

М. М. КУРЕПИНА, А. П. ОЖИГОВА, А. А. НИКИТИНА

# АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА



УЧЕБНИК ДЛЯ ВУЗОВ

---

**М.М. КУРЕПИНА, А.П. ОЖИГОВА, А.А. НИКИТИНА**

# **АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА**

*Рекомендовано Министерством образования и науки Российской Федерации  
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений*

Москва



2010

УДК 611(075.8)  
ББК 28.706я73  
К93

Рецензент:  
доктор биологических наук, профессор кафедры антропологии МГУ  
***Е.Н. Хрисанфова***

**Курепина М.М.**  
К93      **Анатомия человека : учеб. для студентов вузов / М.М. Курепина, А.П. Ожигова, А.А. Никитина. — М. : Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2010. — 383 с., ил. — (Учебник для вузов).  
ISBN 978-5-691-00905-1.**

В основу учебника положен учебник «Анатомия человека» М.М. Курепиной и Г.Г. Вокена (1979 год). Наиболее значительные изменения и дополнения внесены в главы «Нервная система» и «Внутренние органы». Большинство разделов учебника содержит материал по микроскопическому строению органов, их внутриутробному развитию и изменениям в течение жизни человека.

Учебник предназначен для студентов и аспирантов биологических специальностей педагогических университетов и институтов. Он может использоваться в качестве учебного пособия студентами факультетов дошкольного воспитания и других немедицинских специальностей, изучающих строение тела и возрастную морфологию человека, а также студентам, обучающимся по специальности «Психология» (глава 3. Нервная система).

УДК 611(075.8)  
ББК 28.706я73

ISBN 978-5-691-00905-1

© Курепина М.М., Ожигова А.П., Никитина А.А., 2002  
© ООО «Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС», 2002  
© Оформление.  
ООО «Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС», 2002

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	6
Введение .....	7
<b>Глава 1. Опорно-двигательный аппарат .....</b>	<b>12</b>
1.1. Строение скелета .....	13
1.1.1. Общие сведения о скелете .....	13
1.1.2. Типы соединения костей .....	17
1.1.3. Скелет туловища .....	21
1.1.4. Скелет конечностей .....	31
1.1.5. Череп .....	46
1.2. Мышечная система .....	57
1.2.1. Общие сведения о мышцах .....	57
1.2.2. Мышцы туловища и шеи .....	66
1.2.3. Мышцы головы .....	73
1.2.4. Мышцы верхних конечностей .....	76
1.2.5. Мышцы нижних конечностей .....	81
1.3. Особенности опорно-двигательного аппарата и биомеханики тела человека .....	88
1.3.1. Специфические черты опорно-двигательного аппарата человека .....	88
1.3.2. Анатомические механизмы статики и динамики .....	93
1.3.3. Анализ некоторых трудовых и спортивных движений .....	99
<b>Глава 2. Сердечно-сосудистая система .....</b>	<b>106</b>
2.1. Значение сердечно-сосудистой системы в организме человека .....	106
2.2. Сердце .....	108
2.2.1. Топография сердца .....	109
2.2.2. Полости сердца .....	109
2.2.3. Строение стенки сердца .....	112
2.2.4. Кровоснабжение и иннервация сердца .....	116
2.2.5. Развитие сердца .....	114
2.3. Виды кровеносных сосудов и строение их стенок .....	118
2.4. Закономерности распределения артерий и вен в теле .....	125
2.5. Сосуды большого круга кровообращения .....	128
2.5.1. Артерии .....	128
2.5.2. Вены .....	137
2.6. Сосуды малого круга кровообращения .....	144
2.6.1. Артерии малого круга кровообращения .....	144
2.6.2. Вены малого круга кровообращения .....	145
2.7. Филогенетические преобразования кровеносной системы .....	136
2.8. Онтогенез кровеносной системы человека .....	139
2.8.1. Развитие сети кровеносных сосудов .....	140
2.8.2. Кровообращение плода .....	144
2.8.3. Изменения кровообращения после рождения .....	146
2.8.4. Возрастные изменения в строении кровеносной системы .....	147

2.9. Лимфатическая система .....	145
2.9.1. Образование лимфы .....	145
2.9.2. Пути, отводящие лимфу .....	146
2.9.3. Лимфоидные органы .....	149
<b>Глава 3. Нервная система .....</b>	<b>153</b>
3.1. Общие сведения о нервной системе .....	153
3.1.1. Нервная ткань .....	153
3.1.2. Элементы рефлекторной дуги .....	155
3.1.3. Отделы нервной системы .....	157
3.1.4. Оболочки мозга .....	157
3.1.5. Образование и циркуляция цереброспинальной жидкости .....	159
3.2. Спинной мозг .....	161
3.2.1. Внешний вид спинного мозга .....	161
3.2.2. Серое вещество .....	162
3.2.3. Белое вещество .....	163
3.2.4. Кровоснабжение спинного мозга .....	166
3.2.5. Развитие спинного мозга .....	166
3.2.6. Спинно-мозговые нервы .....	167
3.3. Головной мозг .....	174
3.3.1. Отделы головного мозга .....	174
3.3.2. Стволовая часть головного мозга .....	177
3.3.3. Черепно-мозговые нервы .....	192
3.3.4. Передний мозг .....	198
3.3.5. Кровоснабжение головного мозга .....	226
3.3.6. Развитие головного мозга в онтогенезе .....	215
3.4. Филогенетические преобразования нервной системы .....	236
3.5. Автономная (вегетативная) нервная система .....	230
3.6. Сенсорные системы .....	238
3.6.1. Общие закономерности строения сенсорных систем .....	238
3.6.2. Зрительная сенсорная система .....	241
3.6.3. Слуховая и вестибулярная сенсорные системы .....	252
3.6.4. Обонятельная сенсорная система .....	262
3.6.5. Вкусовая сенсорная система .....	264
3.6.6. Соматосенсорная система .....	267
3.7. Структуры мозга, участвующие в управлении движениями .....	276
<b>Глава 4. Внутренние органы .....</b>	<b>283</b>
4.1. Общие сведения о внутренних органах .....	283
4.1.1. Деление внутренностей на системы органов .....	283
4.1.2. Полости тела .....	284
4.1.3. Развитие полостей тела .....	285
4.2. Система органов пищеварения .....	287
4.2.1. Ротовая полость и ее органы .....	288
4.2.2. Глотка .....	295
4.2.3. Строение стенки пищеварительного тракта .....	297
4.2.4. Пищевод .....	299
4.2.5. Желудок .....	301
4.2.6. Тонкий кишечник .....	304
4.2.7. Толстый кишечник .....	309
4.2.8. Поджелудочная железа .....	312
4.2.9. Печень .....	313
4.2.10. Развитие пищеварительного тракта .....	315
4.3. Система органов дыхания .....	324

---

4.3.1. Носовая полость .....	324
4.3.2. Гортань .....	325
4.3.3. Трахея и бронхи .....	328
4.3.4. Легкие .....	330
4.3.5. Развитие органов дыхания .....	330
4.4. Система органов мочевого выделения .....	336
4.4.1. Почки .....	337
4.4.2. Мочеточники .....	345
4.4.3. Мочевой пузырь .....	346
4.4.4. Мочепускающий канал .....	348
4.4.5. Развитие органов мочевого выделения .....	343
4.5. Система органов размножения (репродукции) .....	350
4.5.1. Мужские половые органы .....	350
4.5.2. Женские половые органы .....	353
4.5.3. Развитие органов репродуктивной системы .....	354
4.6. Система органов внутренней секреции (эндокринная система) .....	364
4.6.1. Общие сведения .....	364
4.6.2. Гипофиз .....	365
4.6.3. Эпифиз .....	370
4.6.4. Щитовидная железа .....	371
4.6.5. Околощитовидные железы .....	372
4.6.6. Надпочечники .....	373
4.6.7. Параганглии .....	375
4.6.8. Поджелудочная железа (островковый аппарат) .....	375
<b>Глава 5. Система кожных покровов .....</b>	<b>377</b>
5.1. Строение кожи .....	377
5.2. Желёзы кожи .....	379
5.3. Производные кожи .....	380
5.4. Кровоснабжение кожи .....	383

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В основу предлагаемого учебника положен учебник «Анатомия человека» М.М. Курепиной и Г.Г. Воккена (1979 год). В нем практически полностью переработаны и дополнены в соответствии с современными научными данными главы «Нервная система», «Внутренние органы». Значительные изменения внесены в остальные главы учебника. Претерпела изменения и последовательность изложения материала: после главы «Опорно-двигательный аппарат» помещены главы «Сердечно-сосудистая система» и «Нервная система», которые на наш взгляд являются основополагающими. Перенос их в начало курса «Анатомия человека», определяет и логику изложения материала в главах «Внутренние органы» и «Система кожных покровов».

В связи с тем, что в учебном плане педагогических университетов и институтов «Анатомия человека» изучается после курса «Гистологии с основами эмбриологии» и отсутствует дисциплина «Частная гистология», мы сочли возможным внести во многие разделы учебника материал по микроскопиче-

скому строению органов, придав тем самым анатомическому материалу функциональный характер. Во многих главах рассматриваются вопросы пренатального развития органов и систем, а также их изменения после рождения.

К учебнику прилагается «Атлас по анатомии человека», который также значительно переработан. В него внесены новые схемы, цветные рисунки и микрофотографии.

Главы «Введение», «Опорно-двигательный аппарат» переработаны А.П. Ожиговой; «Сердечно-сосудистая система» и «Внутренние органы» — А.А. Никитиной. В переработке главы «Нервная система» принимали участие А.П. Ожигова и А.А. Никитина.

Авторы выражают благодарность рецензенту, профессору Хрисанфовой Е.Н. и сотрудникам издательства «ВЛАДОС» Бородиной О.И., Соколову А.Н., Пшеничникову И.А., Попову А.И., Чичилову Е.В., Филиппову В.Е., Урановой М.Л., Кокоревай Т.Я., Логачевой Т.Ю. за оказанную помощь и поддержку в издании учебника и атласа.

## ВВЕДЕНИЕ

### Предмет и методы анатомии человека

**Анатомия человека как часть биологической науки.** Анатомия человека — наука, изучающая форму и строение человеческого тела в связи с его фило- и онтогенетическим развитием, функцией и влиянием условий среды, в том числе и социальной. В отличие от распространенной ранее описательной анатомии, современная наука является функциональной анатомией. Без учета функции невозможно понять строение любого органа.

Анатомические знания являются основой для многих наук: физиологии, гистологии, эмбриологии, эволюционной теории и др. Они имеют значение и для искусства, особенно для художников и скульптуров. В связи с этим можно выделить несколько направлений в анатомии. Так, для художника важно внешнее строение тела человека и его частей — пластическая анатомия; для медика-хирурга важна топографическая анатомия, изучающая взаиморасположение органов. Для спортсменов и тренеров, интересующихся физическим развитием человека важны биомеханические аспекты опорно-двигательного аппарата — динамическая анатомия.

Микроскопическая анатомия изучает тканевую и клеточную организацию органов. Она тесно связана с гистоло-

гией — наукой о строении, функции и развитии тканей, и с цитологией — наукой о свето- и электронномикроскопическом строении и развитии клеток.

Анатомия, гистология, цитология и эмбриология человека составляют общую науку о форме, строении и развитии организма — *морфологию* (от греч. *morphe* — форма) *человека*. Она изучает индивидуальную, возрастную, половую и экологическую изменчивость тела человека. В нее входит также антропология — наука о биологии вида *Homo sapiens*.

Понять особенности структурно-функциональной организации различных систем органов человека, например, опорно-двигательного аппарата или центральной нервной системы, можно только исходя из их онто- и филогенетического развития. Онтогенез включает в себя развитие организма в течение всей его жизни: до рождения — пренатальный, и после него — постнатальный периоды. В постнатальном онтогенезе различают периоды детства, юности, зрелости и старения, которые являются предметом изучения возрастной анатомии и физиологии, и геронтологии.

Развитие человека как вида в процессе эволюции, пути преобразования тела человека от ископаемых предков до человека современного типа под воздействием факторов внешней среды

изучает раздел антропологии антропогенез.

Анатомические знания являются базовыми для медицинского и биологического образования, они необходимы также педагогам для проведения воспитательной и гигиенической работы в школе.

#### **Методы анатомических исследований.**

Анатомия использует ряд методов, позволяющих выявлять внешнюю и внутреннюю структурную организацию органов. Выделяют методы описательные, сравнительно-анатомические и экспериментальные. Наиболее старым является метод *препарирования* или *рассечения*. От названия этого метода появился термин «анатомия» (от греч. *anatomia* — рассекаю, расчлению). С его помощью изготавливаются анатомические макропрепараты (например, мышц или нервов руки и др.).

*Метод инъекции* или *наливки* применяется при приготовлении препаратов для выявления и изучения строения полых структур, например, сосудистой системы органа. Его можно применять совместно с *методом коррозии*, когда орган после наливки полых структур окрашенной массой погружают в кислоту или щелочь для растворения всех остальных тканей. В результате остается только цветной слепок сосудов органа.

Наибольшую ценность представляют методы, позволяющие исследовать строение органов живого человека при различных функциональных состояниях. Таков метод *компьютерной томографии*. С помощью специального аппарата получают снимки органа, или их группы, например, головного мозга или органов брюшной полости живого человека. Таким образом можно оценить полноценность кровоснабжения или целостность органов (при травмах). Широко используется в медицине *метод рентгеноскопии*, например, при исследовании костей скелета, органов желудочно-кишечного тракта, почек и т. д.

*Микроскопические методы* весьма разнообразны. К ним относятся методы световой и электронной микроскопии, гистохимии, имму-

гистохимии, радиоавтографии, методы прижизненных исследований клеток и тканей. Эта группа методов подробно описывается в пособиях по гистологии и цитологии.

Все виды морфологических исследований сопровождаются количественной обработкой данных, проводимой с помощью специальных устройств.

**Некоторые специальные термины, принятые в анатомии.** Анатомия, как и любая другая наука, использует свою терминологию (номенклатуру). Терминология имеет большое значение для правильного толкования строения любой структуры при ее изучении и описании. Международная анатомическая номенклатура была принята в г. Базеле (Швейцария) в 1885 г. (BNA). Она изменялась и дополнялась в Париже в 1955 г. (PNA), Ленинграде (1970), Ташкенте (1974) и Токио (1975). В анатомии традиционно используются латинские термины.

Для точного представления о топографии органа или его отдела условно выделяют различные плоскости сечения тела человека (Атл. рис. 1). Так, *сагиттальная* плоскость (от лат. *sagitta* — стрела) проходит через середину тела, рассекая его на правую и левую половины. *Фронтальная* плоскость (от лат. *frons* — лоб) параллельна плоскости лба и делит тело на *брюшную* или *вентральную* (от лат. *venter* — живот), и *спинную*, или *дорсальную* (от лат. *dorsum* — спина), половины. Третья плоскость — перпендикулярная обеим предыдущим — *горизонтальная*. Она рассекает тело на поперечные отрезки — сегменты.

В анатомии приняты следующие обозначения: *anterior* — передний, *posterior* — задний, *inferior* — нижний, *superior* — верхний, *dexter* — правый, *sinister* — левый и т. д. Участки органов, обращенные к срединной плоскости называются *медиальными*, к пери-

ферии — латеральными. Положение органов ближе к головному концу тела называется краниальным (*cranium* — череп) или оральным (*or* — рот), ближе к заднему концу — каудальным (*cauda* — хвост). На конечностях ближайшую к туловищу часть называют проксимальной, удаленную от него — дистальной (*distantio* — расстояние).

**Понятия о тканях, органах и системах органов.** Ткань — это исторически сложившаяся система одного или нескольких видов (дифферонов) клеток и их производных, объединенная общей структурой, функцией и развитием. Различают четыре морфофункциональные группы тканей: эпителиальные, ткани внутренней среды, мышечную ткань и нервную ткань. Все эти ткани подробно рассматриваются в курсе гистологии.

Объектом анатомических исследований чаще всего являются органы. *Орган* — это часть тела, которая занимает определенное положение, имеет определенную форму и структуру и выполняет одну или несколько функций. Орган состоит из нескольких тканей, но ведущей является одна. Например в скелетной мышце ведущей является поперечно-полосатая мышечная ткань, а также есть соединительная и нервная ткани и кровь в кровеносных сосудах.

Несколько органов, объединенных общей функцией, образуют *систему органов*. Например, система органов пищеварения, кровообращения и т. д. Иногда несколько систем органов объединяется в аппарат. Например, опорно-двигательный аппарат.

Однако разделение человеческого организма на отделы и части является условным. В живом организме отдельные органы и их системы работают в единстве. Объединяющую роль игра-

ют сосудистая (гуморальная) и нервная системы.

## Положение человека в природе

**Развитие учения о происхождении человека.** В 1735 г. шведский ученый Карл Линней представил классификацию животного мира, в которой человек был помещен вместе с обезьянами в отряд приматов. При этом Линней не отрицал божественного сотворения человека. В 1809 г. французский естествоиспытатель Ж. Ламарк указал на человекообразных обезьян, как на предков человека. В 1871 г. английский ученый Ч. Дарвин опубликовал свой труд «Происхождение человека», в котором на большом фактическом материале доказывалась гипотеза о развитии человека от вымерших человекоподобных обезьян. Дарвин сделал попытку решить вопрос о происхождении человека как биологического вида.

В России учение о происхождении человека развивалось в стенах Московского Государственного университета имени М.В. Ломоносова крупнейшими профессорами Института и кафедры антропологии Д. Н. Анучиным, В. В. Бунаком, М. А. Гремяцким, Я. Я. Рогинским, М. Ф. Дебецом. В настоящее время это направление развивается их учениками — профессором Е. Н. Хрисанфовой, академиками В. П. Алексеевым, Т. И. Алексеевой, известными у нас в стране и за рубежом.

Основные черты сходства и различия человека и млекопитающих животных, включая приматов, представлены в табл. 1.

## Положение человека в природе

Черты сходства с млекопитающими	Сравнение с приматами (антропоидами)	
	Черты сходства	Черты отличия
<p>1. Продолжительное внутриутробное развитие, наличие плаценты. Живорождение. Выкармливание детенышей молоком матери. Наличие молочных желез.</p> <p>2. Постоянная температура тела (около 37°C) поддерживается интенсивным обменом веществ.</p> <p>3. Кожа покрыта волосами, наличие потовых и сальных желез.</p> <p>4. Сердце четырехкамерное, два круга кровообращения.</p> <p>5. Альвеолярное строение легких.</p> <p>6. Наличие двух смен зубов, подразделяющихся на резцы, клыки и коренные.</p> <p>7. Сходное строение отделов скелета.</p> <p>8. Центральная нервная система имеет трубчатое строение.</p> <p>9. Прогрессивное строение головного мозга и коры больших полушарий.</p> <p>10. Наличие наружного уха и трех слуховых косточек в среднем ухе.</p>	<p>1. Снижение плодовитости. Забота о потомстве. Наличие одной пары молочных желез. Совпадение сроков внутриутробного развития.</p> <p>2. Пропорции тела: наличие короткого туловища и длинных конечностей.</p> <p>3. Редукция хвостового отдела позвоночника, уменьшение числа позвонков грудного и поясничного отделов.</p> <p>4. Увеличение числа крестцовых позвонков — укрепление таза. Тазовые кости широкие, вогнутые. Стопохождение.</p> <p>5. Грудная клетка бочкообразная, грудина широкая.</p> <p>6. Большая подвижность верхней конечности за счет наличия ключицы, шаровидной формы плечевого сустава и подвижности костей предплечья (супинация, пронация).</p> <p>7. Способность противопоставлять большой палец остальным.</p> <p>8. Пальцы снабжены плоскими ногтями.</p> <p>9. Особенности строения лица: форма наружного носа, верхней губы, ушной раковины; глазницы направлены вперед, замкнуты с боков.</p> <p>10. Кора больших полушарий покрыта бороздами и извилинами, увеличивающими площадь ее поверхности.</p> <p>11. Развитие зрения, слуха, осязания, редукция обоняния.</p>	<p>1. Прямохождение.</p> <p>2. Позвоночник имеет 4 изгиба. Череп «насажен» на него сверху, а не «привешен» спереди.</p> <p>3. Нога значительно длиннее и сильнее руки.</p> <p>4. Сводчатая стопа.</p> <p>5. Рука освобождена от функции передвижения, укорочена — не достигает колен в вытянутом положении.</p> <p>6. Сильно развит большой палец, способный обхватывать и удерживать предметы.</p> <p>7. Верхние конечности развернуты в плечах, ширина грудной клетки преобладает над глубиной.</p> <p>8. Таз широкий, служит опорой для внутренних органов.</p> <p>9. Мозговой череп значительно преобладает над лицевым.</p> <p>10. Зубы, челюсти, носовой отдел развиты слабее.</p> <p>11. Подковообразная форма нижней челюсти, выраженный подбородочный выступ, развитая мускулатура языка обеспечивают быстрые движения, необходимые для членораздельной речи.</p> <p>12. На черепе сглажены гребни в связи с ослаблением жевательных мышц и мышц туловища, прикрепляющихся к нему.</p> <p>13. Почти полная утрата волосяного покрова.</p> <p>14. Увеличение массы и размеров головного мозга. Усовершенствование морфофункциональной организации коры больших полушарий.</p>

**Контрольные вопросы**

1. Что изучает анатомия человека и как она связана с другими науками?
2. Какие существуют методы анатомического исследования?
3. Раскройте содержание терминов: дорсальный, вентральный, медиальный, латеральный, проксимальный, дистальный.
4. Дайте определение понятиям: ткань, орган, система органов.
5. Какие черты объединяют человека с млекопитающими?
6. В чем заключаются черты сходства человека с приматами?
7. В чем состоят особенности человека, как биологического вида?

# Глава 1

## ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Опорно-двигательный аппарат включает скелет и мышцы. У некоторых водных позвоночных (рыбы) скелет хрящевой, так как в водной среде механическая нагрузка на опорные структуры меньше, чем в воздушной. **Скелет** взрослого человека в основном состоит из костей. Хрящ сохранился в местах, где требуется гибкость и упругость; таковы, например, реберные хрящи, хрящ на суставных поверхностях костей и т. д.

Скелет выполняет механическую, защитную и опорную функции. Некоторые части скелета, как, например, череп, грудная клетка и таз, служат вместилищем и защитой жизненно важных органов — мозга, легких, сердца, кишечника и т. д. Наконец, скелет — пассивный орган движения, так как к нему прикрепляются мышцы.

Кости скелета принимают участие в обмене веществ, являясь депо кальция, фосфора и других макро- и микроэлементов. Кроме того, в полостях костей содержится костный мозг, где происходит кроветворение (гемопоз).

**Мышцы** — активная часть опорно-двигательного аппарата. Активность

мышц связана с одним из основных свойств живого — возбудимостью, которая проявляется в изменении их упругих свойств или напряжения.

Мышцы прикрепляются к костям скелета, перекидываясь через суставы. При сокращении мышц осуществляются двигательные акты и совершается *динамическая работа*. В ряде случаев при возбуждении мышцы ее длина не изменяется: сокращения или расслабления не происходит, но увеличивается напряжение мышцы. При этом она закрепляет (фиксирует) подвижные точки скелета, совершая *статическую работу*. Рецепторы мышц раздражаются при мышечном сокращении и сигнализируют в ЦНС об их напряжении.

Если пропорции и телосложение определяются, в основном, костной системой, то контуры фигуры человека в первую очередь зависят от мышц. Поэтому изучение их особенно важно для врачей, учителей, художников, скульпторов, артистов, спортсменов. Некоторая степень напряжения, поддерживаемая мышцами даже в состоянии покоя, называется их *тонусом*. Живая мышца отличается от мертвой прежде всего своим тонусом.

## 1.1. СТРОЕНИЕ СКЕЛЕТА

### 1.1.1. Общие сведения о скелете

На протяжении филогенеза скелет проходит три стадии развития — соединительнотканую (перепончатую), хрящевую и костную. У примитивных хордовых (ланцетник) скелет представлен хордой, вокруг которой закладывается перепончатый скелет. У взрослых форм хрящевых рыб скелет хрящевой, у высших позвоночных он замещается костным. В эмбриогенезе человека повторяется смена этих трех стадий развития скелета.

**Химический состав и строение костей.** Костное вещество состоит из органических (оссеин) — 1/3 и неорганических (2/3) (главным образом, солей кальция, 95%) веществ. Если кость подвергнуть действию раствора соляной кислоты, соли кальция растворятся, а органическое вещество останется, сохраняя форму кости. Такая декальцинированная кость приобретает исключительную эластичность и легко деформируется. Если же кость подвергнуть обжиганию, то органическое вещество сгорает, а неорганическое остается. Такая кость сохраняет прежнюю форму, но приобретает исключительную хрупкость. Она может расколоться при малейшем прикосновении. С возрастом количественное соотношение оссеина и минеральных солей изменяется. Кости детей содержат больше оссеина и поэтому они более эластичны. В старости в костях становится больше минеральных солей, их содержание может достигать до 80%. Поэтому кости стариков более хрупкие, а при падении у них часто случаются переломы.

Лежащие в земле кости теряют органическое вещество под воздействием бактерий и становятся хрупкими. В сухом грунте кости сохраняются

лучше, так как для размножения бактерий необходима влага. Такие кости постепенно мумифицируются. В известковой почве кости пропитываются кальцием — «окаменевают».

Самая прочная кость нашего скелета — большая берцовая, на нее ложится наибольшая тяжесть при поддержании тела в вертикальном положении. Эта кость способна выдержать нагрузку до 1650 кг, т. е. примерно в 25 раз больше ее обычной нагрузки. Таков запас технической прочности природной конструкции.

Кость уникальна не только по сочетанию твердости и упругости, обусловленному ее химическому составу. Она отличается также исключительной легкостью. Это связано с особенностями ее микроскопического строения. Поверхность кости покрыта *надкостницей* (рис. 1.1). Она состоит из двух слоев —

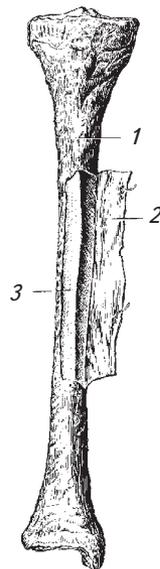


Рис. 1.1. Большеберцовая кость (часть надкостницы разрезана и откинута): 1 — наружный и 2 — внутренний слои надкостницы; 3 — передняя поверхность кости, освобожденная от надкостницы

наружного (соединительнотканного) и внутреннего — остеогенного, содержащего стволовые костные клетки и остеобласты. При переломах костей остеобласты «зарубцовывают» щель грубоволокнистой костной тканью, образуя «костную мозоль». Надкостница богата нервами и сосудами, через нее осуществляется питание и иннервация кости. На распиле через кость обнаруживается неоднородность ее строения. На поверхности расположено так называемое *плотное*, или *компактное*, вещество (*substantia compacta*), а в глубине — губчатое (*substantia spongiosa*) (рис. 1.2). Толщина слоя компактного вещества изменяется в зависимости от нагрузки, испытываемой костью, и наиболее значительна в области диафизов. Губчатое вещество образовано очень тонкими костными перекладинами, которые располагаются не беспорядочно, а в соответствии с распределением функциональных нагрузок на всю кость или ее части. Преимущественно из губчатого

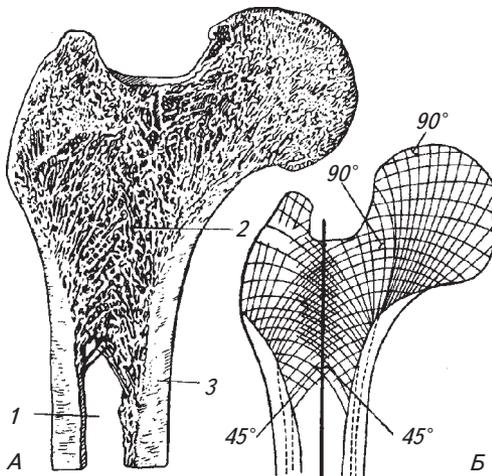


Рис. 1.2. Проксимальный конец бедренной кости: А — фронтальный распил: 1 — костномозговая полость; 2 — губчатое вещество; 3 — компактное вещество; Б — схема расположения перекладин в губчатом веществе

вещества состоят эпифизы длинных костей, все короткие кости, часть смешанных и плоских костей, т. е. легкие и прочные части скелета, испытывающие напряжение в различных направлениях. Диафизы и некоторые тонкие плоские кости почти полностью лишены губчатого вещества. Они выполняют функции опоры и движения.

Структурной единицей костной ткани являются остеон или гаверсова система (рис. 1.3). Остеон представляет собой систему костных пластинок в виде вставленных друг в друга цилиндров, между которыми лежат костные клетки — остециты. Расположенный в центре остеона гаверсов

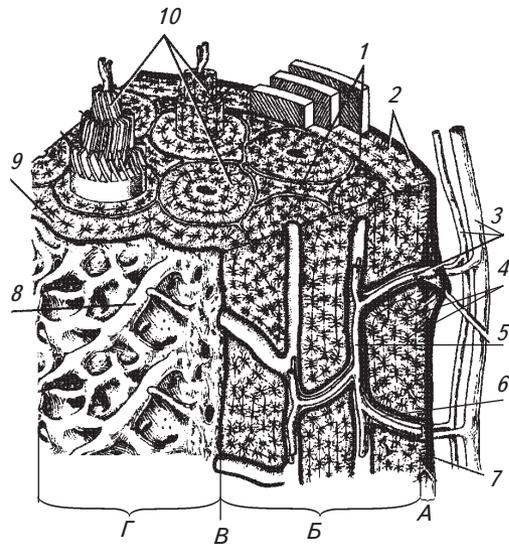


Рис. 1.3. Схема строения трубчатой кости: А — надкостница; Б — компактное вещество кости; В — эндост; Г — костно-мозговая полость. 1 — вставочные пластинки; 2 — слой наружных общих пластинок; 3 — кровеносные сосуды; 4 — остециты; 5 — канал остеона; 6 — прободающий канал; 7 — волокнистый слой надкостницы; 8 — костная трабекула губчатой ткани; 9 — слой внутренних общих пластинок; 10 — остеон

канал, содержит кровеносные сосуды, обеспечивающие обмен веществ клеток кости. Между остеонами находятся вставочные пластинки. Из остеонов состоит компактное вещество и перекладины губчатого вещества. Распределение компактного и губчатого вещества зависит от функциональных условий кости.

Костные ячейки губчатого вещества заполнены красным костным мозгом. Желтый костный мозг находится в центральном канале трубчатых костей — костно-мозговой полости.

У взрослых вся полость заполнена желтым костным мозгом, но в период роста и развития ребенка, когда требуется интенсивная кроветворная функция, преобладает красный костный мозг. С возрастом он постепенно замещается желтым.

**Форма костей.** Кости, входящие в состав скелета, составляют примерно 10% общего веса тела.

Величина и форма костей зависит от выполняемой ими функции. Различают кости длинные, короткие, широкие и смешанные.

*Длинные кости*, находятся, например, в обеих конечностях; их длина значительно превышает прочие размеры. Значение кости как рычага, к которому прикрепляются мышцы, увеличивается с ее удлинением.

Относительно более тонкая средняя часть длинных костей называется телом или *диафизом*, а утолщенные концы — *эпифизами*.

Диафиз длинных костей имеет внутри полость, поэтому такие кости называются *трубчатыми*. Утолщение концов длинных костей функционально оправдано. Эпифизы служат местом сочленения костей друг с другом, здесь происходит прикрепление мышц. Чем шире поверхность соприкосновения костей, тем прочнее и устойчивее их соединение. В то же время утолщенный эпифиз отдаляет

от длинной оси кости мышцу, в следствие чего последняя подходит к месту прикрепления под большим углом и увеличивает силу полезного действия в соответствии с правилом параллелограмма.

*Короткие кости* расположены в запястье и предплюсне, т. е. там, где одновременно необходимы большая прочность и подвижность скелета. Эти кости имеют кубическую или неправильную форму и почти одинаковые размеры во всех направлениях.

*Широкие*, или плоские, *кости* образуют стенки полостей, содержащих внутренние органы. Такие кости с одной стороны вогнуты, с другой — выпуклы; ширина и длина их значительно преобладают над толщиной. Примером служит тазовая кость, лопатка, кости мозгового черепа.

*Смешанные кости*, например клиновидная в черепе, имеют различную форму, сложность которой соответствует многообразию выполняемых функций.

Среди широких и смешанных костей черепа имеются пневматизированные, заключающие в себе полость, выстланную слизистой оболочкой и заполненную воздухом, что облегчает вес кости без ущерба для ее прочности (например, верхнечелюстная и клиновидная кости).

Кости непосредственно связаны с обменом веществ всего организма и постоянно перестраиваются в связи с изменением динамической нагрузки. Например, при изменении профессии, когда меняется нагрузка на кость, происходит разрушение старых остеонов и формирование новых, соответствующих новым условиям нагрузки.

**Развитие и рост костей.** В процессе индивидуального развития, как и в филогенезе, скелет проходит три стадии: соединительнотканную

(мезенхимную), хрящевую и костную. Кости, возникающие в мезенхиме, называются *первичными* или *покровными* (кости крыши черепа). Большинство костей развивается через хрящевую стадию: они называются *вторичными* или *замещающими*.

На втором месяце внутриутробной жизни скелет человека представляет собой хрящевое образование. Хрящевой скелет зародыша человека по своим грубым формам похож на ископаемые скелеты древних амфибий. В нем представлены еще не все кости, например, в основании черепа не сформирован свод, нет многих костей лицевого отдела — здесь позже разовьются покровные кости. Существенно, что эмбриональный хрящ не превращается в кость, а замещается ею.

Различают окостенение *внутрихрящевое*, или *энхондральное*, и *перихондральное*, при котором костная ткань появляется сначала на поверхности хряща, под покрывающей его надхрящницей (рис. 1.4).

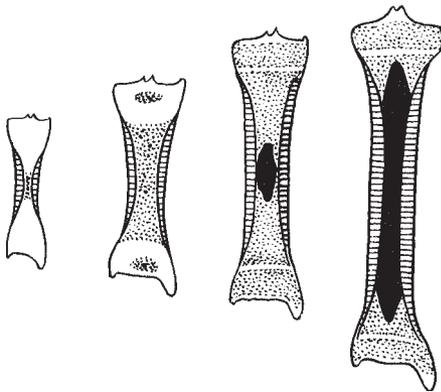


Рис. 1.4. Последовательные стадии развития большеберцовой кости:

Точками показаны части, окостеневающие энхондрально; поперечной штриховкой — перихондрально; белым цветом — хрящ, черным — костно-мозговая полость диафиза

Энхондральное окостенение происходит внутри хрящевых зачатков. Кости, состоящие преимущественно из губчатого вещества (позвонки, грудина и др.), развиваются энхондрально, а состоящие из губчатого и компактного вещества — эн- и перихондрально.

В дальнейшем на поверхности кости, под надкостницей, нарастают все новые и новые слои костной ткани, что обеспечивает рост кости в толщину. Одновременно внутри кости путем разрушения (резорбции) ее губчатого вещества формируется костно-мозговая полость. Рост диафизов длинных костей в длину происходит за счет *эпифизарной пластинки роста*, прослойки хряща между эпифизом и диафизом, которая сохраняется в течение всего периода детства и юности. Эпифизы длинных костей долго остаются хрящевыми, и энхондральные очаги окостенения последовательно появляются в них лишь в течение первого десятилетия.

Наступление физической зрелости человека выражается завершением роста скелета и сращением (синостозом) отдельных очагов окостенения в каждой кости. Развитие скелета у мужчин заканчивается к 20–24 годам, у женщин — на 2–3 года раньше. В связи с этим у женщин рост в высоту прекращается в 18–21 год. За весь период роста масса костного скелета увеличивается почти в 24 раза.

С прекращением роста и достижением полной физической зрелости скелет человека не перестает изменяться. Так, к старости в костной системе нарушается соотношение между темпами созидания и разрушения костной ткани, кости становятся тоньше, суставные концы их деформируются, костно-мозговые пространства и воздухоносные пазухи увеличиваются. Половые различия

сказываются и в темпах старения скелета, первые признаки которого у женщин наступают раньше (начиная с 45–50 лет).

На формирование костей влияют экологические факторы. Уровень минерализации скелета в значительной степени связан с рационом питания. Так доказано, что у детей, находящихся на диете, бедной белками, жирами и минеральными веществами, имеется более низкий уровень минерализации скелета, чем у их сверстников с нормальным питанием. Минеральная недостаточность и, как следствие этого, остеопороз, или разрежение костной ткани, особенно выражен в районах, где для питья употребляется опресненная вода. Тяжелые заболевания, недостаток витаминов и минеральных веществ, нарушение функции желез внутренней секреции также задерживают рост и развитие скелета. В условиях высокогорья развивается увеличение костно-мозговой полости и уменьшение площади компактного вещества кости. Эта особенность обусловлена увеличением гемопoэтической активности костного мозга в условиях высокогорной гипоксии.

**Части скелета.** В скелете человека различают три отдела: скелет туловища, скелет конечностей и скелет головы или череп (Атл., рис. 2).

Скелет *туловища*, или осевой скелет, состоит из позвоночника и грудной клетки. В нем ясно выступает характерный признак строения позвоночных — *сегментация*, или *метамерия*. Каждый сегмент скелета туловища у примитивных позвоночных образован позвонком и парой ребер. У млекопитающих и человека полные сегменты сохранились лишь в грудном отделе туловища.

Скелет *конечностей* — верхних и нижних — принято делить на скелет *свободной конечности* (руки и ноги)

и скелет *пояса* (плечевого и тазового), который укрепляет ее на туловище. Скелет руки состоит из трех отделов — плеча, предплечья (образованного лучевой и локтевой костями) и кисти, а плечевой пояс — из двух парных костей: лопатки и ключицы. Скелет ноги также расчленяется на три отдела — бедро, голень (в состав которой входят большая и малая берцовые кости) и стопу, а скелет тазового пояса — на парные тазовые кости. Скелеты кисти и стопы состоят из трех частей: кисть — из запястья, пясти и фаланг пальцев, стопа включает предплюсну, плюсну и фаланги пальцев.

*Череп* по сравнению с другими частями скелета, построен особенно сложно, что объясняется различным происхождением его отдельных частей. Череп служит вместилищем головного мозга и составляет костную основу для начальных отделов пищеварительного и дыхательного путей. Соответственно этому в нем различают два отдела — *мозговой* и *лицевой*. Кости черепа прочно соединены друг с другом, и многие из них у взрослых полностью срастаются между собой.

### 1.1.2. Типы соединения костей

**Классификация соединений.** Существуют два основных типа соединений костей: *непрерывные* и *прерывные*, или *суставы* (рис. 1.7, Атл., рис. 7–17). Непрерывные соединения имеются у всех низших позвоночных и на эмбриональных стадиях развития у высших. Когда у последних формируются закладки костей, между ними сохраняется их исходный материал (соединительная ткань, хрящ). При помощи этого материала происходит сращение костей, т. е. образуется непрерывное соединение. Прерывные

соединения развиваются на более поздних стадиях онтогенеза у наземных позвоночных и являются более совершенными, так как обеспечивают более дифференцированную подвижность частей скелета. Они развиваются вследствие возникновения щели в исходном материале, сохранившемся между костями. В последнем случае остатки хряща покрывают сочленяющиеся поверхности костей. Существует еще третий, промежуточный тип соединений — *полусустав*.

**Непрерывные соединения.** Непрерывное соединение — *синартроз*, или *сращение*, имеет место в том случае, когда кости связаны друг с другом соединяющей тканью. Движения при этом крайне ограничены или вовсе отсутствуют. По характеру связующей ткани различают соединительнотканнные, или *синдесмозы* (рис. 1.5, А), хрящевые, или *синхондрозы* (рис. 1.5, Б), соединения и сращения при помощи костной ткани — *синостозы*.

*Синдесмозы* бывают трех родов: 1) *межкостные перепонки*, например между костями предплечья или голени

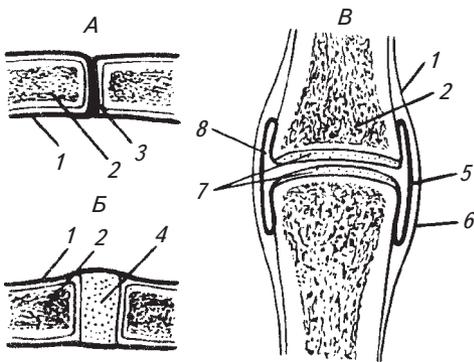


Рис. 1.5. Типы соединения костей (схема): А — синдесмоз; Б — синхондроз; В — сустав; 1 — надкостница; 2 — кость; 3 — волокнистая соединительная ткань; 4 — хрящ; 5 — синовиальный и 6 — фиброзный слой суставной сумки; 7 — суставные хрящи; 8 — полость сустава

(Атл., рис. 9, 15); 2) *связки*, соединяющие кости (но не связанные с суставами), например связки между отростками позвонков или их дугами (Атл. рис. 7); 3) *швы* между костями черепа (Атл. рис. 19).

Межкостные перепонки и связки допускают некоторое смещение костей. В швах прослойка соединительной ткани между костями очень незначительна и движения невозможны.

*Синхондрозом* является, например, соединение I ребра с грудиной посредством реберного хряща, упругость которого допускает некоторую подвижность этих костей.

*Синостозы* развиваются из синдесмозов и синхондрозов с возрастом, когда соединительная ткань или хрящ между концами некоторых костей заменяется костной тканью. Примером могут служить сращения крестцовых позвонков и заросшие швы черепа. Движения здесь, естественно, отсутствуют.

**Прерывные соединения.** Прерывное соединение — *диартроз*, сочленение, или *сустав* (рис. 1.5, В), характеризуется незначительным пространством (щелью) между концами соединяющихся костей. Различают суставы *простые*, образованные лишь двумя костями (например, плечевой сустав) (Атл. рис. 8), сложные — когда в соединении входит большее число костей (например, локтевой сустав) (Атл. рис. 9), и *комбинированные*, допускающие движение лишь одновременное с движением в других анатомически обособленных суставах (например, проксимальный и дистальный лучелоктевые суставы). В состав сустава входят: суставные поверхности, суставная сумка, или капсула, и суставная полость.

*Суставные поверхности* соединяющих костей более или менее соответствуют друг другу (конгруэнтны). На одной кости, образующей сустав, суставная поверхность обычно выпуклая

и носит название *головки*. На другой кости развивается соответствующая головке вогнутость — *впадина*, или *ямка*. Как головка, так и ямка могут быть образованы двумя или несколькими костями. Суставные поверхности покрыты гиалиновым хрящом, что снижает трение и облегчает движение в суставе.

*Суставная сумка* прирастает к краям суставных поверхностей костей и образует герметичную суставную полость. Суставная сумка состоит из двух слоев. Поверхностный, фиброзный слой, образован волокнистой соединительной тканью, сливается с надкостницей сочленяющихся костей и несет защитную функцию. Внутренний, или синовиальный, слой богат кровеносными сосудами. Он образует выросты (ворсинки), выделяющие вязкую жидкость — *синовию*, которая смазывает сочленяющиеся поверхности и облегчает их скольжение. В нормально функционирующих суставах очень мало синовии, например в самом крупном из них — коленном — не более 3,5 см<sup>3</sup>. В некоторых суставах (в коленном), синовиальная оболочка образует складки, в которых откладывается жир, имеющий здесь защитную функцию. В других суставах, например, в плечевом, синовиальная оболочка образует наружные выпячивания, над которыми почти отсутствует фиброзный слой. Эти выпячивания в виде *синовиальных сумок* располагаются в области прикрепления сухожилий и уменьшают трение при движениях.

*Суставной полостью* называется герметически закрытое щелевидное пространство, ограниченное сочленяющимися поверхностями костей и суставной сумкой. Оно заполнено синовией. В суставной полости между суставными поверхностями имеется отрицательное давление (ниже атмосферного). Атмосферное давление, испытываемое капсулой, способствует укреплению

сустава. Поэтому при некоторых заболеваниях повышается чувствительность суставов к колебаниям атмосферного давления, и такие больные могут «предсказывать» изменения погоды. Плотное прижатие суставных поверхностей друг к другу в ряде суставов обусловлено тонусом, или активным напряжением мускулатуры.

Помимо обязательных, в суставе могут встречаться вспомогательные образования. К ним относятся суставные связки и губы, внутрисуставные диски, мениски и сесамовидные (от араб. *sesamo* — зерно) кости.

*Суставные связки* представляют собой пучки плотной волокнистой ткани. Они расположены в толще или поверх суставной сумки. Это местные утолщения ее фиброзного слоя. Перекидываясь через сустав и прикрепляясь к костям, связки укрепляют сочленение. Однако основная их роль заключается в ограничении размаха движения: они не допускают его перехода за известные пределы. Большинство связок не эластичны, но очень прочны. В некоторых суставах, например в коленном, есть внутрисуставные связки.

*Суставные губы* состоят из волокнистого хряща, кольцевидно охватывающего края суставных впадин, площадь которых они дополняют и увеличивают. Суставные губы придают суставу большую прочность, но уменьшают размах движений (например, плечевой сустав).

*Диски и мениски* представляют собой хрящевые прокладки — сплошные и с отверстием. Они располагаются внутри сустава между суставными поверхностями, а по краям сростаются с суставной сумкой. Поверхности дисков и менисков повторяют форму суставных поверхностей костей, прилегающих к ним с обеих сторон. Диски и мениски содействуют разнообразию движений в суставе. Они имеются в коленном и нижнечелюстном суставах.

*Сесамовидные кости* невелики и располагаются вблизи некоторых суставов. Одни из этих костей залегают в толще суставной сумки и увеличивая площадь суставной ямки, сочленяются с суставной головкой (например, в суставе большого пальца стопы); другие включаются в сухожилия мышц, перекидывающихся через сустав (например, надколенник, который заключен в сухожилие четырехглавой мышцы бедра). Сесамовидные кости относятся также к вспомогательным образованиям мышц.

У спортсменов под влиянием тренировки подвижность суставов увеличивается. У детей большинство суставов, как правило, более подвижно, чем у взрослых или пожилых людей.

**Классификация суставов** основывается на сравнении формы сочленовных поверхностей с отрезками различных геометрических фигур вращения, получающихся от движения

прямой или кривой линии (так называемой образующей) вокруг неподвижной условной оси. Разные формы движения образующей линии дают разные тела вращения. Например, прямая образующая, вращаясь параллельно оси, опишет цилиндрическую фигуру, а образующая в виде полукругности дает шар (рис. 1.6). Суставная поверхность определенной геометрической формы позволяет совершать движения только по свойственным этой форме осям. Вследствие этого суставы классифицируются на одноосные, двуосные и трехосные (или практически многоосные).

*Одноосные суставы* могут быть цилиндрическими или блоковидными.

*Цилиндрический сустав* имеет суставные поверхности в виде цилиндров, причем выпуклая поверхность охватывается вогнутой впадиной (рис. 1.6, А). Ось вращения вертикальная, параллельна длинной оси

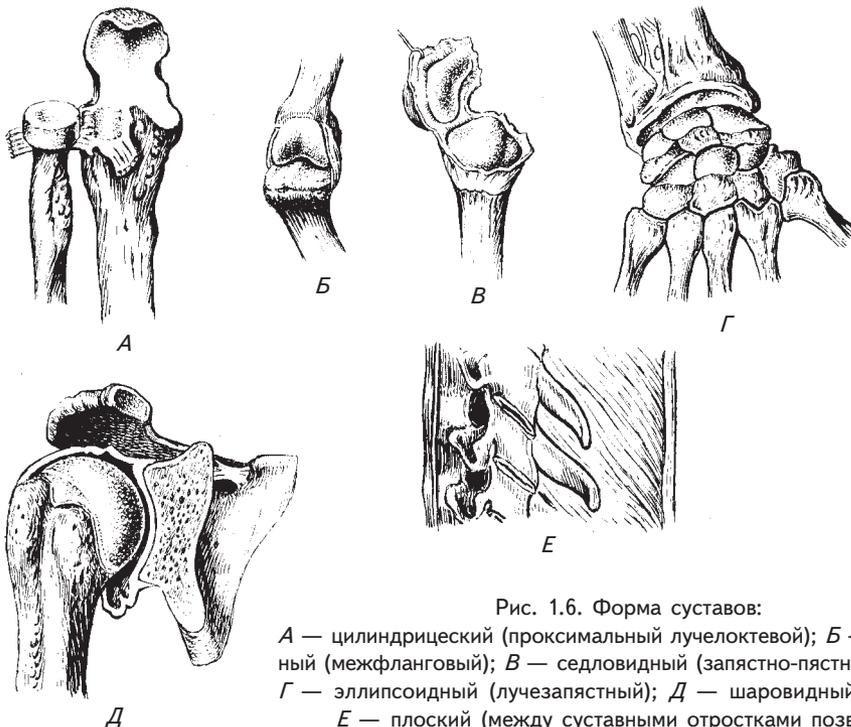


Рис. 1.6. Форма суставов:

А — цилиндрический (проксимальный лучелоктевой); Б — блоковидный (межфланговый); В — седловидный (запястно-пястный I пальца); Г — эллипсоидный (лучезапястный); Д — шаровидный (плечевой); Е — плоский (между суставными отростками позвонков)

сочленяющих костей. Она обеспечивает движение по одной вертикальной оси. В цилиндрическом суставе возможно вращение по оси внутрь и наружу. Примерами служат сочленения между лучевой и локтевой костями и сустав между зубом эпистрофея и атлантом.

*Блоковидный сустав* представляет собой разновидность цилиндрического, отличается от него тем, что ось вращения проходит перпендикулярно оси вращающейся кости и называется поперечной или фронтальной. В суставе возможны сгибание и разгибание. Примером являются межфланговые суставы (рис. 1.6, Б).

*Двуосные суставы* (рис. 1.6, В, Г) могут быть *седловидными* (в одном направлении суставная поверхность вогнута, а в другом, перпендикулярном ему, — выпукла) и *эллипсоидными* (суставные поверхности эллипсоидные). Эллипс как тело вращения имеет только одну ось. Возможность движения в эллипсоидном суставе вокруг второй оси обусловлена неполным совпадением суставных поверхностей. Двуосные суставы допускают движения вокруг двух, расположенных в одной плоскости, но взаимно перпендикулярных осей: сгибание и разгибание вокруг фронтальной оси, приведение (к средней плоскости) и отведение вокруг сагиттальной оси. Примером эллипсоидного сустава может служить лучезапястный, а седловидного — запястно-пястный сустав 1 пальца руки.

*Трехосные суставы* бывают шаровидными и плоскими.

*Шаровидные суставы* — самые подвижные сочленения (рис. 1.6, Д). Движения в них происходят вокруг трех главных взаимно перпендикулярных и пересекающихся в центре головки осей: фронтальной (сгибание и разгибание), вертикальной (вращение внутрь и наружу) и сагиттальной (приведение и отведение). Но через

центр суставной головки можно провести бесконечное количество осей, поэтому сустав и оказывается практически многоосным. Таков, например, плечевой сустав.

Одной из разновидностей шаровидного сустава является ореховидный сустав, в котором значительная часть суставной шаровидной головки охватывается шаровидной суставной впадиной и в результате ограничивается размах движения. Примером служит тазобедренный сустав. Движения в нем могут происходить в любых плоскостях, но размах движений ограничен.

*Плоский сустав* — это отрезок шара с очень большим радиусом, благодаря чему кривизна сочленяющихся поверхностей очень незначительна: выделить головку и ямку нельзя. Сустав малоподвижен и допускает лишь незначительное скольжение сочленяющихся поверхностей в различных направлениях. Примером является сустав между сочленовными отростками грудных позвонков (рис. 1.6, Е).

Кроме описанных движений, в двуосных и трехосных суставах возможно еще движение, называемое круговым. При этом движении конец кости, противоположный закрепленному в суставе, описывает круг, а кость в целом — поверхность конуса.

*Полусустав* характеризуется тем, что кости в нем соединяются хрящевой прокладкой, которая имеет внутри щелевидную полость. Суставная капсула отсутствует. Таким образом, этот вид соединения представляет собой переходную форму между синхондрозом и диартрозом (между лонными костями таза).

### 1.1.3. Скелет туловища

Наличие позвоночника или позвоночного столба неопровержимо доказывает принадлежность человека

к подтипу хордовых. Позвоночник связывает воедино отдельные части и органы тела; он служит надежной защитой и опорой для центральной нервной системы. От положения и формы позвонка зависит возможность прямохождения. В процессе длительной эволюции он сохранил фундаментальный признак позвоночных животных — метамерию (сегментированное строение).

**Позвоночный столб** (*columna vertebralis*), или позвоночник, человека состоит из 33–34 позвонков (*vertebrae*) (рис. 1.7). В нем различают отделы: шейный (7 позвонков), грудной (12 позвонков), поясничный (5 позвонков), крестцовый (5 позвонков) и копчиковый (4–5 позвонков). Крестцовые позвонки срастаются в одну кость — крестец, а копчиковые — в копчик.

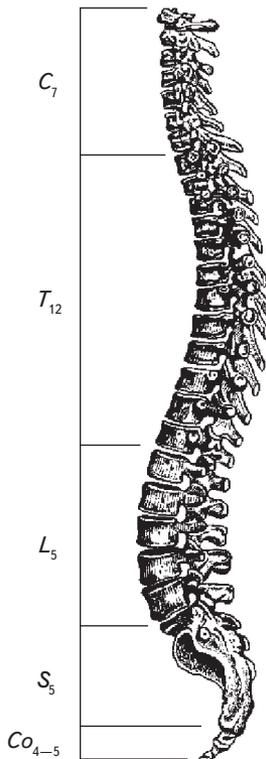


Рис. 1.7. Позвоночник (вид сбоку):  
Отделы: С — шейный; Т — грудной; L — поясничный; S — крестцовый; Co — копчиковый

Изменение общего количества позвонков встречается очень редко. Число же позвонков каждого отдела может варьироваться. В 6–7% случаев I поясничный позвонок несет на себе зачатки ребер. До 1% случаев наблюдается недоразвитие ребер на двенадцатом грудном позвонке.

Позвонок включает: массивную опорную часть — *тело*; *дугу*, которая состоит из двух симметричных половин, замыкающих вместе с телом позвоночное *отверстие*, и отходящие от дуги *отростки* (см. Атл. ). Одни отростки служат местом прикрепления мышц — непарный *остистый отросток*, обращенный назад, и парные *поперечные отростки*, направленные в стороны; другие — сочленяются с соседними позвонками — парные *верхние* и *нижние суставные отростки*. Позвоночные отверстия в совокупности образуют *позвоночный канал*, в котором помещается спинной мозг. На дугах там, где они переходят в тело позвонка, сверху и снизу находится по вырезке (нижняя глубже). Вырезки смежных позвонков образуют *межпозвоночное отверстие*, через которое проходят спинно-мозговые нервы и сосуды.

Наряду с общими признаками позвонки разных отделов позвоночника имеют различия.

*Грудные позвонки* (*vertebrae thoracicae*, **Th**) отличаются от других позвонков суставными *реберными полуямками* (на I, XI и XII позвонках — *ямками*), которые расположены на боковых поверхностях их тела сверху и снизу основания дуги (см. Атл.). Две полуямки смежных позвонков образуют ямку для сочленения с головкой ребра. На конце поперечных отростков первых десяти позвонков есть суставные поверхности, с которыми сочленяются бугорки ребер. Остистые отростки направлены вниз и налегают друг на друга, что особенно выражено

у средних четырех грудных позвонков. Это делает грудной отдел позвоночника менее подвижным. Масса тел позвонков постепенно возрастает по направлению к поясничному отделу (рис. 1.8).

Шейные позвонки (*vertebrae cervicales, C*) сохранили от ребер незначительные рудименты, сросшиеся с поперечными отростками, которые по-

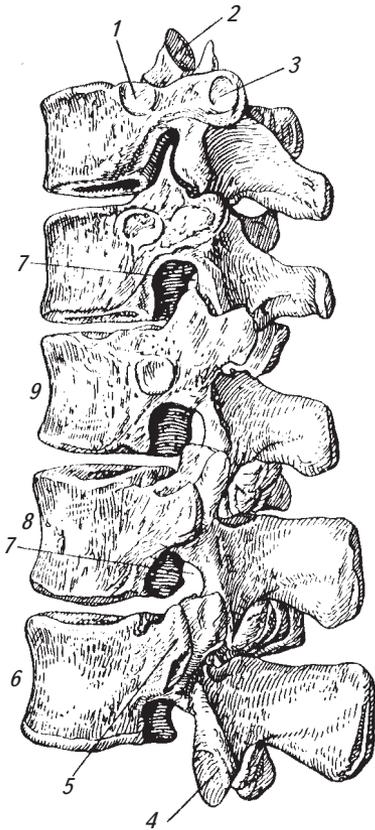


Рис. 1.8. Последние грудные и первые поясничные позвонки сбоку:

1 — реберная полуямка; 2 — верхний суставной отросток; 3 — суставная поверхность поперечного отростка X грудного позвонка; 4 — нижний суставной отросток; 5 — поперечно-реберный отросток; 6 — тело II поясничного позвонка; 7 — межпозвоночные отверстия; 8 — тело I поясничного позвонка; 9 — тело XII грудного позвонка

этому называются *поперечно-реберными* (рис. 1.9; Атл. рис. 3). В основании этого отростка находится отверстие.

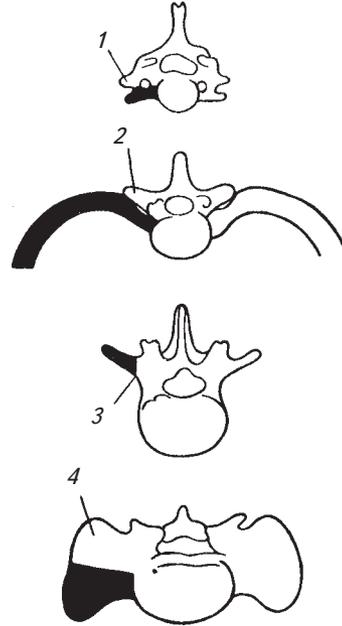


Рис. 1.9. Строение костного сегмента в различных отделах позвоночника: 1 — поперечный отросток шейного, 2 — грудного, 3 — поясничного и 4 — крестцового позвонков; зачернены ребро и его рудименты

Часть отростка, ограничивающая отверстие спереди, и является рудиментом ребра. Поперечно-реберные отверстия всех шейных позвонков образуют прерывистый канал. Он служит защитой позвоночной артерии, проходящей к головному мозгу, и одноименной вены. Тела шейных позвонков по сравнению с телами грудных менее массивны, а верхние и нижние поверхности их седловидны. Благодаря этому в шейном отделе позвоночника имеется значительная подвижность. Позвоночные отверстия велики, дуги тонкие. Остистые отростки (за исключением отростка VII позвонка), короче, чем в грудном отделе, и раздвоены на конце,

что увеличивает площадь прикрепления к ним многочисленных мышц. Первые два шейных позвонка резко отличаются от остальных.

*Атлант* — первый шейный позвонок — имеет форму кольца (Атл. рис. 3).

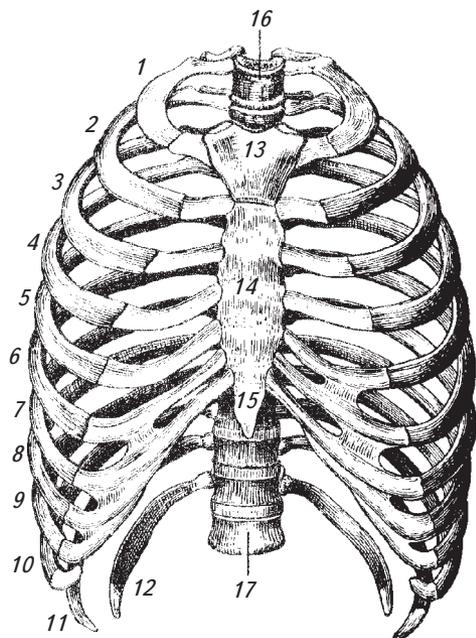


Рис. 1.11. Грудная клетка спереди:  
1—12 — ребра; 13 — рукоятка; 14 — тело и  
15 — мечевидный отросток грудины; 16 — I груд-  
ной позвонок; 17 — I поясничный позвонок

**Онтогенез позвоночника.** Позвоночник развивается из мезенхимы склеротомов сомитов. Из них формируется «футляр», окружающий хорду и нервную трубку. Это — соединительнотканная стадия развития. В футляре дифференцируются мезенхимные закладки позвонков. В конце четвертой недели пренатального периода в них начинается развитие хряща, а с середины третьего месяца он начинает замещаться костью. Центры окостенения появляются в теле позвонка и в каждой половине дуги. Полное их слияние происходит лишь через несколько лет после рождения (рис. 1.10). Позвонок новорожденного состоит из трех костных частей: тела и двух половин дужек. В возрасте 17 лет образуются эпифизы позвонков, которые сливаются с телами лишь к 25 годам. Чем более краниально расположен позвонок, тем раньше в нем происходит окостенение.

Место тела занимает *передняя дуга*, на ее выпуклой части расположен *передний бугорок*. На стороне, обращенной внутрь широкого позвоночного отверстия, заметна суставная ямка для зубовидного отростка II позвонка. На *задней дуге*, соответствующей дугам других позвонков, от остистого отростка сохранился небольшой выступ — *задний бугорок*. Вместо верхних суставных отростков на дуге расположены овальные суставные ямки, которые сочленяются с мыщелками затылочной кости. Роль нижних суставных отростков выполняют ямки, сочленяющиеся со вторым позвонком (см. Атл. с. 12).

*Эпистрофей*, или осевой позвонок, отличается от типичных шейных позвонков развитием на верхней части тела *зубовидного отростка*, вокруг которого вращается атлант вместе с черепом (Атл. рис. 3). Этот отросток возникает во внутриутробный период развития человека путем прирастания к эпистрофею большей части тела атланта. Взамен верхних суставных отростков по бокам зубовидного отростка находятся слегка выпуклые суставные поверхности. При поворотах головы вместе с черепом вращается атлант. Эпистрофей

Своеобразные изменения происходят в эмбриогенезе с копчиковыми (хвостовыми) позвонками. Их первоначально закладывается около 8, но часть из них на втором месяце эмбриогенеза резорбируется. В оставшихся происходит неполное окостенение. Центры окостенения в телах позвонков появляются между первым годом жизни и наступлением половой зрелости.

В пренатальный период 7-ой шейный и 1-ый поясничный позвонки имеют зачатки ребер, которые затем редуцируются.

**Онтогенез грудной клетки.** Ребра и грудина проходят в онтогенезе те же стадии. Передние (вентральные) концы хрящей ребер на каждой стороне сначала срастаются вместе. Вследствие этого возникают парные полоски, которые затем смыкаются, образуя хрящевую грудину. В ребрах окостенение начинается раньше, чем в позвоночнике, а в грудины — на послед-

же своим зубовидным отростком служит осью вращения.

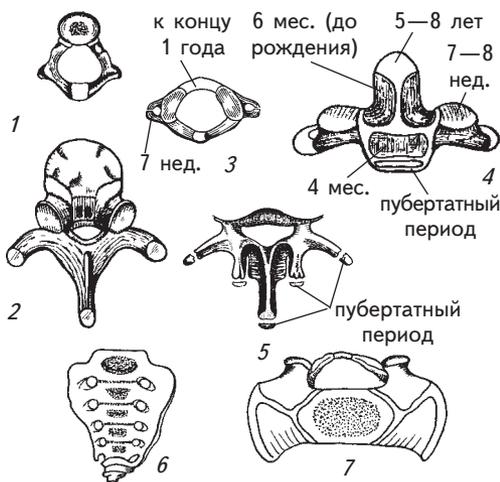
**Поясничные позвонки** (*vertebrae lumbales, L*), особенно каузальные, отличаются массивностью тела и отростков. Поперечно-реберные отростки направлены в стороны (Атл. рис. 3). Они являются продуктом слияния поперечных отростков и рудиментов поясничных ребер (рис. 1.9). Небольшие отростки на дуге и верхних суставных отростках увеличивают площадь прикрепления мощных мышц спины.

**Крестец** (*sacrum, S*) по форме напоминает треугольник, направленный основанием вверх, а вершиной вниз (Атл. рис. 3). Передний край основания крестца вместе с телом последнего поясничного позвонка образует выступ вперед, который является характерной особенностью человеческого таза. На передней вогнутой поверхности крестца, проходят четыре поперечные линии — следы слияния тел крестцовых позвонков. Здесь же открываются четыре пары *передних крестцовых отверстий*. На задней выпуклой поверхности выдаются: бугристый *срединный крестцовый гребень* (слившиеся остистые отростки), два параллельных ему *суставных гребня*

(слившиеся суставные отростки), а латеральнее от них — боковые *гребни* (слившиеся поперечные отростки). Между суставными и боковыми гребнями открываются четыре пары *задних крестцовых отверстий*. Расположенные снаружи от боковых гребней боковые *массы крестца* (слившиеся рудименты крестцовых ребер) сочленяются с тазовыми костями посредством *ушковидных* поверхностей. Сочленения крестца с подвздошными костями образуются у человека чаще всего за счет I-го, II-го и части III-го крестцового позвонков. Крестец мужчин длиннее, уже и более изогнут, чем у женщин.

**Копчик** (*coccygeum*) состоит из четырех (реже трех или пяти) сросшихся рудиментарных позвонков, сохранивших лишь тело (Атл. рис. 4). Он соответствует скелету хвоста позвоночных животных. Копчик имеет вид пирамидки, обращенной к крестцу своим основанием, на котором выдаются недоразвитые верхние суставные и поперечные отростки первого позвонка.

**Грудная клетка.** Грудная клетка состоит из грудины и ребер, которые сзади соединены с позвоночным столбом (рис. 1.11).



них месяцев внутриутробной жизни. У новорожденного грудина состоит из хряща с парными и непарными очагами окостенения (рис. 1.13). Позднее она вся замещается костью, но иногда части грудины не срастаются и у взрослых и остаются соединены хрящом. После 30 лет реберные хрящи начинают обызвествляться, а к старости даже окостеневают. Такое различие в сроках окостенения повторяет филогенетическую последовательность в развитии этих частей скелета.

Рис. 1.10. Развитие позвонков:

1 — грудной позвонок до рождения и в пубертатный период (2); 3 — атлант; 4 — эпистрофей; 5 — поясничный позвонок; 6 — крестец новорожденного (спереди) и 4-летнего ребенка (сверху) (7). На рисунке обозначено время окостенения

*Ребра (costae)* составляют основную часть грудной клетки. На ее разных уровнях ребра неодинаковы, различаясь по величине, положению и форме. Самые длинные ребра, охватывающие подобно обручам грудную полость, находятся в средней части грудной клетки. К верхнему и нижнему отделам ребра постепенно уменьшаются. Число их — 12 пар, соответствует 12-ти грудным позвонкам. У эмбриона закладывается столько пар ребер, сколько позвонков. Позднее шейные, поясничные и копчиковые ребра редуцируются. От них у взрослого сохраняются лишь незначительные остатки.

Типичное ребро имеет форму изогнутой уплощенной дуги. Ее нижний край заострен (рис. 1.12). Задний конец каждого ребра сочленяется с грудным позвонком при помощи *головки* и *бугорка*, отделенных друг от друга суженной частью — *шейкой*. Два последних ребра (XI и XII) лишены бугорков. Первое ребро расположено почти в горизонтальной плоскости, резко изогнуто, и на его верхней поверхности выдается небольшое возвышение — *лестничный бугорок* (по названию прикрепляющейся здесь мышцы). Передние части ребер хрящевые (Атл. рис. 6). Хрящи I—VII пары ребер сочленяются с грудиной, это *истинные* ребра. VIII и IX пары (*ложные* ребра) своими хрящами соединяются с хрящом вышележащего ребра, образуя *реберную дугу*. Хрящи X пары иногда входят в нее, но чаще, как и хрящи XI и XII пар, заканчиваются

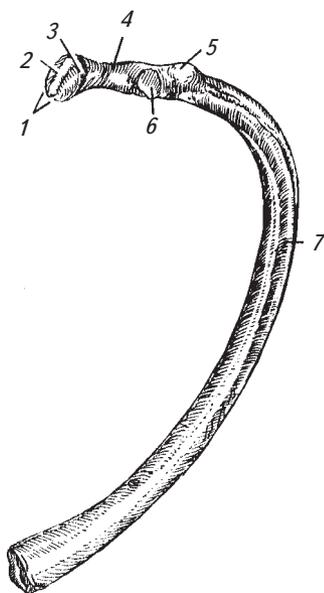


Рис. 1.12. Правое VII ребро снизу:

1 — суставные поверхности, разделенные гребнем (2) на головку ребра (3); 4 — шейка; 5 — бугорок ребра; 6 — суставная поверхность, с которой сочленяется поперечный отросток позвонка; 7 — нижний край

свободно в мышцах живота (*колеблющиеся* ребра). Изредка (у 2% людей) бывает тринадцать пар ребер. В этих случаях поясничных позвонков остается лишь четыре, так как первый из них превращается в XIII грудной. Очень редко встречаются одиннадцать пар ребер (тогда поясничных позвонков шесть), а также шейные ребра (на последнем шейном позвонке). В строении крайних позвонков каждого отдела вы-

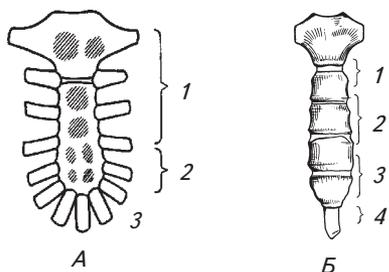


Рис. 1.13. Развитие грудины:

А — время появления очагов окостенения до рождения: 1 — 5 мес.; 2 — 5—6 мес.; 3 — мечевидный отросток (3 года); Б — в пубертатный период: 1—4 — сроки окостенения: 1 — часть остается неокостеневшей; 2 — 16—25 лет; 3 — 16—20 лет; 4 — около 40 лет

ступают черты строения, переходные к соседнему отделу.

*Грудина (sternum)* — удлинённая плоская непарная кость, состоящая из верхней части — *рукоятки*, средней части — *тела* и *мечевидного отростка*, который очень варьируется по величине и форме. Эти отделы сначала отграничены хрящевыми прослойками, но с возрастом (после 30 лет) начинают срастаться друг с другом. По бокам рукоятки находятся вырезки, в которых происходит соединение с ключицами и первой парой ребер. Верхний край несет непарную *яремную вырезку* (ее легко прощупать через кожу). По краям тела грудины заметны вырезки — места сочленения с хрящами II—VII пары ребер.

Грудина у женщин обычно относительно короче, чем у мужчин.

#### **Соединения костей туловища.**

В скелете туловища кости соединяются по типу суставов и синартрозов.

Связь между телами позвонков (от II-го шейного до крестца) осуществляется с помощью межпозвоночных дисков (Атл. рис. 7). Каждый из них образован волокнистым хрящом, который в виде кольца окружает упругое студенистое ядро (остаток хорды). Межпозвоночные диски прочно сращены с пластинками гиалинового хряща, покрывающими сверху и снизу тела позвонков. Между телами позвонков возникает своеобразный полусустав со студенистым ядром между хрящами. Диски составляют не менее четверти общей длины надкрестцовой части позвоночника. Особенно они массивны в поясничном отделе. Это обеспечивает позвоночнику рессорность, т. е. смягчает толчки и удары и в то же время придает ему большую гибкость.

Между суставными отростками всех позвонков образуются малоподвижные суставы. В шейном и грудном отделах они плоские, а в поясничном — цилиндрические.

Вдоль передней поверхности тел всех позвонков, начиная от затылочной кости и атланта, тянется *передняя продольная связка*, а на задней (внутри позвоночного канала) — *задняя продольная связка*. Смежные позвонки соединены короткими *межпоперечными*, *межостистыми* и *междугривными*, или *желтыми связками* (Атл. рис. 5). Значительная эластичность последних облегчает работу мышц, выпрямляющих туловище. По остистым отросткам тянется *надостистая связка*, переходящая на шею в широкую *вышнюю связку*, прирастающую к затылочной кости.

В крестцовом и копчиковом отделах позвонки сращены при помощи синостозов в сложные кости — крестец и копчик.

*Атланто-затылочный сустав* соединяет атлант с черепом. Это парный, комбинированный сустав, который образован мышцелками затылочной кости и суставными ямками атланта. Он относится к эллипсоидным (двуосным) суставам и обеспечивает качательные и кивательные движения головы. Вспомогательные связки: передняя атланто-затылочная и задняя атланто-затылочная — укрепляют этот сустав.

Со вторым шейным позвонком атлант сочленен двумя суставами. Один из них — образован нижними суставными поверхностями атланта и верхними эпистрофея. Другой сустав — непарный — образован зубовидным отростком эпистрофея и передней дугой атланта, которые прочно прижаты друг к другу поперечной связкой (рис. 1.14, А). Сустав зубовидного отростка относится к одноосным цилиндрическим с вертикальной осью вращения. В этом суставе происходят повороты головы (вместе с атлантом) вправо и влево.

Все ребра сочленяются с телами грудных позвонков своими головками

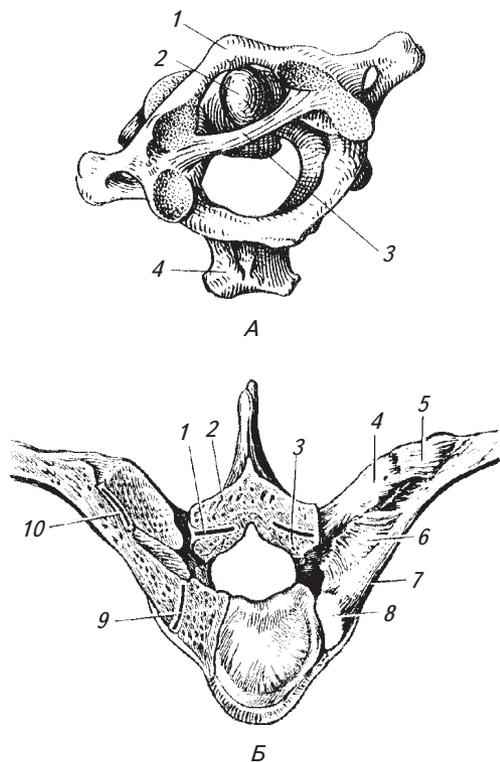


Рис. 1.14. Соединения позвоночного столба:  
 А — соединение атланта с эпистрофеем (вид сверху): 1 — передняя дуга атланта; 2 — зуб осевого позвонка; 3 — поперечная связка атланта; 4 — остистый отросток осевого позвонка;  
 Б — реберно-позвоночные суставы: 1 — сочленение между суставными отростками VII и VIII позвонков; 2 — верхний суставной отросток VIII позвонка и 3 — нижний отросток VII; 4 — поперечный отросток; 5 — связка бугорка ребра; 6 — связка шейки ребра; 7 — шейка ребра; 8 — сочленовная поверхность головки ребра; 9 — сустав головки ребра; 10 — поперечно-реберный сустав

(рис. 1.14, Б). Первые десять пар ребер соединяются и с поперечными отростками позвонков при помощи бугорков. Оба сустава каждого ребра комбинированные, т. е. движения в них совершаются одновременно. При этом шейки ребер почти не смещаются (через них проходит ось враще-

ния), а передние концы ребер продвигаются вперед и в стороны, что увеличивает объем грудной клетки. Хрящи I пары ребер срастаются с грудиной, а II—VII пар сочленяются с ней малоподвижными суставами (см. Атл.)

**Скелет туловища в целом. Индивидуальная и возрастная изменчивость скелета.** Состоящий из отдельных позвонков, скрепленных межпозвоночными дисками, парными суставами и связками, позвоночник представляет собой упругий стержень, допускающий отдельные или комбинированные движения вокруг фронтальной, сагиттальной и вертикальной осей. Небольшие движения между отдельными позвонками, суммируясь, обеспечивают значительную подвижность позвоночника. В шейном отделе возможны движения вперед, назад, вправо и влево. В грудном отделе подвижность ограничена наличием ребер и грудины, а также остистыми отростками: возможны лишь ограниченные вращательные движения. В поясничном отделе толстые межпозвоночные диски способствуют подвижности — возможно сгибание, разгибание и наклоны в стороны.

Позвоночник человека имеет S-образные изгибы (рис. 1.15).

Два из них обращены выпуклостью вперед: *шейный* и *поясничный лордозы*, а два — назад: *грудной* и *крестцово-копчиковый кифозы*. Благодаря этим изгибам позвоночник человека выполняет механическую функцию. Передающиеся позвоночнику толчки и удары при ходьбе и беге, прыжках и падениях, ослабевают и затухают в пружинящем аппарате S-образных изгибов и межпозвоночных дисков (последние в области лордозов толще в передней, а в области кифозов — в задней части). Лордозы представляют собой специфические особенности позвоночника человека, связанные

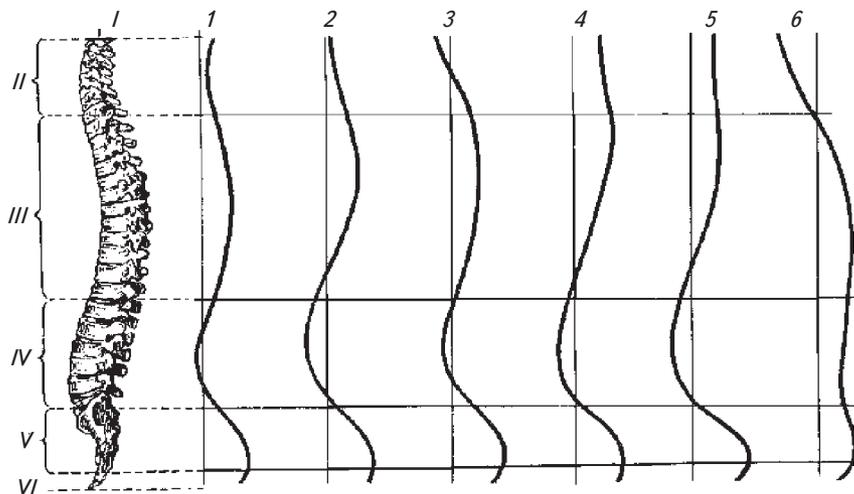


Рис. 1.15. Позвоночник (слева), его функциональные и возрастные изгибы (линии справа): I — атлант; II — шейный; III — грудной и IV — поясничный отделы; V — крестец; VI — копчик; 1 — натощак; 2 — при наполненном желудке; 3 — при опущенной голове; 4 — при вытянутых вперед руках; 5 — при положении «смирно» у молодого человека; 6 — у старика

с вертикальным положением тела. Они несколько изменяются в зависимости от тонуса мускулатуры, степени наполнения желудка, осанки и т. д. (рис. 1.15). У млекопитающих основная часть позвоночника имеет вид слабо изогнутой арки, перекинутой от передних конечностей к задним.

Индивидуальные вариации в позвоночнике проявляются в пояснично-крестцовом отделе. Сюда относится включение последнего поясничного позвонка в крестец или первого крестцового

в поясничный отдел. 5-позвонковый крестец чаще встречается у женщин, 6-позвонковый — у мужчин. У женщин крестец шире, чем у мужчин; иногда расщепляется ость крестца.

Грудная клетка образует костную основу стенки грудной полости. Реберные хрящи придают ей упругость. Грудная клетка участвует в защите сердца, легких, печени и служит местом прикрепления дыхательных мышц и мышц верхних конечностей.

У эмбриона и плода человека позвоночник имеет форму простой дуги, направленной слабой выпуклостью назад. Ко времени рождения он выпрямляется, S-образные изгибы появляются постепенно (рис. 1.18). Когда ребенок начинает держать головку, возникает шейный лордоз, когда начинает сидеть — грудной кифоз. При попытке держаться на ножках появляется поясничный лордоз.

Искривление позвоночника в сторону — *сколиоз*, нередко развивающийся у школьников, — связан с возрастными особенностями строения тел позвонков и межпозвоночных дисков (их податливостью к деформации), а так-

же слабостью мышц спины. Сколиоз наблюдается при несоблюдении гигиенических норм, относящихся к высоте парт, силе и равномерности освещения классов, индивидуальных и слуховых особенностей учеников и т. п.

Различные отделы позвоночника растут в длину неравномерно. Быстрее других развивается поясничный отдел, медленнее — шейный.

К старости позвоночник укорачивается (иногда на 10 см) за счет уменьшения в высоту тел позвонков и истончения межпозвоночных дисков. Нередко значительно увеличивается изгиб грудного отдела и появляется старческий горб (рис. 1.17, B).

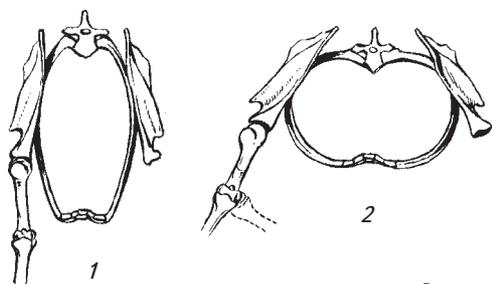
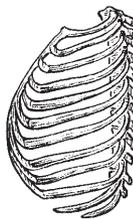
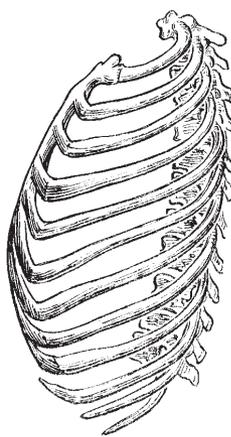


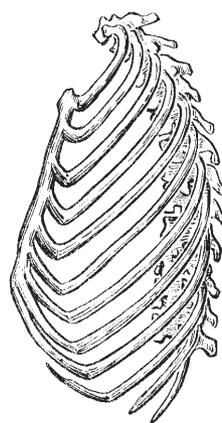
Рис. 1.16. Поперечный разрез через грудную клетку:  
1 — млекопитающего животного; 2 — человека



А



Б



В

Рис. 1.17. Грудная клетка:  
А — новорожденного; Б — взрослого человека; В — старика

Форму грудной клетки сравнивают с конусом, который имеет усеченный верхний конец и косо срезанное основание, обращенное книзу. Эта форма подвержена индивидуальным колебаниям, в значительной мере зависящим от образа жизни и физического развития.

Сагиттальный размер грудной клетки всегда меньше поперечного; на горизонтальном разрезе она бочковидна

(рис. 1.16). Такая форма грудной клетки присуща только человеку и возникла в связи с превращением передних конечностей в орган хватания, а затем — труда. У большинства животных грудная клетка сдавлена с боков. У новорожденных сохраняются следы сходства с этой филогенетически первичной формой (рис. 1.17, А). Даже у школьников младших классов еще отчетливо заметны большая, чем у

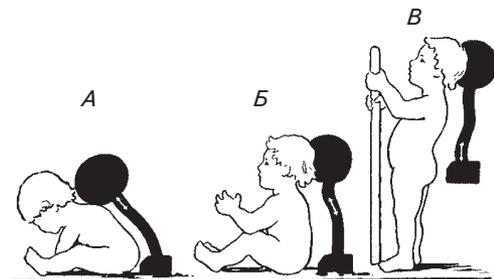


Рис. 1.18. Образование изгибов позвоночника у ребенка:  
А — в связи с держанием головы; Б — при сидении; В — при стоянии

**Филогенез скелета конечностей.** Исходными для развития пятипалых конечностей наземных позвоночных, по-видимому, были парные (грудные и брюшные) плавники некоторых ископаемых кистеперых рыб (рис. 1.19). Полагают, что наземная конечность возникла путем упрощения сильно расчлененного плавника, в котором было не менее семи продольных лучей. Такое происхождение объясняет однотипность строения конечностей и гомологичность тазовых (задних) конечностей грудным (передним).

Скелеты конечностей наземных позвоночных построены по одному типу. Плечевой пояс человека и других приматов состоит только из двух

взрослых, округлость грудной клетки и меньший наклон ребер. В этом заключается одна из причин того, что дети дышат менее глубоко, но более часто. У детей с плохо развитой мышечной системой и слабыми легкими грудная клетка часто уплощена, находится как бы в спавшемся состоянии. Для таких детей важны специальные физические упражнения. При рахите грудина резко выступает вперед («куриная грудь»). У женщин грудная клетка часто более короткая и округлая, чем у мужчин.

У стариков, вследствие ослабления мускулатуры, усиливается кифоз грудного отдела позвоночника. Грудная клетка укорачивается и опускается: передне-задний размер увеличивается (рис. 1.17, В), а поперечный — уменьшается; сглаживается кривизна ребер и они принимают более косое положение. Все эти изменения, а также обызвествление реберных хрящей ограничивают объем движений грудной клетки: разница в ее окружности при максимальном вдохе и выдохе у стариков 5 см, а у молодых людей — до 10 см.

На строение грудной клетки оказывают влияние также и экологические факторы. Так, в условиях высокогорья отмечается усиление скорости роста грудной клетки в переднезаднем направлении, что приводит к увели-

чению объема грудной клетки. Это сопровождается увеличением жизненной емкости легких. Перечисленные изменения связаны с адаптацией организма человека к условиям высокогорной гипоксии.

#### 1.1.4. Скелет конечностей

**Кости верхней конечности.** *Лопатка (scapula)* — плоская треугольная кость, расположенная с дорсальной стороны грудной клетки на уровне II—VII ребер (рис. 1.20, А). Лопатка имеет три *угла* (верхний, нижний и латеральный, или суставной), три *края* (верхний, латеральный и медиальный) и две *поверхности*.

Поверхность лопатки, обращенная к ребрам, слабо вогнута (*подлопаточная яма*). Дорсальная поверхность почти поперек идущим гребнем — *лопаточной остью* — делится на надостную и подостную ямы. Сам гребень латерально вытянут в мощный плечевой отросток — *акромион*, который суставной поверхностью на своем свободном конце сочленяется с ключицей. Ость и нижний угол лопатки легко прощупать на живом человека.

Суставной угол несет вогнутую сочленовную ямку, отделенную от

костей — лопатки и ключицы. У человека он отличается своеобразием в связи с превращением верхней конечности в свободную от локомоции совершенную руку, пальцы кисти которой способны к тонким движениям — манипулированию. К месту соединения костей пояса конечности причленяется свободная конечность. Отдельные звенья скелетов свободных грудных и тазовых конечностей гомологичны друг другу (рис. 1.19, Г—К). В верхней конечности со скелетом пояса сочленяется плечевая кость, за ней следуют кости предплечья — лучевая и локтевая; дистальное звено образовано кистью, которая состоит из запястья, пясти и пальцев.

В нижней конечности им соответствуют бедренная кость, кости голени (большая и малая берцовые) и стопа, состоящая из предплюсны, плюсны и пальцев. Запястье и предплюсна, имеющие много костей, построены по одному типу. При этом скелет кисти и стопы человека сохраняет число костей, свойственное первичной пятипалой конечности.

В процессе эволюции у высших позвоночных в скелете плечевого пояса появляется ключица, которая функционально заменяет древнюю кость — прокоракоид. Другая же древняя кость — кораконд — утрачивает свою самостоятельность, превращаясь в коракондный отросток лопатки.

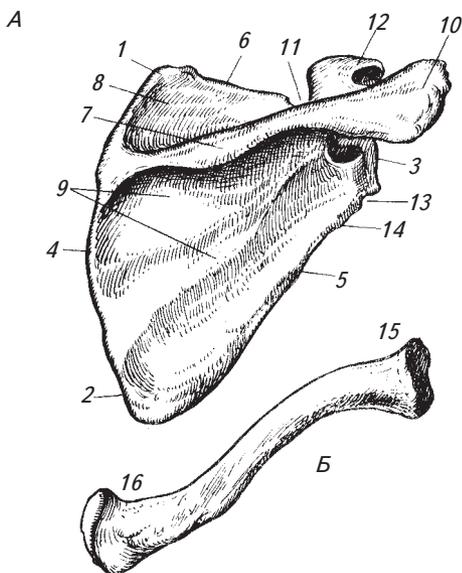


Рис. 1.20. Кости плечевого пояса:

А — правая лопатка сзади; Б — правая ключица снизу; 1 — верхний, 2 — нижний и 3 — латеральный углы; 4 — медиальный, 5 — латеральный и 6 — верхний края; 7 — ость; 8 — надостная яма; 9 — подостная яма; 10 — акромион; 11 — вырезка; 12 — клювовидный отросток; 13 — шейка; 14 — подсуставная бугристость; 15 — грудинный и 16 — акромиальный концы ключицы

остальной массы лопатки слабо перетянутой шейкой. Над и под шейкой за-

метны надсуставная и подсуставная бугристости.

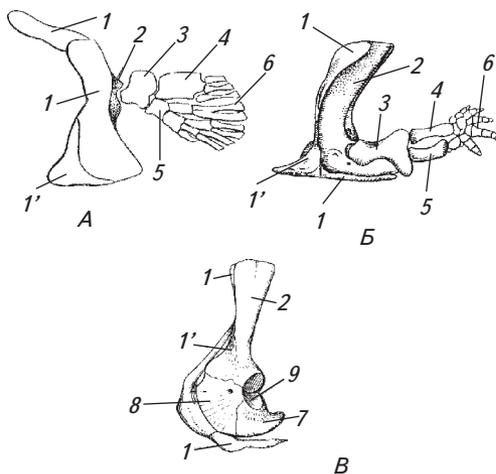
На верхнем крае лопатки видна вырезка, снаружи от которой возвышается загнутый вперед и латерально клювовидный отросток.

Ключица (*clavicula*) изогнута в виде сильно вытянутой латинской буквы S и легко прощупывается под кожей (рис. 1.20, Б). Кость, располагаясь горизонтально, соединяет рукоятку грудины с акромионом. Суставные поверхности расположены на концах кости. Функциональное значение ключицы очень велико. Она удерживает плечевой сустав на должном расстоянии от грудной клетки и тем обуславливает свободу движений конечности. В результате верхняя конечность свешивается позади линии тяжести тела. У человека ключица окостеневает раньше всех других костей.

Плечевая кость (*humerus*) представляет собой типичную длинную трубчатую кость, в которой различают тело и два конца (рис. 1.21). Проксимальный конец заканчивается головкой, отделенной слабо заметной анатомической шейкой от малого и большого бугорков. Малый располагается спереди, большой — латерально, а между ними проходит межбугорко-

Рис. 1.19. Скелет свободной передней конечности и ее пояса у ископаемых позвоночных:

А — девонской кистеперой рыбы; Б — пермского стегоцефала; В — триасовой рептилии: 1 — покровные кости плечевого пояса (1' — ключица); 2 — лопатка; 3 — плечевая, 4 — лучевая и 5 — локтевая кости; 6 — скелет кисти; 7 — коракоид; 8 — прокоракоид; 9 — сочленовная впадина на костях плечевого пояса. Скелет передней конечности: Г — пресмыкающегося, Д — птицы, Е — летучей мыши, Ж — человека. 1 — плечевая кость; 2 — кости предплечья; 3 — кости запястья; 4 — пястные кости; 5 — фаланги. Скелет задней конечности: З — человека; И — собаки; К — лошади: 1 — кости таза; 2 — бедренная кость; 3 — кости голени; 4 — кости стопы



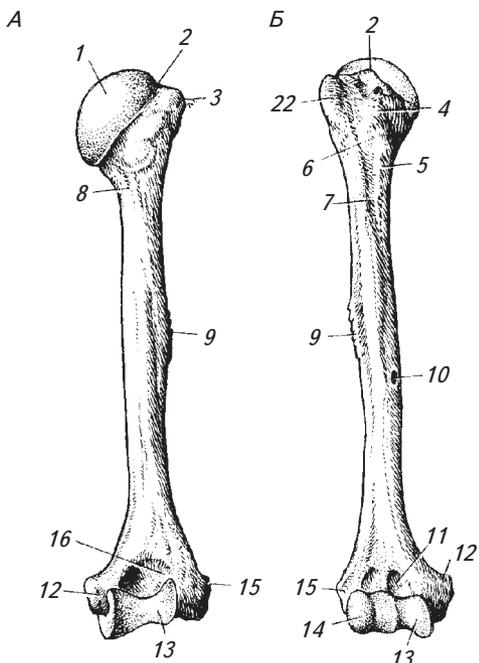
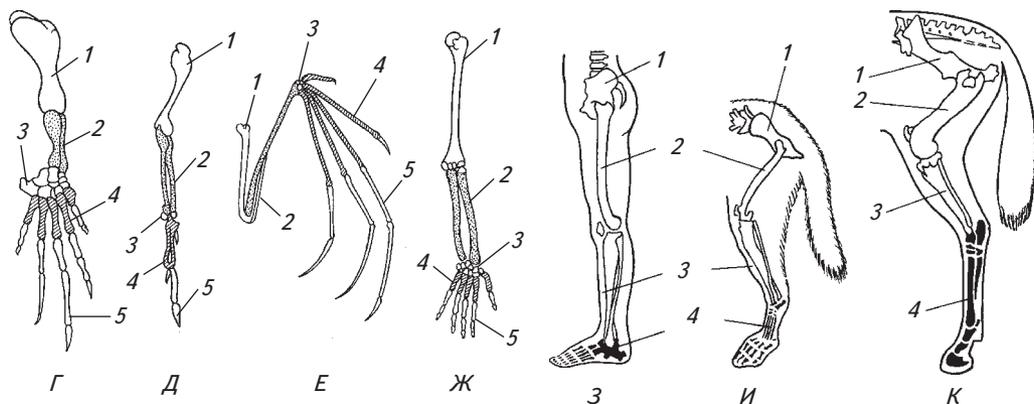


Рис. 1.21. Правая плечевая кость:  
 А — сзади; Б — спереди; 1 — головка; 2 — анатомическая шейка; 3 — большой бугорок; 4 — малый бугорок и 5 — его гребешок; 6 — межбугорковая борозда; 7 — гребешок большого бугорка; 8 — хирургическая шейка; 9 — дельтовидная бугристость; 10 — отверстие диафизарной артерии; 11 — венечная ямка; 12 — медиальный надмыщелок; 13 — блок; 14 — головчатое возвышение; 15 — латеральный надмыщелок; 16 — локтевая ямка

вая борозда. Книзу бугорки переходят в гребешки. Суженная под бугорками часть кости называется *хирургической шейкой* (здесь чаще происходят переломы). Гребешок большого бугорка переходит в *дельтовидную бугристость*.

Дистальный уплощенный и вытянутый в стороны конец кости образует две суставные поверхности, из которых медиальная, блоковидная, сочленяется с локтевой костью, а латеральная, шаровидная (*головчатое возвышение*), с лучевой. Над блоковидной суставной поверхностью спереди находится *венечная ямка*, а сзади — *большая локтевая ямка*. При сгибании и разгибании руки в локтевом суставе в эти ямки упираются одноименные отростки локтевой кости. По бокам дистального конца кости выдаются шероховатые *латеральный* и *медиальный* (сильнее выступающий) *надмыщелки*, служащие местом прикрепления мышц.

*Лучевая кость (radius)* на проксимальном конце имеет *головку* с суставной ямкой, сочленяющейся с головчатым возвышением плечевой кости (рис. 1.22). По краю головка окружена отвесным ободком суставной поверхности, участвующей в сочленении



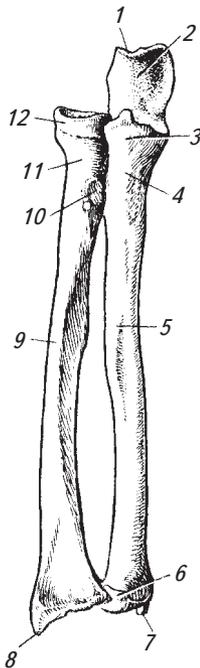


Рис. 1.22. Кости правого предплечья спереди: 1 — локтевой отросток; 2 — блоковидная вырезка; 3 — венечный отросток; 4 — бугристость локтевой кости; 5 — локтевая кость; 6 — ее головка; 7 и 8 — шиловидные отростки; 9 — лучевая кость; 10 — бугристость лучевой кости; 11 — шейка; 12 — головка

с локтевой костью. Суженная под головкой часть кости называется шейкой, ниже ее видна шероховатость — бугристость лучевой кости. К ней прикрепляется сухожилие двуглавой мышцы плеча. Трехгранное тело лучевой кости обращено острым ребром к соответствующему ребру локтевой кости. Между этими ребрами натянута межкостная перепонка, которая образует большую поверхность для прикрепления мышц.

Дистальный конец лучевой кости утолщен и обращен эллипсоидной поверхностью к запястью. На медиальной стороне кости имеется суставная поверхность для сочленения с дистальной головкой локтевой кости, а

на латеральной стороне — шиловидный отросток.

Локтевая кость (*ulna*) на проксимальном конце имеет большую, полулунной формы блоковидную вырезку, открытую вперед и скользящую при движениях по блоку плечевой кости (рис. 1.22). Эта *полулунная вырезка* сзади и сверху ограничена *локтевым отростком* (легко прощупывается под кожей), а впереди и снизу — *венечным отростком*. Латерально от основания последнего видны вогнутая суставная поверхность — *лучевая вырезка*, сочленяющаяся с головкой луча, а ниже — *гребень*, к которому прикрепляется супнирующая предплечье мышца. На передней поверхности диафиза, под венечным отростком, находится *бугристость локтевой кости*. Дистальный конец кости образует *головку*. На стороне, обращенной к лучевой кости, головка имеет суставную поверхность, а на медиальной стороне — *шиловидный отросток*.

*Кисть (manus)* — делится на три части: запястье, пястье и фаланги пальцев (рис. 1.23). *Запястье (carpus)* состоит из восьми мелких косточек, расположенных в два ряда. В проксимальном ряду запястья расположены (от лучевой кости к локтевой): ладьевидная, полулунная, трехгранная и гороховидная; в дистальном ряду — большая многоугольная, малая многоугольная, головчатая и крючковатая кости.

Три первые кости проксимального ряда, кроме гороховидной, входят в состав луче-запястного сустава. Гороховидная кость является сесамовидной и не имеет хрящевой стадии в развитии. Все кости запястья прочно скреплены между собой связками, которые прикрепляются к их тыльной и ладанной сторонам. Поэтому подвижность запястья сведена к минимуму. Кости запястья образуют свод, обращенный вогнутостью к ладони.

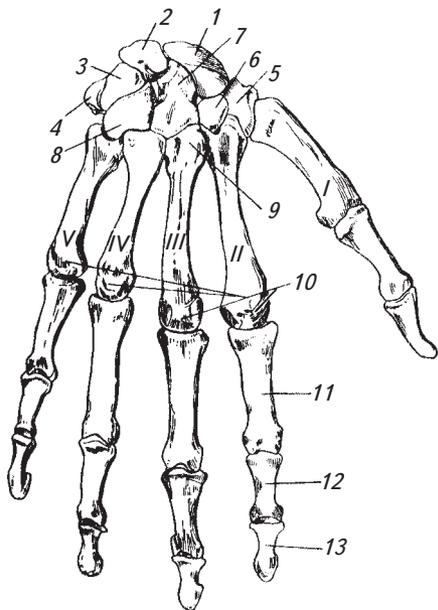


Рис. 1.23. Кости правой кисти с тыльной стороны:

1 — ладьевидная; 2 — полулунная; 3 — трехгранная; 4 — гороховидная; 5 — многоугольная; 6 — трапецевидная; 7 — головчатая; 8 — крючковатая; 9 — основание III пястной; 10 — головки II—V пястных; 11 — основная; 12 — средняя и 13 — ногтевая фаланги; I—V — пястные кости

*Пясть (metacarpus)* состоит из пяти трубчатых пястных костей, которые кроме первой лежат в одной плоскости и уменьшаются по длине от II-й к V-й. II—V пястные кости расположены в ряд так, что между ними остаются три межкостных пространства. В каждой пястной кости различают *тело*, *основание*, опирающееся на кости дистального ряда запястья, и *головку*, сочленяющуюся с основной фалангой пальца. I пястная кость отставлена в сторону. Проксимальные концы всех костей пясти расширены у оснований. Основание первой пястной кости имеет седловидную поверхность. Тело ее широкое и уплощенное.

*Фаланги (phalanges digitorum)* основные (проксимальные), *средние* и

*ногтевые* (дистальные) находятся в скелете II—V пальцев; в I-м пальце средней фаланги нет (рис. 1.23). Основные фаланги самые длинные, а ногтевые — самые короткие. Фаланги представлены удлинненными косточками, расширенными на концах. Их проксимальный конец имеет вогнутую поверхность, соответствующую головке пястной кости. Дистальный конец основных и средних фаланг имеет блоковидную суставную поверхность.

**Соединения костей верхней конечности.** Лопатка прямого контакта с костями туловища не имеет. Она соединяется с ними через ключицу, которая сочленяется с грудиной. Но главным образом лопатка укрепляется на костях туловища при помощи мышц.

*Грудинно-ключичный сустав (articulatio sternoclavicularis)* образован медиальным концом ключицы и вырезкой на рукоятке грудины (Атл. рис. 6). Сустав имеет седловидную форму, но допускает движение по многим осям, так как внутри него находится хрящевой диск. Сумка сустава подкреплена связками, направляющимися к I ребру и к ключице другой стороны.

На латеральном конце ключица образует плоский сустав с акромионом и соединена связкой с клювовидным отростком. Оба сустава ключицы можно прощупать через кожу.

*Плечевой сустав (articulatio humeri)* — самое подвижное сочленение тела. Он относится к шаровидным многоосным суставам (Атл. рис. 8). Образуется сустав головкой плечевой кости и суставной впадиной лопатки. Впадина значительно меньше головки и дополняется по краю хрящевой губой. Но и в таком виде площадь впадины равна лишь 1/4 площади суставной головки. Это обеспечивает при сравнительно свободной суставной сумке значительную подвижность сустава, однако понижает его прочность.

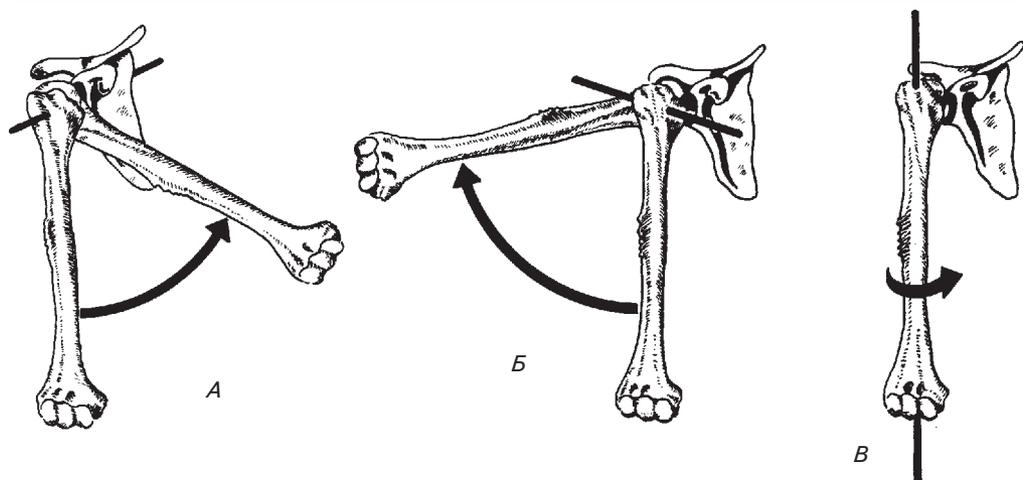


Рис. 1.24. Возможные движения в плечевом суставе:  
 А — фронтальная ось: сгибание—разгибание; Б — сагиттальная ось: отведение—приведение;  
 В — вертикальная ось: вращение

Сверху сустав защищен крепкой *ключоакромиальной связкой*, которая образует над ним вместе с плечевым отростком плечевой свод. Последний защищает сустав, но ограничивает отведение и сгибание руки. Сумка свободно облегает сустав и подкреплена лишь слабой *ключоплечевой связкой*.

Особенность сустава состоит в том, что через его полость проходит сухожилие двуглавой мышцы плеча, покрытое в области межбугорковой борозды синовиальным влагалищем, которое облегчает его скольжение. Сухожилие прижимает головку плечевой кости к впадине лопатки (Атл. рис. 8).

В суставе возможны движения по осям: фронтальной (сгибание и разгибание), сагиттальной (приведение и отведение) и вертикальной (вращение наружу и внутрь), а также круговые движения (рис. 1.24).

*Локтевой сустав (articulatio cubiti)* сложный, так как сочетает три сустава — *плечелоктевой*, *плечелучевой* и *проксимальный лучелоктевой* (Атл. рис. 9). Они окружены общей сумкой, свободной и сравнительно тонкой спереди и сзади, но укрепленной боко-

выми связками. Кроме того, шейка лучевой кости удерживается в лунной вырезке локтевой кости *кольцевой связкой*.

В плечелоктевом и в плечелучевом суставах возможно сгибание и разгибание, т. е. движение вокруг фронтальной оси.

В цилиндрическом лучелоктевом суставе лучевая кость вращается вокруг вертикальной оси. При этом вращение происходит и в шаровидном плечелучевом суставе. Нижние концы костей предплечья образуют *дистальный лучелоктевой сустав*, цилиндрический по форме, комбинированный с одноименным проксимальным суставом. Благодаря движениям в этих трех суставах возможны повороты кисти ладонью вперед (*супинация*) и назад (*пронация*), причем при супинации кости предплечья устанавливаются параллельно друг другу, а при пронации лучевая перекрещивает локтевую (рис. 1.25). Пространство между костями предплечья затянато *межкостной перепонкой* (см. Атл.).

*Лучезапястный сустав (articulatio radiocarpea)* образован дистальным

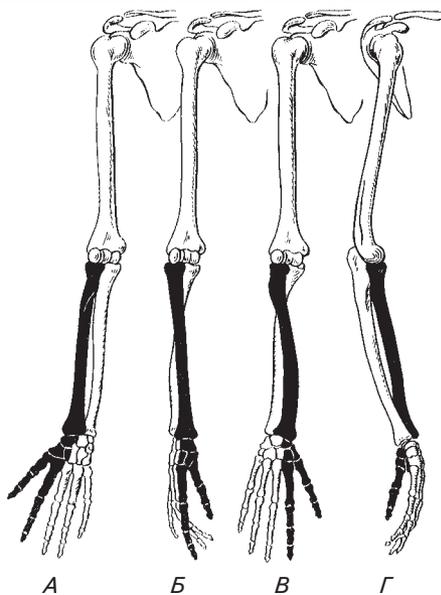


Рис. 1.25. Положение кисти и костей предплечья:

А — при супинации; Б — в нейтральном положении; В — при пронации; Г — во время вращения внутрь в плечевом суставе. Лучевая кость и соответствующая ей часть кисти черные

концом лучевой кости и тремя костями проксимального ряда запястья (рис. 1.26). Гороховидная кость в этом суставе не участвует. Сустав по форме эллипсоидный: в нем возможны движения по двум осям — фронтальной (сгибание и разгибание) и сагиттальной (отведение и приведение). Локтевая кость в этом суставе участия не принимает, так как отведена от него треугольным хрящевым диском. Сустав укреплен боковыми (окольными) связками, берущими начало на шиловидных отростках, а также тыльными и ладонными вспомогательными связками (Атл. рис. 10).

Межзапястный сустав (*articulatio intercarpea*) образован между проксимальным и дистальным рядами костей запястья, вследствие чего его суставные поверхности имеют сложные очертания (рис. 1.26). Сочленяющиеся здесь кости соединены многочисленными короткими прочными связками, ограничивающими движения, происходящие по двум осям.

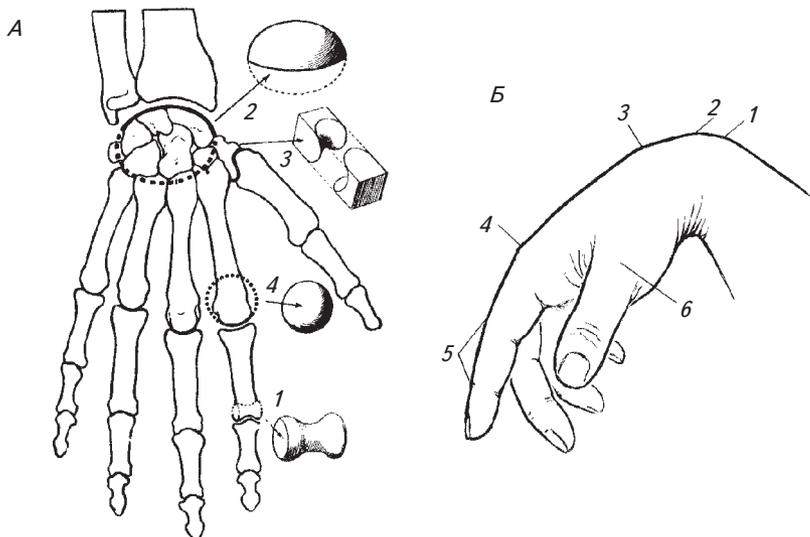


Рис. 1.26. Суставы кисти:

А — суставы кисти: 1 — блоковидный; 2 — эллипсоидный; 3 — седловидный; 4 — шаровидный; Б — рельеф скелета согнутой кисти: 1 — головка локтевой кости; 2 — кости проксимального ряда запястья; 3 — основания пястных костей; 4 — головка II пястной кости; 5 — межфаланговые суставы указательного пальца; 6 — головка I пястной кости

Подвижность в этом суставе увеличивает движения кисти, совершающиеся в лучезапястном суставе. Кости в каждом ряду соединяются между собой тугими связками.

*Запястно-пястные суставы (articulationes carpometacarpeae)* образуются между костями дистального ряда запястья и основаниями пястных костей (рис. 1.26). Из них четыре (II–V) относятся к плоским суставам с плотно натянутыми сумками. Отличаясь от других суставов кисти малой подвижностью и занимая в ней центральное положение, они в механическом отношении составляют твердую основу кисти. Первый запястно-пястный сустав (между многоугольной и I пястной костями) седловидный (Атл. рис. 10). Он позволяет приводить большой палец к указательному и отводить от него, противопоставлять большой палец всем остальным, совершать им круговое движение.

*Пястно-фаланговые суставы (articulationes metacarpophalangeae)* по форме шаровидные (рис. 1.26 и см. Атл.), но движения в них по вертикальной оси исключаются связочным аппаратом. В толще сумки I пястно-фалангового сустава включены две сесамовидные кости, защищающие его с ладонной стороны.

*Межфаланговые суставы* блоковидные, имеют боковые укрепляющие связки, движения в них возможны только вокруг фронтальной оси (рис. 1.26 и Атл. с. 19).

Так как многие из перечисленных суставов кисти располагаются непосредственно под кожей и не покрыты мышцами, то они в значительной мере формируют тыльный рельеф кисти (рис. 1.26, Б).

Таким образом, в течение эволюции человека скелет кисти претерпел следующие изменения:

- кости фаланг большого пальца увеличились;

- пястно-запястный сустав большого пальца приобрел выраженную седловидную форму;

- большой палец, а также большая многоугольная и ладьевидная кости переместились в ладонном направлении;

- фаланги II–V пальцев укоротились и выпрямились, что оказалось весьма важным для развития тонких дифференцированных движений кисти.

**Кости нижней конечности.** *Тазовые кости (ossa coxae)* (рис. 1.27), образующие таз (рис. 1.28), у людей

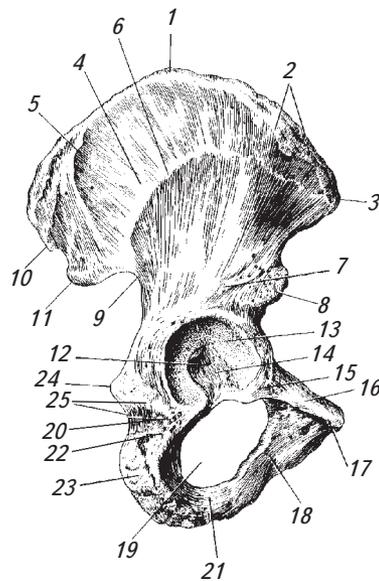


Рис. 1.27. Правая тазовая кость снаружи:

1 — гребень подвздошной кости; 2 — шероховатости для прикрепления косых мышц живота; 3 — передневерхняя ость подвздошной кости; 4 — крыло подвздошной кости; 5 — задняя, 6 — передняя и 7 — нижняя ягодичные линии; 8 — передненижняя ость подвздошной кости; 9 — большая седалищная вырезка; 10 — задневерхняя и 11 — задненижняя ости подвздошной кости; 12 — вертлужная впадина, ее полулунная поверхность (13) и яма (14); 15 — тело лонной кости; 17 — лонный бугорок; 16 — верхняя и 18 — нижняя ветви лонной кости; 19 — запирающее отверстие; 20 — тело; 21 — нижняя и 22 — верхняя ветви седалищной кости; 23 — седалищный бугорок; 24 — седалищная ость; 25 — малая седалищная вырезка

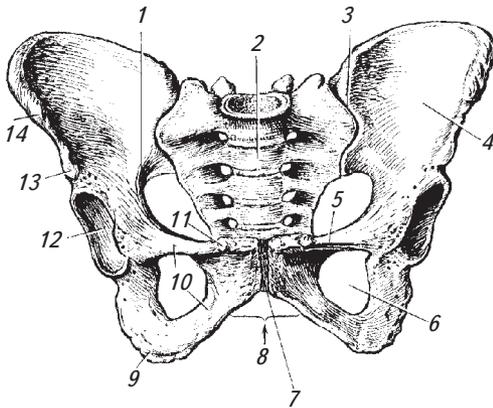


Рис. 1.28. Таз женщины (вид спереди):

1 — дугообразная линия подвздошной кости; 2 — крестец; 3 — крестцово-подвздошный сустав; 4 — крыло подвздошной кости; 5 — лонный гребень; 6 — запирательное отверстие; 7 — лонный симфиз; 8 — лонный угол; 9 — седалищный бугор; 10 — ветви лонной кости; 11 — лонный бугорок; 12 — вертлужная впадина; 13 — передненижняя и 14 — передневерхняя ости подвздошной кости

до 16 лет состоит каждая из трех костей — подвздошной, лонной и седалищной (см. ниже). В месте, где сходятся все три кости, формируется суставная *вертлужная впадина*. Медиальнее от нее лонная и седалищная кости ограничивают значительной величины *запирательное отверстие*.

*Подвздошная кость (os ilium)* участвует в вертлужной впадине своим телом, от которого вверх и несколько вбок отходит *крыло* (рис. 1.27) — широкая костная пластинка. Сверху крыло ограничено толстым *подвздошным гребнем*, на переднем конце которого выступают две *передние (верхняя и нижняя) подвздошные ости*. Задний край крыла образует *большую седалищную вырезку*, частично ограниченную седалищной костью. По наружной поверхности подвздошной кости проходят три *полукружные ягодичные линии*, а по внутренней — *дугообразная линия*. Последняя сзади заканчи-

вается сочленяющейся с крестцом *ушковидной поверхностью*, над которой лежит *подвздошная бугристость*.

*Лонная кость (os pubis)* замыкает таз спереди. Своим телом она участвует в образовании вертлужной впадины (рис. 1.27). Две ее *ветви* — *верхняя* (горизонтальная) и *нижняя*, соединенные друг с другом под углом, замыкают запирательное отверстие с верхней и медиальной сторон. Вдоль горизонтальной ветви тянется *лонный гребень*, заканчивающийся *лонным бугорком* (Атл. рис. 11). Медиальные края обеих костей шероховаты и образуют *лонный симфиз*. Нижние ветви, расходясь в стороны, образуют *лонный угол*.

*Седалищная кость (os ischii)* своим телом также участвует в образовании вертлужной впадины (рис. 1.27). Обе *ветви* ее — *верхняя* и *нижняя* — замыкают запирательное отверстие снизу и сбоку. На месте перехода одной ветви в другую находится *седалищный бугор*, на который опирается туловище при сидении. Выше бугра на задней грани кости выступает *седалищная ость*, отделенная от него *малой седалищной вырезкой*.

*Бедренная кость (femur)* — самая большая и длинная трубчатая кость человека, имеет на проксимальном конце *головку*, отделенную от тела *шейкой* (рис. 1.29). На границе шейки и тела выдаются два *вертела* — *большой* и *малый*, соединяющиеся по задней поверхности кости *межвертельным гребнем*, а спереди — *межвертельной линией*. С медиальной стороны у основания большого вертела видна *вертельная ямка*.

Вдоль всей задней поверхности тела тянется *шероховатая линия*, две губы которой, расходясь книзу, ограничивают треугольную подколенную поверхность. Проксимально латеральная губа продолжается в *ягодичную шероховатость*. Дистальный конец кости состоит из двух *мыщелков* —

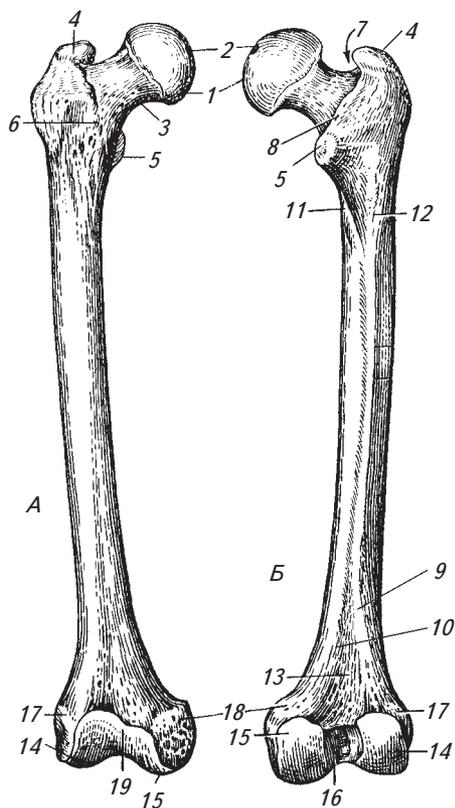


Рис. 1.29. Правая бедренная кость:

А — спереди; Б — сзади; 1 — головка; 2 — ямка головки; 3 — шейка; 4 — большой вертел; 5 — малый вертел; 6 — межвертельная линия; 7 — вертельная ямка; 8 — межвертельный гребень; 9 — латеральная и 10 — медиальная губы шероховатой линии; 11 — гребенчатая линия; 12 — ягодичная бугристая поверхность; 13 — подколенная поверхность; 14 — латеральный мыщелок; 15 — медиальный мыщелок; 16 — межмыщелковая яма; 17 — латеральный надмыщелок; 18 — медиальный надмыщелок; 19 — суставная надколенниковая поверхность

латерального и медиального, разделенных межмыщелковой ямой. Боковые, несколько выступающие шероховатые части мыщелков называются *надмыщелками*. Внизу и сзади оба мыщелка покрыты суставным хрящом, который сливается спереди в одну общую суставную поверхность. С ней

сочленяется *надколенник (patella)* — самая крупная в теле сесамовидная кость.

*Большеберцовая кость (tibia)* занимает медиальное положение в голени (рис. 1.30). Трехгранное тело кости расширено на проксимальном конце,

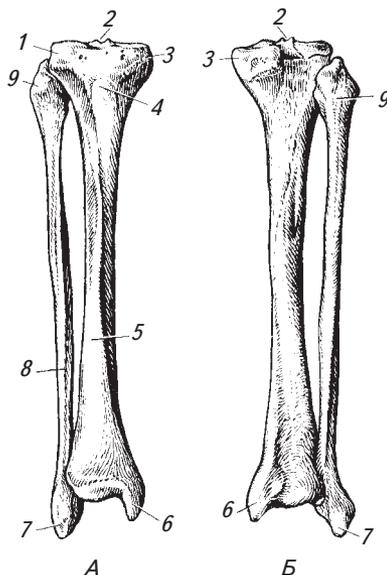


Рис. 1.30. Кости правой голени:

А — спереди; Б — сзади; 1 — латеральный надмыщелок; 2 — межмыщелковое возвышение; 3 — медиальный надмыщелок; 4 — большеберцовая бугристая поверхность; 5 — большеберцовая кость; 6 — медиальная лодыжка; 7 — латеральная лодыжка; 8 — малоберцовая кость; 9 — ее головка

где образуются два *мыщелка* — *латеральный* и *медиальный*, разделенные *межмыщелковым возвышением* (рис. 1.30). Сбоку и сзади на латеральном мыщелке располагается суставная поверхность — место сочленения с головкой малоберцовой кости. Передний край тела большеберцовой кости переходит вверху в *бугристую*. Дистальный расширенный конец кости изнутри вытянут в *медиальную лодыжку* и несет вогнутую суставную поверхность, сочленяющуюся с та-

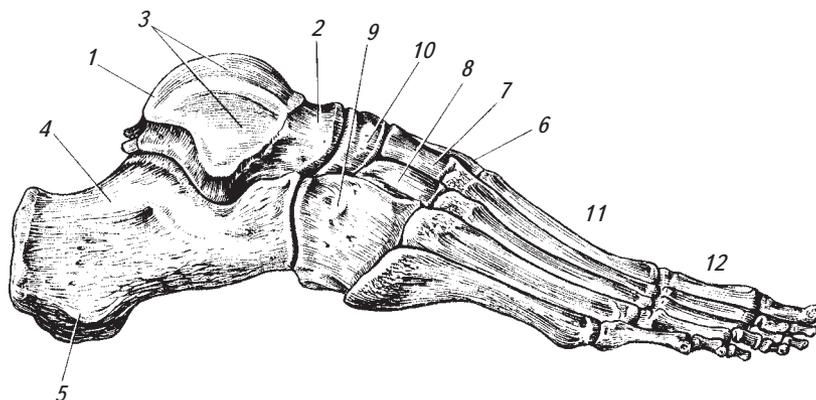


Рис. 1.31. Кости правой стопы с латеральной стороны:

1 — таранная; 2 — ее головка и 3 — суставная поверхность; 4 — пяточная; 5 — пяточный бугор; 6, 7, 8 — I, II и III клиновидные, 9 — кубовидная, 10 — ладьевидная, 11 — плюсневые кости; 12 — фаланги пальцев

ранной костью стопы. На латеральной стороне дистального конца находится вырезка, связанная синдесмозом (а иногда суставом) с малоберцовой костью).

*Малоберцовая кость (fibula)* сравнительно тонкая. На верхнем конце она несет *головку* с суставной поверхностью, которая сочленяется с большеберцовой костью; дистальный конец ее вытянут в *латеральную лодыжку*, соединяющуюся с латеральной поверхностью таранной кости.

*Предплюсна (tarsus)* состоит из семи костей (рис. 1.31). Две из них — таранная и пяточная — составляют проксимальный ряд, а четыре — I, II и III клиновидные и кубовидная кости — дистальный ряд. Между обоими рядами с медиальной стороны стопы располагается ладьевидная кость.

*Таранная кость (talus)* сверху сочленяется с костями голени посредством блоковидной суставной поверхности, расширенной спереди. Часть кости, направленная вперед,

**Онтогенез скелета конечностей.** Скелет конечностей, как и скелет туловища, в своем развитии проходит соединительнотканную, хрящевую и костную стадии.

Конечности возникают у зародыша в виде парных выростов туловища и сначала похожи на лопасти. На втором месяце развития их мезенхимная основа начинает превращаться в хрящ, разделенный на звенья. Когда мезенхимные участки между ними исчезают, возникают суставные щели.

Окостенение начинается у зародыша на 6—7 неделе развития и характеризуется появлением костного очага ключицы, развивающейся на соединительнотканной основе (минуя хрящевую стадию) (рис. 1.33). Все остальные кости возникают на хрящевой основе с конца второго меся-

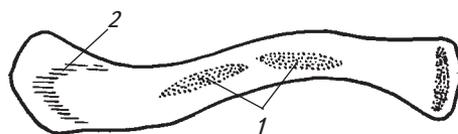


Рис. 1.33. Развитие ключицы:

1 — первичный и 2 — вторичный центры окостенения

ца внутриутробной жизни (см. Атл.). Грудный конец ключицы у новорожденного хрящевой и замещается костью в 18—25 лет. В лопатке, в области ее шейки и тела, первичная точка окостенения возникает еще во внутриутробный период (2 мес.). Другие очаги окостенения появляются после рождения: в клювовидном отростке — в 1 год, в акромионе — в 15—18 лет, на

головка — соединяется с ладьевидной костью.

*Пяточная кость (calcaneus)* — наиболее крупная в предплюсне, сверху сочленяется с таранной костью, а спереди — с кубовидной. Сзади кость вытянута, утолщена и образует *пяточный бугор*, служащий опорой при стоянии и местом прикрепления сухожилия мощной мышцы.

*Ладьевидная кость*, занимая в предплюсне центральное положение, сочленяется со всеми ее костями, за исключением пяточной.

*Клиновидные кости* (I, II и III) располагаются в один поперечный ряд. Проксимально они сочленяются с ладьевидной костью, а дистально — с первыми тремя плюсневыми костями. Первая клиновидная кость, служащая опорой I плюсневой кости, имеет наибольшие размеры.

*Кубовидная кость* находится у наружного края стопы, сочленяется сзади с пяточной, спереди с IV и V плюсневыми, а медиально с ладьевидной и III клиновидной костями.

*Плюсна (metatarsus)* представлена пятью костями (рис. 1.31). Как и в пясти, I кость наиболее толстая, а II — наиболее длинная. Каждая плюсневая кость имеет *основание*,

медиальном крае — в 15—19 лет. Формирование лопатки заканчивается к 20—21 году. Окостенение хрящевой закладки тазовой кости начинается с 4-го месяца пренатального развития с возникновения трех первичных очагов в области тела седалищной (4 мес.), лобковой (5 мес.) и подвздошной (6 мес.) костей. Хрящевые прослойки между костями сохраняются до 14—16 лет (рис. 1.34). Вторичные точки окостенения в осях, гребне, седалищном бугре срастаются с тазовой костью к 20—25 годам. В эпифизах трубчатых костей очаги окостенения появляются лишь после рождения. Исключение составляют эпифизы бедренной и большеберцовой костей, обращенные в сторону коленного сустава. Здесь большинство новорожденных уже имеет по небольшому очагу окостенения.

опирающееся на предплюсну, *головку*, сочленяющуюся с основной фалангой соответствующего пальца, и *тело*. Основание V плюсневой кости с латеральной стороны вытянуто в *бугристость*, хорошо прощупываемую через кожу.

*Фаланг* во II—V пальцах три, в I — две (рис. 1.31). Все фаланги, особенно средние, значительно укорочены, а на V пальце средняя фаланга часто слита с ногтевой.

**Соединения костей нижней конечности.** Таз образован тазовыми костями, крестцом и копчиком (рис. 1.28). Обе тазовые кости спереди по средней линии соединены посредством волокнистого хряща *лонным симфизом (symphysis pubica)* (рис. 1.32). В толще этого хряща имеется небольшая продольная щель, заполненная жидкостью. Поэтому симфиз следует рассматривать как полусустав, а не синхондроз. У беременных, особенно ко времени родов, эта щель становится несколько больше, а хрящ — мягче, благодаря чему при прохождении плода кости могут слегка расходиться.

Тазовые кости, ушковидными поверхностями сочленяются с одноименными поверхностями крестца, образуют плоский, почти неподвижный *крестцово-подвздошный сустав (arti-*

Закладка этих очагов служит важным показателем доношенности ребенка и учитывается при судебно-медицинских вскрытиях.

Кисть и стопа удобные объекты для исследования развития костной системы, так как эти участки скелета отличаются от других обилием очагов окостенения.

В кисти новорожденного (рис. 1.35) хрящевыми остаются еще все кости запястья, головки II—V пястных костей, основания I пястной кости и фаланг. На третьем—пятом месяце после рождения по одному очагу окостенения закладываются в головчатой и крючковатой костях, в возрасте двух—трех лет — в трехгранной кости, в три—четыре года — в полулунной, в пять лет — в ладьевидной, в пять—шесть лет — в многоугольных костях запястья. Очаг окостенения

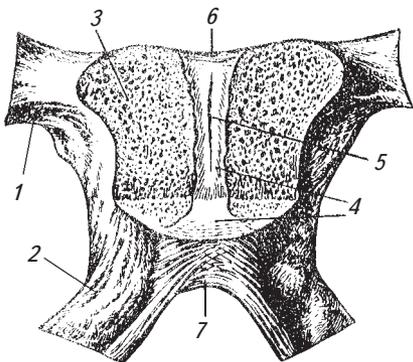


Рис. 1.32. Фронтальный распил лонного соединения:

- 1 — верхняя и 2 — нижняя ветви лонной кости;
- 3 — губчатое вещество; 4 — волокнистый хрящ и 5 — щель лонного симфиза; 6 — верхняя и 7 — дугообразная лонные связки

*culatio sacroiliaca*), окруженный мощными связками. Сзади таз укрепляется связками, идущими от боковых частей крестца к седалищному бугру (*крестцово-бугорная связка*) и его ости (*крестцово-остистая связка*) (Атл. рис. 11). Эти связки участвуют в образовании нижнебоковых стенок таза и вместе с седалищными вырезками ограничивают *большое* и *малое седалищные отверстия*. Запирательное отверстие затянуто *запирательной перепонкой* (отсюда его название).

Различают большой и малый таз (рис. 1.28). Границей между ними (*вход в малый таз*) служат основание крестца, дугообразная линия на подвздошных костях и лонный гребень на лонных костях. *Большой таз* раскрыт сверху и служит костной опорой и защитой брюшных внутренностей. *Малый таз* несколько сужен книзу. Плоскость входа в него образует с горизонтом угол в 45—60°. Величина угла зависит от осанки тела и выраженности поясничного лордоза. У женщин этот угол больше, чем у мужчин; у взрослых — меньше, чем у новорожденных.

Ни в одной части скелета половые различия не выражены столь резко, как в тазу. Мужской таз уже, выше и сагиттальный диаметр входа в малый таз больше поперечного. У женщин таз шире и короче, крылья подвздошных костей сильнее направлены в стороны, а лонный угол значительно больше, чем у мужчин; поперечник входа в малый таз длиннее сагиттального диаметра. Все особенности женского таза связаны с приспособлением к родовому акту и проявляются у девочек обычно после 10 лет. Однако разница в ширине лонного угла заметна уже в 5 лет.

*Тазобедренный сустав (articulatio coxae)* образован головкой бедра

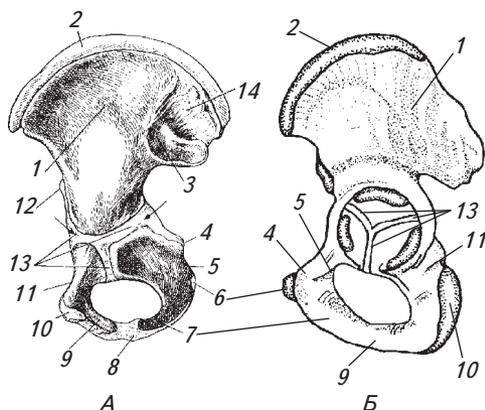


Рис. 1.34. Тазовая кость пятилетнего ребенка: А — внутренняя и Б — наружная сторона;

- 1 — подвздошная кость; 2 — гребень (хрящевой) и 3 — ушковидная суставная поверхность; 4 — седалищная ость; 5 — верхняя ветвь седалищной кости; 6 — хрящевой седалищный бугор (начинает окостеневать в возрасте около 15 лет); 7 — нижняя ветвь седалищной кости; 8 — прослойка хряща между лонной и седалищной костями (замещается костной тканью в возрасте от 3 до 12 лет); 9 — нижняя ветвь лонной кости; 10 — хрящ на месте будущего симфиза; 11 — верхняя ветвь лонной кости; 12 — передненижняя подвздошная ость (хрящевая, очаг окостенения возникает в 12—14-летнем возрасте); 13 — прослойка хряща на границе трех костей, сливающихся в единую тазовую кость в возрасте 14—16 лет (в участках, отмеченных стрелками, в 7—9 лет появляются костные очаги, участвующие в формировании вертлужной впадины); 14 — подвздошная бугристость

и вертлужной впадиной (Атл. рис. 12). Это шаровидный (ореховидный) сустав с тремя осями вращения. В нем возможно и круговое движение. Головка бедра значительно охватена вертлужной впадиной, углубленной за счет кольцевидно окружающей ее край хрящевой губы. Суставная сумка туго натянута и окружена сильными короткими связками. Из них самая мощная (и самая прочная у человека) — *подвздошно-бедренная связка*; толщина ее достигает 1 см и укрепляет переднюю стенку суставной сумки (Атл. рис. 12). От головки бедренной кости ко дну вертлужной впадины проходит *связка головки бедра*. Она служит мягкой прокладкой между сочленяющимися костями, по ней идут к головке сосуды.

*Коленный сустав (articulatio genu)* образуется мышелками бедра и большеберцовой кости и надколенником (Атл. рис. 13, 14). Сустав имеет обширную сумку, а ее синовиальная оболочка — множество складок. В некоторых из них откладывается жир. Полость сустава сообщается со многими околосуставными синовиальными подсухожильными сумками. Спереди сустав защищен надколенником, лежащим в сухожилии четырехглавой мышцы бедра.

Своеобразие коленного сустава состоит в наличии внутрисуставных менисков и связок. Серповидные, с толстыми краями, хрящевые *мениски (латеральный и медиальный)* залегают между мышелками бедра и большеберцовой кости. Внутрисуставные *кре-*

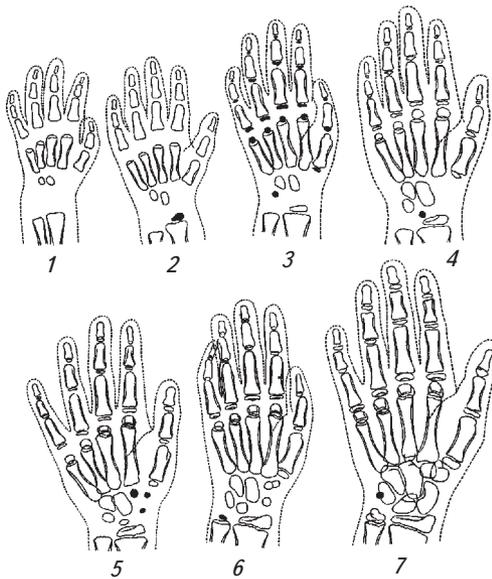


Рис. 1.35. Скелет кисти и дистального отдела предплечья

(схемы с рентгенограмм, по Рохлину):

1 — четырехмесячного мальчика; 2 — полуторагодовалого мальчика; 3 — мальчика трех с половиной лет; 4 — четырехлетней девочки; 5 — шестилетнего мальчика; 6 — восьмилетнего мальчика; 7 — десятилетней девочки. Зачернены возникающие очаги окостенения

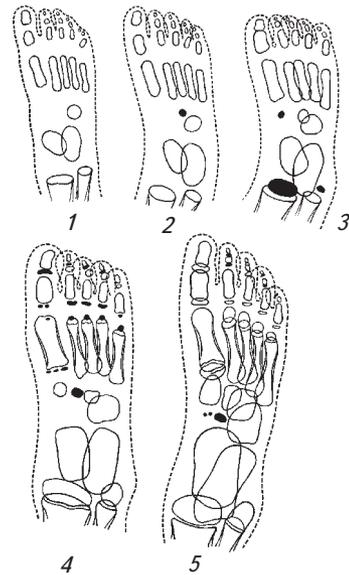


Рис. 1.36. Скелет стопы и дистального отдела голени

(схемы с рентгенограмм, по Рохлину):

1 — пятимесячного мальчика; 2 — одиннадцатимесячного мальчика; 3 — мальчика одного года четырех месяцев; 4 — трехлетнего мальчика; 5 — пятилетнего мальчика. Зачернены возникающие очаги окостенения

*стообразные связки* тянутся от межмышечкового возвышения большеберцовой кости к стенкам межмышечковой ямы бедра. Вместе с сильными *боковыми (окольными) связками* и менисками крестообразные связки препятствуют переразгибанию ноги в коленном суставе и фиксируют ее при стоянии.

Движения в коленном суставе происходят вокруг фронтальной оси (сгибание и разгибание). Благодаря менискам и форме суставных поверхностей в суставе при согнутом колене (когда расслаблены боковые связки) возможны незначительные движения вокруг вертикальной оси, т. е. повороты голени наружу и внутрь. Таким образом, коленный сустав является блоковидно-шаровидным.

Обе кости голени соединены друг с другом на проксимальном конце малоподвижным плоским суставом, на дистальном — *синдесмозом*, между диафизами — *межкостной перепонкой* (Атл. рис. 15).

*Голеностопный сустав (articulatio talocruralis)* образуется между дистальными концами костей голени и блоком таранной кости. Он удерживается в своем положении лодыжками берцовых костей и несколькими *боковыми связками* (Атл. рис. 16, 17). Движения совершаются вокруг фронтальной оси (сгибание и разгибание).

В голеностопном суставе нередки растяжения связок. Это случается при подошвенном сгибании, одновременном с супинацией, когда в «вилке» между лодыжками оказывается более узкая зад-

в гороховидной кости возникает в десять—двадцать лет.

В кисти в эмбриогенезе наиболее быстро растут пальцы. У ребенка запястье относитель-

но короче, а фаланги длиннее, чем у взрослого. Индивидуальная и половая вариабельность в сроках окостенения костей кисти у детей (Белогорский, 1973) приведены ниже:

Кости	Мальчики	Девочки
Головчатая и крючковидная	20 дн. — 4 мес.	16 дн. — 3 мес.
Трехгранная	11 мес. — 4,5 года	10 мес. — 4 года
Полулунная	1 год — 6 лет	1 год — 5 лет
Многоугольная и ладьевидная	3 года — 7 лет	2 года — 6 лет
Гороховидная	9 лет — 14 лет	6 лет — 11 лет
Сесамовидные в 1 пястно-фланговом суставе	11 лет — 16 лет	9 лет — 14 лет

Очаг окостенения в дистальном эпифизе лучевой кости появляется в полтора года, эпифизарные очаги окостенения пястных костей и фаланг — в 2—3 года, а дистальный эпифизарный очаг локтевой кости — лишь в 8 лет. Срастание эпифизов с диафизами (синостоз) в пястных костях и фалангах наступает в возрасте 15—19 лет, причем раньше других синостозирует первая пястная кость. Дистальные эпифизы костей предплечья синостозируют в 20 лет.

В стопе (рис. 1.36) очаги окостенения появляются в следующем порядке: в таранной

и пяточных костях — на 6—7 месяце внутриутробного развития; в кубовидной — непосредственно перед рождением; в III клиновидной кости — во второй половине первого года, в I клиновидной кости — в 1,5—2 года, во второй клиновидной — в возрасте 2—3 лет; в ладьевидной — в 3—5 лет. Дистальные эпифизы обеих берцовых костей появляются в возрасте от 1 до 2 лет. Окостенение эпифизов плюсневых костей и фаланг начинается в 2—3-летнем возрасте. Синостоз эпифизов с диафизами в плюсневых костях и фалангах наступает в 15—19 лет,

няя часть таранного блока. В этом случае при резкой опоре на ногу в суставе за счет непрочного заклинивания узкого блока совершается боковое движение (приведение), вызывающее растяжение латеральной боковой связки (это называется «нога подвернулась»). Иногда возможен даже отрыв части лодыжки в месте прикрепления к ней связки.

*Подтаранный сустав* состоит из двух анатомически отдельных суставов между таранной, пяточной и ладьевидной костями (Атл. рис. 17). Сустав имеет шаровидную форму, и в нем совершается небольшая супинация и пронация стопы.

Суставы между остальными костями предплюсны (внутрирядовые и межрядовые) малоподвижны, так как укреплены прочными связками.

*Предплюсно-плюсневые суставы* по форме плоские, и движения в них ограничены (Атл. рис. 17).

*Плюсно-фаланговые суставы*, образованные головками плюсневых костей и основными фалангами пальцев, шаровидны.

*Межфаланговые суставы блоковидные*, имеют вспомогательные боковые связки и допускают сгибание и разгибание.

дистальные эпифизы берцовых костей синостизируют в среднем в 18 лет.

Описанные данные возрастной анатомии скелета, легко устанавливаемые рентгенологически, имеют практическое значение. Так как костная система развивается как часть целого организма, по ее состоянию можно составить объективную оценку общего физического развития детей и подростков. Кроме того, по изменениям, происходящим в скелете кисти и стопы, специалист может дать заключение о примерном биологическом возрасте исследуемого, начиная от 1 года и почти до 20 лет, что особенно важно в тех случаях, когда паспортные данные отсутствуют.

Кости стопы образуют два свода — продольный и поперечный (рис. 1.31). Внутренняя сторона *продольного свода* состоит из пяточной, таранной, ладьевидной, клиновидных и I—III плюсневых костей, а наружная — из пяточной, кубовидной и IV—V плюсневых костей. Сзади свод опирается на пяточный бугор, а спереди — на головки I и V плюсневых костей. Продольный свод поддерживается прочной *подошвенной связкой*, натянутой между пяточной костью и основаниями плюсневых костей, а также мышцами. Наружная сторона свода служит опорой при стоянии и ходьбе и поэтому называется *опорным сводом*, в отличие от внутренней стороны, которая пружинит при ходьбе и называется *рессорным сводом*. *Поперечный свод* наиболее отчетливо выражен в области клиновидных, кубовидной и оснований плюсневых костей.

### 1.1.5. Череп

В черепе различают мозговой отдел (неврокраний), который вмещает головной мозг, и лицевой отдел (спланхнокраний), в котором располагаются начальные отделы дыхательного и пищеварительного путей.

**Филогенез черепа.** В раннем эмбриональном периоде череп зародыша человека мало похож на взрослую форму. Это — первичный череп, который представлен, в основном, хрящом. С вентральной стороны к нему примыкают хрящевые висцеральные дуги. В дальнейшем происходит окостенение всех хрящевых элементов, и череп дополняется покровными костями.

У хрящевых рыб (например, акулы) хрящевой череп состоит из мозговой коробки, первичных челюстей и жаберных дуг (рис. 1.37). У рыб с более высокой организацией — осетровых — хрящ замещается костной тканью, но лишь в виде отдельных центров окостенения; кости отделены друг от друга остатками хряща. Так образуется «внутренний» череп, к которому присоединяется еще «внешний» череп кожного

**Мозговой отдел.** Мозговой череп образуют непарные кости: затылочная, клиновидная, лобная, решетчатая, и парные: теменные и височные (Атл. рис. 18–20). Некоторые кости (клиновидная и решетчатая), расположенные на границе мозгового и лицевого отделов, функционально участвуют и в формировании последнего.

**Теменные кости** (*ossa parietalia*) почти четырехугольны, замыкают череп сверху и с боков. Выпуклые части их называются **теменными буграми**.

**Лобная кость** (*os frontale*) примыкает к переднему краю теменных костей. Она состоит из чешуи, глазничной и носовой частей (см. Атл.). На ее выпуклой **чешуе** спереди выступают два лобных бугра, ниже их лежат **надбровные дуги**, латерально оканчивающиеся **скуловыми отростками**, а еще ниже находятся два **надглазничных отверстия**, или **вырезки**. На нижней вогнутой поверхности **глазничной части** у скулового отростка расположена **ямка слезной железы**, а медиально — **блоковая ямка**, и иногда шип — место прикрепления хрящевого блока, через который перекидывается одна из глазных мышц. Между глазничными частями располагается **носовая часть**,

охватывающая **решетчатую вырезку**. В толще лобной кости находится **лобная пазуха**, сообщающаяся с носовой полостью.

**Затылочная кость** (*os occipitale*) участвует в образовании основания и свода мозгового черепа, который она замыкает сзади и снизу (рис. 1.40). Кость состоит из вогнутой **чешуи**,

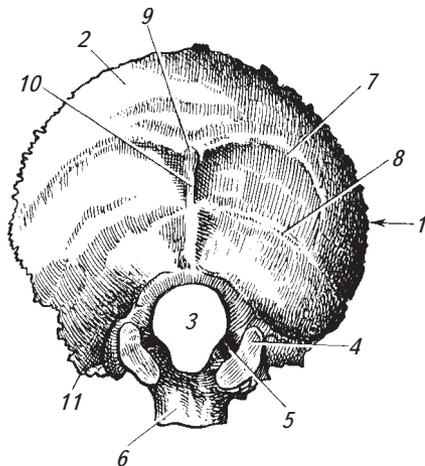
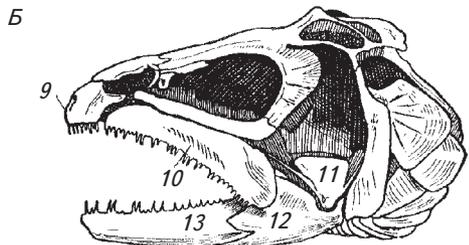
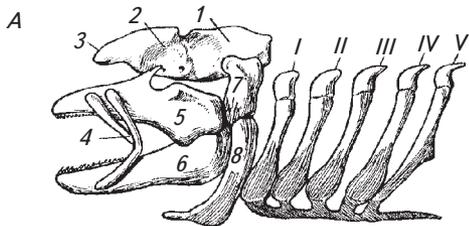


Рис. 1.40. Затылочная кость снаружи:  
1 — зубчатый край; 2 — чешуя; 3 — блокочное отверстие; 4 — мыщелок; 5 — канал подъязычного нерва; 6 — основная часть; 7 — верхняя и 8 — нижняя выйные линии; 9 — наружный затылочный выступ; 10 — наружный затылочный гребень; 11 — яремный отросток



происхождения. Такое соединение внутреннего черепа с внешним привело к возникновению сложного черепа высших позвоночных; он развит у костистых рыб (например, у форