полость носа:

1 — лобная пазуха, 2, 4, 6 — верхняя, средняя и нижняя носовые раковины, 3, 5, 7 — верхний, средний и нижний носовые ходы; 8 — твердое небо; 9 — глоточное отверстие слуховой трубы; 10 — мягкое небо; 11 — носовая часть глотки; 12 — клиновидная пазуха



нёбной костью (ее перпендикулярной пластинкой) и клиновидной костью (медиальной пластинкой крыловидного отростка).

Носовой перегородкой полость носа разделена на правую и левую части. Перегородка носа образована сошником, перпендикулярной пластинкой решетчатой кости и спереди дополняется четырехугольным хрящом носовой перегородки.

На боковых стенках полости носа располагаются *носовые раковины* — по три с каждой стороны, из которых нижняя носовая раковина представляет самостоятельную кость, а средняя и верхняя входят в состав лабиринта решетчатой кости. Наличие носовых раковин увеличивает внутреннюю поверхность полости носа, с которой соприкасается вдыхаемый воздух. Соответственно наименованию носовых раковин в полости носа различают *нижний, средний и верхний носовые ходы*.

В заднем отделе полости носа имеется два отверстия — *хоаны*, при помощи которых полость носа соединяется с носовой частью глотки. Кроме того, через особые отверстия полость носа сообщается с *воздухоносными пазухами* окружающих костей: верхний носовой ход — с клиновидной пазухой, средний — с лобной и верхнечелюстными пазухами. Верхний и средний ходы имеют также сообщение с ячейками решетчатой кости. В нижний носовой ход открывается носослезный канал.

Вся внутренняя поверхность полости носа покрыта слизистой оболочкой, выстланной мерцательным эпителием и содержащей большое количество слизистых желез, кровеносных капилляров и нервных окончаний. Воздух, проходя при дыхании через носовую полость, согревается, увлажняется и очищается от проникающей пыли.

Мерцательный эпителий характеризуется тем, что на его свободной поверхности, обращенной в полость, имеются *мерцательные реснички*. Движениями этих ресничек создается направленный ток слизи из воздухоносных путей наружу.

Воздух из носовой полости попадает в глотку, а из нее — в гортань.

Гортань

Гортань (larynx) располагается на передней поверхности шеи, ниже подъязычной кости, на уровне 4—6-го шейных позвонков (см. рис. 187). Спереди гортань покрыта передними мышцами шеи и фасцией шеи, сбоку от гортани располагаются важные сосудисто-нервные пучки и доли щитовидной железы, сзади — глотка, с которой имеется сообщение. Книзу гортань переходит в трахею, а сверху прикрепляется при помощи *щито-подъязычной мембраны* к подъязычной кости, вследствие чего она следует за ее движениями, поднимаясь и опускаясь, например при глотании.

Из всех отделов дыхательных путей строение гортани отличается наибольшей сложностью. Она имеет хорошо выраженный хрящевой скелет и большое число мышц, приводящих его в движение. Изнутри гортань покрыта слизистой оболочкой. Сложность строения гортани обусловлена тем, что она, помимо проведения воздуха, самым непосредственным образом участвует в голосообразовании.

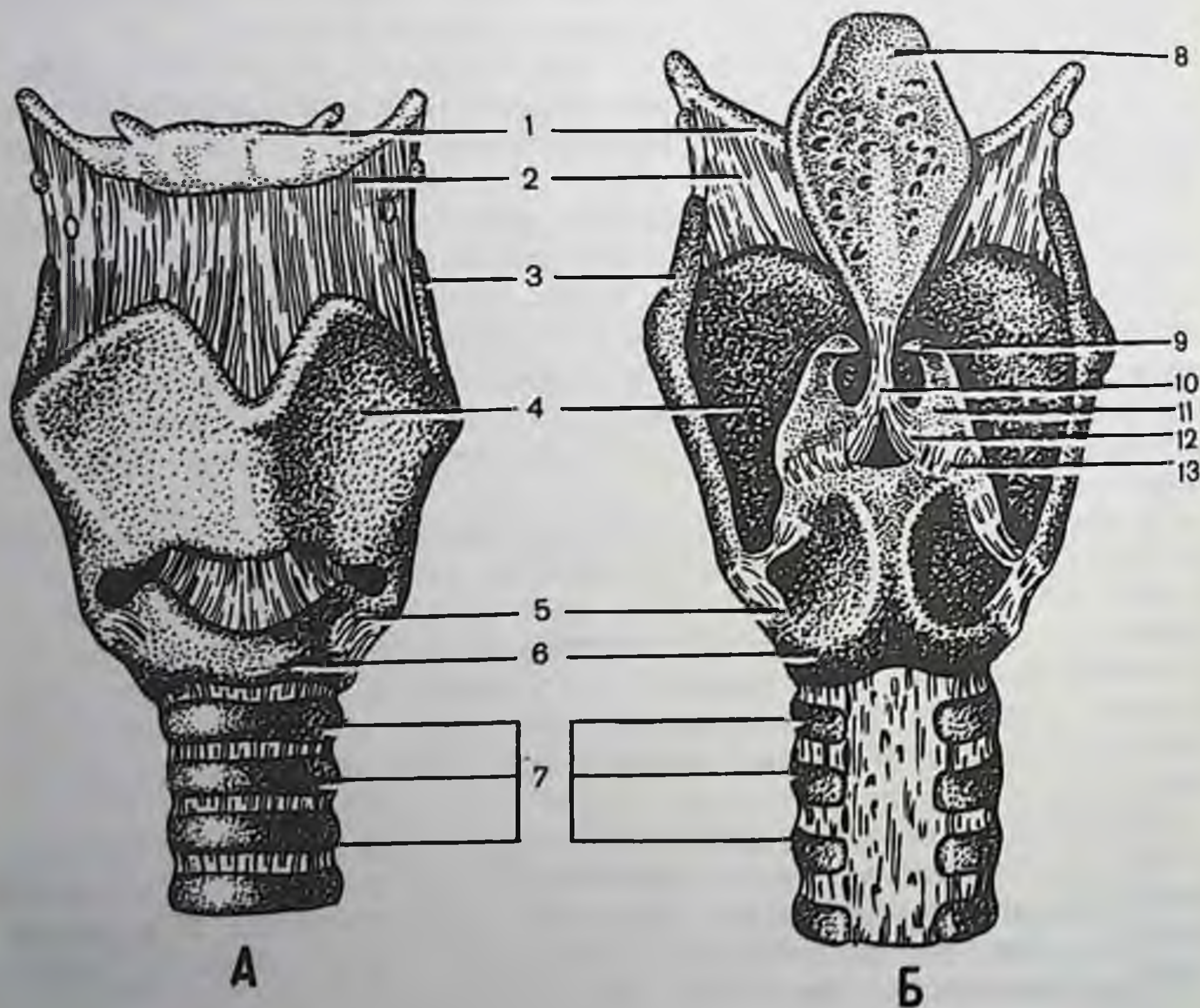


Рис. 208.

Хрящи гортани (А — вид спереди, Б — вид сзади):

1 — подъязычная кость; 2 — щито-подъязычная мембрана; 3 — верхние рога щитовидного хряща; 4 — щитовидный хрящ; 5 — нижние рога щитовидного хряща; 6 — перстневидный хрящ; 7 — хрящи трахеи; 8 — надгортанник; 9 — рожковидный хрящ; 10 — голосовые связки; 11 — черпаловидный хрящ; 12 — голосовой отросток черпаловидного хряща; 13 — мышечный отросток черпаловидного хряща

Скелет гортани (рис. 208) состоит из трех непарных хрящей (*щитовидного, перстневидного, надгортанника*) и трех парных (*черпаловидных, рожковидных и клиновидных*). Надгортанник, рожковидные и клиновидные хрящи построены из эластического хряща, а щитовидный, перстневидный и большая часть черпаловидных — из гиалинового хряща.

Щитовидный хрящ является наиболее крупным. Он принимает участие в образовании передней и боковых стенок гортани. Состоит щитовидный хрящ из двух пластинок четырехугольной формы, которые спереди сходятся почти под прямым углом, образуя хорошо выраженный на передней поверхности шеи гортанный выступ. На верхнем крае щитовидного хряща по средней линии располагается вырезка, к которой прикрепляется при помощи связки нижний конец надгортанника. Задние края пластинок сверху и снизу имеют *рога*. Верхние рога соединяют щитовидный хрящ при помощи связок с подъязычной костью, а нижние — посредством суставов с перстневидным хрящом.

Перстневидный хрящ имеет вид перстня. Узкая часть этого хряща (его дуга) обращена кпереди; широкая часть обращена кзади и называется *пластинкой*. На верхнем ее крае имеются две хорошо выраженные суставные поверхности для сочленения с черпаловидными хрящами. Нижний край перстневидного хряща соединен с трахеей.

Надгортанник имеет форму лепестка, его верхний отдел расширен, нижний сужен и называется *стебельком*, с помощью которого хрящ прикрепляется к верхней вырезке щитовидного хряща. Своей расширенной частью надгортанник закрывает сверху вход в гортань при глотании пищи.

Черпаловидные хрящи располагаются на верхнем крае пластинки перстневидного хряща, соединяясь с ним при помощи суставов. Каждый из черпаловидных хрящей имеет форму пирамиды, основанием обращенной книзу. Основание имеет два отростка: передний — *голосовой* и латеральный — *мышечный*. К мышечному отростку прикрепляются мышцы гортани. От голосовых отростков черпаловидных хрящей вперед к внутренней поверхности угла щитовидного хряща натянуты *голосовые связки*.

У верхушки каждого черпаловидного хряща расположен маленький *рожковидный хрящ*, а несколько дальше, в толще черпало-надгортанной складки, — *клиновидный хрящ*.

Мышцы гортани (рис. 209) построены из поперечнополосатой мышечной ткани и делятся на три группы: *мышцы, расширяющие голосовую щель; мышцы, суживающие ее; мышцы, изменяющие напряжение голосовых связок.*

К мышцам, расширяющим голосовую щель, относится парная *задняя перстно-черпаловидная мышца*. Она начинается от задней поверхности перстневидного хряща и прикрепляется к мышечному отростку черпаловидного хряща. При сокращении мышца вращает черпаловидный хрящ вокруг вертикальной оси голосовым отростком кнаружи. В результате этого голосовые связки расходятся.

К мышцам, суживающим голосовую щель, относится парная *латеральная перстне-черпаловидная мышца*, которая располагается на

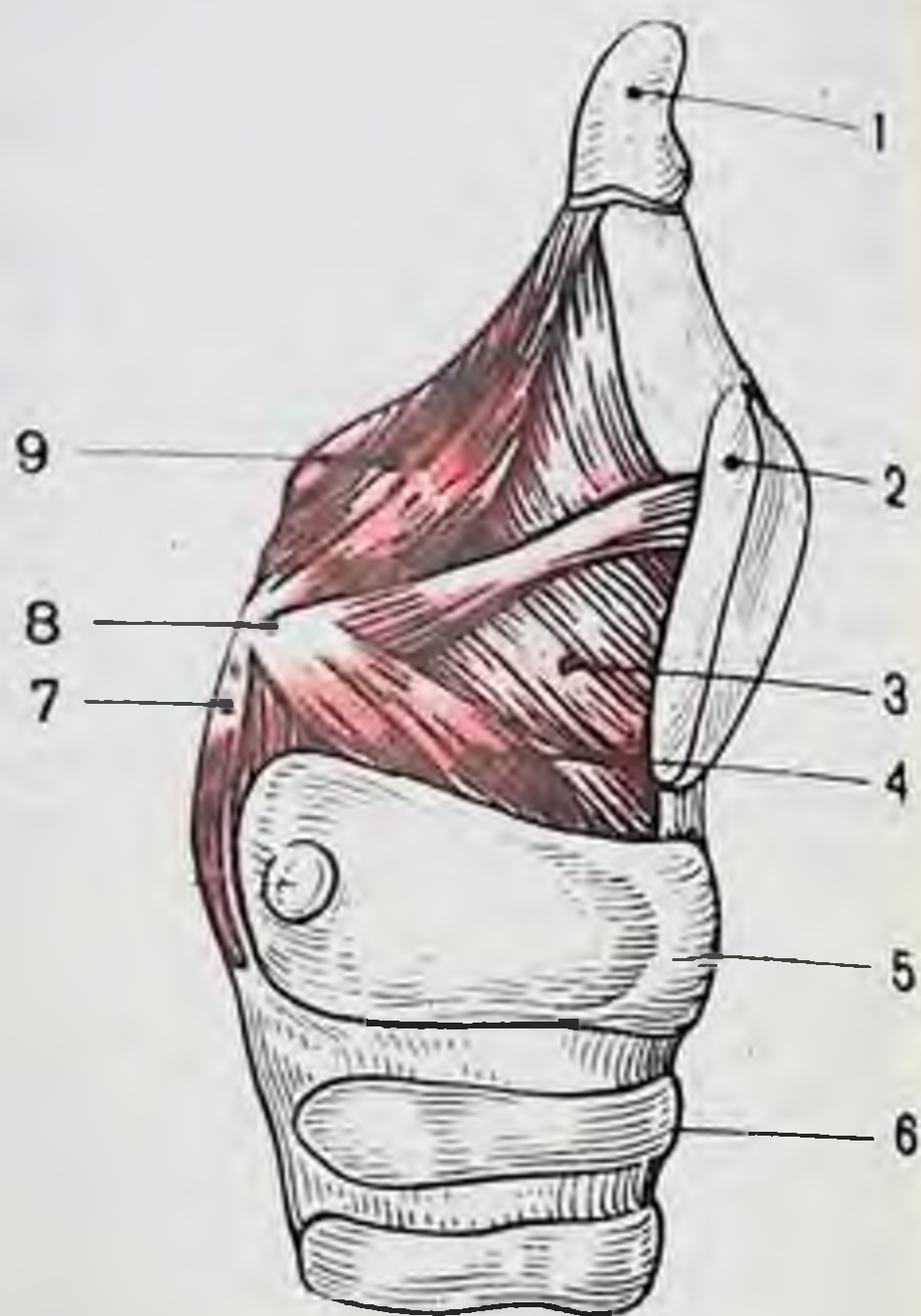
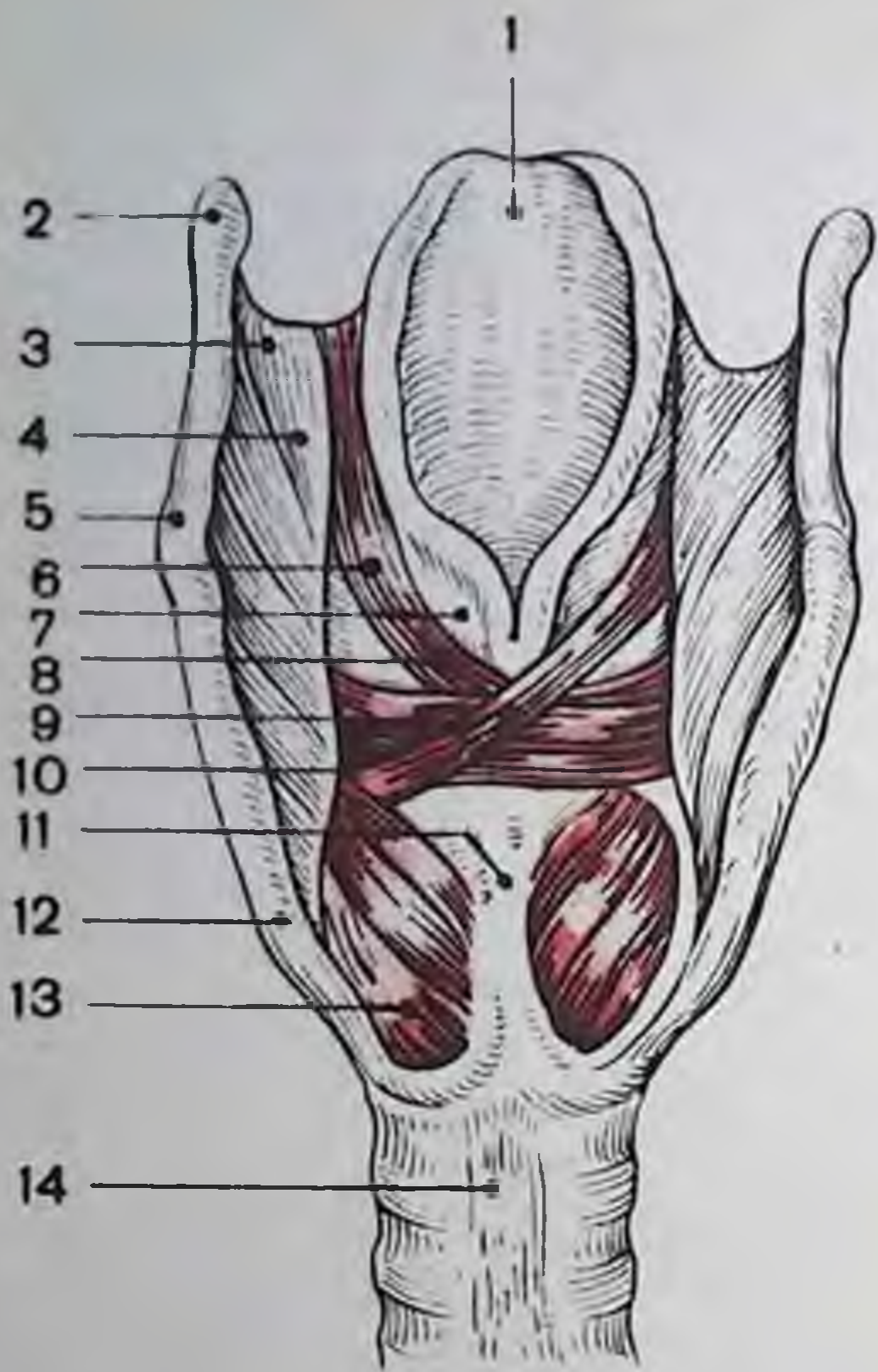


Рис. 209.

А

Б

Мышцы гортани

А — вид сзади: 1 — надгортанник; 2 — большой рог подъязычной кости; 3, 4 — щито-подъязычная мембрана, 5 — верхний рог щитовидного хряща, 6, 8 — черпало-надгортанная м.; 7 — черпаловидный хрящ; 9 — поперечная черпаловидная м.; 10 — косая черпаловидная м.; 11 — перстневидный хрящ; 12 — нижний рог щитовидного хряща; 13 — задняя перстне-черпаловидная м.; 14 — трахея; Б — вид сбоку: 1 — надгортанник, 2 — щитовидный хрящ (рассечен); 3 — щито-черпаловидная м., 4 — латеральная перстне-черпаловидная м.; 5 — перстневидный хрящ; 6 — трахея; 7 — задняя перстне-черпаловидная м.; 8 — мышечный отросток черпаловидного хряща; 9 — черпало-надгортанная мышца

боковой поверхности гортани. При сокращении она вращает черпаловидный хрящ голосовым отростком кнутри. Голосовую щель суживают также *поперечная* и *косые черпаловидные мышцы*, расположенные на задней поверхности черпаловидных хрящей.

К группе мышц, изменяющих напряжение голосовых связок, относятся: парная *голосовая мышца*, расслабляющая голосовые связки, и парная *перстне-щитовидная мышца*, напрягающая их. Голосовая мышца лежит в толще голосовой складки. Она начинается от щитовидного хряща и прикрепляется к голосовому отростку черпаловидного хряща. При сокращении тянет голосовой отросток кпереди, вследствие чего голосовая связка расслабляется. Перстне-щитовидная мышца начинается от дуги перстневидного хряща и прикрепляется к пластинке щитовидного хряща. При сокращении она оттягивает щитовидный хрящ вперед, в результате расстояние между ним и голосовым отростком черпаловидного хряща увеличивается и голосовая связка напрягается.

Слизистая оболочка, изнутри выстилающая гортань, покрыта мерцательным эпителием. На внутренней поверхности боковых стенок гортани она образует на каждой стороне по две складки: складку преддверия и голосовую складку (рис. 210). В толще каждой голосовой складки лежат голосовая связка и голосовая мышца. Между правой и левой голосовыми складками находится *голосовая щель*, через которую проходит воздух, а между голосовой складкой и складкой преддверия с каждой стороны имеется небольшое углубление, называемое *желудочком гортани*, которое играет роль резонатора при воспроизведении звуков.

Полость гортани состоит из трех отделов: *верхнего* (преддверия гортани), который сообщается с полостью глотки; *среднего*, где расположен собственно голосовой аппарат, и *нижнего*, переходящего непосредственно в трахею.

Возникновение звука связано с колебанием голосовых связок во время выдоха. От величины голосовой щели зависит высота тона. Образованию звука способствуют также определенные движения языка, губ и щек. Гортанные желудочки, глотка и полость рта являются резонаторами.

Трахея и бронхи

Трахея (trachea) является продолжением гортани, которая переходит в нее на уровне 6—7-го шейных позвонков (рис. 211). Она представляет собой трубку длиной от 9 до 13 см. Заканчивается трахея на уровне 5-го грудного позвонка, где она делится на *два бронха* — *правый и левый*.

Трахея занимает срединное положение, сзади она прилежит к пищеводу, а по бокам от нее располагаются сосудисто-нервные пучки. Спереди шейный отдел трахеи прикрывают мышцы (грудино-подъязычная и грудино-щитовидная), а вверху она охватывается еще щитовидной железой. Грудной отдел трахеи прикрыт спереди рукоят-

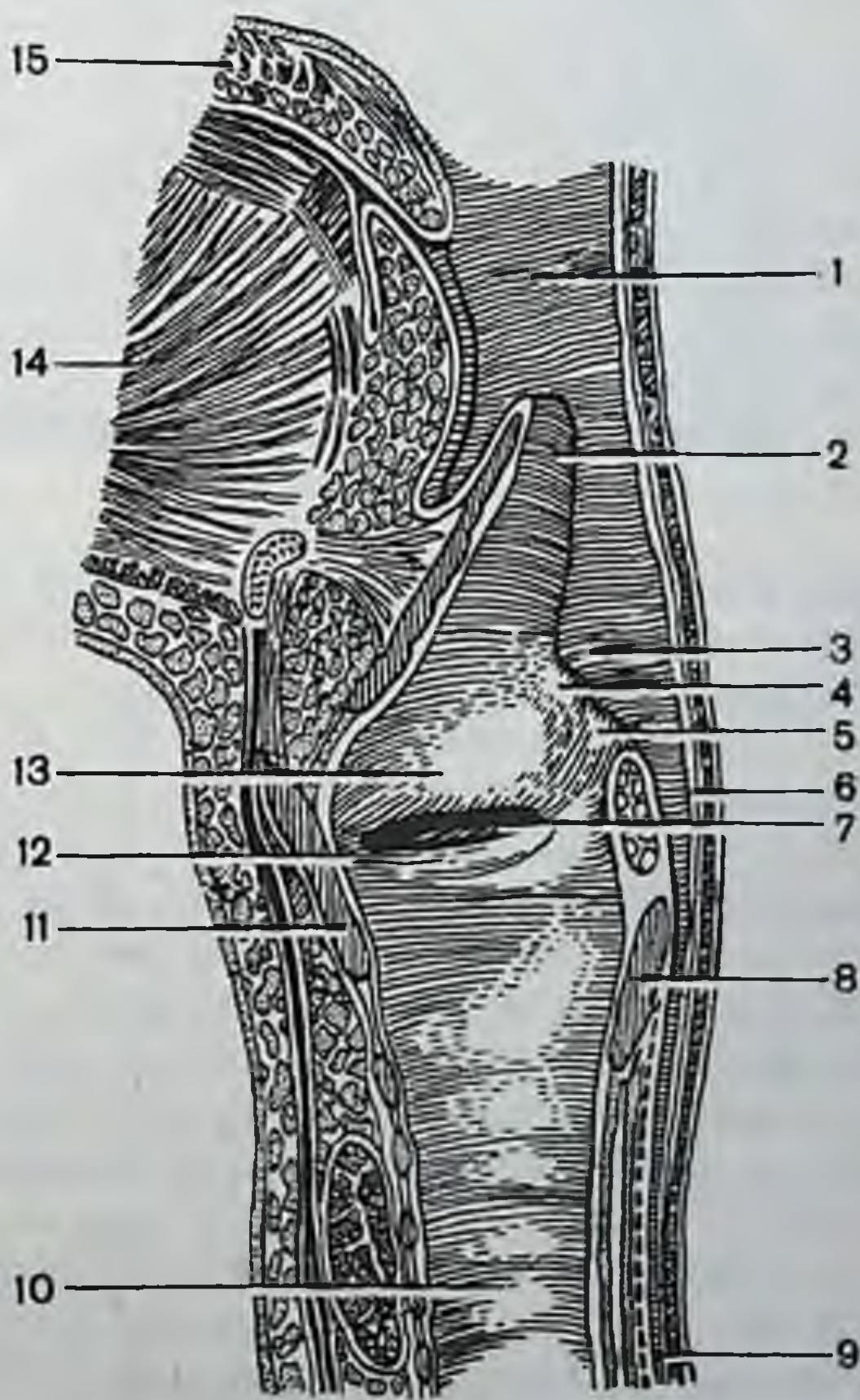


Рис. 210.

Полость гортани (сагиттальный разрез, правая половина):

1 — ротовая часть глотки; 2 — надгортанник; 3 — гортанная часть глотки; 4 — черпало-надгортанная связка; 5 — черпаловидный хрящ; 6 — стенка глотки; 7 — желудочек гортани; 8 — перстневидный хрящ; 9 — пищевод; 10 — трахея; 11 — щитовидный хрящ; 12 — голосовая складка; 13 — складка преддверия; 14 — язык; 15 — мягкое небо

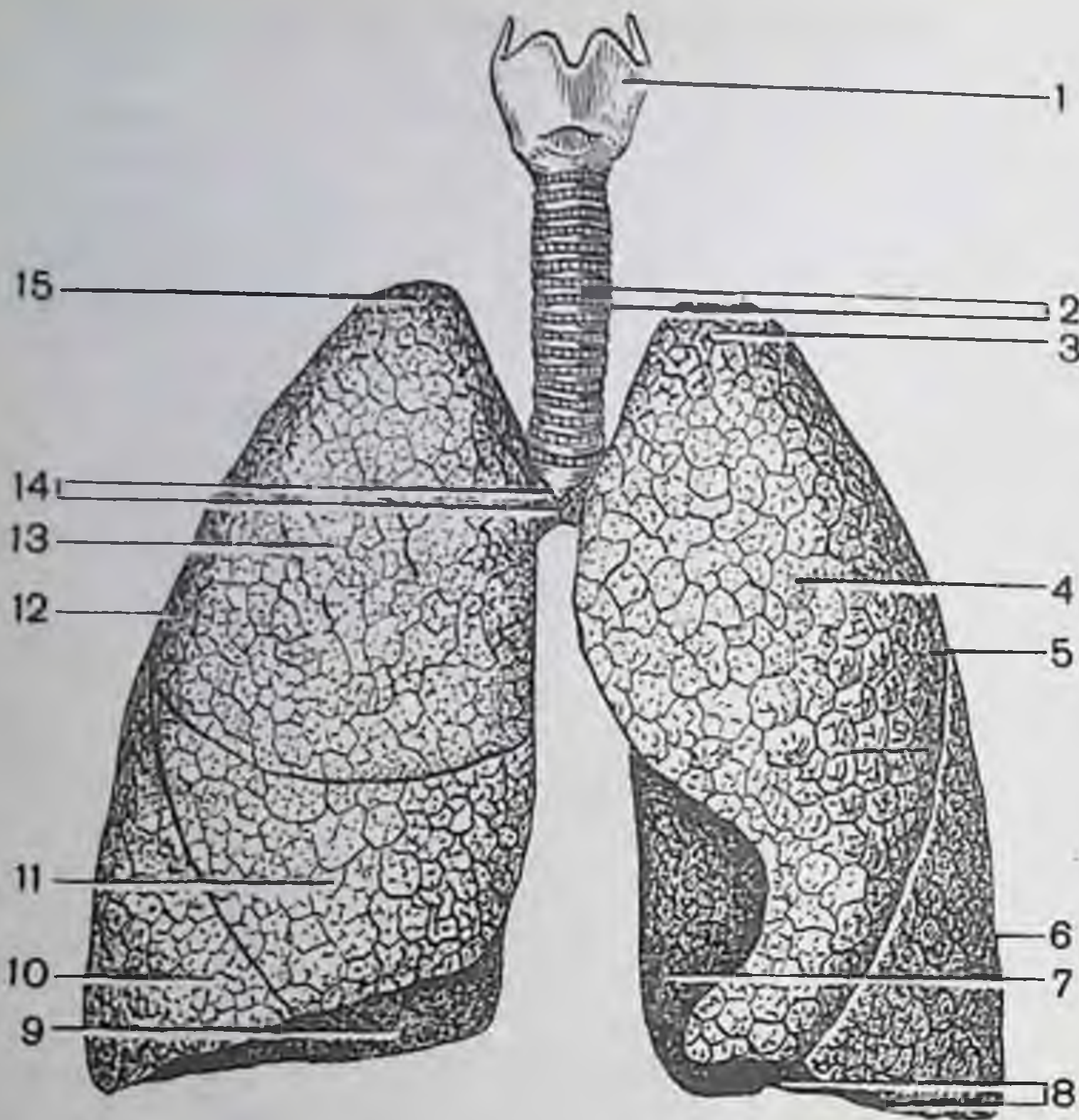


Рис. 211.

Трахея и легкие (вид спереди):

1 — гортань, 2 — трахея, 3 — верхушка левого легкого, 4 — верхняя доля левого легкого, 5 — реберная поверхность левого легкого, 6 — нижняя доля левого легкого, 7 — медиальная поверхность левого легкого, 8 — диафрагмальная поверхность левого легкого, 9 — диафрагмальная поверхность правого легкого, 10 — нижняя доля правого легкого, 11 — средняя доля правого легкого, 12 — реберная поверхность правого легкого, 13 — верхняя доля правого легкого, 14 — бронхи, 15 — верхушка правого легкого

кой грудины, остатками вилочковой железы и сосудами (дугой аорты, началом плече-головного ствола, левой общей сонной артерией и левой плече-головной веной).

Стенка трахеи состоит из 16—20 неполных гиалиновых хрящевых колец, соединенных фиброзными кольцевыми связками. Каждый хрящ занимает лишь две трети окружности, задняя треть замещена соединительнотканной перепончатой стенкой, которая содержит гладкие мышечные клетки, имеющие поперечное и продольное направления. Изнутри трахея покрыта слизистой оболочкой, содержащей большое количество лимфоидной ткани и слизистых желез. При дыхании мелкие частички пыли прилипают к увлажненной слизистой оболочке трахеи, а реснички мерцательного эпителия продвигают их обратно к выходу из дыхательных путей.

Бронхи (bronchi). На уровне 5-го грудного позвонка трахея делится на два *главных бронха (правый и левый)*, которые направляются к воротам соответствующего легкого. Правый бронх имеет более вертикальное направление, он несколько шире и почти вдвое короче левого (правый бронх — около 3 см, левый — около 5 см). Каждый из бронхов в легком ветвится на более мелкие бронхи, образуя так называемое *бронхиальное дерево*. По строению стенки бронхов напоминают трахею.

ЛЕГКИЕ

Правое и левое легкие (*pulmones*) занимают почти всю полость грудной клетки, за исключением ее средней части (см. рис. 199). Более расширенная нижняя часть каждого легкого, прилегающая к диафрагме, называется *основанием*. Верхняя часть легкого, называемая *верхушкой*, выходит через верхнее отверстие грудной клетки на 2—3 см выше соединения хряща 1-го ребра с грудиной.

На легком различают три *поверхности*: наружную, или *реберную*, медиальную, обращенную в сторону другого легкого, и нижнюю, или *диафрагмальную* (см. рис. 211). Кроме того, в каждом легком различают два *края*: *передний* и *нижний*, отделяющие диафрагмальную и медиальную поверхности от реберной. Сзади реберная поверхность без резкой границы переходит в медиальную. Передний край левого легкого имеет *сердечную вырезку*.

На медиальной поверхности легкого располагаются его *ворота*. В ворота каждого легкого входит главный бронх, легочная артерия, которая несет в легкое венозную кровь, и нервы, иннервирующие легкое. Из ворот каждого легкого выходят две легочные вены, которые несут к сердцу артериальную кровь, и лимфатические сосуды. Все эти образования, входящие и выходящие через ворота, составляют *корень легкого*.

Легкие имеют глубокие борозды, разделяющие их на доли. В правом легком различают три *доли* — *верхнюю*, *среднюю* и *нижнюю*, а в левом две — *верхнюю* и *нижнюю*.

Размеры легких неодинаковы. Правое легкое несколько больше левого, при этом оно короче его и шире, что соответствует более высокому стоянию правого купола диафрагмы в связи с правосторонним расположением печени.

Цвет нормальных легких в детском возрасте бледно-розовый, у взрослых они постепенно приобретают темно-серую окраску с синеватым оттенком — следствие отложения в них попадающих с воздухом пылевых частиц. Ткань легкого мягкая, нежная и пористая.

Главный бронх в области ворот легкого разветвляется на *долевые бронхи*, а они, в свою очередь, на более мелкие бронхи. Насчитывается примерно 8—9 порядков ветвления бронхов. Наиболее мелкие из них, имеющие диаметр около 1 мм, получили название *дольковых*, так как каждый такой бронх обслуживает одну *дольку легкого*.

Легочные дольки имеют вид пирамидок, поперечник которых не превышает 12 мм. Друг от друга они отделены прослойками соединительной ткани. Внутри каждой дольки бронх разветвляется на *бронхиолы*, уже не содержащие хрящевых пластин. Их стенка состоит из слизистой оболочки, выстланной мерцательным эпителием, снаружи от которой располагаются пучки гладких мышечных клеток. Внутри дольки бронхиола делится на *конечные* (или *концевые*) *бронхиолы*, которыми фактически заканчиваются воздухоносные пути.

Каждая конечная бронхиола разветвляется на две *дыхательные бронхиолы*, которые, в свою очередь, разветвляются на *альвеолярные ходы*, заканчивающиеся *альвеолами*. Обе дыхательные бронхиолы с

системой относящихся к ним альвеолярных ходов и альвеол составляют основную структурно-функциональную единицу респираторного отдела, называемую *ацинусом* (рис. 212). Общее число их в обоих легких достигает 800 000. Стенка альвеолы состоит только из эпителия, к которому прилежат кровеносные капилляры. Через их стенки и происходит газообмен между кровью и находящимся в альвеолах воздухом. Общая поверхность альвеол в обоих легких у взрослого человека при вдохе составляет примерно 100 кв. м.

Емкость легких у взрослого человека в среднем равна 4—5 л. Под влиянием занятий некоторыми видами спорта (плаванием, лыжным спортом, греблей), в которых характер работы связан с усиленным или форсированным дыханием, жизненная емкость легких может значительно увеличиваться и достигать до 7 л и более. В связи с этим у хорошо тренированных лиц объем легочной вентиляции при беге, гребле, ходьбе на лыжах и плавании может достигнуть 100 л в минуту.

Плевра (*pleura*) является серозной оболочкой, покрывающей каждое легкое (рис. 213). В ней различают два листка: *висцеральный* и *париентальный*.

Строение плевры во многом сходно со строением брюшины (см. стр. 300). Остов плевры состоит из соединительной ткани, свободная поверхность плевры выстлана мезотелием.

Висцеральная плевра сращена с легким, охватывает его со всех сторон, заходя в глубину междолевых борозд. У корня легкого висце-



Рис. 212.

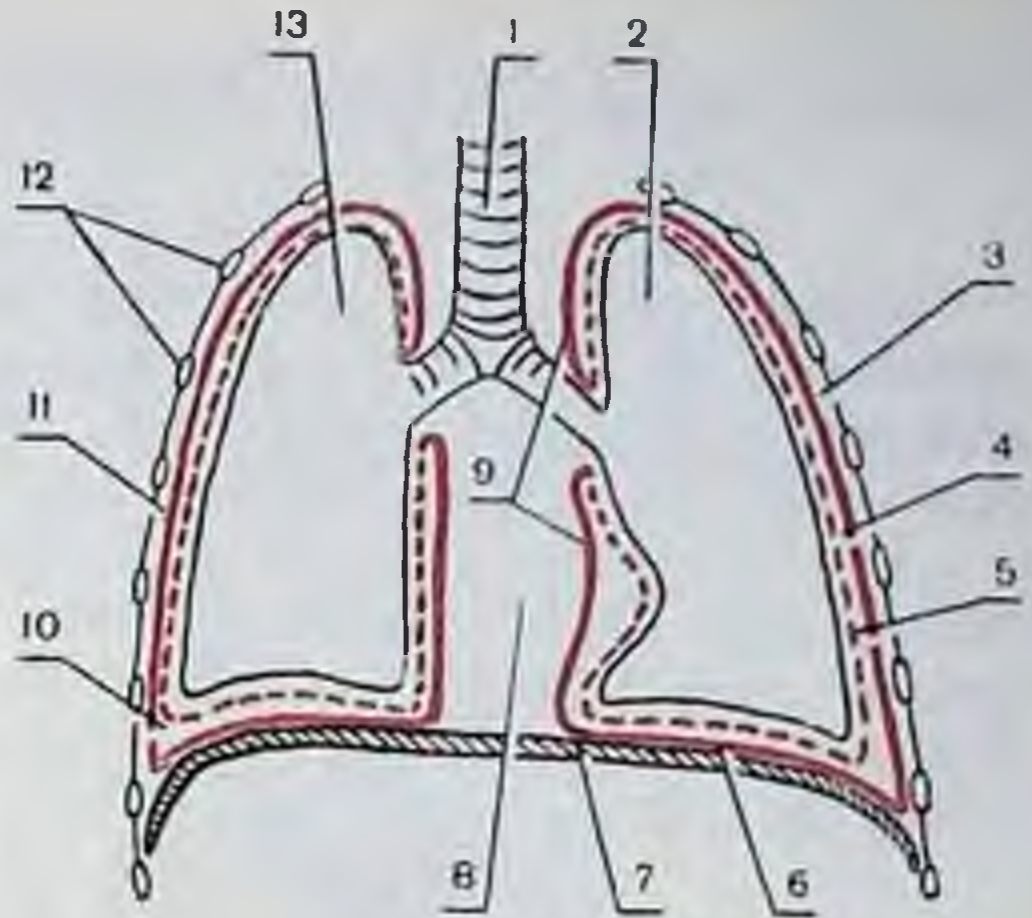
Строение ацинуса (схема)

- 1 — ветвь легочной а.
- 2 — дольковый бронх.
- 3 — легочный лимфатический узел.
- 4 — лимфатические сосуды.
- 5, 12 — конечные бронхиолы.
- 6 — дыхательные бронхиолы.
- 7 — альвеолы.
- 8 — альвеолярные ходы.
- 9 — плевра.
- 10 — легочные кровеносные капилляры.
- 11 — приток легочной в.
- 13 — бронхиальная а.
- 14 — бронхиальная в.

Рис. 213.

Ход плевры (схема):

1 — трахея; 2 — левое легкое; 3 — париетальный листок плевры (реберная плевра); 4 — плевральная полость левого легкого; 5 — висцеральный листок плевры (диафрагмальная плевра); 6 — диафрагма; 7 — средостенная плевра; 8 — париетальный листок плевры (средостенная плевра); 9 — реберно-диафрагмальный синус; 10 — париетальная плевра; 11 — ребра; 12 — правое легкое; 13 — трахея.



Париетальная плевра переходит в париетальную, которая выстилает внутреннюю поверхность грудной полости, образуя вокруг каждого легкого своеобразный плевральный мешок.

Между висцеральным и париетальным листками плевры находится щелевидное пространство — *плевральная полость*, содержащая серозную жидкость, которая облегчает скольжение легких при дыхательных движениях. В плевральной полости давление ниже атмосферного, что создает хорошие условия для заполнения легких воздухом во время вдоха.

В месте перехода реберной плевры в диафрагмальную образуется пространство, называемое *реберно-диафрагмальным синусом*, которое является запасным для легких при их расширении.

СРЕДОСТЕНИЕ

Средостением (mediastinum) называют комплекс органов в средней части грудной полости, расположенный между правым и левым плевральными мешками. С боков пространство, в котором находятся эти органы, ограничено плеврой средостения, спереди — грудиной, сзади — грудным отделом позвоночного столба, снизу — диафрагмой, а сверху достигает уровня верхнего отверстия грудной клетки. Различают *переднее* и *заднее средостение*. Границей между ними служит фронтальная плоскость, проходящая через трахею и главные бронхи. В переднем средостении располагаются сердце, вилочковая железа, восходящая аорта, верхняя полая вена и диафрагмальный нерв, а в заднем — трахея, бронхи, пищевод и сопровождающие его правый и левый блуждающие нервы, нисходящая аорта, грудной (лимфатический) проток, симпатический ствол, непарная и полунепарная вены. Пространство между органами и сосудами средостенья заполнено соединительной тканью.

МОЧЕ-ПОЛОВОЙ АППАРАТ

Мочевые органы, обеспечивающие образование и выделение из организма мочи, в которой содержатся конечные продукты обмена веществ, и *половые органы*, с которыми связано выполнение функции размножения, рассматривают обычно в рамках единого *моче-полового аппарата* (apparatus urogenitalis), поскольку у них общие источники развития, они анатомически тесно связаны друг с другом, имеют общие выводные протоки (например, у мужчин мочеиспускательный канал служит одновременно для выведения мочи и половых клеток).

МОЧЕВЫЕ ОРГАНЫ

К мочевым органам относятся *почки*, в которых происходит образование мочи, а также *мочеточники*, *мочевой пузырь* и *мочеиспускательный канал*, предназначенные для выведения мочи из организма и называемые мочевыводящими путями.

Почки

Почка (ren) является парным органом. Она располагается забрюшинно справа и слева от позвоночного столба, приблизительно на уровне от 11-го грудного позвонка до 3-го поясничного. Правая почка лежит несколько ниже левой, что связано с правосторонним положением печени (рис. 214).

Почка имеет бобовидную форму. У нее различают *переднюю* и *заднюю поверхности*, два края — *медиальный* и *латеральный*, а также *верхний* и *нижний концы*. Передняя поверхность почки является более выпуклой, чем задняя. Верхний конец почки обычно более толстый, чем нижний. К нему прилежит надпочечник. Латеральный край почки образует выпуклость, в то время как медиальный имеет вырезку, в которой располагаются *ворота почки*. Они ведут в полость, находящуюся внутри почки и именуемую *почечной пазухой*. Через ворота проходят кровеносные и лимфатические сосуды, а также нервы. Из ворот выходит мочеточник. Спереди каждая почка покрыта серозной оболочкой, брюшиной.

Снаружи почка имеет *фиброзную капсулу*, которая плотно прилежит к паренхиме самой почки. Кнаружи от фиброзной оболочки находится слой жировой клетчатки, который составляет *жировую капсулу* почки. Вся почка вместе с жировой капсулой окружена *фасцией*, играющей важную роль в фиксации почки. Почечная фасция тесно связана как с жировой, так и с фиброзной капсулами почки и переходит непосредственно в фасцию брюшной полости, находящуюся под брюшиной. В фиксации почки большую роль играют также кровеносные сосуды и внутрибрюшное давление.

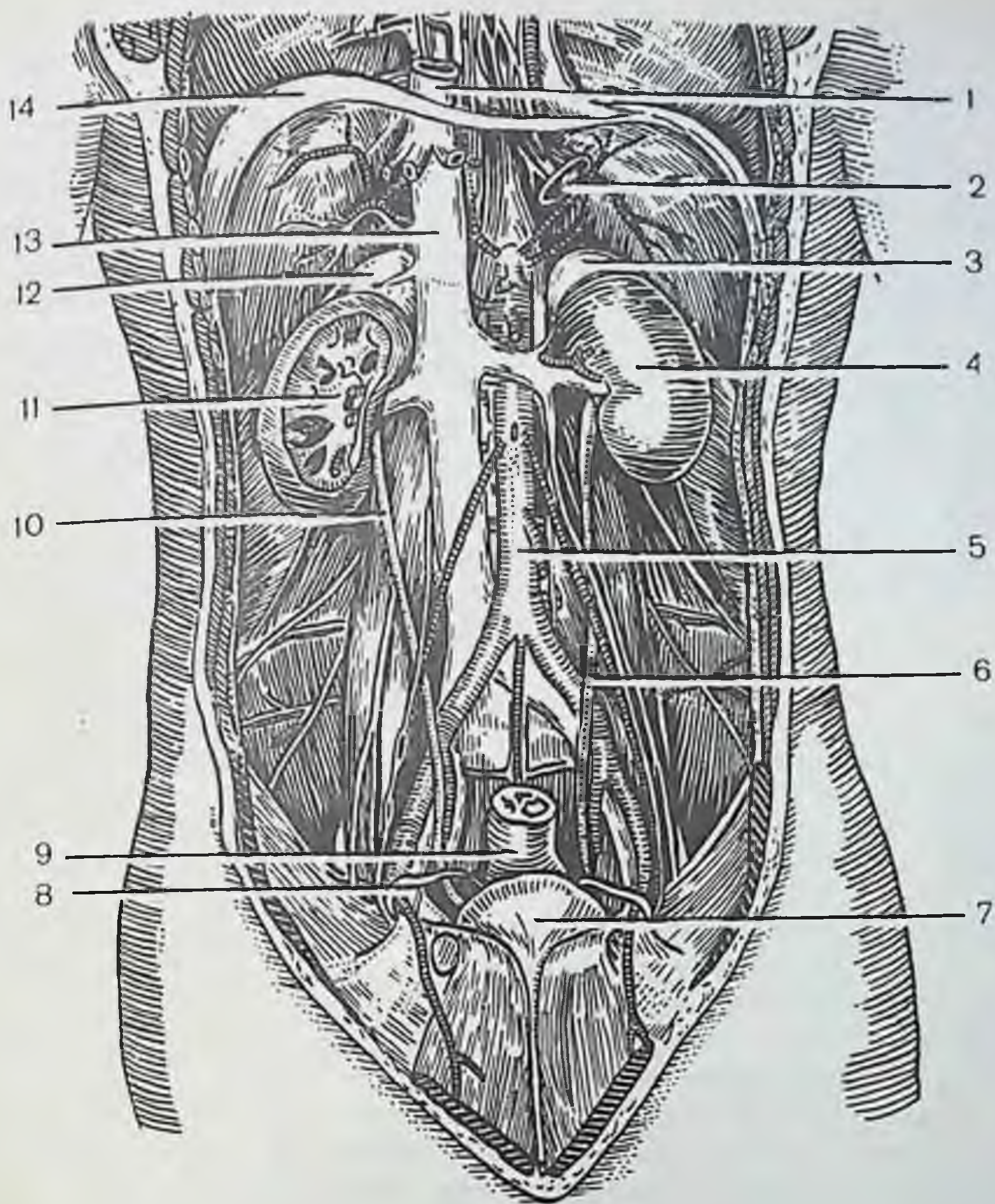


Рис. 214.

Положение мочевых органов в брюшной полости:

1, 13 — нижняя полая в.; 2 — пищевод; 3 — левый надпочечник; 4 — левая почка; 5 — брюшная а.; 6 — левый мочеточник; 7 — мочевой пузырь; 8 — правый семявыносящий проток; 9 — прямая кишка; 10 — правый мочеточник; 11 — правая почка; 12 — правый надпочечник; 14 — диафрагма

Внутреннее строение почки. В почке различают *корковое вещество*, образующее наружный слой толщиной 4 мм, и расположенное внутри от него *мозговое вещество*, состоящее из 10—15 *почечных пирамид* (рис. 215). Корковое вещество содержит *почечные тельца*, где образуется первичная моча. Оно проникает между пирамидами в виде почечных столбов. Мозговое вещество построено преимущественно из канальцев, по которым оттекает моча.

Каждая из пирамид своим основанием обращена к наружной поверхности почки, а вершуккой внутрь. Вершукка пирамиды называется *сосочком*. Здесь имеются многочисленные отверстия, через которые

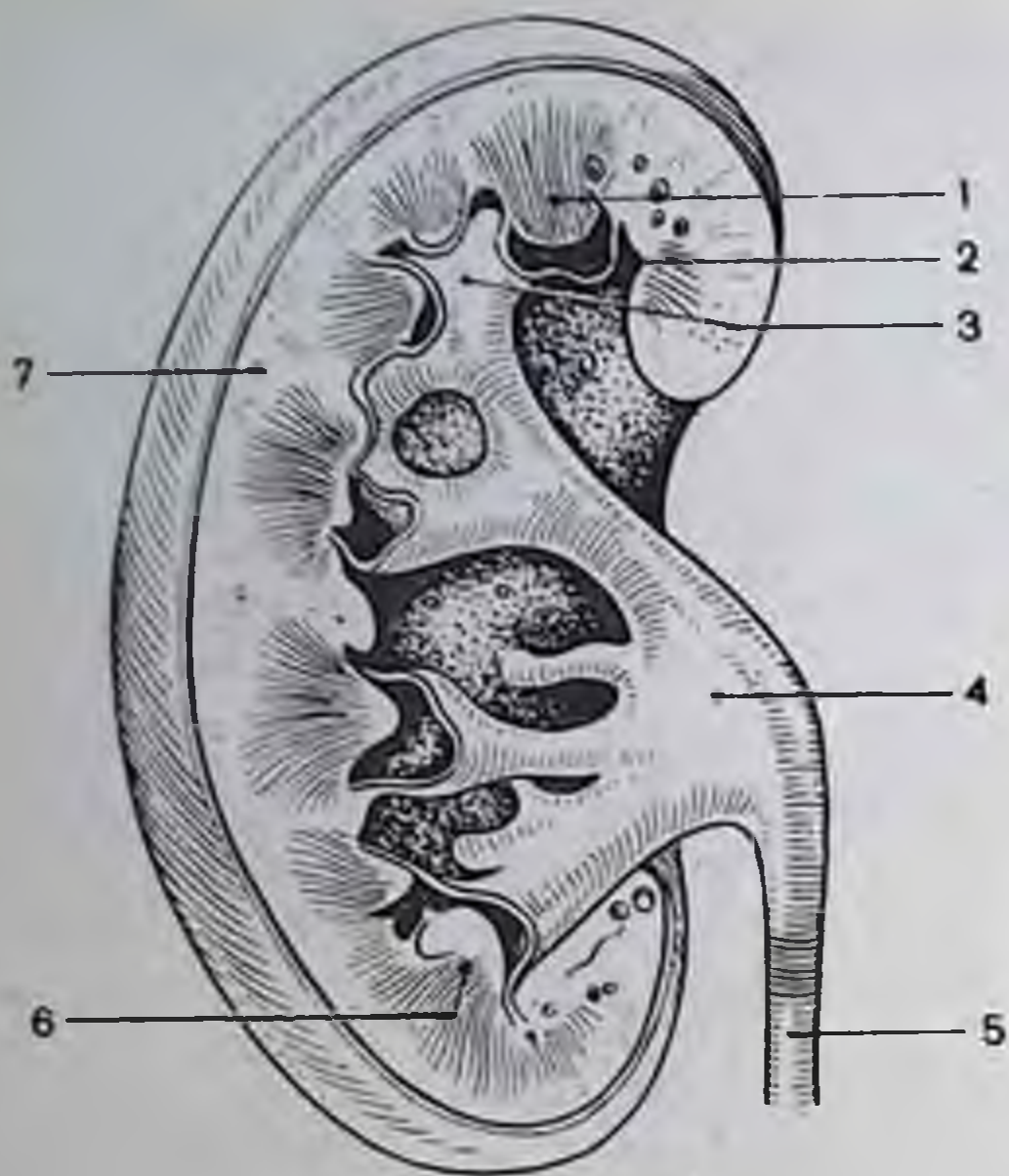


Рис. 215.

Фронтальный разрез почки:

1, 6 — почечные пирамиды; 2 — малая почечная чашка; 3 — большая почечная чашка; 4 — почечная лоханка; 5 — мочеточник; 7 — корковое вещество почки

моча поступает в *малую почечную чашку*, находящуюся уже в почечной пазухе. Малые почечные чашки в количестве, равном количеству пирамид, сливаясь между собой, образуют две-три *большие почечные чашки*, расположенные также в пределах почечной пазухи. Большие почечные чашки образуют *почечную лоханку*, которая, суживаясь, переходит в *мочеточник*.

Структурно - функциональной единицей почки является *нефрон* (рис. 216). Нефрон представляет собой систему извитых и прямых канальцев различного диаметра, с которыми связаны почечные тельца. Образующаяся в почечных тельцах первичная моча по мере продвижения по канальцам нефрона концентрируется и выводится из почки. В каждой почке насчитывается примерно 1 млн. нефронов.

Почечное тельце состоит из *клубочка* кровеносных сосудов и *капсулы клубочка*. Последняя построена из плоских эпителиальных клеток (*подоцитов*), вплотную прилежащих к стенке кровеносных капилляров. Через стенку капилляров и эпителиальные клетки в полость капсулы фильтруется почти вся плазма крови, за исключением белков. Этот фильтрат и составляет первичную мочу. Образованию ее способствует высокое кровяное давление в капиллярах клубочка, которое в среднем составляет 70—90 мм рт. ст., в то время как в обычных капиллярах оно не превышает 25 мм рт. ст. Такое высокое давление обусловлено особым строением сосудистого русла почки.

Артериальная кровь поступает в почку по *почечной артерии*. Внутри почки она делится на четыре-пять ветвей, которые проходят между пирамидами и носят название *междольковых артерий*. В области основания пирамид от междольковых артерий отходят *дугообразные артерии*, идущие на границе между корковым и мозговым веществами. От дугообразных артерий, в свою очередь, отходят *междольковые артерии*, направляющиеся в корковое вещество, и *прямые артерии* — в мозговое вещество. Прямые артерии разветвляются в мозговом веществе на капилляры, которые оплетают канальцы почки, а междольковые артерии — на *приносящие артериолы*, которые направляются к почечным тельцам, где образуют *клубочки капилляров*. Кровь из капилляров почечного тельца собирается в *выносящие артериолы*. Последние направляются к канальцам нефрона, образуя около них вторичную капиллярную сеть. Диаметр выносящей артериолы примерно в 2 раза меньше диаметра приносящей артериолы. Это и создает необходимые условия для высокого давления в капиллярах

почечного тельца. Оттекающая от канальцев кровь собирается сначала в мелкие, а затем в крупные венозные стволы. Венозные сосуды повторяют ход артериальных сосудов и имеют такие же названия.

Из почечного тельца первичная моча поступает сначала в *проксимальный отдел нефрона*, затем в *петлю нефрона*, которая заходит в мозговое вещество, а из нее — в *дистальный отдел нефрона*. Все части нефрона построены из канальцев различного диаметра, стенка которых образована однослойным эпителием. Через стенку канальцев нефрона происходит *резорбция* (возвращение в кровеносное русло) из первичной мочи большей части воды, глюкозы, частично солей и других веществ. В результате процессов резорбции образуется вторичная (или окончательная) моча с высокой концентрацией веществ, подлежащих удалению из организма (мочевины, аммиака и т. п.).

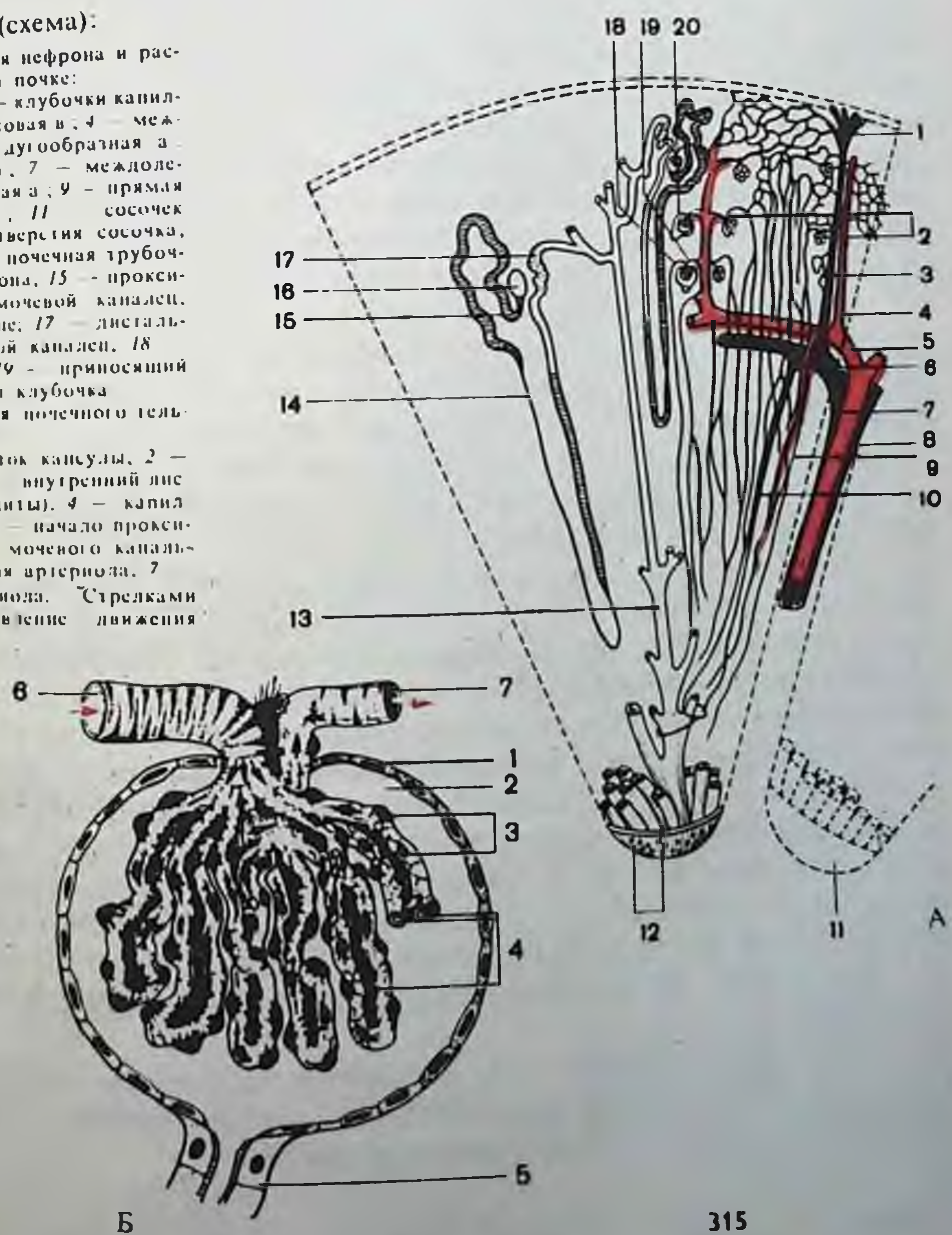
Из дистального отдела нефрона моча по *собирательным трубочкам* поступает в *сосочковые протоки*, которые оканчиваются на вершине пирамид. В среднем за сутки выделяется 1,5—2 л мочи.

Рис. 216.

Строение почки (схема):

А — Схема строения нефрона и расположения сосудов в почке:
 1 — звездчатая в.; 2 — клубочки капилларов; 3 — междольковая в.; 4 — междольковая а.; 5 — дугообразная в.; 6 — дугообразная а.; 7 — междольковая в.; 8 — междольковая а.; 9 — прямая в.; 10 — прямая а.; 11 — сосочек пирамиды; 12 — отверстия сосочка; 13 — собирательная почечная трубочка; 14 — петля нефрона; 15 — проксимальный извитый мочевой каналец; 16 — почечное тельце; 17 — дистальный извитый мочевой каналец; 18 — выносящий сосуд; 19 — приносящий сосуд; 20 — капсула клубочка

Б — Схема строения почечного тельца:
 1 — наружный листок капсулы; 2 — полость капсулы; 3 — внутренний листок капсулы (подониты); 4 — капиллярный клубочек; 5 — начало проксимального извитого мочевыводящего канальца; 6 — приносящая артериола; 7 — выносящая артериола. Стрелками обозначено направление движения крови



Мочеточники

Мочеточник (ureter) является непосредственным продолжением почечной лоханки (см. рис. 214) и служит для проведения мочи из почки в мочевой пузырь. Он представляет собой трубку, сплюснутую в переднезаднем направлении, длиной приблизительно 30 см. Стенка мочеточника, как и всех полых органов, состоит из трех оболочек: внутренней — *слизистой*, которая является продолжением слизистой оболочки почечной лоханки, средней — *мышечной*, построенной из гладких мышечных клеток, наружной — *адвентициальной*, образованной соединительной тканью. Мочеточник идет по задней стенке брюшной полости вниз и медиально. К мочевому пузырю оба мочеточника подходят сзади.

Мочевой пузырь

Мочевой пузырь (vesica urinaria) — полый орган вместимостью примерно 500—700 мл. Однако величина его, равно как и вместимость, может сильно колебаться в зависимости от индивидуальных особенностей организма. Когда мочевой пузырь пуст, он располагается сзади лобкового симфиза, когда же наполнен, отодвигается главным образом кверху, причем его верхушка поднимается выше верхнего края лобкового симфиза (см. рис. 214).

В мочевом пузыре различают *дно*, обращенное вниз и назад по направлению к прямой кишке (у мужчин) или влагалищу (у женщин), его верхнюю часть — *верхушку* и *тело*, составляющее среднюю часть. Мочевой пузырь покрыт брюшиной сверху и сзади. Спереди между мочевым пузырем и лобковым симфизом находится *предпузырное пространство*, заполненное рыхлой клетчаткой, позволяющей пузырю расширяться при наполнении.

Стенка мочевого пузыря помимо *серозной оболочки* (брюшины) состоит из *мышечной* и *слизистой оболочек*. Между ними в большей части стенки находится *подслизистая основа*. Мышечный слой построен из гладких мышечных клеток, которые в области выхода из мочевого пузыря мочеиспускательного канала располагаются циркулярными пучками, образуя его внутренний сфинктер. Слизистая оболочка имеет многочисленные складки, которые при наполнении мочевого пузыря сглаживаются. На внутренней поверхности дна мочевого пузыря имеется три отверстия: два *мочеточниковых* и *внутреннее отверстие мочеиспускательного канала*. Между ними участок стенки пузыря лишен подслизистой основы, и слизистая оболочка срастается непосредственно с мышечной. Он не имеет складок и носит название мочепузырного треугольника.

Из мочевого пузыря моча удаляется наружу по мочеиспускательному каналу. Он имеет выраженные половые отличия и поэтому рассматривается вместе с половыми органами.

МУЖСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ

К внутренним мужским половым органам относятся яички, придатки яичек, семявыносящие протоки, семенные пузырьки и предстательная железа, а к наружным — мошонка и мужской половой член (рис. 217).

Яичко (testis) является мужской половой железой, в которой вырабатываются мужские половые клетки — сперматозоиды. Это парный орган. Яичко первоначально развивается в брюшной полости, а затем смещается вниз, проходит через паховый канал и опускается в мошонку.

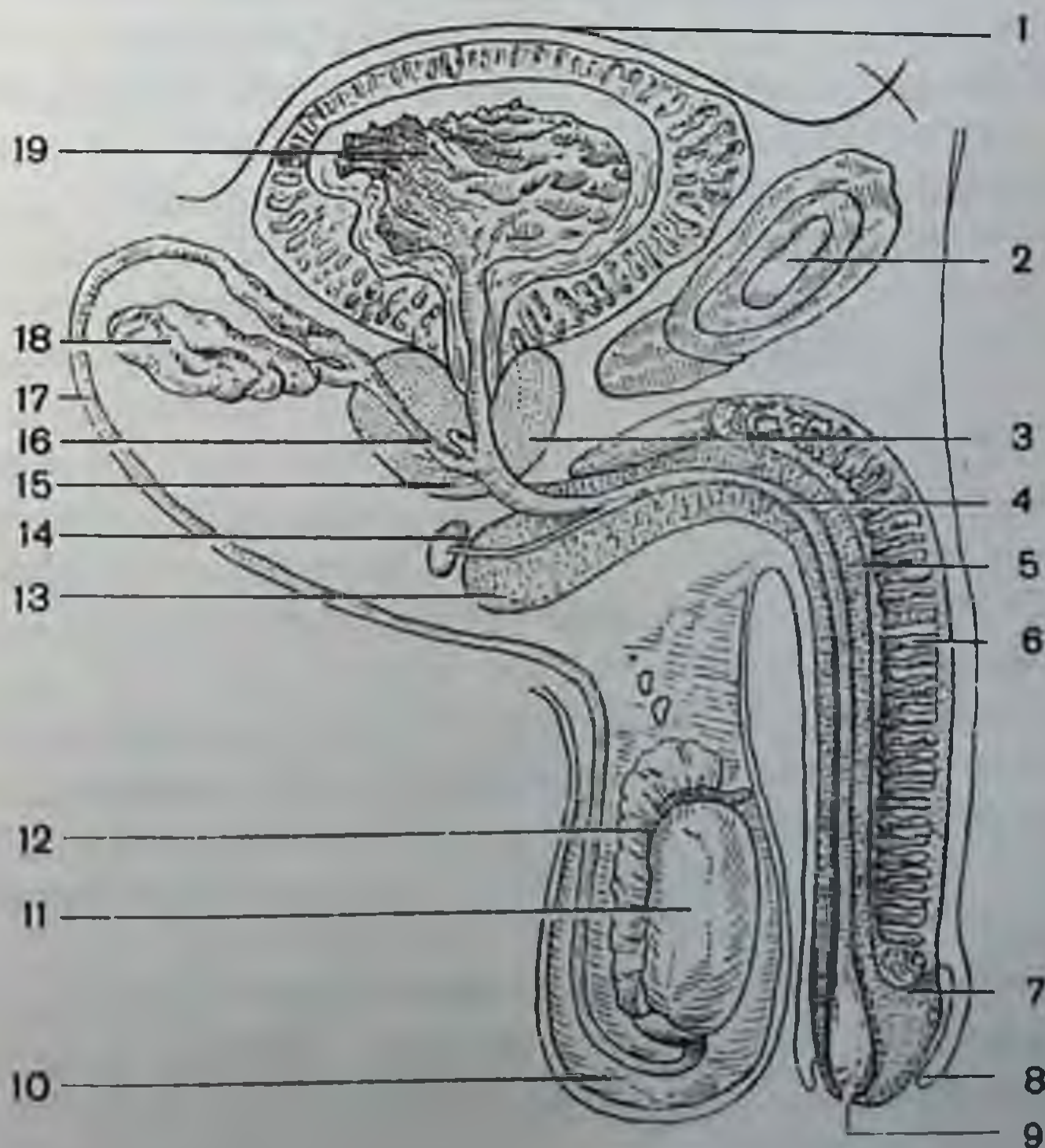
Снаружи яичко имеет плотную фиброзную капсулу, называемую белочной оболочкой, которая у заднего края образует утолщение — средостение яичка. От средостения внутрь яичка отходят отростки, разделяющие его паренхиму на дольки, число которых равно 100—250. Долька яичка состоит из извитых и прямых семенных канальцев (рис. 218). В извитых канальцах, расположенных в периферических отделах каждой дольки, происходит образование мужских половых клеток. Все извитые канальцы каждой дольки соединяются в общий выводной проток — прямой каналец. Прямые канальцы, выйдя из долек, соединяются между собой и в области средостения образуют сеть яичка.

В яичках вырабатываются также половые гормоны (внутрисекреторная функция), которые выделяются в кровь и определяют развитие вторичных половых признаков организма.

Рис. 217.

Мужские половые органы:

1 — брюшина, покрывающая стенку мочевого пузыря; 2 — симфи, 3 — предстательная железа; 4 — губчатая часть мочеиспускательного канала; 5 — губчатое тело полового члена; 6 — пещеристое тело полового члена; 7 — головки полового члена; 8 — крайняя плоть; 9 — наружное отверстие мочеиспускательного канала; 10 — мошонка; 11 — яичко; 12 — придаток яичка; 13 — луковица полового члена; 14 — бульбо-уретральная железа; 15 — предстательная железа; 16 — семявыбрасывающий проток; 17 — семявыносящий проток; 18 — семенной пузырек; 19 — полость мочевого пузыря



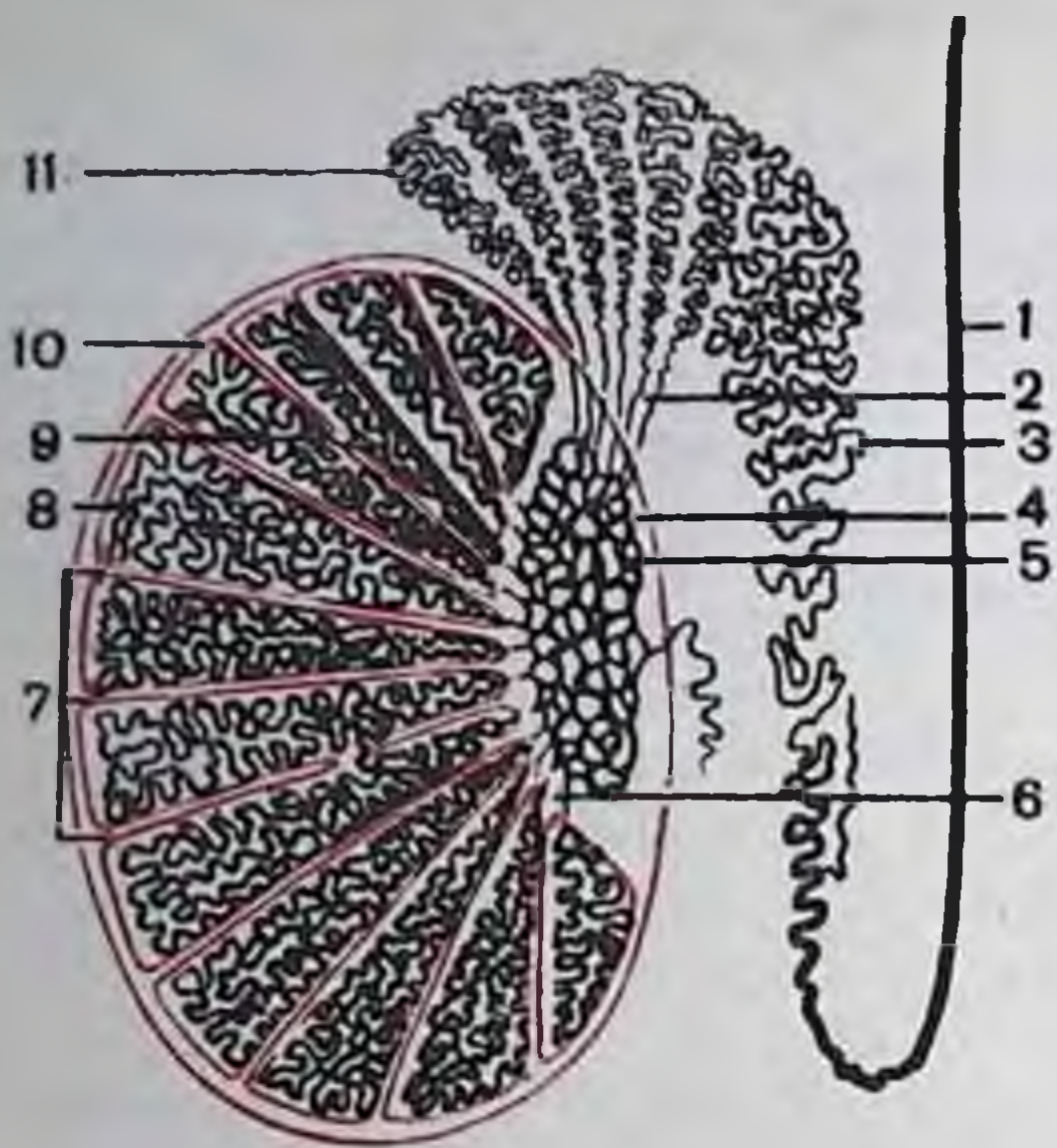


Рис. 218.

Схематическое строение семенных канальцев и выводящих протоков в яичке и его придатке:

1 — семявыносящий проток; 2 — выносящие канальцы; 3 — проток придатка; 4 — средостение яичка; 5 — сеть яичка; 6 — прямые семенные канальцы; 7 — перегородки яичка; 8 — извитые семенные канальцы; 9 — сообщения между семенными канальцами; 10 — белочная оболочка; 11 — доля придатка яичка.

Придаток яичка (epididymis) расположен вдоль заднего края яичка. Внутри придатка проходит *проток придатка*, в который открываются выносящие канальцы самого яичка. Проток придатка образует ряд изгибов и переходит в семявыносящий проток.

Яичко вместе со своими оболочками и придатком лежит в *мошонке*, которая представляет собой мешкообразный вырост кожи переднего отдела промежности.

Семявыносящий проток (ductus deferens) идет из мошонки вверх, проходит через паховый канал в полость живота и далее по наружной стенке малого таза направляется к задненижнему участку стенки мочевого пузыря. Здесь он соединяется с выводным протоком семенного пузырька, образуя *семявыбрасывающий проток*, который проходит через предстательную железу и открывается в мочеиспускательный канал. Общая длина семявыносящего протока достигает 50 см. Стенка его построена из трех оболочек: слизистой, мышечной и адвентициальной.

Семявыносящий проток проходит в составе **семенного канатика**, в который кроме семявыносящего протока входят яичковая артерия, питающая яичко, лозовидное венозное сплетение, лимфатические сосуды, идущие от яичка, артерии и вены семявыносящего протока и нервы.

Семенной пузырек (vesicula seminalis) представляет собой боковое выпячивание семявыносящего протока. Это парное образование, расположенное сзади и снизу от мочевого пузыря. Семенные пузырьки выполняют роль желез, секрет которых входит в состав семенной жидкости — спермы.

Предстательная железа (prostata) является непарным органом. Она располагается в полости малого таза под основанием мочевого пузыря (см. рис. 217).

Предстательная железа весит примерно 20 г, имеет плотную консистенцию и форму, несколько напоминающую каштановый орех. Ее поперечник в среднем равен 4 см, длина 3 см, а толщина около 2 см. Передневерхний ее участок пронизан начальным отделом мочеиспускательного канала, в который открываются устья семявыбрасывающих протоков.

Выводные протоки предстательной железы открываются непосредственно в мочеиспускательный канал. Относительно ее функции есть мнение, что она выделяет секрет, который оказывает активизирующее действие на мужские половые клетки. Секрет железы составляет жидкую часть спермы, а гладкомышечные ее элементы обеспечивают акт семяизвержения.

Мужской половой член (penis) — копулятивный (совокупительный) орган. Внутри него проходит мочеиспускательный канал, который у мужчин одновременно служит для выделения мочи и для выбрасывания семени.

В мужском половом члене различают *корень, тело и головку* (см. рис. 217). Тело члена имеет две поверхности: верхнюю, более широкую, именуемую *спинкой*, и нижнюю, более узкую, *уретральную*, со стороны которой находится мочеиспускательный канал. Форма головки несколько конусовидная. На ней находится *наружное отверстие мочеиспускательного канала* в виде продольно расположенной щели. Сзади от головки имеется суженное место — *шейка*. В области головки кожа полового члена образует складку, носящую название *крайней плоти*.

Половой член образован двумя *пещеристыми телами* и одним *губчатым телом*, которое окружает мочеиспускательный канал. Губчатое и пещеристые тела покрыты общей фасцией и кожей. Кроме того, каждое тело имеет собственную белочную оболочку, от которой внутрь него отходят перекладины, отграничивающие друг от друга небольшие полости, выстланные эндотелием. Во время эрекции эти полости заполняются кровью. В зависимости от степени их наполнения плотность полового члена и его величина изменяются. Губчатое тело имеет расширения, из которых одно образует головку члена, а другое, в области корня, — его луковичную часть. Половой член прикрепляется к лобковому симфизу при помощи связки. Другая связка идет от белой линии живота и охватывает пещеристые тела с боков.

Мочеиспускательный канал (urethra masculina) имеет длину около 18 см и подразделяется на три части: *предстательную, перепончатую и губчатую* (см. рис. 217).

Предстательной частью мочеиспускательного канала называется тот его отдел, который проходит через предстательную железу. В предстательную часть открываются семявыбрасывающие протоки и многочисленные протоки предстательной железы. Перепончатая часть мочеиспускательного канала является самой короткой. Она прободает так называемую моче-половую диафрагму, которая образована мышечными волокнами, расположенными между нижними ветвями лобковых и ветвями седалищных костей, и покрыта снаружи и внутри фасцией. Губчатая часть мочеиспускательного канала, как показывает само название, заложена в губчатом теле полового члена. Это наиболее

длинная часть. Ее слизистая оболочка имеет многочисленные железы. У наружного отверстия она имеет расширение — ладьевидную ямку. В начальный отдел губчатой части открываются выводные протоки желез мочеиспускательного канала.

Стенка мочеиспускательного канала состоит из слизистой, мышечной и адвентициальной оболочек, имеющих общий план строения.

На своем протяжении мочеиспускательный канал имеет два сфинктера. *Внутренний сфинктер*, расположенный в начальной части мочеиспускательного канала и построенный из гладких мышечных клеток, является непроизвольным сжимателем и раскрывается при наполнении мочевого пузыря. *Наружный сфинктер*, образованный циркулярными поперечнополосатыми мышечными волокнами, расположен в области прохождения мочеиспускательного канала через моче-половую диафрагму и управляется волевыми усилиями человека.

ЖЕНСКИЕ ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ

К внутренним женским половым органам относятся *яичники*, *маточные трубы*, *матка* и *вагина*, а к наружным — *большие и малые половые губы* и *клитор* (рис. 219).

Яичник (ovarium) является женской половой железой, в которой вырабатываются женские половые клетки — *яйцеклетки*. Это — парный орган. Яичники расположены в малом тазу по сторонам от матки, имеют овальную форму. Продольный размер их в среднем равен 3 см. Своим передним краем яичник подвешен к заднему листку широкой связки матки при помощи небольшой складки брюшины — *брыжейки яичника*. Кроме того, одним концом он прикреплен к телу матки посредством *собственной связки яичника* (рис. 220).

Внутреннее строение яичника варьирует в зависимости от возраста и функционального состояния организма. В яичнике взрослой женщины различают *корковое* и *мозговое вещество*.

Корковое вещество располагается снаружи яичника, оно содержит *фолликулы*. Каждый фолликул представляет собой пузырек, в котором созревает женская половая клетка (яйцеклетка). В период созревания яйцеклетки фолликул, раздвигая ткань яичника, приближается к его поверхности. Окончательно созревший фолликул лопается, и яйцеклетка выбрасывается в полость брюшины, откуда направляется в маточную трубу и затем в матку. Если оплодотворения яйцеклетки не происходит, то она удаляется из матки наружу через вагина при очередной менструации. Из яичника выделяется новая яйцеклетка, которая следует тем же путем. У половозрелой женщины этот процесс повторяется регулярно через 26—30 дней и нарушается только в период беременности. У некоторых женщин наблюдается одновременное выделение двух и более яйцеклеток.

Мозговое вещество яичника состоит из соединительной ткани, содержащей большое количество эластических волокон, гладких мышечных клеток, нервов, кровеносных и лимфатических сосудов.

Помимо яйцеклеток в яичниках вырабатываются *половые гормоны*

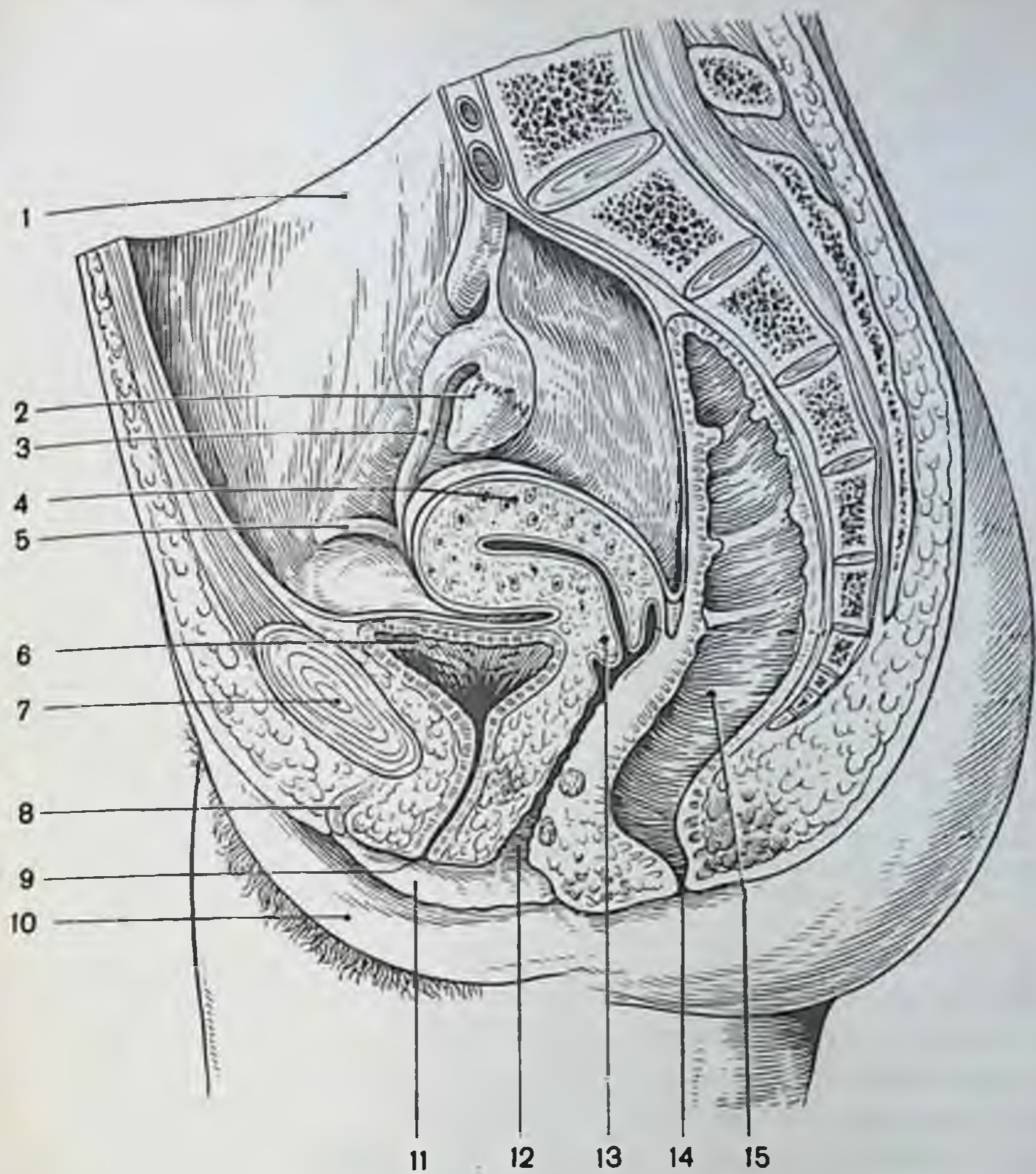


Рис. 219.

Средний сагиттальный разрез женского таза:

1 — париетальная брюшина передней брюшной стенки; 2 — яичник; 3 — маточная труба; 4 — матка; 5 — круглая связка матки; 6 — мочевой пузырь; 7 — симфиз; 8 — клитор; 9 — наружное отверстие мочеиспускательного канала; 10 — большая половая губа; 11 — малая половая губа; 12 — влагалище; 13 — шейка матки; 14 — задний проход; 15 — прямая кишка

ны. Они непосредственно поступают в кровь и определяют развитие вторичных половых признаков.

Маточные трубы (*tubae uterinae*), или яйцеводы, располагаются по бокам от матки в верхнем отделе ее широкой связки (см. рис. 220), имеют длину 10—12 см и служат для прохождения яйцеклетки из яичника в матку. Одним концом маточная труба открывается в матку, другой ее конец, направленный в сторону яичника, расширен и носит название *воронки*. Воронка маточной трубы имеет по краям бахромки, которые направляют движение яйцеклетки. Таким образом, полость брюшины у женщины (в отличие от мужской) не является замкнутой, а через маточные трубы, матку и влагалище сообщается с окружающей средой.

Стенка маточной трубы состоит из трех оболочек: *слизистой*, выстланной мерцательным эпителием; *мышечной*, имеющей круговой и

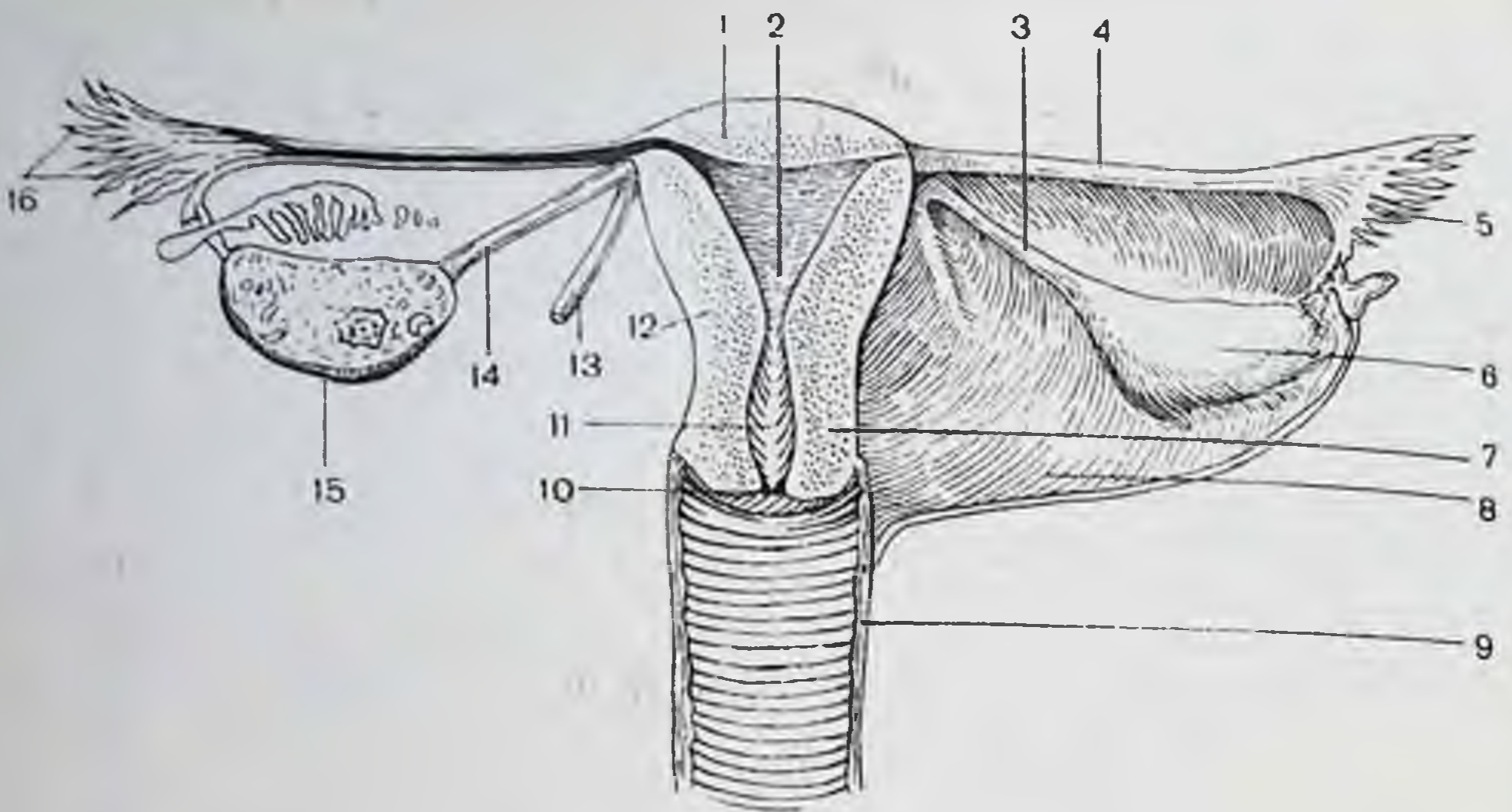


Рис. 220.

Внутренние женские половые органы (вид сзади; матка, влагалище и левый яичник во фронтальном разрезе:

1 — дно матки; 2 — полость матки; 3, 14 — собственная связка яичника, 4 — маточная труба, 5, 16 — воронка и бахромки маточной трубы; 6, 15 — яичник; 7 — шейка матки; 8 — широкая связка матки, 9 — влагалище; 10 — отверстие матки, 11 — канал шейки, 12 — тело матки, 13 — круглая связка матки

продольный слой гладкой мышечной ткани, и *серозной*. Слизистая оболочка отличается выраженной складчатостью. Яйцеклетка, попадая в трубу, продвигается по ней в сторону матки благодаря перистальтическим сокращениям мышечной оболочки.

Матка (*uterus*) представляет собой непарный полый орган грушевидной формы, в котором развивается плод в случае оплодотворения яйцеклетки. Располагается матка в малом тазу между мочевым пузырем и прямой кишкой (см. рис. 219). В ней различают: две поверхности — переднюю (*пузырную*) и заднюю (*кишечную*), верхнюю, утолщенную, часть — *дно*, среднюю часть — *тело* и нижнюю, суженную, часть — *шейку*.

Полость матки по форме приближается к равнобедренному треугольнику с вершиной, направленной вниз (см. рис. 220). На границе между дном и телом в полость матки с обеих сторон открываются отверстия маточных труб. Книзу полость матки переходит в *канал шейки*, длиной около 2,5—3 см, который открывается в полость влагалища *отверстием матки*. Тело матки образует с шейкой угол, открытый кпереди, — это нормальный физиологический изгиб матки.

Стенка матки состоит из трех оболочек: внутренней — *слизистой*, получившей название *эндометрия*, средней — *мышечной* (*миометрия*) и наружной (*периметрия*), представленной *серозной оболочкой*.

Слизистая оболочка матки играет важную роль, так как в ней происходит развитие оплодотворенной яйцеклетки. При удалении неоплодотворенной яйцеклетки слизистая оболочка отторгается, кровеносные сосуды ее при этом разрываются, и изливающаяся из них кровь вместе с остатками слизистой оболочки удаляется через влагалище

наружу. Отторжение слизистой оболочки носит название *менструации*, которая длится 3—5 дней. В этот период организм женщины ослаблен.

Мышечная оболочка матки самая мощная, она имеет толщину от 1,5 до 2 см и составляет главную массу всей матки. Мышечная оболочка построена из гладкой мышечной ткани, волокна которой расположены продольно (наружный и внутренний слой) и циркулярно (средний слой).

Наружный слой стенки матки представляет собой листок брюшины, который переходит с мочевого пузыря на матку и далее с матки на прямую кишку.

В фиксации матки принимают участие связки, влагалище и посредством его — дно таза, а также соседние органы. По бокам от матки к стенкам малого таза идут образованные брюшиной *широкие связки матки*. Они состоят из двух листков брюшины — переднего и заднего, между которыми находится слой рыхлой соединительной ткани (так называемый *параметрий*), заключающий в себе артерии, вены, нервы и лимфатические сосуды. Несколько ниже маточных труб с каждой стороны от матки отходят *круглые связки матки*, представляющие собой плотный соединительнотканый тяж. Эти связки направляются к паховым каналам, проходят через них и заканчиваются в подкожной клетчатке больших половых губ. Несмотря на фиксирующий аппарат, матка является подвижным органом, легко смещающимся вперед, назад, в стороны и вверх.

Влагалище (*vagina*) представляет собой сплюснутую в переднезаднем направлении трубку, имеющую длину в среднем 8—10 см (рис. 221).

В верхнем отделе влагалище срастается с шейкой матки, охватывая ее со всех сторон. Вследствие этого между влагалищной частью шейки и стенкой влагалища образуются углубления, обращенные кверху, именуемые *сводами влагалища*. Различают передний свод, задний (самый глубокий) и два боковых.

Передняя стенка влагалища прилежит к дну мочевого пузыря и мочеиспускательному каналу, а задняя — к прямой кишке.

Нижний конец влагалища проходит через моче-половую диафрагму и открывается в *преддверие влагалища*. В нижнем отделе влагалища имеется складка слизистой оболочки — *девственная плева*, которая при первом совокуплении надрывается.

Стенка влагалища имеет толщину равную примерно 3 мм и состоит из трех оболочек: внутренней — *слизистой*, средней — *мышечной* и наружной — *адвентициальной*. Мышечная оболочка влагалища построена из гладкой мышечной ткани.

Большие половые губы (*labia majora pudendi*) представляют собой две складки кожи, имеющие вид продольных валиков, которые ограничивают *половую щель*. Спереди и сзади они соединены при помощи *спаек*. Кожа наружной поверхности больших губ слегка пигментирована, покрыта волосами и содержит много сальных и потовых желез. В толще больших губ содержится скопление жировой клетчатки, в которой оканчиваются круглые связки матки.

Малые половые губы (*labia minora pudendi*) располагаются в промежутке между большими губами и представляют собой складки

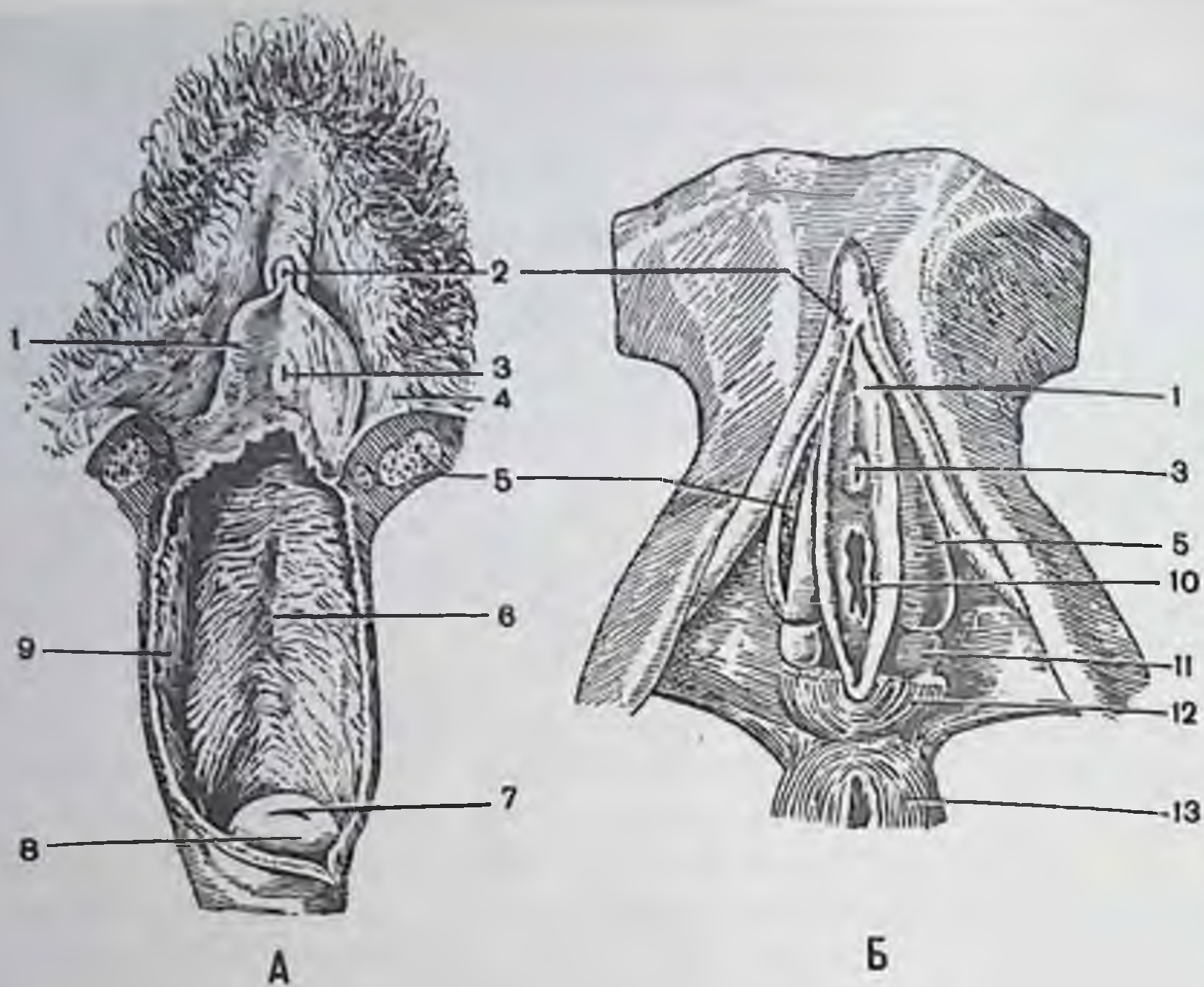


Рис. 221.

А — влагалище и наружные половые органы рожавшей женщины (задняя стенка влагалища вскрыта), Б — пещеристые тела женской промежности и большие железы преддверия: 1 — малая половая губа, 2 — головка клитора, 3 — наружное отверстие мочеиспускательного канала, 4 — большая половая губа; 5 — луковица преддверия; 6 — складки слизистой оболочки на передней стенке влагалища; 7 — отверстие матки; 8 — шейка матки; 9 — слизистая оболочка влагалища; 10 — вход во влагалище; 11 — бульбо-уретральная железа, 12 — луковично-губчатая м.; 13 — наружный сфинктер заднего прохода

истонченной кожи розового цвета, имеющие сальные железы. Кпереди малые губы переходят в *крайнюю плоть* клитора.

Преддверие влагалища представляет собой щель, ограниченную малыми половыми губами (см. рис. 221). В глубине преддверия имеется *отверстие влагалища* а кпереди от него — *наружное отверстие мочеиспускательного канала*. На внутренней поверхности малых губ открываются выводные протоки двух (правой и левой) *желез преддверия*, которые во время совокупления выделяют секрет, увлажняющий стенки влагалища.

Луковица преддверия по своему развитию соответствует губчатому телу мужского полового члена. В ней различают две доли (правую и левую), соединенные у переднего конца и расположенные по обе стороны преддверия влагалища в основании больших половых губ.

Клитор располагается позади передней спайки больших половых губ. Он состоит из двух пещеристых тел, которые соответствуют по своему развитию пещеристым телам мужского полового члена. В клиторе различают корень, тело, головку и крайнюю плоть.

Мочеиспускательный канал (*urethra feminea*) у женщины значительно короче, чем у мужчин (см. рис. 219). Его длина равна 3—3,5 см. Он не делится на участки и открывается в преддверии влагалища. В нем различают *внутренний сфинктер* (непроизвольный) в области внутреннего

Рис. 222.

Мышцы промежности мужчины (вид снизу):

1 — головка полового члена; 2 — тело полового члена; 3 — седалищно-пещеристая м.; 4 — луковично-губчатая м.; 5 — моче-поперечная диафрагма; 6 — поперечная м. промежности; 7 — м. поднимающая задний проход; 8 — наружный сфинктер заднего прохода; 9 — большая ягодичная м.; 10 — седалищный бугор; 11 — семявыносящий проток

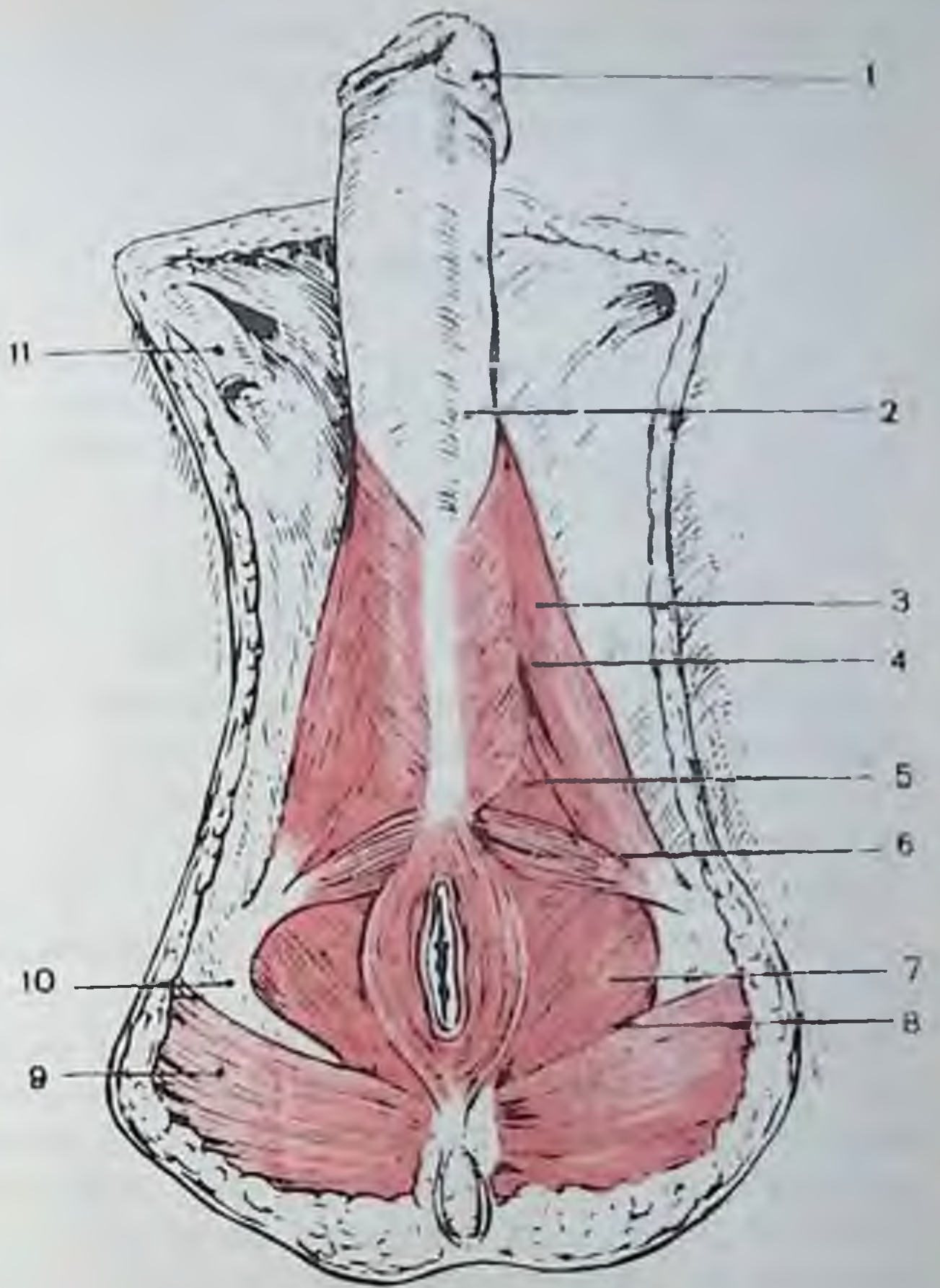
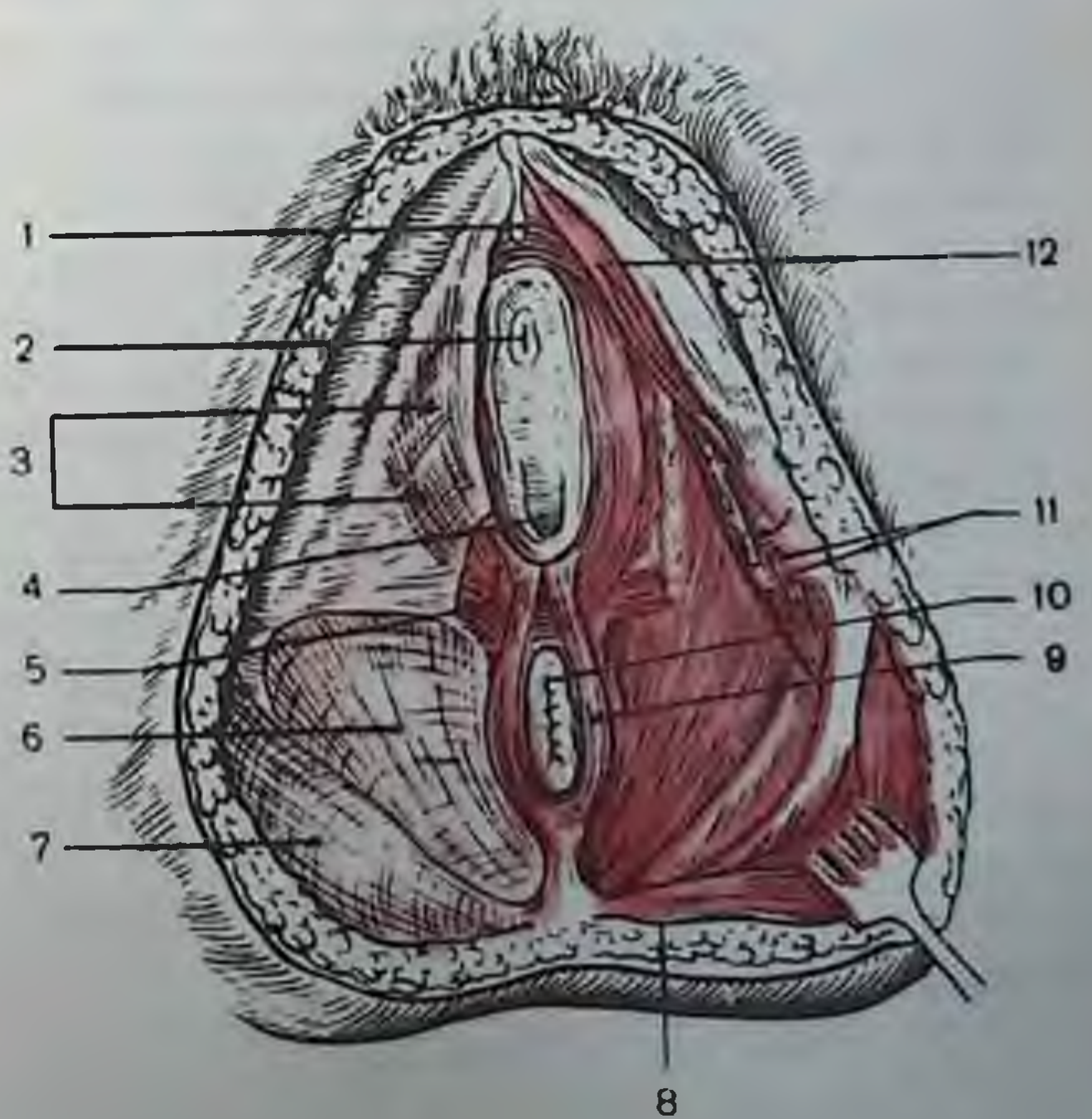


Рис. 223.

Мышцы промежности женщины (вид снизу):

1 — клитор; 2 — наружное отверстие мочеиспускательного канала; 3 — фасция промежности; 4 — отверстие влагалища; 5 — луковично-губчатая м.; 6 — м., поднимающая задний проход; 7, 8 — большая ягодичная м.; 9 — наружный сфинктер заднего прохода; 10 — задний проход; 11 — поперечная м. промежности; 12 — седалищно-пещеристая м.



отверстия и *наружный сфинктер* (произвольный) в области моче-половой диафрагмы. Мочеиспускательный канал у женщин служит только для выведения мочи.

ПРОМЕЖНОСТЬ

Промежность (perineum) в широком смысле слова — комплекс мягких образований, расположенных между лобковыми костями спереди, седалищными буграми с боков и верхушкой копчика сзади. Пространство это занято мышцами и фасциями, образующими дно таза.

Промежность условно делят на два отдела, границей между которыми служит линия, соединяющая седалищные бугры. Передний отдел получил название *моче-половой диафрагмы*, а задний — *диафрагмы таза* (рис. 222, 223).

Через моче-половую диафрагму у мужчин проходит только мочеиспускательный канал, а у женщин помимо него еще влагалище. Основу моче-половой диафрагмы составляет *глубокая поперечная мышца промежности*. Эта мышца, расположенная между костями лобковой дуги, с обеих сторон покрыта фасцией, волокна мышцы имеют преимущественно поперечное направление. Часть мышечных волокон в том месте, где через моче-половую диафрагму проходит мочеиспускательный канал, приобретают круговое направление и именуется *наружным сфинктером мочеиспускательного канала* (произвольным). У женщин волокна сфинктера мочеиспускательного канала охватывают также влагалище, оканчиваясь позади него в сухожильном центре промежности.

В области моче-половой диафрагмы различают еще мышцы, связанные с пещеристыми и губчатыми телами.

Через диафрагму таза проходит конечный участок прямой кишки. Здесь расположен *наружный сфинктер заднего прохода*. Наиболее крупной мышцей диафрагмы таза является *мышца, поднимающая задний проход*. Она начинается от стенок малого таза и, направляясь кзади и книзу, охватывает прямую кишку, вплетаясь в наружный сфинктер заднего прохода. Эта мышца напоминает воронку, которая суживается книзу. Снаружи и снутри она покрыта фасциями. Ее функция заключается преимущественно в удержании внутренних органов, расположенных в малом тазу.

Раздел шестой
**СТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ
КРОВООБРАЩЕНИЯ
И ЛИМФООТТОКА**

Циркуляция жидкостей в организме представляет собой неперемное условие его нормальной жизнедеятельности. Посредством движения крови и лимфы осуществляется, с одной стороны, доставка к органам и клеткам необходимых для них питательных веществ и кислорода, а с другой — удаление из органов продуктов обмена и доставка их к другим органам, в том числе и к выделительным.

По характеру циркулирующей жидкости в сосудистой системе различают два отдела: *кровеносную* и *лимфатическую системы*, которые структурно и функционально тесно связаны между собой. С кровеносной и лимфатической системами также связаны *селезенка* и *красный костный мозг*.

Глава 1

ОБЩАЯ АНАТОМИЯ КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМЫ

Общая схема кровообращения. Система кровообращения состоит из *сердца* (*cor*), *кровеносных сосудов* (*vasa sanguinea*) — трубок различного диаметра, последовательно соединенных между собой и образующих замкнутые *большой и малый круги кровообращения*, и *крови*, которая постоянно циркулирует по сосудам (рис. 224). Сердце представляет собой основной мотор кровотока; в кровеносных сосудах сосредоточены механизмы кровераспределения.

Сердце человека можно представить в виде насоса с четырьмя камерами, соединенными попарно. Левое предсердие и левый желудочек образуют левую половину сердца, которая через аорту и сосуды большого круга кровообращения снабжает артериальной кровью все органы тела. Большой круг кровообращения заканчивается полыми венами, из которых венозная кровь попадает в правое предсердие, а через него в правый желудочек (правая половина сердца). Затем из правого желудочка кровь поступает в сосуды малого (легочного) круга кровообращения, где происходит ее насыщение кислородом. Из легочных вен кровь вновь поступает в левое предсердие, и цикл кровообращения повторяется. Свою работу сердце выполняет благодаря ритмическим сокращениям сердечной мышцы, составляющей его стенки.

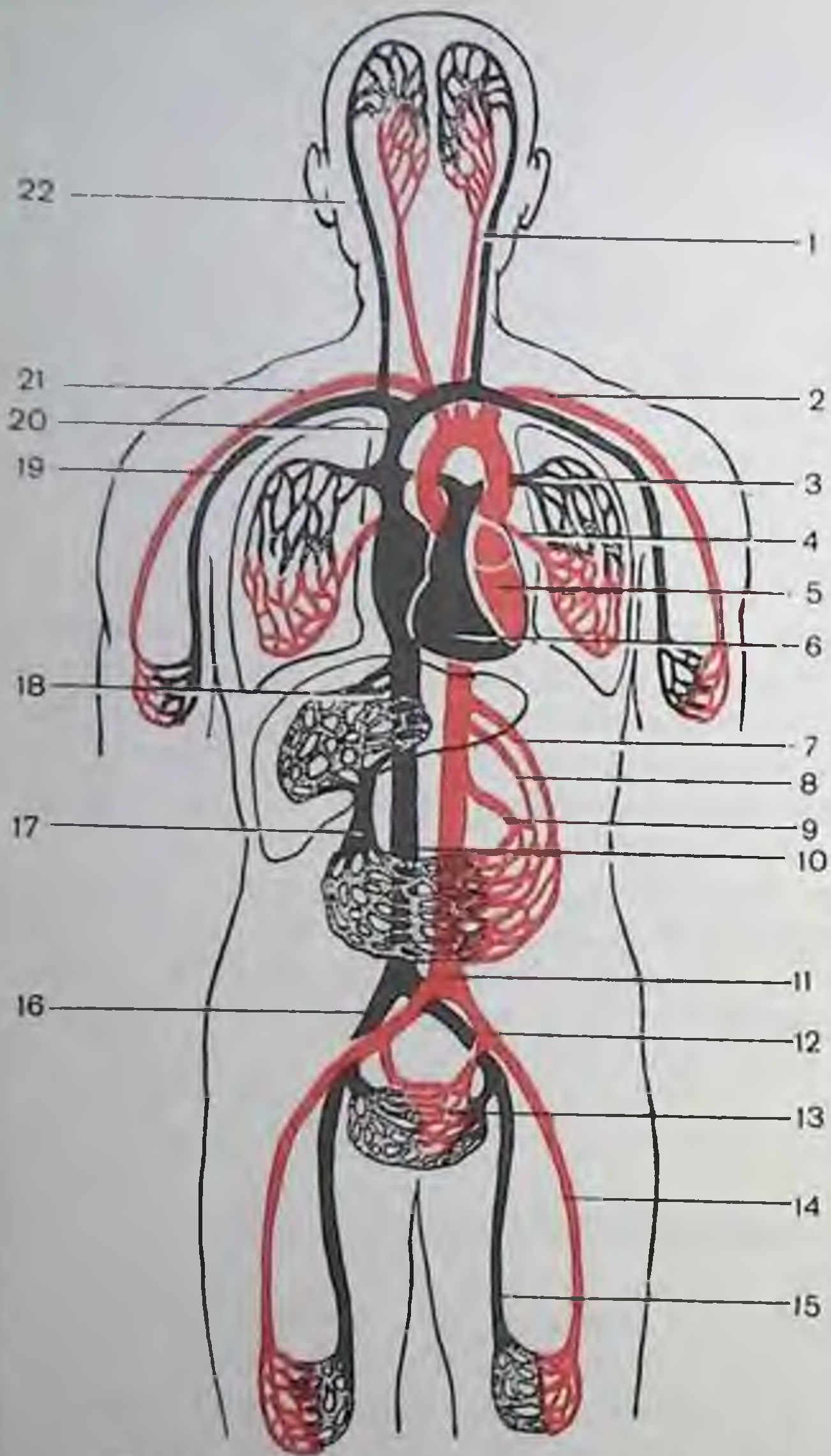


Рис. 224.
 Схема кровообращения (по Я. Киши и Я. Сентаготай):
 1 — общая сонная а.; 2 — левая подключичная а.; 3 — легочная а.; 4 — легочная в.; 5 — левый желудочек; 6 — правый желудочек; 7 — чревный ствол; 8 — верхняя брыжесочная а.; 9 — нижняя брыжесочная а.; 10 — нижняя полая в.; 11 — аорта; 12 — общая подвздошная а.; 13 — тазовые сосуды; 14 — бедренная а.; 15 — бедренная в.; 16 — общая подвздошная в.; 17 — воротная в.; 18 — печеночные в. в.; 19 — подключичная в.; 20 — верхняя полая в.; 21 — правая подключичная а.; 22 — внутренняя яремная в.

Таким образом, среди кровеносных сосудов различают *артерии*, по которым кровь течет от сердца, *вены*, по которым кровь возвращается к сердцу, и *кровеносные капилляры*, по которым кровь переходит из артериальных сосудов в венозные.

Кровеносная система выполняет в организме человека значительный объем работы. Ежедневно по кровеносным сосудам протекает 8000—9000 л крови. Наиболее важные обменные процессы совершаются в капиллярах, где кровь отдает содержащиеся в ней кислород и питательные вещества окружающим тканям, а забирает от них продукты метаболизма. Благодаря постоянной циркуляции крови поддерживается оптимальная концентрация веществ в тканях, что необходимо для нормального течения обменных процессов.

Состав крови. К р о в ь (*sanguis*) состоит из *плазмы* и *форменных элементов* (клеток крови). Плазма составляет 55—60% от общего объема крови, а остальные 40—45% приходятся на форменные элементы.

К последним относятся эритроциты — красные кровяные тельца, лейкоциты — белые кровяные клетки и тромбоциты — кровяные пластинки (рис. 225). Кровь составляет примерно 7% от общего веса тела. При весе в 70 кг ее объем равен 5—5,5 л.

Плазма крови является межклеточным веществом, имеющим жидкую консистенцию. На 90—93% она состоит из воды, около 6,6—8,5% приходится на долю белковых веществ, остальные 1,5—3,5% составляют различные органические и неорганические соединения.

Эритроциты — это высокоспециализированные клетки, предназначенные для переноса газообразных веществ (кислорода и углекислоты). В мазке эритроциты имеют своеобразную форму — двояковогнутых дисков; ядро в них отсутствует. При движении по капиллярам они легко деформируются (рис. 226). Диаметр эритроцитов колеблется от 7,2 до 8,5 мкм. Внутри эритроцитов содержится гемоглобин — дыхательный пигмент, представляющий собой сложный белок. С помощью гемоглобина осуществляется перенос кислорода и углекислоты.

В 1 мм³ крови содержится 5—5,5 млн. эритроцитов (у мужчин) и 4,5—5 млн. (у женщин). В переносе газообразных продуктов большое значение придается размерам поверхности эритроцитов. Известно, что поверхность одного эритроцита составляет 125 мкм². Следовательно, общая поверхность эритроцитов, циркулирующих в крови, будет равна примерно 3500 м².

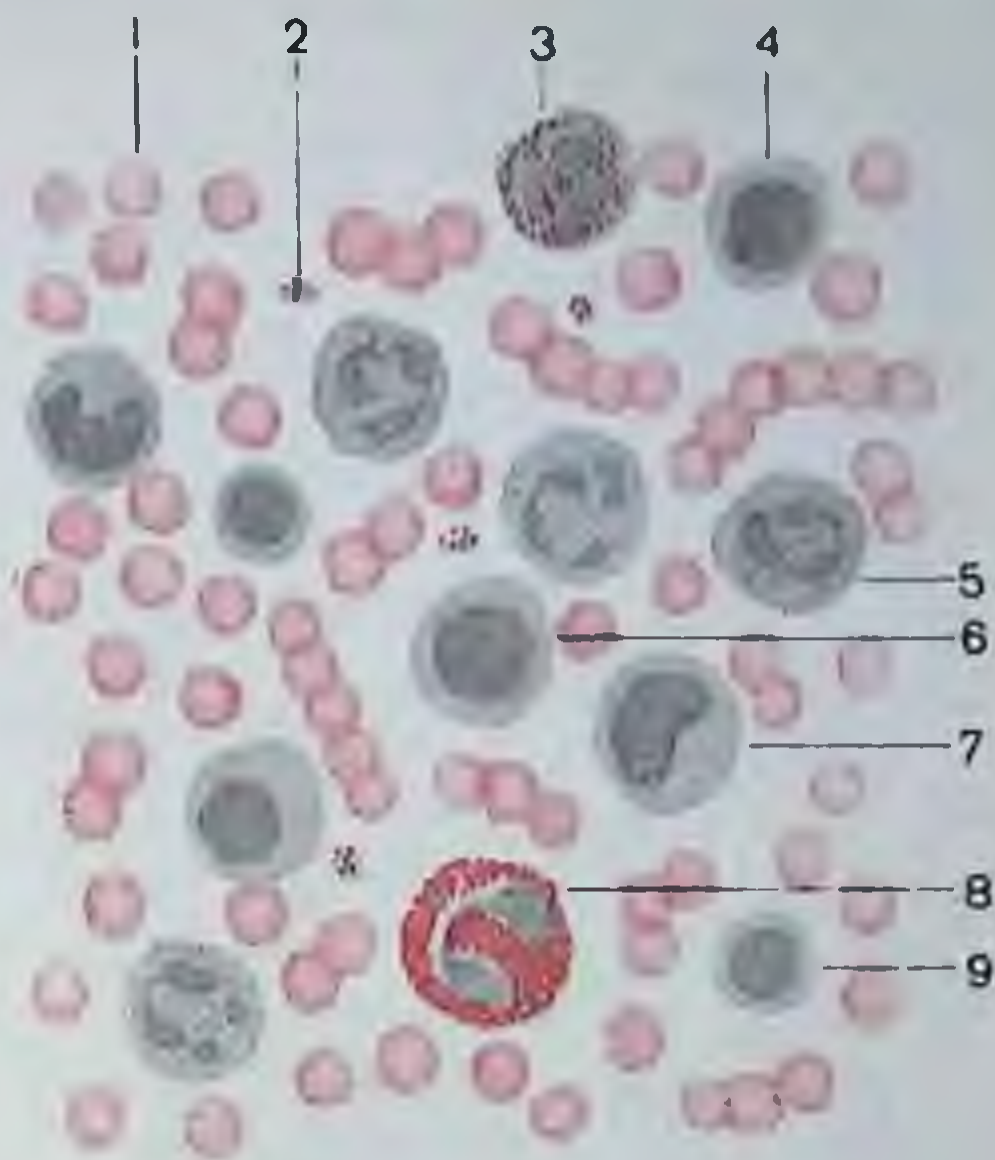


Рис. 225.

Мазок крови:

1 — эритроцит, 2 — тромбоцит, 3 — базофильный лейкоцит; 4, 6, 9 — лимфоцит, 5 — нейтрофильный лейкоцит; 7 — моноцит; 8 — эозинофильный лейкоцит



Рис. 226.

Капилляр с движущимися по нему эритроцитами (прижизненная микрофотограмма, увеличено в 800 раз)

У взрослого человека эритроциты вырабатываются в красном костном мозге и поступают в общее сосудистое русло. Продолжительность жизни эритроцитов в среднем составляет 2—3 месяца. Имеются данные, согласно которым в организме ежедневно разрушается примерно 1/100 часть всех эритроцитов. Распад отживших эритроцитов происходит преимущественно в селезенке.

Лейкоциты — это разнородная по своим морфологическим и функциональным свойствам группа клеток крови. Различают *зернистые* и *незернистые* лейкоциты. К зернистым лейкоцитам относят: *нейтрофильные, эозинофильные и базофильные* лейкоциты, а к незернистым — *лимфоциты и моноциты*.

У взрослого человека в 1 мм³ крови насчитывается 6000—8000 лейкоцитов. Однако количество их непостоянно и может меняться в зависимости от состояния организма. Нейтрофильные лейкоциты (или нейтрофилы) составляют 65—75%, эозинофилы 2—5%, базофилы 0,5—1%, лимфоциты 20—30%, моноциты 6—8%.

Зернистые лейкоциты образуются в красном костном мозге, а незернистые — в лимфатических узлах, вилочковой железе, миндалинах и фолликулах. Срок жизни лейкоцитов в среднем составляет несколько месяцев, хотя отдельные лимфоциты живут всего 2—3 дня.

В отличие от эритроцитов лейкоциты имеют ядро. Размер их колеблется от 7 до 11 мкм. Они способны активно перемещаться благодаря амёбоидным движениям. В лейкоцитах содержится большое количество ферментов, способных расщеплять различные вещества. На этом свойстве лейкоцитов основана их роль в защите организма от микробов и инородных веществ.

Тромбоциты (кровяные пластинки) — мелкие тельца различной формы, размером 2—3 мкм. Они играют важную роль при свертывании крови. В 1 мм³ крови их содержится от 200 000 до 300 000. Продолжительность жизни тромбоцитов 5—8 дней.

Строение капилляров. Капилляры — самые многочисленные и самые тонкие кровеносные сосуды. Они располагаются в органах и вступают в самые интимные отношения с их тканевыми компонентами. Обмен веществ между кровью и тканями осуществляется через стенку капилляров, поэтому их можно назвать главными элементами кровеносной системы. Капилляры широко анастомозируют между собой, образуя внутриорганные капиллярные сети. В капиллярные сети кровь поступает по тонким артериям, которые получили название *артериол*, а оттекает по *венулам* (рис. 227).

Размеры кровеносного капилляра небольшие: диаметр составляет в среднем 7—8 мкм, а длина — 100—400 мкм. Но если все капилляры вытянуть в одну прямую линию, то она будет равна примерно 10 000 км. Общая поверхность капилляров в организме составляет около 2500—3000 м². Имеются капилляры с очень широким просветом — в 20—30 мкм, так называемые *синусоиды*. Количество капилляров в различных органах неодинаково. Например, в мышцах на 1 мм² поперечного сечения насчитывается 1400 капилляров, а в коже на той же площади — всего 40.

Общая емкость капиллярного русла составляет примерно 25—30 л.



Рис. 227.

Фрагмент микроциркуляторного русла (микрофотограмма, увеличено в 120 раз)

1 — артериола, 2 — прекапиллярная артериола; 3 — кровеносные капилляры, 4 — постакапиллярная венула, 5 — венула, 6 — лимфатический капилляр; 7 — лимфатический сосуд

В то время как объем циркулирующей крови равен 5 л. Поэтому большая часть капилляров периодически выключается из кровотока. Например, в мышце при спокойном состоянии заполнено кровью только около 40% капилляров. Однако при физических нагрузках в кровоток включаются почти все ее капилляры. Капилляры сами не способны изменить своего просвета. Кровоток в них регулируется посредством открытия и закрытия прекапиллярных сфинктеров, сужения или расширения артериол и мелких артерий и вен.

Движение крови по капиллярам, близлежащим микрососудам, а также движение лимфы по начальным отделам лимфатических путей получило название *микроциркуляции*. Ей придается большое значение в создании оптимальных режимов работающих органов. Естественным субстратом микроциркуляции является *микроциркуляторное русло* (см. рис. 227). В состав его наряду с капиллярами входят артериолы и

прекапиллярные артериолы, обеспечивающие доставку крови к капиллярам и регулирующие их кровенаполнение, а также *посткапиллярные венулы и венулы*, по которым кровь оттекает в вены. В регуляции капиллярного кровотока большая роль принадлежит *артериоло-венулярным анастомозам*, образующим короткие пути трансоргано-го движения крови. Строение микроциркуляторного русла отличается выраженными органоспецифическими особенностями.

Стенка капилляров состоит из сплошного слоя *эндотелиальных клеток*, снаружи от которых лежит *базальная мембрана* (рис. 228). Она представляет собой естественный биологический фильтр, через который постоянно движется вода и растворенные в ней вещества, включая и газообразные, от крови к тканям и в обратном направлении — от тканей к крови. В транспорте веществ принимает участие вся стенка капилляра в целом. Применение электронной микроскопии показало, что существуют специальные пути активного транспорта веществ, такие как *стыки* между эндотелиальными клетками, *фенестры*, *поры*, *микроиноцитозные везикулы*.

Строение стенки артерий и вен. В стенке *артерий* различают три оболочки: *внутреннюю, среднюю и наружную* (рис. 229). В состав

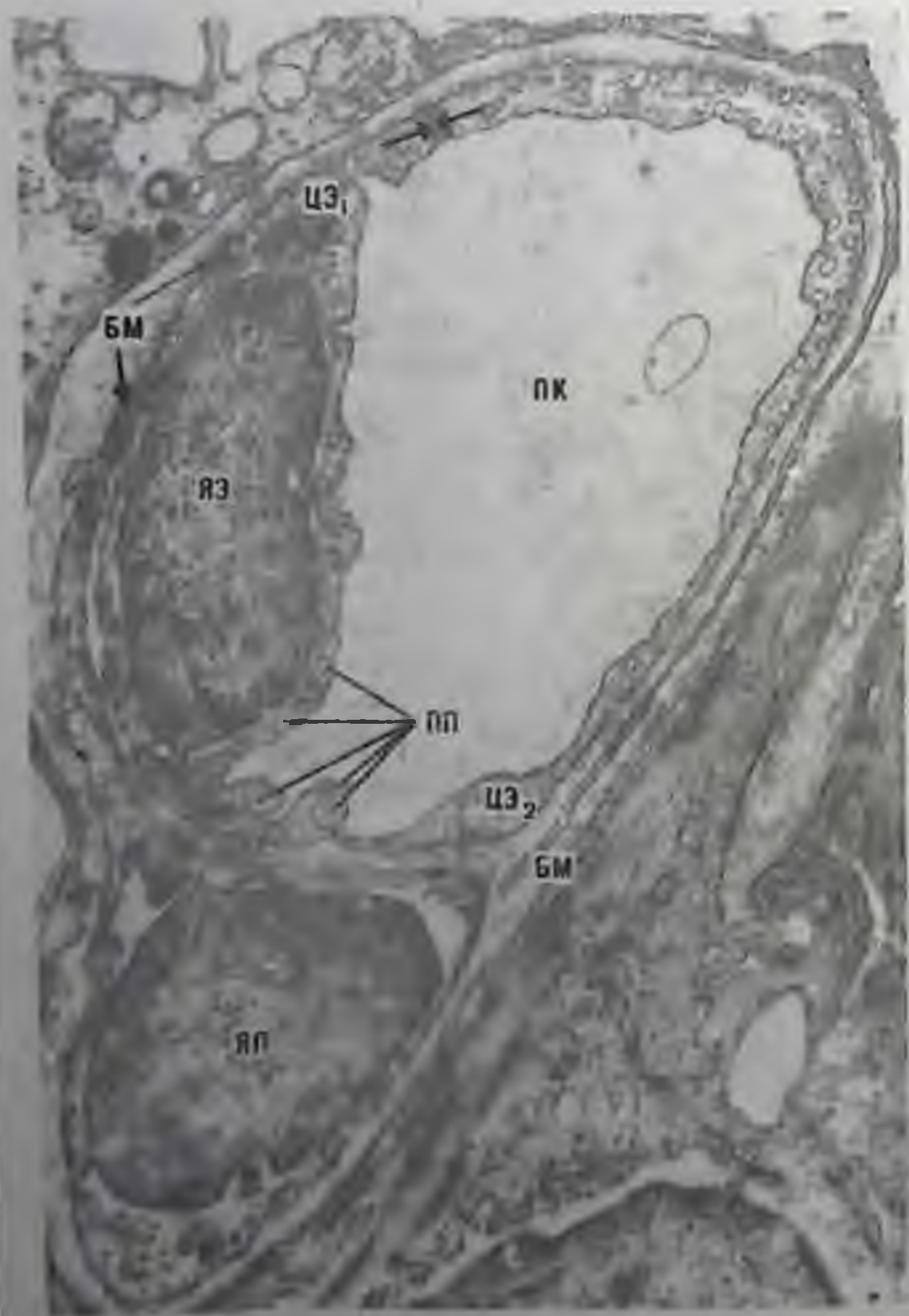


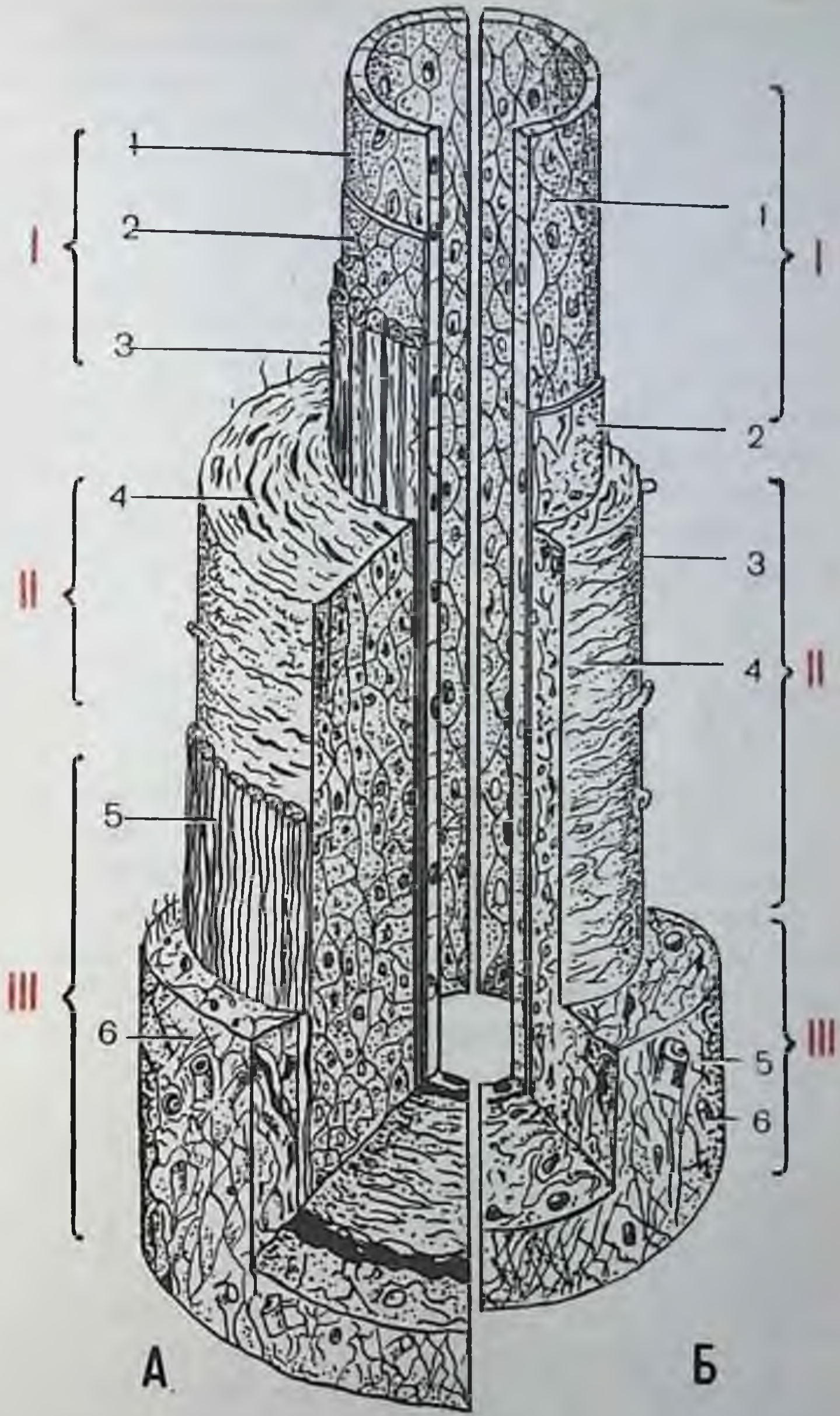
Рис. 228.

Кровеносный капилляр. Поперечный срез (электронограмма, увел. $\times 7300$; по Я. Л. Караганову):

ЯЭ — ядро эндотелиальной клетки, ПП — перicyты, БМ — базальная мембрана; Ц₁, Ц₂ — цитоплазма эндотелиальных клеток, ЯП — ядро перicyта, ПК — просвет капилляра

Рис. 229.

Схематическое строение стенки артерий (А) и вены (Б)
 I — внутренняя оболочка; II — средняя оболочка; III — наружная оболочка. 1 — эндотелий; 2 — подэндотелиальный слой; 3 — внутренняя эластическая мембрана; 4 — гладкие мышечные клетки; 5 — наружная эластическая мембрана; 6 — соединительная ткань наружной оболочки



внутренней оболочки входят эндотелий, базальная мембрана, подэндотелиальный слой, состоящий из рыхлой соединительной ткани, и внутренняя эластическая мембрана, построенная из эластических волокон. Средняя оболочка образована циркулярно расположенными гладкими мышечными клетками, между которыми имеется большое количество коллагеновых и эластических волокон. На границе между средней и наружной оболочками проходит наружная эластическая мембрана. Наружная оболочка построена из рыхлой соединительной ткани. В ней проходят кровеносные сосуды, питающие стенку артерий, и нервные волокна.

Эластические и коллагеновые волокна средней оболочки вместе с внутренней и наружной эластическими мембранами образуют эласти-

ческий каркас (остов) сосуда. В стенке аорты эластические компоненты преобладают над мышечными, поэтому ее относят к сосудам эластического типа. Те сосуды, в которых преобладают мышечные компоненты, относят к сосудам мышечного типа. Таких артерий большинство. Под влиянием нервных раздражений они способны изменять свой просвет. Крупные артерии (общая сонная, подключичная, бедренная и др.) относятся к артериям смешанного типа.

Стенка вены среднего диаметра устроена наподобие стенки артерий. Она также состоит из трех оболочек: *внутренней, средней и наружной* (см. рис. 229). Однако стенка вен тоньше, чем стенка артерий; в ней меньше эластических волокон и гладких мышечных клеток. Особенностью вен является наличие в них *клапанов*, которые представляют собой карманоподобные выросты внутренней оболочки. Клапаны располагаются таким образом, что они препятствуют обратному току крови в венах. В некоторых венах клапаны вообще отсутствуют.

Глава 2

СТРОЕНИЕ СЕРДЦА

Топография и отделы сердца. Сердце (сер) представляет собой полый мышечный орган. Оно имеет *основание*, где расположены крупные сосуды, и *верхушку*, обращенную вниз, вперед и влево (рис. 230).

Сердце лежит в переднем средостении и со всех сторон окружено серозной оболочкой — *околосердечной сумкой (перикардом)*, образующей вокруг сердца замкнутую полость, заполненную небольшим количеством серозной жидкости.

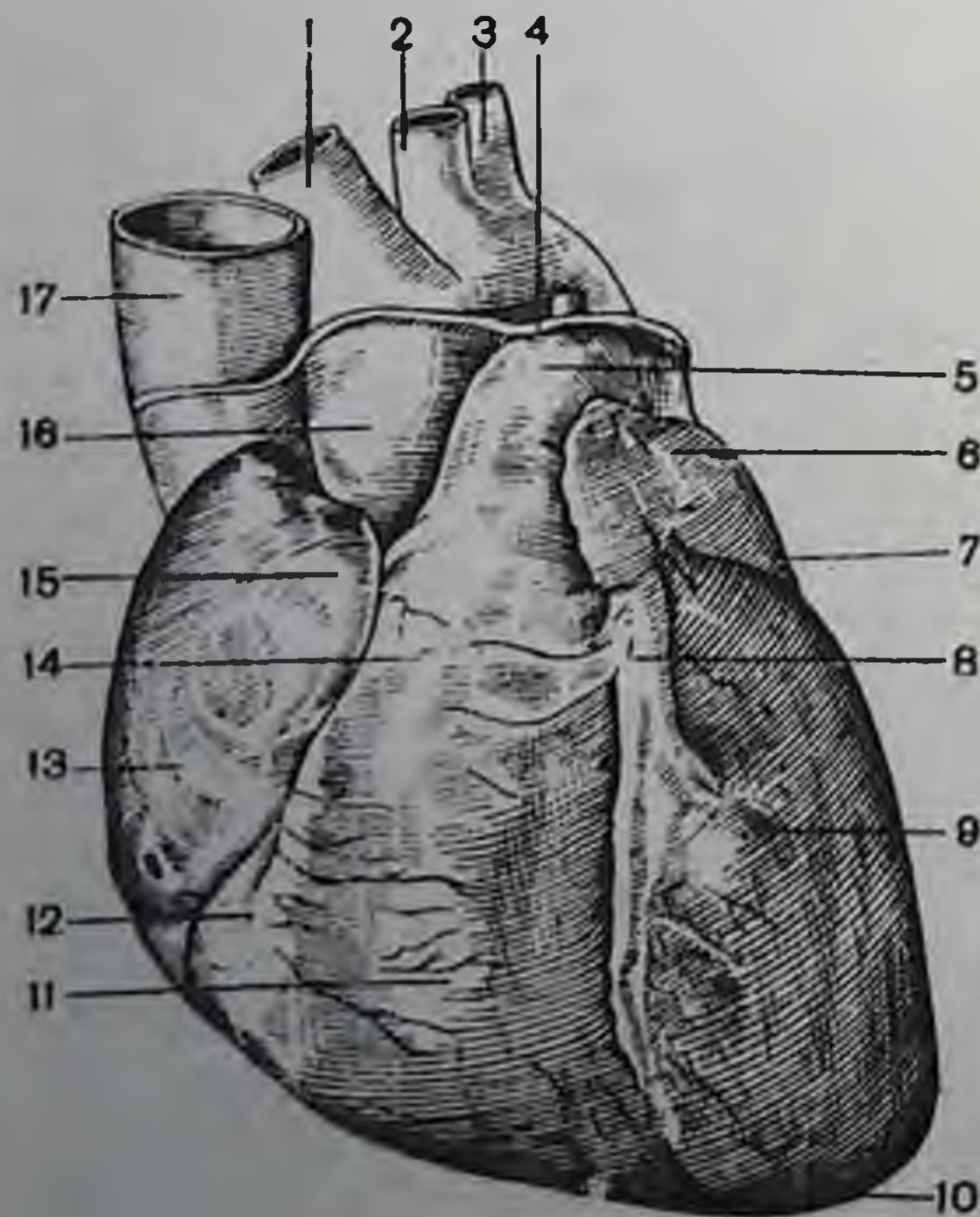
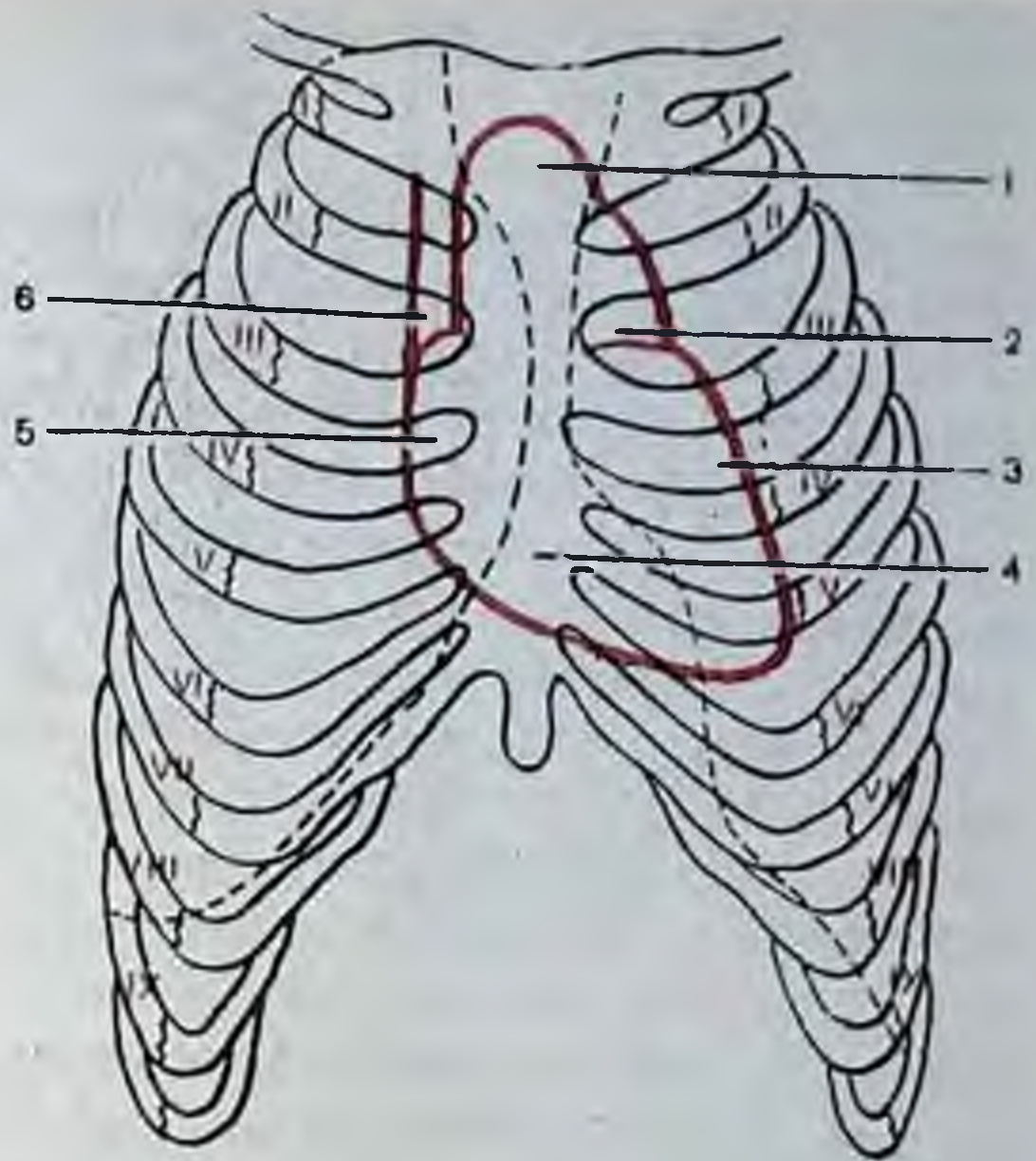


Рис. 230.

Сердце (вид спереди):

1 — плече-головной ствол, 2 — левая общая сонная а., 3 — левая подключичная а., 4 — место перехода перикарда в эпикард, 5 — легочный ствол, 6 — левое ушко, 7 — левое предсердие, 8 — передняя межжелудочковая борозда с кровеносными сосудами, 9 — левый желудочек, 10 — верхушка сердца, 11 — правый желудочек, 12 — венечная борозда, 13 — правое предсердие, 14 — атриоventрикулярный конус, 15 — правое ушко, 16 — аорта, 17 — нижняя полая в.

Рис. 231.
Проекция контуров сердца
на переднюю грудную стенку.
Пунктирной линией обозначены края плевральных
полостей.



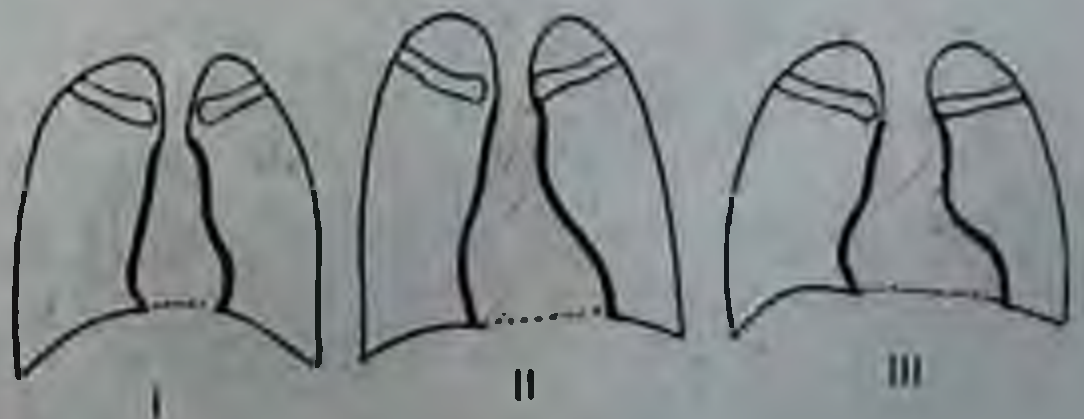
Верхняя граница сердца находится на уровне хрящей третьих ребер; правая граница проходит на 2 см кнаружи от правого края грудины (рис. 231). Левая граница сердца идет наискось от места соединения хряща III левого ребра с грудиной к верхушке сердца, расположенной в пятом межреберном промежутке на 1 см кнутри от среднеключичной линии. Нижней границе соответствует линия, соединяющая основание мечевидного отростка с верхушкой сердца. Длинная ось сердца расположена наискось и идет сверху, сзади и справа — вниз, влево и вперед. В зависимости от формы грудной клетки и высоты стояния диафрагмы положение сердца может меняться. Так, у людей с узкой и длинной грудной клеткой сердце принимает почти вертикальное положение. У тучных людей с широкой грудной клеткой оно лежит почти горизонтально (рис. 232).

Длина сердца по его продольной оси составляет 12—13 см, наибольшая ширина — 10—11 см, а толщина (размер сердца в сагиттальном направлении) — 6—7 см. Объем сердца может колебаться от 250 до 350 см³. Вес сердца у взрослого человека составляет: у мужчин — около 300 г, а у женщин — около 220 г.

На наружной поверхности сердца имеются борозды, в которых залегают сосуды, питающие его стенку.

С помощью межжелудочковой и межпредсердной перегородок сердце разделяется на левую половину, содержащую артериальную

Рис. 232.
Варианты формы и положения сердца:
I — вертикальное положение, II — ко-
сое положение, III — горизонтальное
положение



кровь, и правую половину, содержащую венозную кровь. И левая, и правая половины сердца состоят из *предсердия*, расположенного ближе к основанию сердца, и *желудочка* (рис. 233). Строение сердца и его полостей (камер) тесно связано с формированием путей кровотока в организме и образованием большого и малого кругов кровообращения.

Правое предсердие (*atrium dextrum*) представляет собой полость, в которую открываются верхняя и нижняя полые вены, а также венечный синус (в него собирается кровь из собственных вен сердца). Кпереди предсердие сообщается с *правым ушком*. Внутренняя поверхность правого предсердия на большом протяжении гладкая; лишь на поверхности ушка имеются валикообразные утолщения, состоящие из пучков мышечных волокон, получивших название *гребенчатых мышц*. На перегородке между правым и левым предсердиями расположено небольшое углубление овальной формы (*овальная ямка*), которое представляет собой остаток отверстия, сообщавшего у плода оба предсердия.

Правое предсердие сообщается с правым желудочком через *правое предсердно-желудочковое отверстие*.

Правый желудочек (*ventriculus dexter*). Кровь в правый желудочек поступает из правого предсердия в момент сокращения сердечной мышцы предсердий (систола предсердной) и расслабления мышцы желудоч-

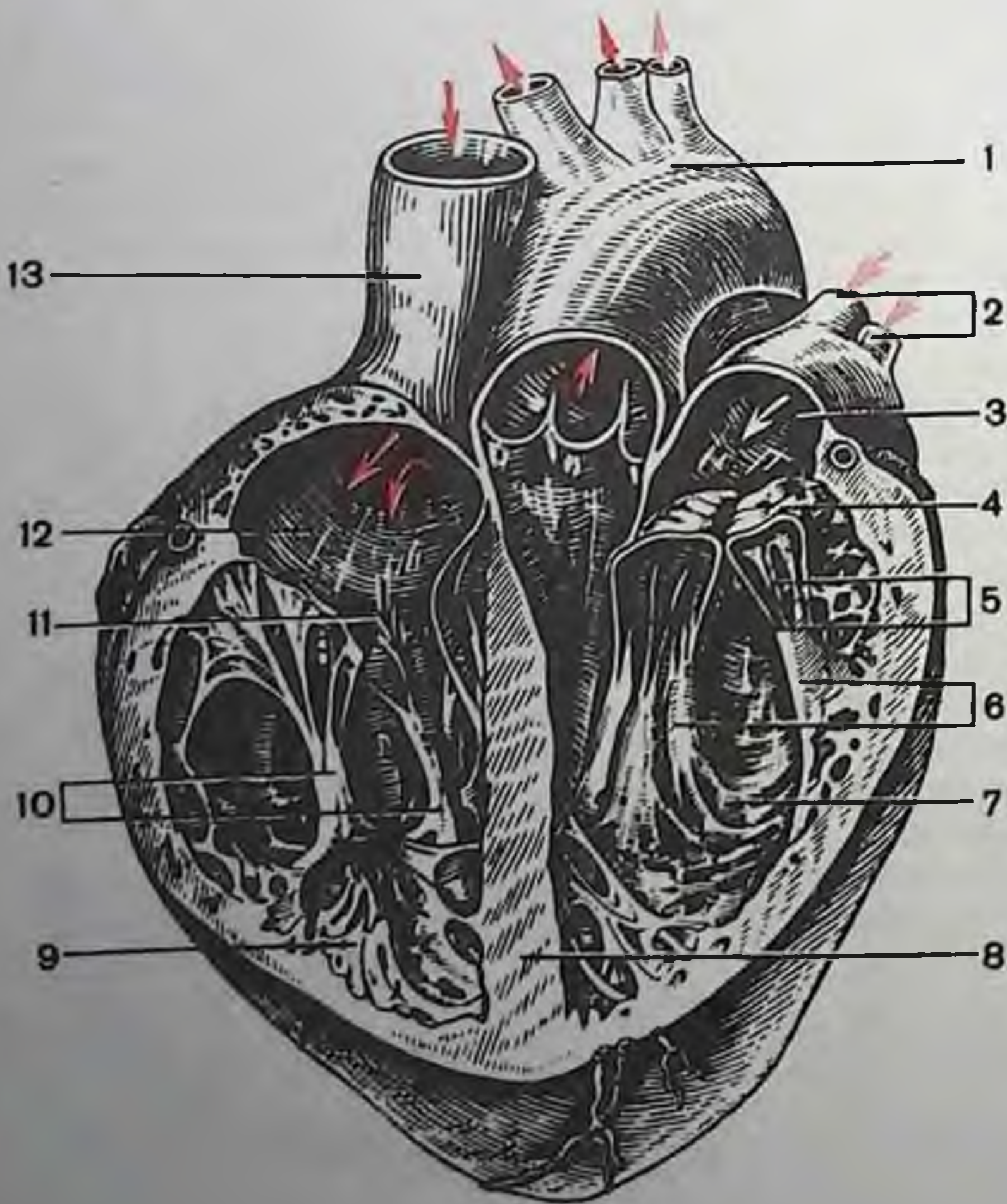


Рис. 233.

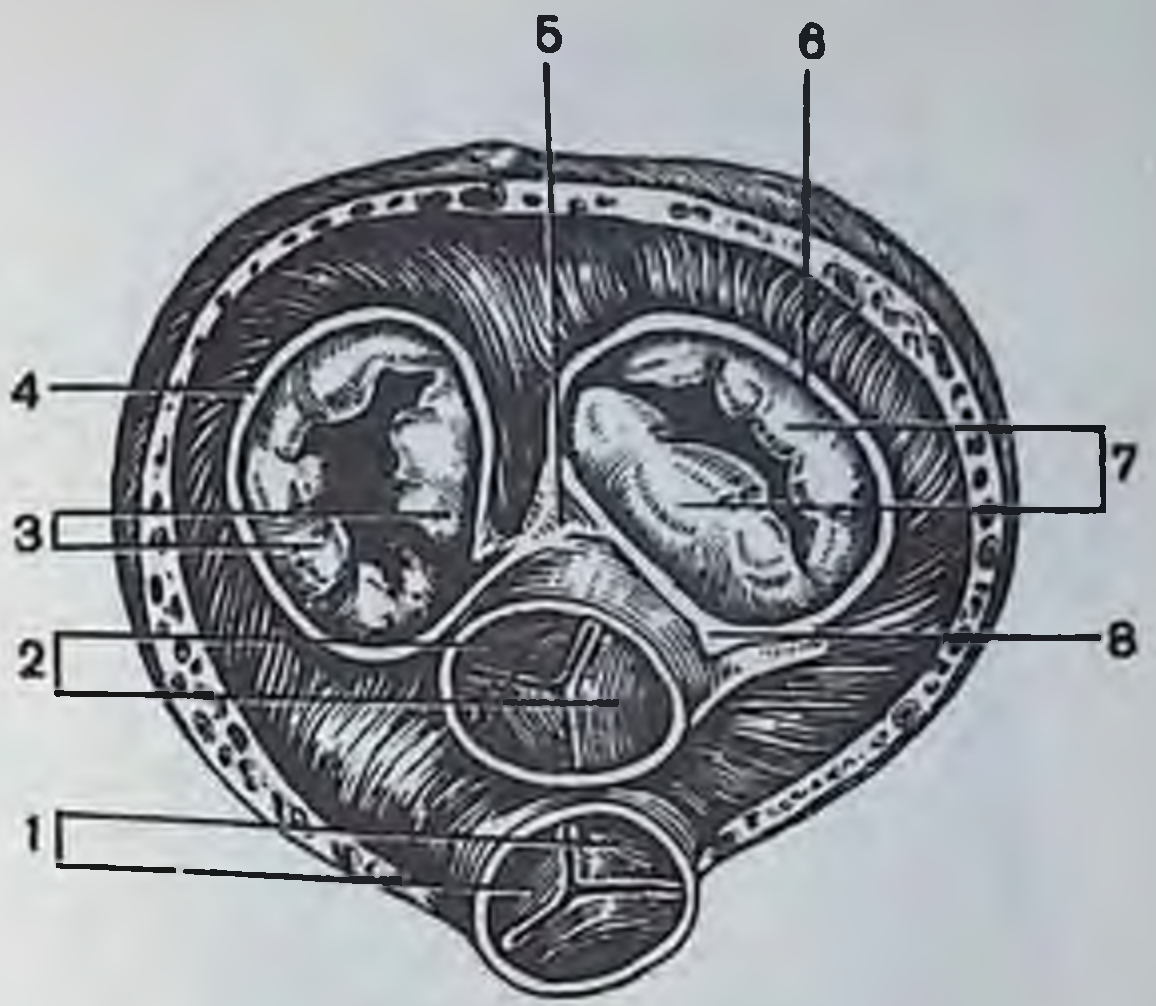
Вскрытые полости сердца:

1 — аорта; 2 — легочные в. в.; 3 — полость левого предсердия; 4 — двустворчатый клапан; 5 — сухожильные нити; 6 — сосочковые м. м. двустворчатого клапана; 7 — полость левого желудочка; 8 — межжелудочковая перегородка; 9 — полость правого желудочка; 10 — сосочковые м. м. трехстворчатого клапана; 11 — правое предсердно-желудочковое отверстие; 12 — полость правого предсердия; 13 — верхняя полая в. Стрелками обозначено направление тока крови

рис. 234.

Фиброзные кольца и клапанный аппарат сердца (предсердия удалены; вид сверху):

1 — полулунные клапаны легочного ствола; 2 — полулунные клапаны аорты; 3 — трехстворчатый клапан; 4 — фиброзное кольцо правого предсердно-желудочкового отверстия; 5 — правый фиброзный треугольник; 6 — фиброзное кольцо левого предсердно-желудочкового отверстия; 7 — двухстворчатый клапан; 8 — левый фиброзный треугольник



ков (диастолы). При сокращении желудочков кровь изгоняется из правого желудочка в легочный ствол, берущий из него начало. Со стороны полости правого желудочка правое предсердно-желудочковое отверстие в фазу систолы желудочков закрывается *трехстворчатым клапаном*. Каждая из трех створок клапана представляет собой дубликатуру внутренней оболочки сердца (эндокарда). К свободному краю створок прикрепляются *сухожильные нити*, с помощью которых три *сосочковые мышцы*, расположенные в полости желудочка, регулируют открытие клапана, а также предотвращают его выворачивание в полость предсердия. На внутренней поверхности стенки правого желудочка имеется множество *мышечных перекладин*.

В устье легочного ствола расположены три *полулунных клапана*, которые при своем смыкании препятствуют обратному току крови в правый желудочек. Эти клапаны имеют форму карманов (рис. 234).

Левое предсердие (*atrium sinistrum*) имеет *левое ушко*, в котором хорошо выражены гребенчатые мышцы. Кровь в левое предсердие поступает по четырем легочным венам. Полость его сообщается с левым желудочком через *левое предсердно-желудочковое отверстие*.

Левый желудочек (*ventriculus sinister*) имеет более толстые стенки, чем правый. На внутренней поверхности хорошо выражены *мышечные перекладки* и две *сосочковые мышцы*, которые натягивают сухожильные нити, прикрепляющиеся к свободным краям створок *двухстворчатого клапана*. Этот клапан в фазу систолы желудочков закрывает левое предсердно-желудочковое отверстие. Из левого желудочка берет свое начало аорта, у основания которой имеются три *полулунных клапана*, устроенных наподобие карманов. В фазу диастолы желудочков они смыкаются и препятствуют обратному поступлению крови из аорты в левый желудочек.

Строение стенки сердца. Стенка сердца состоит из трех оболочек: внутренней оболочки (*эндокарда*), средней оболочки (*миокарда*) и наружной оболочки (*эпикарда*).

Э н д о к а р д покрывает всю внутреннюю поверхность сердца, а также сосочковые мышцы, сухожильные нити и клапаны сердца. Он



Рис. 235.

Строение миокарда:

1 — левое предсердие; 2 — левое ушко; 3 — циркулярный средний слой миокарда; 4 — левый желудочек; 5 — поверхностный продольный слой миокарда; 6 — внутренний продольный слой миокарда; 7 — легочный ствол; 8 — аорта; 9 — верхняя полая в.

представляет собой тонкую соединительнотканную пластинку, в которой содержатся гладкие мышечные клетки. Поверхность эндокарда, обращенная в полость сердца, выстлана эндотелием, под которым лежит толстая базальная мембрана. Питание эндокарда осуществляется преимущественно за счет крови, находящейся в камерах сердца.

В местах прикрепления клапанов сердца соединительная ткань створок уплотняется и образует хорошо выраженные *фиброзные кольца*.

М и о к а р д составляет наиболее толстый слой стенки сердца (рис. 235). Он построен из поперечнополосатых мышечных клеток (*сердечных миоцитов*), которые выполняют сократительную функцию, обеспечивая ритмические изменения объема сердца. Хорошо выраженная поперечная исчерченность сердечных миоцитов образуется за счет упорядоченного чередования тон-

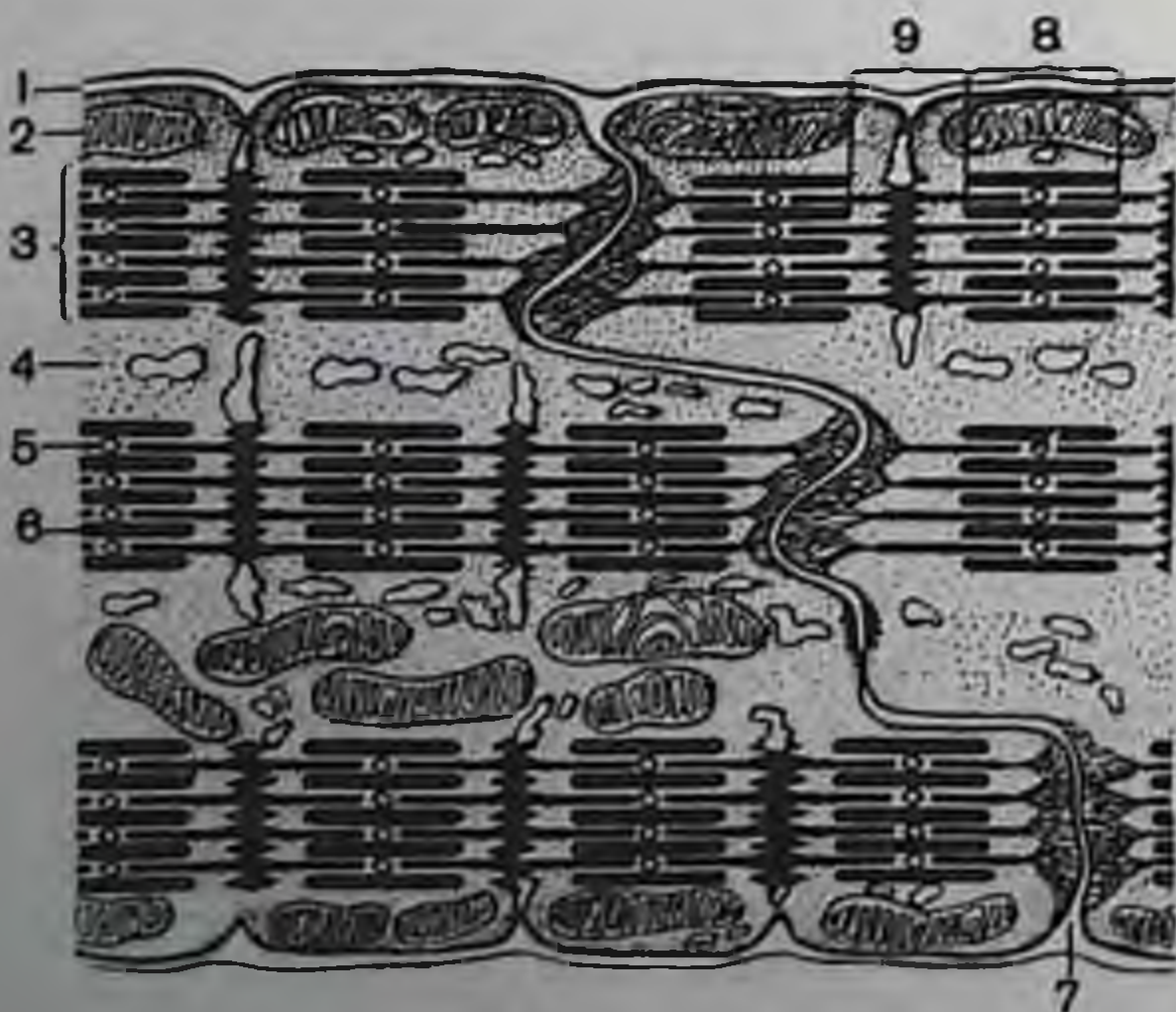


Рис. 236.

Субмикроскопическое строение кардиомиоцитов (схема):

1 — сарколемма; 2 — митохондрия; 3 — миофибриллы; 4 — саркоплазма; 5 — тонкая (актиновая) протофибрилла; 6 — толстая (миозиновая) протофибрилла; 7 —ставочный диск; 8 — светлый диск; 9 — темный диск

ких и толстых протофибрилл в миофибриллах. Длина миоцитов колеблется от 50 до 120 мкм, а ширина составляет 15—20 мкм. Ядра располагаются в центральной части миоцитов, а миофибриллы занимают периферическую зону цитоплазмы. Между миофибриллами содержится множество митохондрий. Граница между соседними миоцитами имеет вид темной полосы и называется *вставочным диском*. Полагают, что вставочные диски играют существенную роль в передаче возбуждения с одной клетки на другую. С помощью дисков миоциты соединяются в *мышечные волокна* (рис. 236). Снаружи мышечные волокна окружены рыхлой соединительной тканью, в которой содержится большое количество кровеносных и лимфатических капилляров. Подсчитано, что каждый сердечный миоцит получает питание из 1—2 капилляров. Мышечные волокна прикрепляются к фиброзным кольцам, расположенным у основания клапанов сердца, образующих вместе с межмышечной соединительной тканью опорный аппарат сердечной мышцы.

Эпикард, покрывающий сердце снаружи, представляет собой серозную оболочку, плотно срастающуюся с миокардом. Эпикард построен из тонкой соединительнотканной пластинки, свободная поверхность которой покрыта мезотелием. В области крупных сосудов (аорты, легочного ствола, полых и легочных вен) эпикард переходит в перикард.

Кровоснабжение и иннервация сердца. Питание сердца осуществляется правой и левой *венечными артериями*. Они отходят от аорты на уровне ее полулунных клапанов (рис. 237). Кровь в венечные артерии поступает во время диастолы желудочков, когда полулунные клапаны смыкаются и открывается вход в венечные сосуды.

Правая венечная артерия (a. coronaria dex.), огибая сердце справа по венечной борозде, переходит на его заднюю поверхность и по задней межжелудочковой борозде достигает верхушки серд-

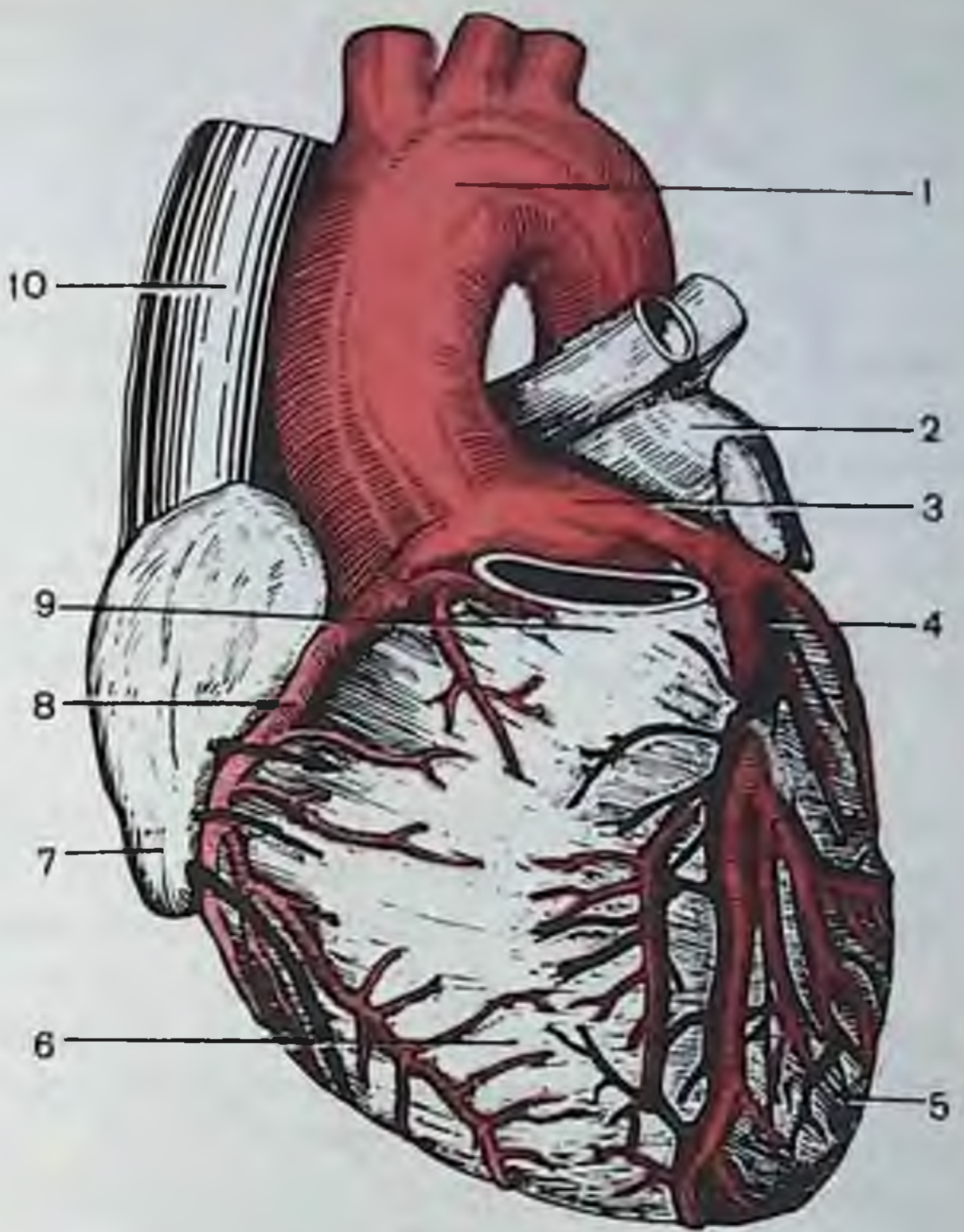


Рис. 237.

Сосуды, снабжающие сердце:

1 — аорта; 2 — левое предсердие; 3 — левая венечная а.; 4 — большая в. сердца; 5 — левый желудочек; 6 — правый желудочек; 7 — правое ушко; 8 — правая венечная а.; 9 — легочный ствол (отрезан); 10 — верхняя полая в.

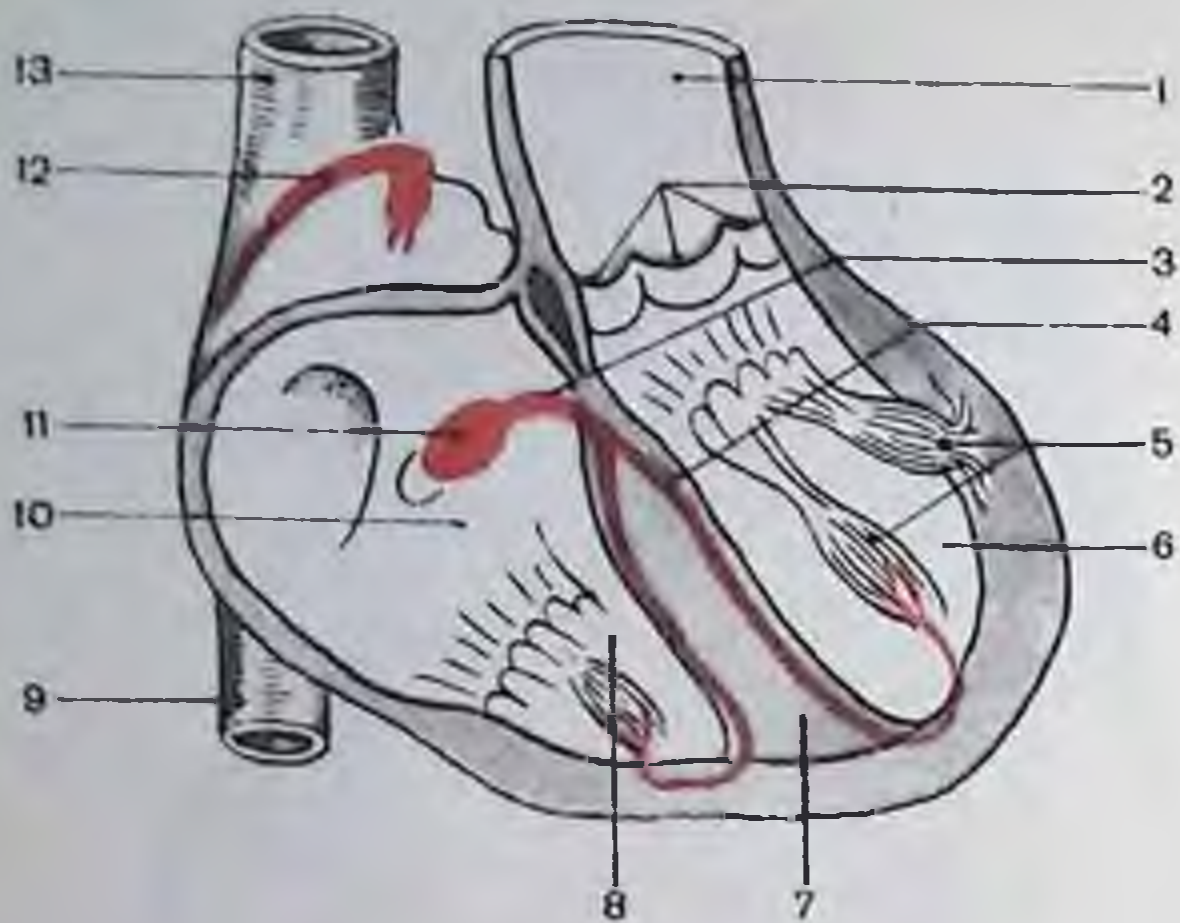


Рис. 238.

Проводящая система сердца:

1 — аорта; 2 — полулунные клапаны аорты; 3 — предсердно-желудочковый пучок (пучок Гиса); 4 — ножки пучка Гиса; 5 — сосочковые м. м.; 6 — левый желудочек; 7 — межжелудочковая перегородка; 8, 10 — правый желудочек; 9 — нижняя полая в.; 11 — предсердно-желудочковый узел; 12 — синусно-предсердный узел; 13 — верхняя полая в.

ца, где анастомозирует с ветвями левой венечной артерии. Правая венечная артерия кровоснабжает большую часть правой половины сердца и небольшой участок задней стенки левого желудочка.

Левая венечная артерия (*a. coronaria sin.*), отходя от аорты, разделяется на две ветви: *переднюю межжелудочковую ветвь*, идущую в одноименной борозде, и *левую огибающую ветвь*, расположенную в венечной борозде, слева. Левая венечная артерия кровоснабжает большую часть левой половины сердца и небольшую часть передней стенки правого желудочка.

Венечные сосуды разветвляются и образуют *капилляры* во всех трех оболочках сердца, а также в сосочковых мышцах, сухожильных нитях и створках клапанов. Из капилляров кровь собирается в венозные сосуды и далее поступает в *вены сердца*, сопровождающие венечные артерии. Большая часть вен сердца впадает в *венечный синус*, который открывается в правое предсердие. Часть венозной крови от передней поверхности сердца непосредственно оттекает в правое предсердие по передним венам сердца и наименьшим венам, минуя венечный синус.

Сердце иннервируется ветвями *блуждающего нерва* и *симпатического ствола*, которые образуют поверхностные и внутрисердечные нервные сплетения. Кроме этого, в миокарде имеется специальная *проводящая система сердца*, играющая важную роль в регуляции ритмических сокращений сердца и координации работы мышечных волокон.

Проводящая система сердца образована мышечными волокнами, которые состоят из своеобразно устроенных сердечных миоцитов, богато иннервируемых. В отличие от типичных (сократительных) сердечных миоцитов мышечные клетки проводящей системы имеют более крупные размеры; в них больше саркоплазмы и меньше миофибрилл. Миоциты проводящей системы образуют особые пучки и узлы, имеющие определенную локализацию и расположенные непосредственно под эндокардом (рис. 238).

Синусно-предсердный узел (узел Кис-Флака) располагается в правом предсердии, между местом впадения верхней полой вены и правым

ушком. Функциональное значение этого узла состоит в том, что он является генератором импульсов, вызывающих ритмические сокращения сердца. Синусно-предсердный узел функционально связан с *предсердно-желудочковым узлом* (узлом Ашоф-Тавара), расположенным у основания межпредсердной перегородки. От этого узла в межжелудочковую перегородку тянется *предсердно-желудочковый пучок* (пучок Гиса), разделяющийся там на *левую и правую ножки*, которые направляются в миокард соответствующих желудочков и под эндокардом разветвляются на более тонкие пучки мышечных волокон проводящей системы. Последние непосредственно проникают в миокард и доходят до сосочковых мышц. Возбуждение с синусно-предсердного узла передается по миокарду предсердий на предсердно-желудочковый узел, от которого распространяется по предсердно-желудочковому пучку на миокард желудочков.

Глава 3

СОСУДЫ МАЛОГО КРУГА КРОВООБРАЩЕНИЯ

Малый круг кровообращения служит для обогащения кислородом венозной крови, оттекающей от органов, и удаления из нее избытков углекислоты. Эти процессы совершаются в легких, через которые проходит вся кровь, циркулирующая в организме человека.

Из правого желудочка, куда поступает венозная кровь, берет начало *легочный ствол* (*truncus pulmonalis*). Направляясь влево и вверх, он пересекает лежащую позади него аорту и на уровне 4—5-го грудных позвонков разделяется на *правую и левую легочные артерии* (*aa. pulmonales dex. et sin.*), каждая из которых направляется к соответствующему легкому.

Подходя к легким, легочные артерии делятся на ветви, несущие кровь к соответствующим долям легкого (рис. 239). Легочные артерии сопровождают на всем протяжении бронхи и, повторяя их разветвления, делятся на все более мел-

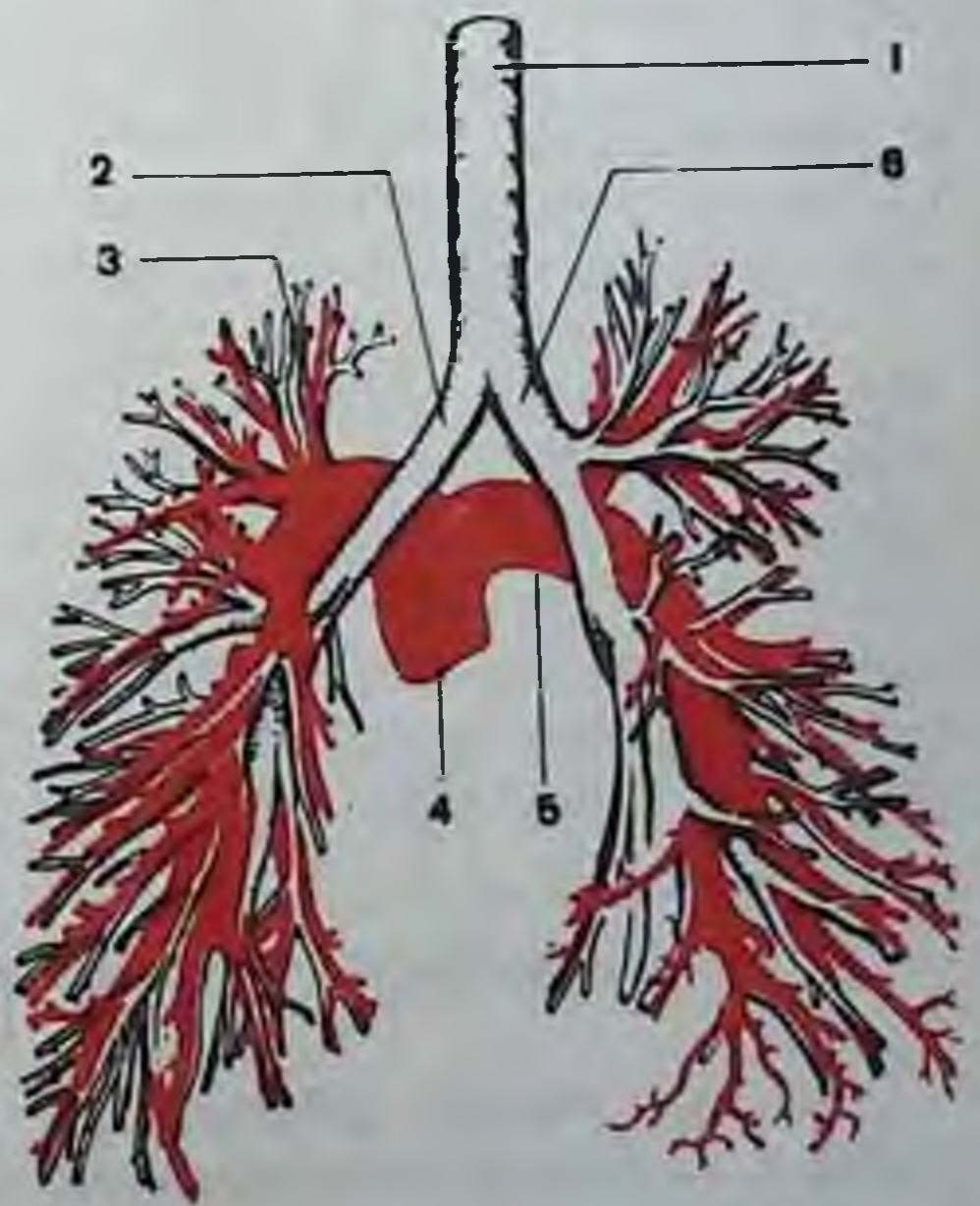


Рис. 239.

Разветвление легочного ствола и бронхального дерева:

1 — трахея; 2 — правый бронх; 3 — правая легочная артерия; 4 — легочный ствол; 5 — левая легочная артерия; 6 — левый бронх

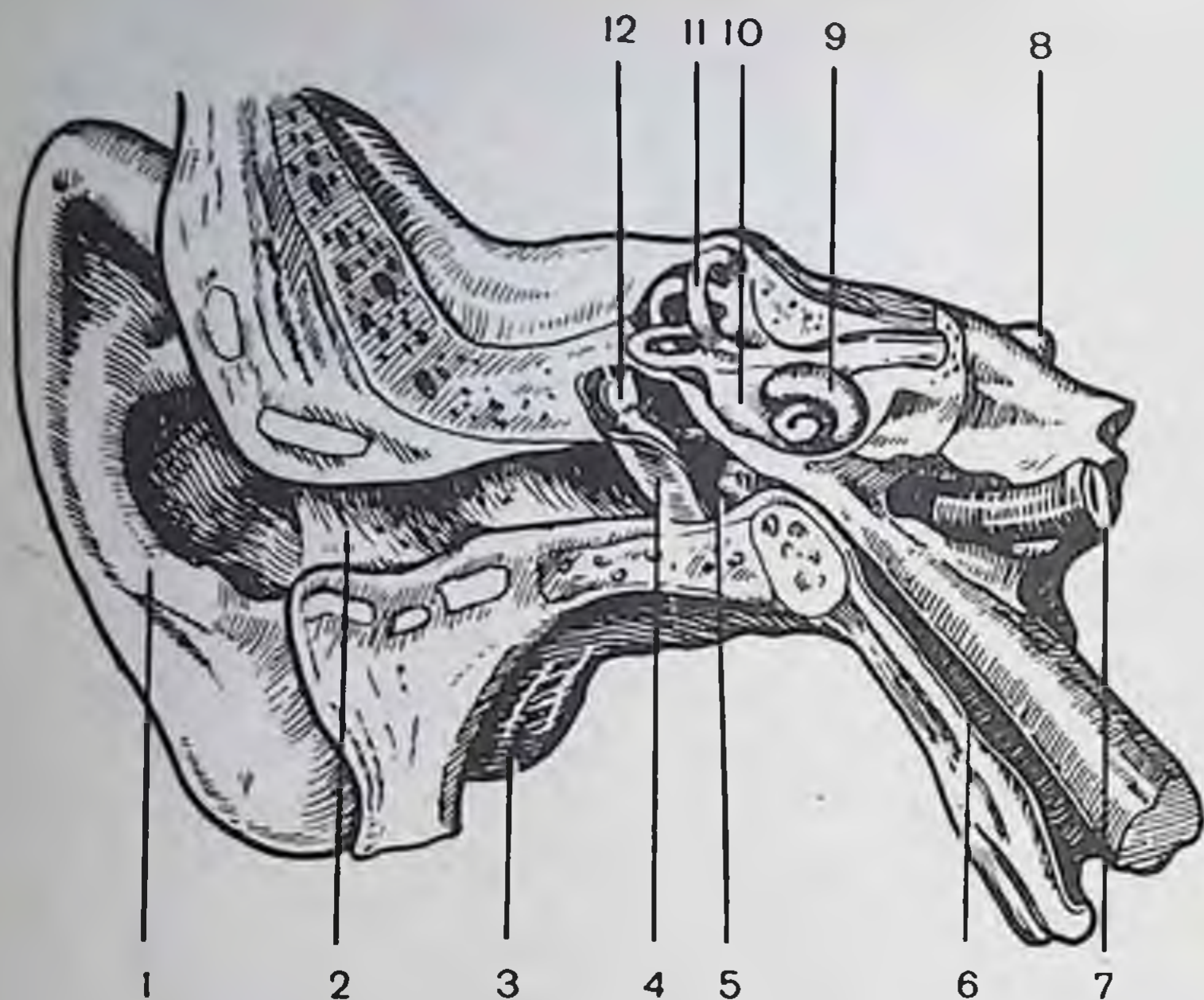


Рис. 325.
Орган слуха и орган равновесия (на разрезе):

1 — ушная раковина; 2 — наружный слуховой проход; 3 — сосцевидный отросток височной кости; 4 — барабанная перепонка; 5 — барабанная полость; 6 — слуховая труба; 7 — внутренняя сонная а.; 8 — преддверно-улитковый н.; 9 — лабиринт внутреннего уха; 10 — преддверие; 11 — полукружные протоки; 12 — слуховые косточки

Орган равновесия воспринимает колебания, возникающие в результате изменения положения тела и особенно головы. Он расположен во внутреннем ухе.

Наружное ухо (*auris externa*) представлено *ушной раковиной* и *наружным слуховым проходом*. Ушная раковина построена из эластического хряща, покрытого снаружи кожей. Наружный слуховой проход имеет два отдела — хрящевой и костный. Ход его не прямолинеен, с двумя изгибами. Просвет прохода покрыт видоизмененной кожей, содержащей большое количество серных и сальных желез. От полости среднего уха наружный слуховой проход отделен плотной фиброзной мембраной, которая называется *барабанной перепонкой*.

Среднее ухо (*auris media*) включает *барабанную полость*, в которой находятся *слуховые косточки*, а также *ячейки сосцевидного отростка височной кости*, и *слуховую трубу*.

Барабанная полость объемом около 1 см³ расположена в толще височной кости между внутренним ухом и наружным слуховым проходом, от которого отделена барабанной перепонкой. Сзади от барабанной полости лежат ячейки сосцевидного отростка височной кости, а впереди — слуховая труба, сообщающая барабанную полость с глоткой. Крыша барабанной полости обращена в полость черепа и прилежит к головному мозгу, а дном ее является яремная ямка височной кости, где расположена яремная вена.

В барабанной полости помещаются три слуховые косточки: *молоточек*, *наковальня* и *стремя*, соединенные между собой суставами (см. рис. 325). Молоточек одним своим концом связан с барабанной перепонкой, стремя закрывает расположенное на внутренней стенке полости отверстие овальной формы — *окно улитки*, которое ведет во внутреннее ухо. Слуховые косточки передают колебания барабанной перепонки, вызванные звуковыми волнами, во внутреннее ухо.

Слуховая труба представляет собой канал, сообщающий барабанную полость с глоткой. Благодаря этому давление воздуха в барабанной полости всегда равно атмосферному и создаются необходимые условия для колебания барабанной перепонки.

Внутреннее ухо (*auris interna*), где располагаются периферические части слухового анализатора и органа равновесия, устроено наиболее сложно. Оно состоит из *костного лабиринта*, внутри которого помещен *перепончатый лабиринт* (рис. 326). Внутреннее ухо расположено в толще пирамиды височной кости, кнутри от барабанной полости.

В костном лабиринте имеются три отдела: *улитка*, расположенная спереди, в которую заключен орган слуха; *преддверие* и *костные полукружные каналы*, расположенные сзади, в которых находится орган равновесия.

Улитка представляет собой спиральный костный канал, имеющий два с половиной завитка. От стержня, вокруг которого проходит этот канал, в просвет последнего отходит костная спиральная пластинка. Свободным концом спиральный ход улитки открывается в преддверие.

Преддверие представляет собой небольшую костную полость, имеющую на наружной стенке два отверстия: *окно улитки*, закрытое стремением, и *окно преддверия*, затянутое тонкой мембраной.

Костные полукружные каналы расположены в трех взаимно перпендикулярных плоскостях (горизонтальной, фронтальной и сагиттальной). Эти каналы открываются в преддверие своими ножками, три из которых имеют расширения — ампулы.

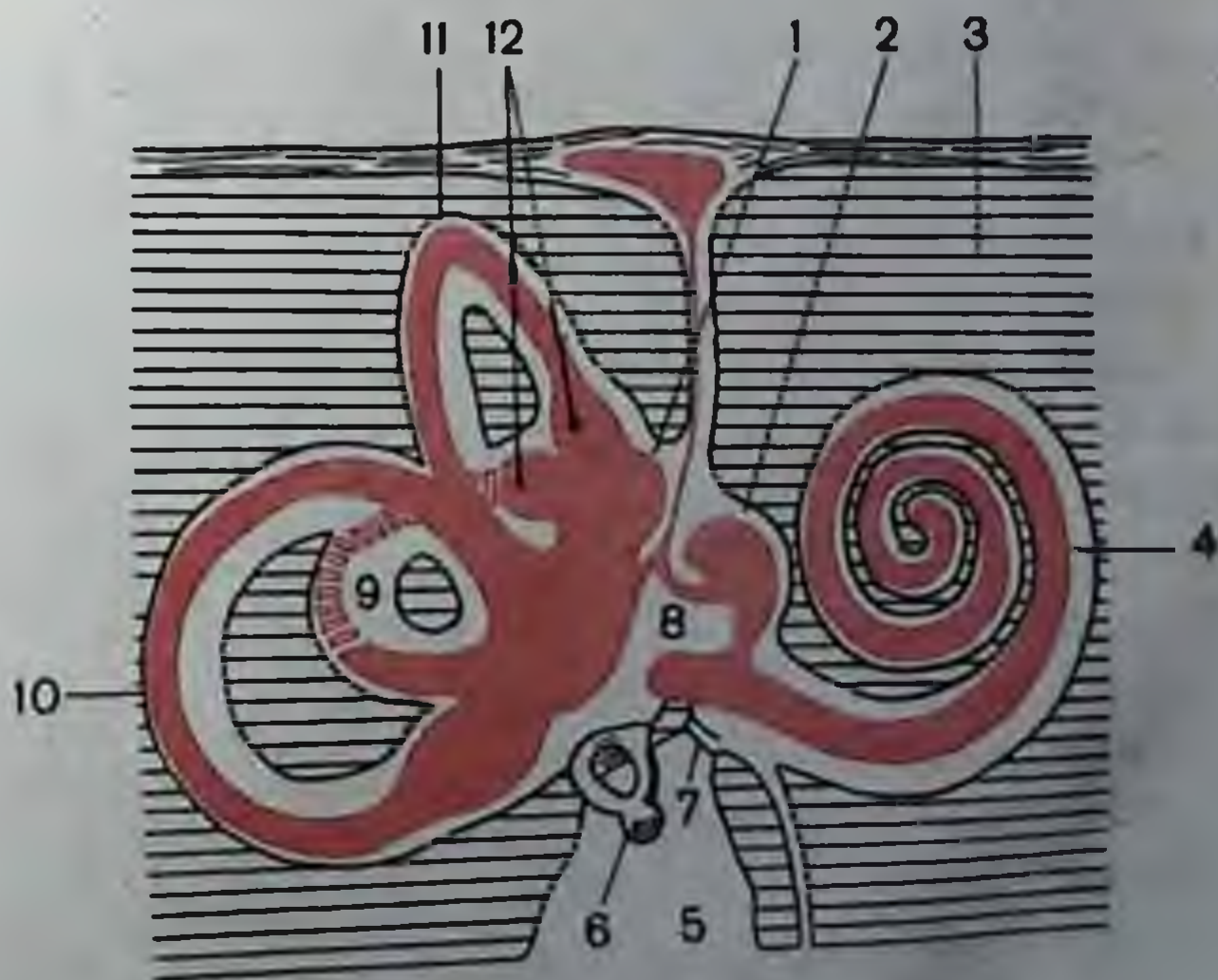
Перепончатый лабиринт расположен внутри костного лабиринта и отделен от него щелевидным пространством, которое заполнено жидкостью — *перилимфой*. Внутри перепончатого лабиринта находится *эндолимфа*.

Перепончатый лабиринт состоит из *улиткового протока*, расположенного в костном канале улитки; *полукружных протоков*, лежащих в соответствующих костных полукружных каналах; *сферического и эллиптического мешочков*, находящихся в преддверии и сообщающихся между собой с помощью протоков.

Рис. 326.

Схема строения костного и перепончатого лабиринтов:

1 — эллиптический мешочек; 2 — сферический мешочек; 3 — костное вещество пирамиды; 4 — улитка; 5 — барабанная полость; 6 — стремя, закрывающее окно улитки; 7 — окно преддверия, закрытое вторичной барабанной перепонкой; 8 — преддверие; 9 — латеральный полукружный проток; 10 — задний полукружный проток; 11 — верхний полукружный проток; 12 — ампулы полукружных протоков



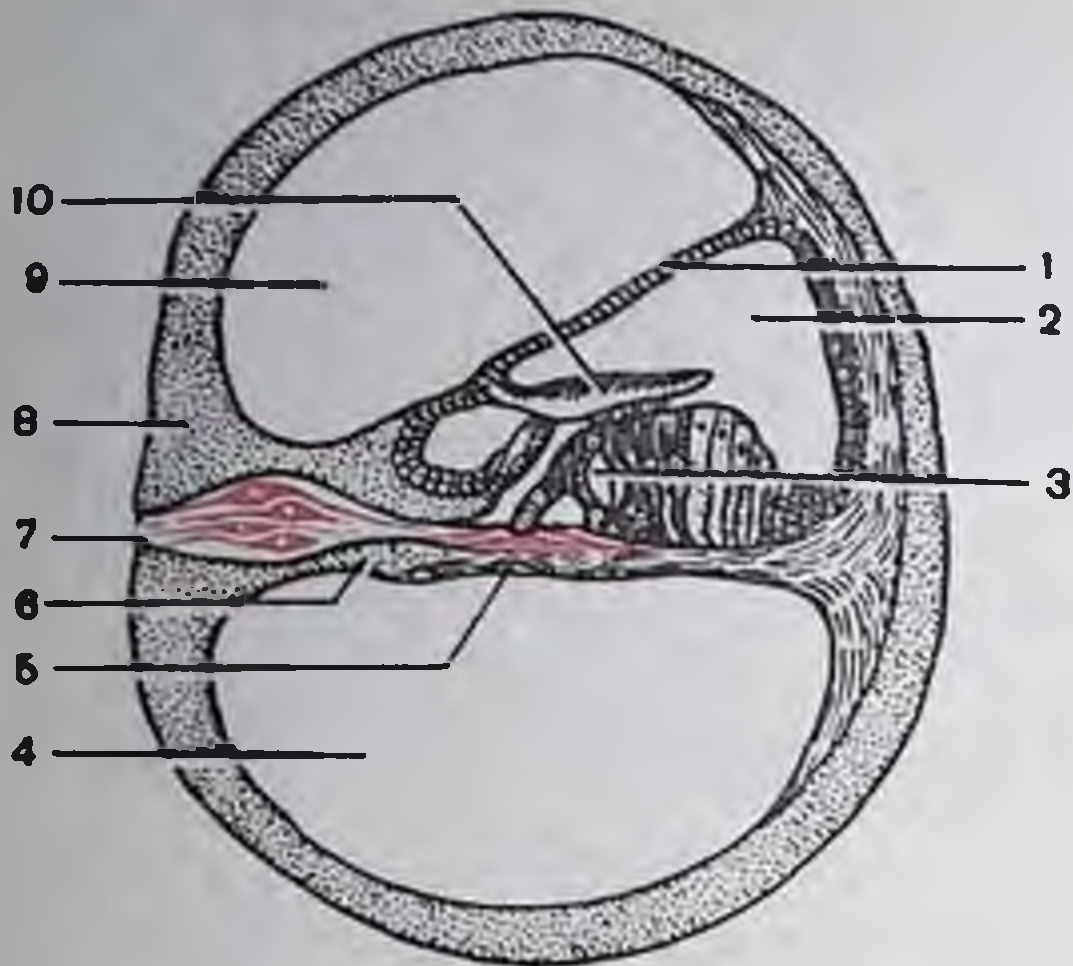


Рис. 327.

Поперечный разрез через ход улитки:

1 — преддверная стенка улиткового протока (преддверная мембрана); 2 — улитковый проток; 3 — спиральный орган; 4 — барабанная лестница; 5 — барабанная стенка улиткового протока (спиральная мембрана); 6 — костная спиральная пластинка; 7 — улитковый и.; 8 — костная стенка улитки; 9 — лестница преддверия; 10 — перокровная мембрана

Звуковые колебания посредством барабанной перепонки и слуховых косточек преобразуются в колебания перилимфы и эндолимфы. Движения перилимфы и эндолимфы передаются нижней стенке улиткового протока, в которой расположены рецепторные клетки, воспринимающие эти колебания (рис. 327).

Рецепторные клетки органа равновесия расположены в мешочках перепончатого лабиринта и в ампулах полукружных каналов. Клетки, находящиеся в мешочках перепончатого лабиринта, устроены таким образом, что при изменении положения головы меняется степень натяжения их чувствительных волосков, о чем передаются сигналы в нервную систему. Чувствительные волоски клеток, расположенных в ампулах полукружных протоков, отклоняются в ту или иную сторону в результате колебаний эндолимфы, возникающих при движениях тела.

Проводящий путь слухового анализатора (рис. 328). Рецепторные клетки, воспринимающие слуховые колебания, расположены в улитковом протоке. Их раздражение передается на чувствительные нейроны *спирального узла*, лежащего в толще пирамиды височной кости.

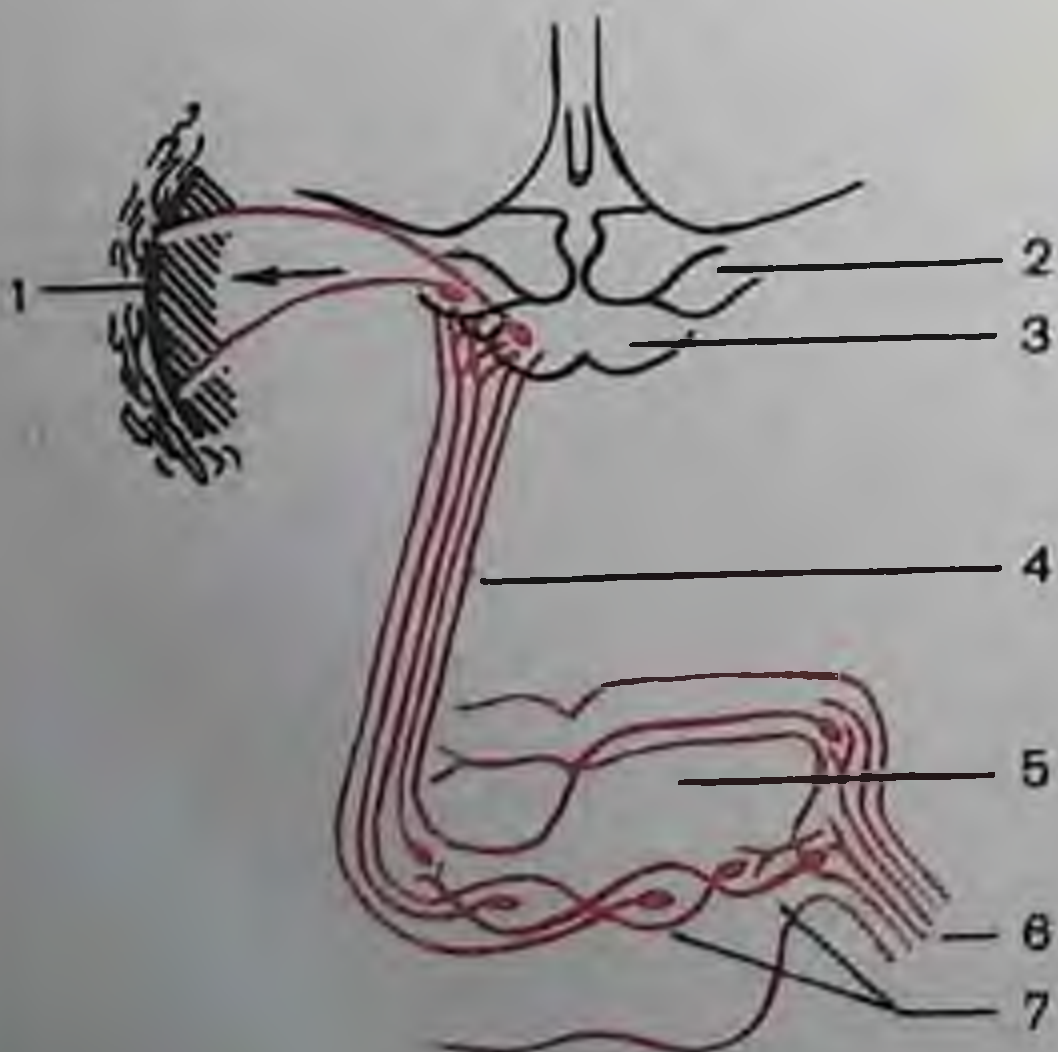


Рис. 328.

Проводящий путь слухового анализатора:

1 — корковый центр слуха (кора верхней височной извилины); 2 — медиальное колленчатое тело; 3 — нижний холмик пластинки крыши среднего мозга; 4 — слуховой проводящий путь; 5 — мост; 6 — улитковый и.; 7 — ядра улиткового и.

Центральные отростки чувствительных нейронов в составе *преддверно-улиткового* нерва (VIII пара черепных нервов) достигают моста, где заканчиваются на слуховых ядрах. Отростки вторых нейронов, тела которых лежат в *слуховых ядрах* моста, достигают подкорковых слуходиаляльного коленчатого тела). От подкорковых слуховых центров, где расположены третьи нейроны слухового проводящего пути, начинаются нервные волокна, проводящие слуховые раздражения в кору мозга. Кортикальный конец слухового анализатора (корковый центр слуха), как уже говорилось, находится в височной доле каждого полушария.

Проводящий путь органа равновесия. Раздражение рецепторных клеток, расположенных в полукружных каналах и мешочках перепончатого лабиринта, передаются на чувствительные нейроны, лежащие в толще пирамиды височной кости. Центральные отростки чувствительных нейронов в составе *преддверно-улиткового* нерва достигают моста, где заканчиваются на *преддверных ядрах*. От этих ядер раздражение передается в основном в кору мозжечка.

ОРГАН ОБОНЯНИЯ И ОРГАН ВКУСА

Орган обоняния и орган вкуса относятся к группе анализаторов, воспринимающих химические раздражения, вызываемые различными веществами. Периферическая часть обонятельного анализатора, его рецепторный отдел, расположен в слизистой оболочке носа, выстилающей верхнюю носовую раковину и прилежащую к ней часть носовой перегородки. Раздражение обонятельных клеток передается в головной мозг по обонятельным нервам, которые составляют I пару черепных нервов.

Рецепторные клетки органа вкуса расположены во *вкусовых луковичках*, находящихся в желобовидных и грибовидных сосочках языка. Вкусовые раздражения поступают в головной мозг по нервным волокнам лицевого нерва.

Раздел девятый

ОБЩИЙ ПОКРОВ ТЕЛА

Снаружи тело человека покрыто кожей (*cutis*), которая непосредственно и постоянно контактирует с окружающей его внешней средой. Поверхность кожи у взрослого человека в среднем составляет 1,6—1,9 кв. м.

Кожа человека имеет сложное строение и выполняет различные функции. Образую внешний покров тела, она защищает его от внешних воздействий. Наряду с защитной функцией кожа играет важную роль в регуляции содержания воды в организме. В среднем за сутки через кожу выделяется около 500 мл воды, а вместе с ней из организма выводятся различные соли, главным образом хлориды, молочная кислота и мочевины. Еще одна важная функция кожи связана с регуляцией теплообмена, так как примерно 80% теплоотдачи организма осуществляется через кожную поверхность. Это особенно хорошо заметно при различных физических нагрузках. Наконец, необходимо подчеркнуть значение кожи как огромного рецепторного поля, воспринимающего осязательные, болевые и температурные воздействия.

Общий покров тела состоит из *эпидермиса* — самого наружного эпителиального слоя кожи; *собственно кожи (дермы)* — ее соединительнотканной основы, которая лежит непосредственно под эпидермисом, и *подкожной основы*, которая располагается под дермой и тесно связана с ней в структурном и функциональном отношении (рис. 329).

Эпидермис состоит из многослойного плоского ороговевающего эпителия. Толщина его колеблется от 0,1 мм до 1,5 мм. Неодинаковая толщина эпидермиса в различных отделах общего покрова обусловлена в первую очередь силой механических воздействий. Наиболее толстый эпидермис покрывает ладони рук и подошвы стоп.

Эпидермис состоит из нескольких слоев. Глубокий слой эпидермиса, прилежащий к дерме, называется *базальным*, или *ростковым*. Здесь происходит размножение и развитие новых клеток. Наружный слой (*роговой*) состоит из роговых чешуек, богатых *кератином* (специальным плотным веществом), которые постепенно слущиваются с поверхности кожи. Роговой слой кожи у человека обновляется примерно за 7—11 дней. Обновление клеточного состава эпидермиса происходит за счет размножения и роста тех эпителиальных клеток, которые расположены в глубоких слоях.

Собственно кожа, или дерма, представляет собой соединительно-тканную прослойку, богатую коллагеновыми и эластическими волокнами. В ней различают *сосочковый* и *сетчатый* слои.

Сосочковый слой находится на границе с эпидермисом и имеет ярко выраженные сосочки. Особенно хорошо они развиты на ладонной и подошвенной поверхности кожи. В совокупности сосочки образуют гребешки и бороздки кожи, которыми определяется строго индивидуальный ее рисунок, не меняющийся на протяжении всей жизни человека. В рыхлой, неоформленной волокнистой соединительной ткани сосочкового слоя много мелких кровеносных и лимфатических сосудов, нервных окончаний, волосяных мешочков, гладких мышечных клеток, слюнных желез.

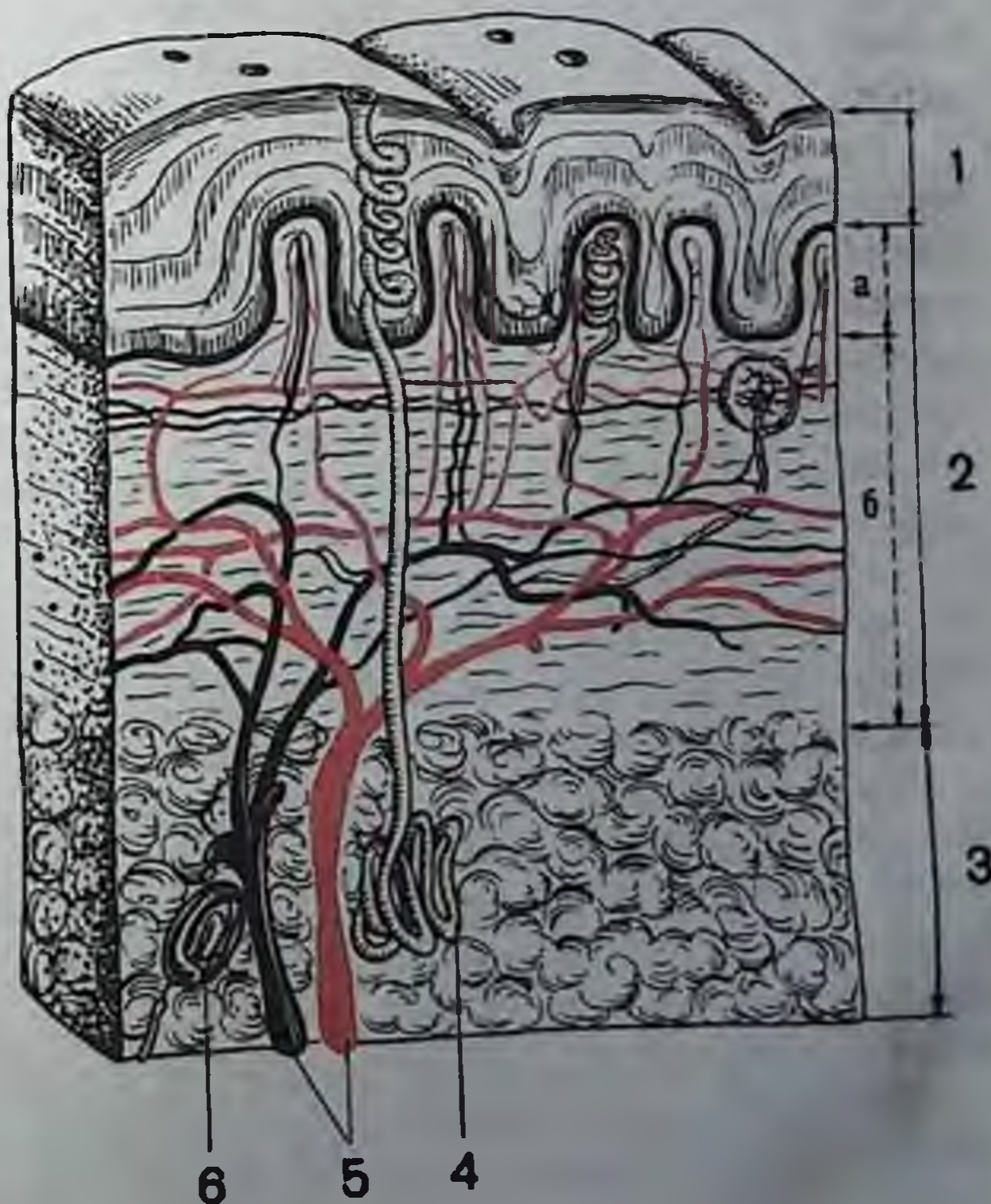
Более глубокий сетчатый слой построен из волокнистой соединительной ткани, с которой в основном связаны механические свойства кожи: ее плотность и упругость. Толщина и сопротивляемость этого слоя не везде одинакова. Наиболее значительна толщина на подошве и ладони, на спине, в области ягодиц, локтей; наименьшая толщина — на шее, тыльной стороне кистей, на коже со стороны сгибаемой поверхности суставов.

Механическая прочность дермы определяется количеством коллагеновых волокон, их направлением и расположением. Пучки коллагеновых волокон идут преимущественно в двух направлениях: параллельно поверхности кожи и косо. При этом образуется крупнопетлистая сеть коллагеновых волокон. Без видимой границы дерма переходит в подкожную основу.

Рис. 329.

Строение кожи (по Ф. Кишшу):

1 — эпидермис; 2 — собственно кожа (а — сосочковый слой, б — сетчатый слой); 3 — подкожная основа; 4 — потовая железа; 5 — кровеносные сосуды кожи; 6 — рецептор



Подкожная основа состоит преимущественно из рыхлой соединительной ткани, в которой имеется множество жировых отложений. Идущие из дермы и пронизывающие подкожножировую клетчатку коллагеновые волокна вплетаются в подлежащую поверхностную фасцию.

Жировые отложения в подкожной основе зависят как от области тела, так и от возрастных, половых, индивидуальных особенностей организма, физических нагрузок, режима питания, образа жизни и т. п. Наибольшее отложение жира наблюдается в области передней стенки живота, в области грудных желез и в области таза. На спине, шее и на конечностях подкожножировая клетчатка имеет вид сплошного пласта, в то время как в местах наибольшего давления — на подошвах, в области ягодиц, на ладонях — она имеет резко выраженное ячеистое строение. У женщин подкожная основа выражена лучше, чем у мужчин. Имеются и некоторые другие половые отличия, касающиеся расположения жирового слоя. В частности, у женщин жир в значительно большем количестве может отлагаться в области грудных желез, ягодиц и в области бедер.

Подкожножировая клетчатка в известной мере защищает подлежащие органы от механических травм, переохлаждения, а также представляет собой своего рода запас питательных веществ, который расходуется организмом по мере необходимости.

Имеются производные образования кожи, такие как *железы, волосы и ногти*.

Железы кожи делят на *потовые, сальные и молочные*. Железы кожи, как и другие железы, вырабатывают и выделяют на поверхность кожи различные вещества. Поверхность железистого эпителия примерно в 600 раз больше наружной поверхности эпидермиса.

П о т о в ы е ж е л е з ы наиболее многочисленны: их насчитывается до 2—3 млн. За сутки они вырабатывают 500—600 мл пота. При физической работе, а также при высокой температуре окружающей среды количество выделяемого пота может возрастать до нескольких литров. Наиболее густо потовые железы расположены в области ладоней, подошв, лба, подмышечных ямок, паховых складок. Поэтому усиленное потоотделение может создать неблагоприятные условия для гимнаста во время упражнений на перекладине или для тяжелоатлета, поднимающего штангу. В таких случаях спортсмены вынуждены пользоваться присыпками магнезии.

Потовая железа имеет простое трубчатое строение. В ней различают *тело, проток и потовую пору* (см. рис. 330). Тело потовой железы, имеющее строение наподобие клубочка, находится в нижних слоях собственно кожи, где оно оплетено кровеносными капиллярами. Секрет потовых желез на 98% состоит из воды и доставляемых кровью продуктов химических реакций (солей, мочевины, аммиака, мочевой кислоты и др.). Выводной проток потовой железы проходит через вышележащие слои и выходит на наружную поверхность кожи. Испарение пота связано с отдачей энергии, что приводит к понижению температуры тела и предохраняет его от перегревания.

С а л ь н ы е ж е л е з ы встречаются реже, чем потовые железы, а в некоторых местах — в коже ладоней и подошв — их вообще нет.

Много сальных желез в коже волосистой части головы, лица. Сальные железы относятся к простым альвеолярным железам и расположены в верхних слоях собственно кожи около корней волос. Протоки сальных желез открываются, как правило, в волосяные мешочки (рис. 330). Выделяемое кожное сало смазывает волосы и покрывает тонким слоем эпидермис. Степень секреции сальных желез определяет жирность кожи. Нормальная секреция предохраняет эпидермис от высыхания, делает кожу эластичной, усиливает ее защитную функцию.

Молочные железы. У человека две молочные железы, но функциональная их значимость проявляется лишь у женщин, особенно в период беременности и кормления новорожденного. Молочные железы расположены между 3-м и 6-м, а иногда и 7-м ребрами по вертикали и между околосредней и передней подмышечной линиями по горизонтали. Примерно в середине выпуклой поверхности железы по среднеключичной линии находится круглый пигментированный участок с грудным соском в центре. Грудная железа состоит из 15—20 долек, расходящихся от соска лучеобразно, секрет которых поступает в млечный проток, идущий к грудному соску.

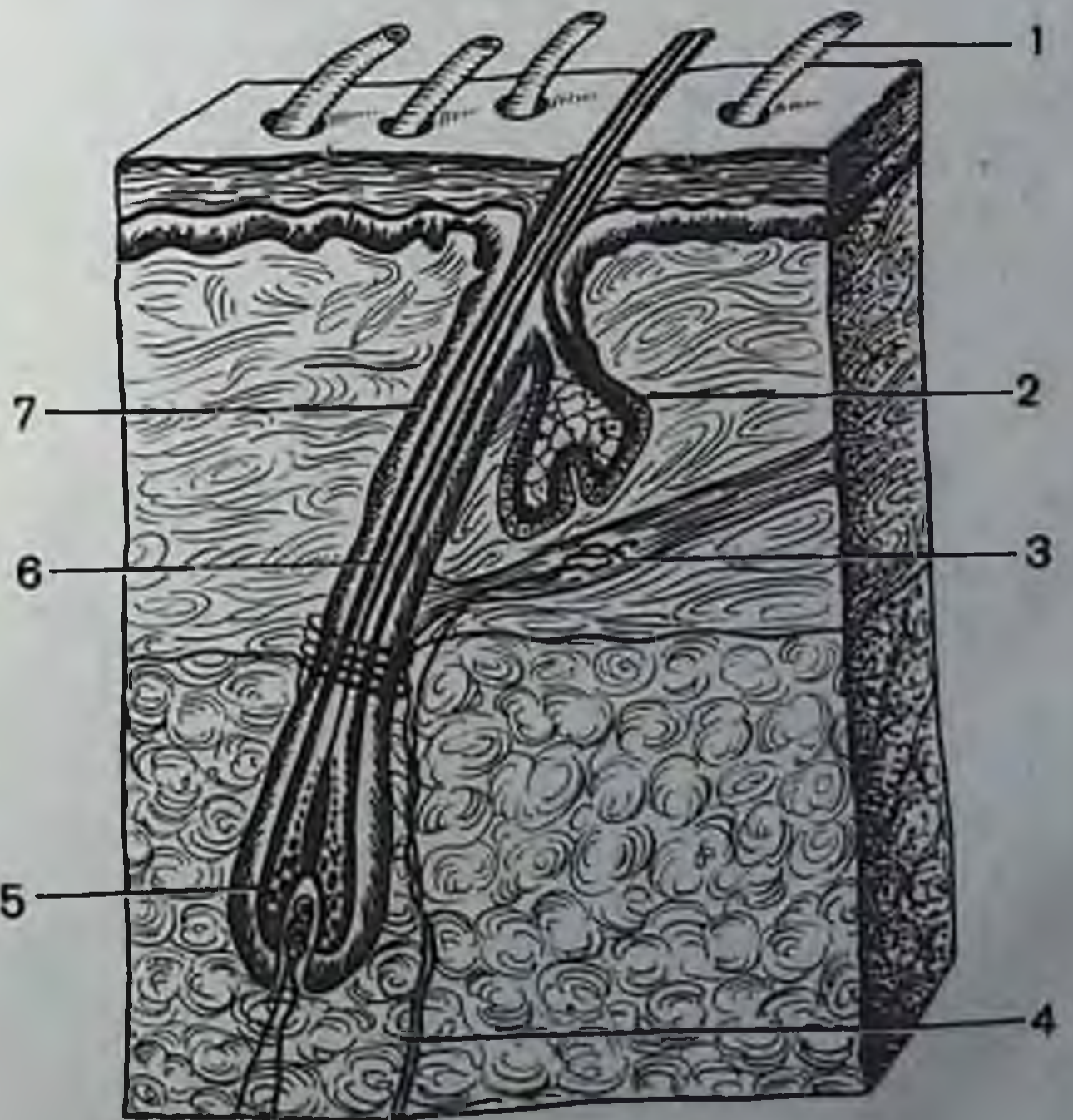
Развитая грудная железа имеет небольшие размеры, округлую форму и обладает упругой консистенцией. Возрастные и индивидуальные изменения грудной железы очень велики. Она достигает полного развития в период половой зрелости. В старшем возрасте ее железистые клетки перерождаются и в ней увеличивается содержание жировой ткани.

Волосы являются производным эпидермиса и встречаются почти на всей поверхности кожи. Различают длинные волосы (верхняя поверхность головы, борода, усы), щетинистые (брови, ресницы) и пушковые. С наступлением половой зрелости длинные волосы появляются в

Рис. 330.

Строение волоса:

- 1 — стержень волоса;
- 2 — сальная железа;
- 3 — м., поднимающая волос;
- 4 — нервные волокна;
- 5 — луковица волоса;
- 6 — корень волоса;
- 7 — волосяной мешочек



области лобка, половых органов и в подмышечных ямках. Остальная, большая, часть кожи покрыта пушковыми волосами.

Ногти также являются производным эпидермиса. Они защищают дистальные концы пальцев, ладонная поверхность которых обладает наибольшей чувствительностью. Ноготь расположен в соединительнотканном ложе, сращенном непосредственно с надкостницей фаланги.

Кровоснабжение и иннервация кожи. Питание кожи кровью осуществляется за счет многочисленных артерий, разветвляющихся в подкожножировой клетчатке. В коже артериальные сосуды образуют несколько сплетений. От них отходят ветви, разделяющиеся на капилляры в сосочках, около волосяных фолликулов, сальных и потовых желез. Венозная кровь собирается в венозные сплетения, из которых она оттекает по венозным стволикам в крупные вены. Лимфатические сосуды образуют в коже два сплетения: поверхностное, расположенное под сосочками, и глубокое, залегающее на границе сетчатого слоя и подкожной основы. Из этих сплетений лимфа отводится по лимфатическим сосудам в регионарные лимфатические узлы.

Кожа представляет собой обширное рецепторное поле, воспринимающее осязательные, температурные, болевые раздражения. Она иннервируется конечными ветвями спинномозговых и черепных нервов. В основном в состав этих ветвей входят чувствительные проводники, несущие воспринятую информацию от кожи к центральной нервной системе. Однако наряду с чувствительными нервными волокнами в коже имеются многочисленные вегетативные проводники, управляющие реакциями кровеносных сосудов, желез и мышц, поднимающих волосы.

Чувствительные нервные окончания (*рецепторы*), расположенные в разных слоях кожи, имеют различное строение (рис. 331). В большом количестве встречаются свободные нервные окончания (около 200 на 1 кв. см), распространенные в нижних слоях эпидермиса и реагирующие на болевые раздражения. В сосочковом слое встречаются осязательные тельца и диски (25 на 1 кв. см), особенно хорошо выраженные на кончиках пальцев рук. Концевые колбы (12—15 на 1 кв. см, реагирующие

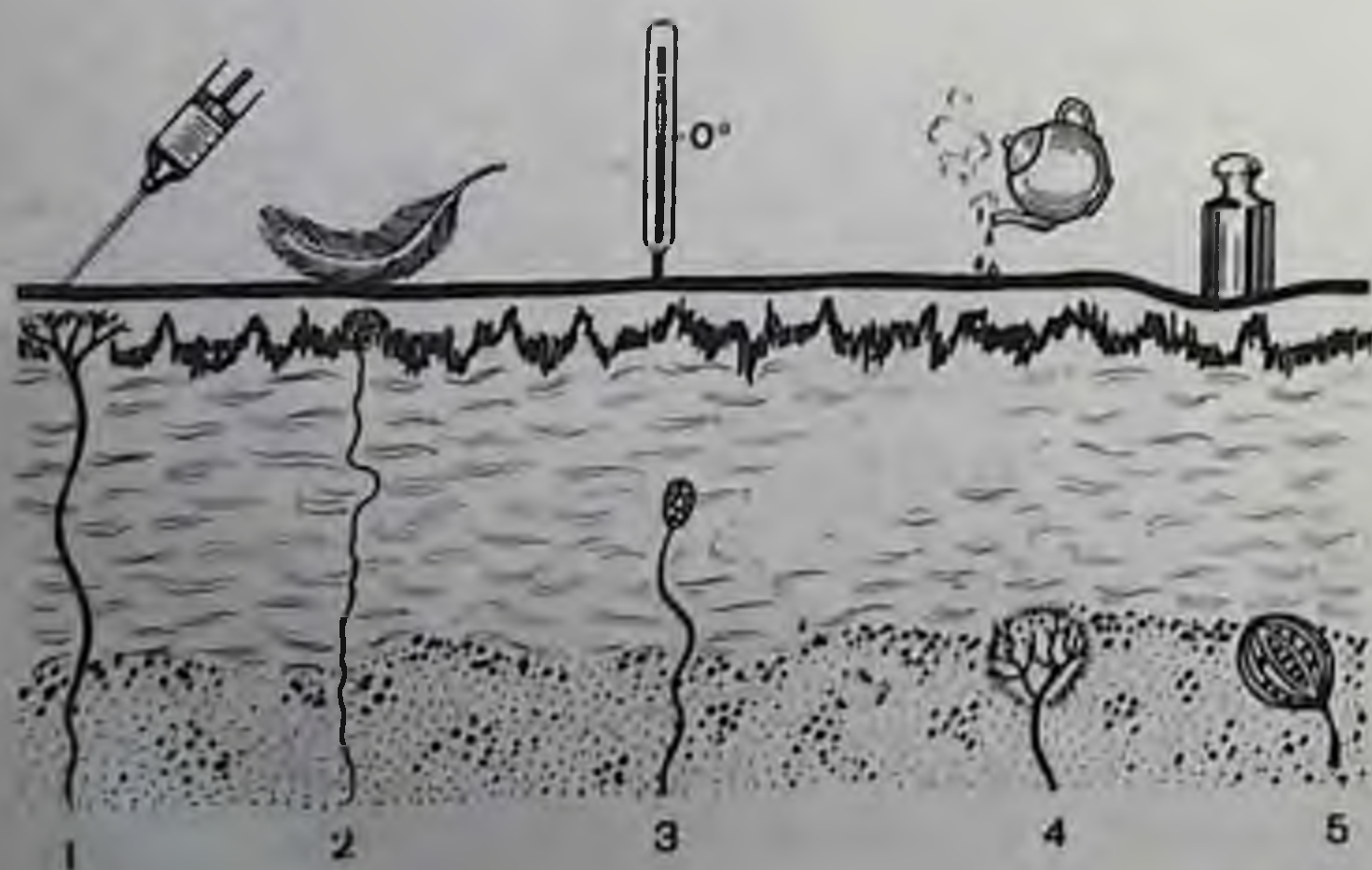


Рис. 331.

Чувствительные нервные окончания кожи (схема):

1 — свободное нервное окончание; 2 — осязательное тельце; 3 — концевая колба; 4 — сосочковые кисти; 5 — пластинчатое тельце

на холод, лежат в верхних слоях собственно кожи, а сосочковые кисти (2 на 1 кв. см), реагирующие на тепло — в нижних ее слоях. Пластинчатые тельца — самые крупные и малочисленные рецепторы — находятся на границе дермы и подкожной основы, в самой жировой клетчатке. Эти рецепторы воспринимают давление на кожу. Таким образом, чувствительные нервные окончания, расположенные в коже, относятся к экстерорецепторам, которые воспринимают раздражения из окружающей человека внешней среды. Особенность их состоит в том, что они возбуждаются лишь при контактном взаимодействии с соответствующим раздражителем.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Адвентициальная оболочка — 279
Альвеола легкого — 309, 310
Альвеолярное дерево — 309
Анатомия — 5
Антагонизм (мышц) — 127
Аорта — 342
— брюшная — 348
— восходящая — 342
— грудная — 347
— дуга — 342
— нисходящая — 347
Апоневроз — 118
— ладонный — 182, 190
— подошвенный — 212
Аппарат дыхательный — 302
— моче-половой — 312
— пищеварительный — 275
Артерио-венулярный анастомоз — 332
Артериола — 331, 332
Артерия(и) — 332
— базилярная — 404
— бедренная — 351
— верхняя брыжеечная — 349
— верхней конечности — 345
— верхнечелюстная — 344
— верхняя шитовидная — 344
— внутренняя грудная — 345
— внутренняя подвздошная — 351
— внутренняя сонная — 342
— верхняя ягодичная — 351
— восходящая глоточная — 344
— восходящая шейная — 345
— глазная — 344, 404
— глубокая бедра — 351
— глубокая плеча — 346
— головы — 342
— грудо-акромиальная — 345
— дорзальная стопы — 353
— желудочно-дуоденальная — 349
— задняя большеберцовая — 353
— задняя мозговая — 404
— запирающая — 351
— затылочная — 344
— латеральная грудная — 345
— латеральная подошвенная — 353
— левая венечная — 340
— левая желудочная — 349
— легочные — 341
— локтевая — 346
— лицевая — 344
— лучевая — 346
— малоберцовая — 353
— медиальная подошвенная — 353
— межреберные — 347
— мозговые — 403
— надлопаточная — 345
— наружная подвздошная — 351
— наружная сонная — 344
— нижняя брыжеечная — 349
— нижней конечности — 351
— нижняя шитовидная — 345
— нижняя ягодичная — 351
— нисходящая коленная — 352
— общая печеночная — 349
— общая подвздошная — 350
— общая сонная — 342
— передняя большеберцовая — 353
— передняя мозговая — 403
— печени — 298
— плечевая — 345
— поверхностная височная — 344
— подключичная — 344
— подколенная — 353
— подлопаточная — 345
— подмышечная — 345
— позвоночная — 345, 403
— поперечная шеи — 345
— почки — 315, 350
— поясничные — 348
— правая венечная — 339
— селезеночная — 349
— сердца — 439
— средняя мозговая — 403, 404
— шеи — 342
— язычная — 344
Ассоциативные нервные пути — 405
Атлант — 53
Атлanto-затылочный сустав — 56
Ацинус — 310
Базальные ядра — 401
Барабанная перепонка — 442
Барабанная полость — 442
Бег — 255
Бедренная кость — 97
Бедренный канал — 211
Бедро — 30
— движения — 212, 214
— кровеносные сосуды — 351, 358
— мышцы — 199
— нервы — 420
Белая линия живота — 154
Бластула — 16
Боковой желудочек (мозга) — 402
Большие половые губы — 323
Большое седалищное отверстие — 95
Большой круг кровообращения — 327
Большой мозг — 395
Большой сальник — 301
Борозда запястья — 89
Борозды большого мозга — 396

Бронхи — 308
Бронхиолы — 309
Брыжейка ободочной кишки — 301
— поперечной ободочной кишки — 301
— сигмовидной кишки — 301
— толстой кишки — 301
— тонкой кишки — 301

Брюшина — 300
Вдох (мышцы) — 161
Венечный шов — 69
Вентральный — 30
Вегетативная нервная система — 428

Веки — 441
Вена(ы) — 334, 354
— бедренная — 358
— верхняя брыжеечная — 360
— верхняя полая — 355
— верхней конечности — 357
— внутренняя подвздошная — 358
— внутренняя яремная — 355
— воротная — 359
— глубокие — 355
— головы — 355
— легочные — 342
— наружная подвздошная — 358
— непарная — 357
— нижней конечности — 358
— нижняя брыжеечная — 360
— нижняя полая — 357
— общая подвздошная — 358
— плече-головная — 357
— поверхностные — 355
— подключичная — 357
— подколенная — 358
— подмышечная — 357
— сердца — 340
— селезеночная — 360
— шеи — 355

Венула — 332
Вертлужная губа — 102
— впадина — 93

Вертикальная ось — 30
Вертел большой — 98
Вертел малый — 98

Верхняя глазничная щель — 67
Верхняя конечность — 29
— — движения — 192, 193
— — кровеносные сосуды — 345, 357
— — мышцы — 174
— — нервы — 414
— — скелет — 78

Верхнечелюстная пазуха — 72
Верхняя челюсть — 72
Височная кость — 68
Височная ямка — 75
Височно-нижнечелюстной сустав — 75
Вкусовые почки — 284, 445
Влагалище — 323

Влагалище прямой мышцы живота — 154
Внутреннее основание черепа — 69
Внутреннее слуховое отверстие — 69
Внутренний слуховой проход — 69
Внутреннее ухо — 443

Внутригрудная фасция — 151

Волосы — 449
Выдох (мышцы) — 162

Гастрюла — 16
Гипоталамус — 393

Гипофиз — 373
Гипофизарная ямка — 66

Гладкая мышечная ткань — 279

Глаз — 437

Глазница — 73

Глазное яблоко — 437

Глотка — 286

Голень — 30

— движения — 214
— кости — 99, 100
— кровеносные сосуды — 353, 357
— мышцы — 204
— нервы — 421
— соединения костей — 106

Голено-стопный сустав — 106

Голова — 29

— движения — 173
— кровеносные сосуды — 342, 355
— мышцы — 163
— нервы — 423
— скелет — 65

Головной мозг — 386

Голосовая щель — 307

Голосовые связки — 305

Горизонтальная плоскость — 30

Гормоны — 368

Гортань — 304

Грудина — 62

Грудино-ключичный сустав — 80

Грудная клетка — 61

Грудная полость — 64

Грудной проток — 365

Губчатое вещество — 35

Двенадцатиперстная кишка — 291

Движения — 225

— асимметричные — 264
— ациклические — 260
— бедра — 214
— в суставе голено-стопном — 107
— — коленном — 104
— — локтевом — 86
— — луче-запястном — 89
— — плечевом — 85
— — тазо-бедренном — 103
— верхней конечности — 193
— вращательные — 267
— голени — 214
— головы — 173
— кисти — 194
— классификация — 225
— нижней конечности — 212
— пальцевые — 194
— плеча — 193
— плечевого пояса — 192
— позвоночного столба — 59
— предплечья — 193
— простые — 225
— симметричные — 226
— сложные — 225
— стопы — 215
— туловища — 157
— циклические — 338
— шеи — 173

Деление клеток — 26

Дельтовидная фасция — 189

Диафиз (кости) — 36

Диафрагма — 159

Диафрагма таза — 326

Дистальный — 31

Дыхание напряженное — 161

— спокойное — 161

Дыхательные мышцы — 160

- Железа(ы) — 277
- бульбо-уретральная — 324
 - вилочковая — 371
 - внешней секреции — 277
 - внутренней секреции — 368
 - желудка — 289
 - кожи — 448
 - молочная — 449
 - надпочечная — 372
 - околоушная — 285
 - околощитовидные — 370
 - поджелудочная — 296
 - поднижнечелюстная — 285
 - подъязычная — 285
 - половые — 374
 - — женские — 320
 - — мужские — 317
 - потовые — 448
 - предстательная — 318
 - рта — 280
 - слюнные — 448
 - слезная — 441
 - слюнные — 285
 - толстой кишки — 293
 - тонкой кишки — 292
 - щитовидная — 369
- Желтый костный мозг — 37
- Желчный пузырь — 299
- Желудок — 289
- Желудочки мозга — 391, 394, 402
- Желудочек сердца — 336
- Живот — 151
- мышцы — 152
- Задний мост — 389
- Задний проход — 295
- Задняя камера глазного яблока — 439
- Запирательная мембрана — 94
- Запястно-пястные суставы — 89
- Запястье — 83
- Зев — 281
- Зрачок — 438
- Зрительный канал — 67
- Зрительный путь — 439
- Зубы — 282
- Извилины большого мозга — 396
- Канал бедренный — 211
- голено-подколенный — 208
 - запястья — 89
 - паховый — 156
 - плече-мышечный — 180
 - приводящий — 204
- Канатики спинного мозга — 384
- Капилляр — 330
- Кисть — 30
- движения — 194
 - кости — 83
 - кровеносные сосуды — 346
 - мышцы — 188
 - нервы — 416, 417, 418
 - суставы — 89
 - твердая основа — 90
- Кифоз — 57
- Клетка — 22
- Клиновидная кость (черепа) — 66
- Клиновидная пазуха — 66
- Клиновидные кости (стопы) — 101
- Клиновидный пучок — 385
- Ключица — 50
- Кожа — 446
- Коленный сустав — 104
- Коллагеновое волокно — 28
- Комбинированные суставы — 46
- Комиссуральные нервные пути — 405
- Компактное вещество — 35
- Конечный мозг — 395
- Контрфорсы черепа — 76
- Концевая моторная бляшка — 123
- Копчик — 55
- Кора мозга — 398
- Корково-мозжечковые связки — 408
- Корково-ядерные волокна — 408
- Костная система — 32
- — развитие — 46
 - — строение — 32
 - — функция — 32
- Костная ткань — 32
- Костный лабиринт — 443
- Костный мозг красный — 35
- — желтый — 37
- Кость, строение — 32
- функция — 32
- Кость(и) — 32
- бедренная — 97
 - большеберцовая — 99
 - верхней конечности — 78
 - височная — 68
 - головчатая — 83
 - гороховидная — 83
 - запястья — 83
 - затылочная — 66
 - кисти — 83
 - клиновидная — 66
 - клиновидные — 101
 - крючковидная — 83
 - кубовидная — 101
 - ладьевидная (кисти) — 83
 - ладьевидная (стопы) — 101
 - лица — 71
 - лобковая — 94
 - лобная — 67
 - локтевая — 82
 - лучевая — 82
 - малоберцовая — 100
 - многоугольная — 83
 - небная — 71
 - нижней конечности — 91
 - пальцев кисти — 84
 - пальцев стопы — 102
 - плечевая — 81
 - плюсневые — 101
 - полулунная — 83
 - подвздошная — 93
 - подъязычная — 73
 - предплюсны — 100
 - пястные — 84
 - пяточная — 101
 - решетчатая — 67
 - седалищная — 93
 - сессамовидные — 122
 - скуловая — 71
 - соединения — 39
 - стопы — 100
 - тазовая — 93
 - таранная — 101
 - теменная — 68
 - трапециевидная — 83
 - трехгранная — 83
 - черепа — 65
- Краниальный — 30
- Красное ядро — 392

- Красноядерно-спинномозговой путь — 409
Красный костный мозг — 35
Крестец — 54
Крестцово-копчиковые соединения — 57
Крестцово-подвздошный сустав — 94
Кровеносная система — 327
— — строение — 327
— — функция — 328
Кровеносные сосуды — 332
Кровь — 328
Круглое отверстие — 67
Круговое движение — 44
Крыло-нёбная ямка — 74
Ладонный апоневроз — 182
Латеральная лодыжка — 100
Латеральный — 31
Латеральный мениск — 104
Лейкоциты — 330
Легкое(ие) — 309
Легочный ствол — 341
Лимфа — 362
Лимфатическая система — 361
— — строение — 361
— — функция — 363
Лимфатические капилляры — 363
Лимфатические сосуды — 364
Лимфатические узлы — 364
Лимфатические фолликулы — 278
Лимфоцит — 330
Лобковый симфиз — 95
Лобная пазуха — 67
Локтевая кость — 82
Локтевой сустав — 87
Лопатка — 79
Лордоз — 57
Луче-запястный сустав — 88
Луче-локтевой сустав дистальный — 88
— — проксимальный — 88
Малое седалищное отверстие — 95
Малый круг кровообращения — 327
Малый сальник — 301
Матка — 322
Маточная труба — 321
Медиальная лодыжка — 100
Медиальный — 31
Медиальный мениск — 104
Межкостная перепонка голени — 106
Межкостная перепонка предплечья — 88
Межмышечные перегородки — 120
Межпозвоночные суставы — 56
Межфаланговые суставы кисти — 91
— — стопы — 108
Мезодерма — 17
Мениски коленного сустава — 104
Мечевидный отросток — 62
Метане — 264
Метаталамус — 394
Микроциркуляторное русло — 331
Микроциркуляция — 331
Миокард — 338
Миофибрилла — 112
Митотический цикл — 27
Митохондрия — 25
Мозговые оболочки — 402
Мозжечок — 391
Мозолистое тело — 405
Морула — 16
Морфология — 5
Мост — 389
Мочевые органы — 312
Мочевой пузырь — 316
Мочиспускательный канал женский — 324
— — мужской — 319
Моче-половая диафрагма — 326
Мочеточник — 316
Мошонка — 318
Мышечная оболочка — 279
Мышечная система — 111
— — биомеханика — 130
— — возрастные особенности — 137, 138
— — развитие — 137
— — строение — 111
— — функция — 111
Мышечные ткани — 111
Мышца — 111
— виды работы — 126
— возрастные особенности — 137
— вспомогательный аппарат — 120
— иннервация — 122
— классификация — 124
— кровоснабжение — 122
— строение — 111
— форма — 118
— функция — 111
Мышца(ы) бедра — 199
— большая грудная — 147
— большая задняя прямая головы — 146
— большая круглая — 177
— большая приводящая — 202
— большая ромбовидная — 142
— большая ягодичная — 197
— верхней конечности — 174
— верхняя близнецовая — 197
— верхняя задняя зубчатая — 143
— верхняя косая головы — 146
— височная — 163
— внутренние межреберные — 151
— внутренняя запирающая — 197
— внутренняя косая живота — 153
— вращатели — 146
— выпрямляющая туловище — 144
— глазного яблока — 440
— глотки — 287
— глубокий сгибатель пальцев — 184
— голени — 204
— головы — 163
— гортани — 305
— гребенчатая — 202
— груди — 147
— грудино-ключично-сосцевидная — 167
— грудино-подъязычная — 169
— грудино-щитовидная — 169
— грушевидная — 196
— двубрюшная — 169
— двуглавая бедра — 204
— двуглавая плеча — 179
— дельтовидная — 174
— длинная головы — 171
— длинная ладонная — 182
— длинная малоберцовая — 209
— длинная, отводящая большой палец — 188
— длинная приводящая — 202
— длинная шеи — 171
— длиннейшая — 144
— длинный лучевой разгибатель запястья — 185

- длинный разгибатель большого пальца (стопа) — 208
- длинный разгибатель большого пальца (кисти) — 188
- длинный разгибатель пальцев — 205
- длинный сгибатель большого пальца (кисти) — 184
- длинный сгибатель большого пальца (стопа) — 208
- длинный сгибатель пальцев — 206
- жевательная — 163
- живота — 151
- задняя большеберцовая — 208
- задняя лестничная — 170
- икроножная — 206
- камбаловидная — 206
- квадратная бедра — 199
- квадратная подошвы — 209
- квадратная поясницы — 155
- квадратный пронатор — 185
- кисти — 188
- клювовидно-плечевая — 179
- короткая малоберцовая — 209
- короткая, отводящая большой палец кисти — 188
- короткая приводящая — 202
- короткий лучевой разгибатель запястья — 185
- короткий разгибатель большого пальца (кисти) — 188
- короткий разгибатель большого пальца (стопа) — 209
- короткий разгибатель пальцев — 209
- короткий сгибатель большого пальца (кисти) — 188
- короткий сгибатель большого пальца (стопа) — 209
- короткий сгибатель мизинца — 189
- короткий сгибатель мизинца стопы — 209
- короткий сгибатель пальцев — 209
- круглый пронатор — 181
- круговая глаза — 166
- круговая рта — 166
- ладонные межкостные — 188
- латеральная крыловидная — 164
- латеральная прямая головы — 171
- латеральная широкая бедра — 199
- локтевая — 180
- локтевой разгибатель запястья — 186
- локтевой сгибатель запястья — 182
- лопаточно-подъязычная — 169
- лучевой сгибатель запястья — 181
- малая грудная — 149
- малая задняя прямая головы — 146
- малая круглая — 177
- малая ромбовидная — 142
- малая ягодичная — 198
- медиальная крыловидная — 164
- медиальная широкая бедра — 199
- межкостные — 146
- межпоперечные — 146
- мимические — 165
- многораздельная — 146
- надостная — 177
- надчерепная — 165
- напрягатель широкой фасции — 199
- наружная запирающая — 198
- нижней конечности — 195
- нижняя близнецовая — 197
- нижняя задняя зубчатая — 143
- нижняя косая головы — 146
- наружная косая живота — 153
- наружные межреберные — 151
- опускающая нижнюю губу — 166
- опускающая угол рта — 166
- остистая — 144
- отводящая большой палец стопы — 209
- отводящая мизинец — 189
- отводящая мизинец стопы — 209
- передняя большеберцовая — 205
- передняя зубчатая — 150
- передняя лестничная — 170
- передняя прямая головы — 171
- плеча — 178
- плечевая — 179
- плече-лучевая — 185
- поверхностный сгибатель пальцев — 183
- подбородочно-подъязычная — 170
- подвздошно-поясничная — 195
- подвздошно-реберная — 145
- подкожная шеи — 167
- подколенная — 208
- подлопаточная — 178
- поднимающая верхнюю губу — 166
- поднимающая лопатку — 143
- поднимающая угол рта — 166
- поднимающие ребра — 146
- подостная — 177
- подошвенные межкостные — 210
- подреберные — 151
- полуостистая — 146
- полуперепончатая — 204
- полусухожильная — 204
- поперечная груди — 151
- поперечная живота — 154
- поперечно-остистая — 145
- портняжная — 202
- предплечья — 181
- приводящая большой палец кисти — 185
- приводящая большой палец стопы — 209
- промежуточная широкая бедра — 199
- противопоставляющая большой палец кисти — 188
- прямая бедра — 199
- прямая живота — 152
- разгибатель пальцев — 187
- разгибатель указательного пальца — 188
- ременная головы — 144
- ременная шеи — 144
- спины — 139
- средняя лестничная — 170
- средняя ягодичная — 188
- стопы — 209
- супинатор — 188
- тонкая — 203
- трапециевидная — 139
- трехглавая голени — 206
- трехглавая плеча — 180
- туловища — 139
- тыльные межкостные (кисти) — 188
- тыльные межкостные (стопа) — 210
- челюстно-подъязычная — 170
- червеобразные (кисти) — 188

- червеобразные (стоны) — 209
- четырехглавая бедра — 199
- шеи — 166
- шило-подъязычная — 170
- широчайшая спины — 141
- щечная — 166
- шило-подъязычная — 169
- языка — 284
- Мягкое небо — 281
- Надколенник — 99
- Надкостница — 36
- Надпочечник — 372
- Наружное основание черепа — 71
- Наружное слуховое отверстие — 69
- Наружное ухо — 442
- Наружный затылочный выступ — 66
- Наружный нос — 302
- Небо — 281
- Небные миндалины — 281
- Неврогля — 376
- Неврон — 376
- Нейрит — 378
- Нерв(ы) — 410
 - бедренно-паховый — 419
 - бедренный — 419
 - блоковый — 424
 - блуждающий — 428
 - большеберцовый — 421
 - большой внутренностный — 432
 - верхнечелюстной — 425
 - верхний ягодичный — 421
 - глазной — 425
 - глазодвигательный — 424
 - глубокий малоберцовый — 421
 - грудно-спинной — 414
 - грудные — 414
 - диафрагмальный — 413
 - длинный грудной — 414
 - добавочный — 424
 - дорсальный лопатки — 414
 - задний кожный бедра — 421
 - запирающий — 419
 - зрительный — 424, 439
 - латеральный кожный бедра — 420
 - латеральный кожный предплечья — 418
 - лицевой — 427
 - локтевой — 416
 - лучевой — 416
 - малый внутренностный — 432
 - медиальный кожный плеча — 418
 - медиальный кожный предплечья — 418
 - межреберные — 412
 - мышечно-кожный — 417
 - надключичные — 413
 - надлопаточный — 414
 - нижнечелюстной — 427
 - нижний ягодичный — 421
 - обонятельные — 423
 - общий малоберцовый — 421
 - отводящий — 424
 - поверхностный малоберцовый — 421
 - подвздошно-паховый — 419
 - подвздошно-подчревной — 419
 - подлопаточный — 414
 - подмышечный — 416
 - подъязычный — 424
 - поперечный шеи — 413
 - поясничные — 419
- преддверно-улитковый — 424, 445
- седлистый — 421
- сердечные — 434
- спинномозговой — 411
- срединный — 416
- тазовые внутренностные — 435
- тройничный — 424
- черепные — 423
- языко-глоточный — 427
- Нервная система — 375
 - — вегетативная — 428
 - — периферическая — 410
 - — центральная — 380, 386
- Нервная ткань — 376
- Нервно-мышечное веретено — 123
- Нервно-сухожильное веретено — 124
- Нефрон — 314
- Нижняя конечность — 30
 - — движения — 212
 - — кровеносные сосуды — 351, 357
 - — мышцы — 195
 - — нервы — 419, 421
 - — скелет — 91
- Нижняя носовая раковина — 71
- Нижняя челюсть — 73
- Ноготь — 450
- Ножки мозга — 392
- Носовая перегородка — 303
- Носовые ходы — 303
- Ободочная кишка — 294
- Общий кожный покров — 446
- Общий центр тяжести тела — 218
- Овальное отверстие — 67
- Околоносовые пазухи — 74
- Орган вкуса — 445
 - зрения — 437
 - обоняния — 445
 - равновесия — 442
 - слуха — 441
- Органеллы — 23
- Органы чувств — 436
- Остеон — 34
- Остеоцит — 33
- Остистое отверстие — 67
- Отведение бедра — 214
 - головы — 173
 - кисти — 194
 - плеча — 193
 - стопы — 215
- Параганглии — 372
- Парасимпатическая часть — 434
- Паразитовидные железы — 370
- Паховый канал — 156
- Передняя камера глазного яблока — 439
- Перемизий — 118
- Перепончатый лабиринт — 443
- Перикард — 334
- Периферическая нервная система — 410
- Печень — 296
- Пирамидные пути — 407
- Пищевод — 288
- Пластинка крыши — 392
- Плевра — 310
- Плевральная полость — 311
- Плечо — 29
 - движения — 193
 - кости — 81
 - кровеносные сосуды — 345, 355
 - мышцы — 178
 - нервы — 416

- Плечевой сустав — 84
 Плече-головной ствол — 342
 Плече-локтевой сустав — 86
 Плече-лучевой сустав — 86
 Плоские суставы — 45
 Плюсна — 101
 Плюсне-фаланговые суставы — 108
 Поджелудочная железа — 299
 Подошвенный апоневроз — 212
 Подслизистая основа — 279
 Позвонки(ок) — 50
 — грудные — 53
 — осевой — 53
 — поясничные — 53
 — шейные — 52
 Позвоночный столб — 50
 Подвздошная кишка — 292
 Подвздошно-большеберцовый тракт — 211
 Подвисочная ямка — 75
 Подкожная основа — 448
 Подмышечная полость — 180
 Покрышечно-спинномозговой путь — 409
 Половой член — 319
 Половые органы женские — 320
 — — мужские — 317
 Полосатое тело — 401
 Полость глотки — 286
 — гортани — 307
 — носа — 302
 — рта — 280
 Полушария (большого мозга) — 395
 Поперечная ось — 31
 Поперечнополосатая мышечная ткань — 111
 Поперечнополосатое мышечное волокно — 111
 Почечная лоханка — 314
 Почки — 312
 Пояс верхней конечности — 79
 — нижней конечности — 93
 Пояснично-грудная фасция — 146
 Преддверие рта — 280
 Преддверно-улитковый орган — 441
 Предплечье — 29
 — движения — 193
 — кости — 82
 — кровеносные сосуды — 346, 356
 — мышцы — 181
 — нервы — 416
 — соединения костей — 88
 Предплюсна — 100
 Предплюсне-локтевые суставы — 107
 Предсердие — 336
 Предстательная железа — 318
 Приведение бедра — 214
 — кисти — 194
 — плеча — 193
 — стопы — 215
 Приводящий канал — 204
 Проводящая система сердца — 340
 Проводящие пути центральной нервной системы — 404
 Проекционные нервные пути — 405
 — пути коры мозга — 405
 — пути мозжечка — 409
 — пути среднего мозга — 409
 Продолговатый мозг — 387
 Проксимальный — 31
 Промежность — 326
 Промежуточный мозг — 393
 Пронация бедра — 214
 — голени — 214
 — плеча — 193
 — предплечья — 193
 — стопы — 215
 Простые движения — 225
 Простые суставы — 46
 Прыжок — 260
 Прямая кишка — 295
 Пясть — 84
 Равновесие тела — 219
 Равнодействующая мышцы — 131
 Радужка — 438
 Разгибание бедра — 214
 — голени — 214
 — головы — 173
 — кисти — 194
 — плеча — 193
 — позвоночного столба — 158
 — предплечья — 193
 — стопы — 215
 — шеи — 173
 Реберная дуга — 64
 Реберно-шейный ствол — 345
 Реберные хрящи — 61
 Ребра истинные — 61
 — колеблющиеся — 61
 — ложные — 61
 Ресничное тело — 438
 Ретикулярная формация — 395
 Рефлекс — 378
 Рефлекторная дуга — 379
 Роговица — 437
 Роднички черепа — 77
 Ротация бедра — 214
 — голени — 214
 — головы — 174
 — плеча — 193
 — позвоночного столба — 158
 — предплечья — 193
 — стопы — 215
 — шеи — 174
 Рычаги — 132
 Сагиттальная ось — 30
 Сагиттальная плоскость — 30
 Сальто — 269
 Саркомер — 112
 Своды стопы — 109
 Связка(и) — 39
 — большеберцовая коллатеральная — 105
 — верхняя поперечная лопатки — 81
 — глубокие поперечные пястные — 91
 — головки бедра — 103
 — длинная подошвенная — 107
 — желтые — 56
 — задняя продольная — 56
 — задняя таранно-малоберцовая — 107
 — клювовидно-акромиальная — 81
 — клювовидно-ключичная — 81
 — клювовидно-плечевая — 85
 — кольцевая лучевой кости — 87
 — крестообразная атланта — 57
 — крестообразные колена — 105
 — крестцово-бугорная — 95
 — крестцово-остистая — 95
 — крыловидные — 57
 — ладонная луче-запястная — 90
 — лобково-бедренная — 103
 — локтевая коллатеральная — 87
 — локтевая коллатеральная запястья — 89

- лучевая коллатеральная — 87
- лучевая коллатеральная запястья — 89
- лучистая запястья — 90
- малоберцовая коллатеральная — 105
- медиальная (дельтовидная) — 107
- межкостные крестцово-подвздошные — 95
- межкостистые — 56
- межпоперечные — 56
- надколенника — 105
- надостистая — 56
- передняя продольная — 56
- передняя таранно-малоберцовая — 107
- подвздошно-бедренная — 102
- подвздошно-поясничная — 95
- пяточно-малоберцовая — 107
- реберно-ключичная — 81
- реберно-поперечная — 63
- седалишно-бедренная — 103
- Сгибание берда — 214
- голени — 214
- головы — 173
- кисти — 194
- плеча — 193
- позвоночного столба — 158
- предплечья — 193
- стопы — 215
- шеи — 173
- Селезенка — 366
- Семенной канатик — 318
- Семявыносящий проток — 318
- Сердечная мышечная ткань — 338
- Сердце — 334
- Серозная оболочка — 280
- Сетчатка — 439
- Сила (мышцы) — 126
- мышечной тяги — 217
- реакция опоры — 217
- тяжести — 216
- Симпатическая часть — 431
- Симпатический ствол — 378
- Синапс — 39
- Синдесмоз — 41
- Синергизм (мышц) — 127
- Синовиальная жидкость — 43
- Синовиальная сумка — 121
- Синовиальное соединение — 42
- Синовиальные влагалища — 121
- Синстоз — 41
- Синусы твердой мозговой оболочки — 403
- Синхондроз — 41
- Скелет — 32
- верхней конечности — 78
- головы — 65
- нижней конечности — 91
- туловища — 50
- Скелетная мышечная ткань — 111
- Склера — 437
- Сколхоз — 57
- Скручивание позвоночного столба — 158
- Скуловая дуга — 69
- Слезный аппарат — 441
- Слепая кишка — 294
- Слизистая оболочка — 276
- Сложные движения — 225
- Сложные суставы — 46
- Слуховая труба — 442
- Слуховой путь — 444
- Собственно кожа — 447
- Соединения костей — 39
- Сомиты — 19
- Сосочки языка — 283
- Сосудистая оболочка глазного яблока — 438
- Спинальный мозг — 380
- Спинномозговая жидкость — 385
- Спинно-мозжечковые пути — 409
- Спинно-таламические пути — 405
- Сплетение — 410
- брюшное аортальное — 433
- крестцовое — 421
- плечевое — 414
- поясничное — 419
- чревное — 433
- шейное — 413
- Срединная плоскость — 30
- Среднее ухо — 442
- Средний мозг — 392
- Средостение — 311
- Стекловидное тело — 439
- Стопа — 30
- движения — 215
- кости — 100
- кровеносные сосуды — 353, 357
- мышцы — 209
- нервы — 421
- своды — 108
- суставы — 107
- твердая основа — 108
- Стояние антропометрическое — 228
- напряженное — 229
- спокойное — 229
- Сушина бедра — 214
- голени — 214
- плеча — 193
- предплечья — 193
- стопы — 215
- Сустав(ы) — 42
- акромиально-ключичный — 81
- атланта-затылочный — 56
- атланта-осевой — 56
- блоковидный — 45
- височно-нижнечелюстной — 75
- голено-стопный — 106
- головки ребра — 63
- грудино-ключичный — 80
- грудино-реберные — 64
- дистальный луче-локтевой — 88
- запястно-пястные — 89
- запястно-пястный большого пальца кисти — 91
- коленный — 104
- комбинированный — 46
- крестцово-подвздошный — 94
- локтевой — 86
- луче-запястный — 88
- межберцовый — 106
- межпозвоночные — 56
- межфаланговые кисти — 91
- межфаланговые стопы — 108
- мышечковый — 45
- плечевой — 84
- плече-локтевой — 86
- плече-лучевой — 86
- плоский — 45
- плюсне-фаланговые — 108
- подтаранный — 107
- предплюсне-плюсневые — 107
- проксимальный луче-локтевой — 86, 88

- простой — 46
- пястно-фаланговые — 91
- реберно-позвоночные — 64
- реберно-поперечный — 63
- седловидный — 45
- сложный — 46
- среднезапястный — 89
- тазо-бедренный — 102
- таранно-пяточно-ладьевидный — 107
- чашеобразный — 45
- шаровидный — 44
- цилиндрический — 45
- эллипсоидный — 45
- Суставная губа — 44
- Суставная капсула — 42
- Суставная поверхность — 42
- Суставная полость — 43
- Суставной диск — 43
- Суставной мениск — 43
- Суставной хрящ — 42
- Сухожилие — 118
- Таз — 95
 - большой — 95
 - женский — 96
 - малый — 96
 - мужской — 96
- Таламус — 393
- Твердое небо — 281
- Ткань(и) — 27
 - классификация — 27
 - костная — 32
 - мышечная — 111
 - нервной системы — 376
 - соединительные — 28
 - хрящевая — 41
 - эпителиальные — 27, 446
- Толстая кишка — 293
- Тонкая кишка — 290
- Тонкий пучок — 384
- Тошная кишка — 292
- Трахея — 307
- Третий желудочек (мозга) — 394
- Треугольники шеи — 167
- Тромбоцит — 330
- Туловище — 29
 - движения — 157
 - кровеносные сосуды — 347, 357
 - мышцы — 139
 - нервы — 412
 - скелет — 50
- Узел (нервный) — 410
- Узел симпатического ствола — 431
- Улитковый проток — 443
- Упор лежа — 231
- Упор на параллельных брусьях — 236
- Фасция(и) — 120
 - бедра — 211
 - верхней конечности — 189
 - голени — 211
 - головы — 166
 - груди — 151
 - живота — 156
 - кисти — 190
 - нижней конечности — 211
 - плеча — 190
 - поверхностная — 120
 - подколенная — 212
 - поперечная — 156
 - предплечья — 190
 - собственная — 120
 - спины — 146
 - стопы — 212
 - таза — 326
 - шеи — 172
- Фиброзное влагалище сухожилия — 121
- Фиброзные соединения — 39
- Фронтальная плоскость — 30
- Хоаны — 286, 303
- Ходьба — 238
 - вверх по лестнице — 252
 - вниз по лестнице — 254
 - пригибным шагом — 249
 - спортивная — 250
- Хромосомы — 15
- Хрусталик — 439
- Хрящевая ткань — 41
- Хрящевые соединения — 41
- Хрящи гортани — 305
- Центральная нервная система — 379
- Цитолемма — 22
- Цитоплазма — 23
- Цитоплазматическая сеть — 24
- Цитоплазматические включения — 26
- Червеобразный отросток — 294
- Череп — 65
 - лицевой — 65
 - мозговой — 65
 - основания — 69
- Четвертый желудочек (мозга) — 391
- Чревной ствол — 348
- Швы черепные — 69
- Шея — 29
 - движения — 173
 - кровеносные сосуды — 342, 355
 - мышцы — 166
 - нервы — 413
 - скелет — 52
- Широкая фасция — 211
- Щитовидная железа — 369
- Щито-шейный ствол — 345
- Эктодерма — 17
- Эндокард — 337
- Эндомизий — 118
- Эндотелий — 333
- Энтодерма — 17
- Эпидермис — 446
- Эпиталамус — 394
- Эпителиальные ткани — 27
- Эпифиз (кости) — 36
- Эпифиз мозга — 373
- Эритроцит — 329
- Эффектор — 378
- Ядра спинного мозга — 383
 - черепных нервов — 423
- Ядро клетки — 23
- Язык — 283
- Язычная миндалина — 284
- Яичко — 317
- Яичник — 320

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ	
ВВЕДЕНИЕ В АНАТОМИЮ (В. И. Козлов)	5
Глава 1. Предмет, цели и задачи анатомии. Краткий исторический очерк	—
Предмет, цели и задачи анатомии	—
Краткий исторический очерк	8
Глава 2. Положение человека в природе	13
Глава 3. Развитие организма человека	14
Глава 4. Структурные элементы человеческого организма	21
Клетка и ее строение	22
Классификация тканей	27
Понятие об органах, системах и аппаратах	29
Части тела человека. Плоскости симметрии тела и оси вращения	—
РАЗДЕЛ ВТОРОЙ	
СТРОЕНИЕ КОСТНОЙ СИСТЕМЫ (М. Ф. Иваницкий, В. И. Козлов)	32
Глава 1. Общая анатомия костной системы	—
Строение кости как органа	—
Соединение костей	39
Развитие скелета	46
Глава 2. Скелет туловища	50
Позвоночный столб	—
Грудная клетка	61
Глава 3. Скелет головы	65
Глава 4. Скелет верхней конечности	78
Кости пояса верхней конечности	79
Соединение костей пояса верхней конечности	80
Кости свободной верхней конечности	81
Соединение костей свободной верхней конечности	84
Глава 5. Скелет нижней конечности	91
Кости пояса нижней конечности	93
Соединение костей пояса нижней конечности	94
Возрастные, половые и индивидуальные особенности строения таза	95
Кости свободной нижней конечности	97
Соединения костей свободной нижней конечности	102
РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ	
СТРОЕНИЕ МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ (М. Ф. Иваницкий, П. З. Гудзь)	111
Глава 1. Общая анатомия мышечной системы	—
Строение мышцы как органа	126
Виды и режимы работы мышц	130
Элементы биомеханики мышц	137
Развитие и возрастные особенности мышечной системы	139
Глава 2. Мышцы туловища	—
Мышцы спины	147
Мышцы груди	151
Мышцы и фасции живота	157
Движения туловища	159
Участие мышц туловища в акте дыхания	—

Глава 3. Мышцы головы и шеи	163
Мышцы головы	—
Мышцы шеи	166
Движения головы и шеи	173
Глава 4. Мышцы верхней конечности	174
Мышцы пояса верхней конечности	—
Мышцы свободной верхней конечности	178
Фасции верхней конечности	189
Движения пояса верхней конечности	192
Движения свободной верхней конечности	193
Глава 5. Мышцы нижней конечности	195
Мышцы пояса нижней конечности	—
Мышцы свободной нижней конечности	199
Фасции нижней конечности	211
Движения нижней конечности	212

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛОЖЕНИЙ И ДВИЖЕНИЙ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА (М. Ф. Иваницкий, А. А. Гладышева, В. И. Козлов).

Глава 1. Основные принципы анатомического анализа положений и движений тела	216
Характеристика положений тела	—
Общий центр тяжести и его роль в механической устойчивости тела	218
Общая классификация движений	225
Глава 2. Анатомическая характеристика положений тела	227
Положения тела при нижней опоре	—
Положения тела при верхней опоре	233
Глава 3. Анатомическая характеристика циклических движений	238
Ходьба	—
Специальные виды ходьбы	249
Бег	255
Глава 4. Анатомическая характеристика ациклических движений	260
Прыжок в длину с места	—
Метание копья	264
Глава 5. Анатомическая характеристика вращательных движений (М. А. Джафаров)	267
Сальто назад	269
Подъем разгибом на перекладине	273

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

СТРОЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ (М. Ф. Иваницкий, Ф. В. Судзиловский)

Глава 1. Пищеварительный аппарат	275
Пищеварительный канал	280
Печень и поджелудочная железа	296
Брюшина	300
Глава 2. Дыхательный аппарат	302
Воздухоносные пути	—
Легкие	309
Средостение	311
Глава 3. Моче-половой аппарат	312
Мочевые органы	—
Мужские половые органы	317
Женские половые органы	320
Промежность	326

РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ

СТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ И ЛИМФОПТОКА

(В. И. Козлов)	327
Глава 1. Общая анатомия кровеносной системы	—
Глава 2. Строение сердца	334
Глава 3. Сосуды малого круга кровообращения	341

Глава 4. Сосуды большого круга кровообращения	342
Аорта и ее ветви	—
Пути оттока крови	—
Глава 5. Лимфатическая система	354
Глава 6. Селезенка	361
РАЗДЕЛ СЕДЬМОЙ	366
СТРОЕНИЕ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ (В. И. Козлов)	368
РАЗДЕЛ ВОСЬМОЙ	
СТРОЕНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ОРГАНОВ ЧУВСТВ (Ф. В. Судзиловский)	375
Глава 1. Общая анатомия нервной системы	—
Глава 2. Спинной мозг	380
Глава 3. Головной мозг	386
Продолговатый мозг	387
Задний мозг	389
Средний мозг	392
Промежуточный мозг	393
Конечный мозг	395
Мозговые оболочки и кровеносные сосуды головного мозга	402
Глава 4. Проводящие пути центральной нервной системы	404
Глава 5. Периферическая нервная система	410
Спинномозговые нервы	—
Черепные нервы	423
Глава 6. Вегетативная нервная система	428
Симпатическая часть вегетативной нервной системы	431
Парасимпатическая часть вегетативной нервной системы	434
Глава 7. Органы чувств	436
Орган зрения	437
Орган слуха и орган равновесия	441
Орган обоняния и орган вкуса	445
РАЗДЕЛ ДЕВЯТЫЙ	
ОБЩИЙ ПОКРОВ ТЕЛА (М. А. Джафаров)	446
Предметный указатель	452

АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА

Под общей редакцией профессора
Балентина Ивановича Козлова

Заведующая редакцией *Л. И. Кулешова*. Редактор *А. С. Иванова*. Художник *В. А. Галкин*. Художественный редактор *Е. С. Пермяков*. Технический редактор *С. С. Басилова*. Корректор *З. Г. Самылкина*.

ИБ № 488. Сдано в набор 15.11.77. Подписано к печати 27.06.78. Формат 60 × 90/16. Бумага офс. Гарнитура «Таймс». офсет. Усл. печ. л. 29.0. Уч.-изд. л. 33.15. Тираж 80 000 экз. Издат. № 5455. Зак. 856 Цена 1р. 50 к.
Текст набран на фотонаборных машинах

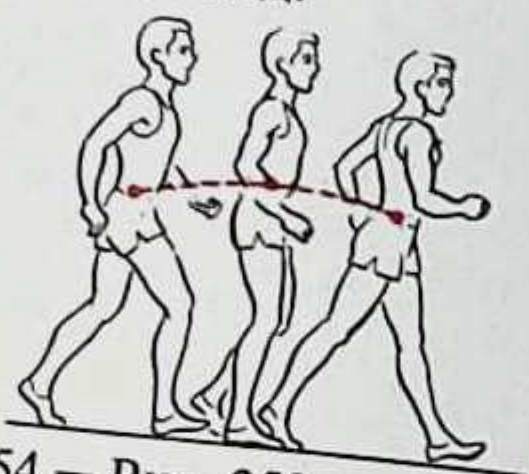
Ордена «Знак Почета» издательство «Физкультура и спорт» Государственного комитета Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 103006. Москва, Каляевская ул., 27.

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.

ОПЕЧАТКИ

Стр. 115 — На рис. 88 (наверху, справа) вместо буквы Т следует читать букву М.

Стр. 245 — Рис. 171 должен иметь следующий вид:



Стр. 354 — Рис. 250 должен иметь следующий вид:

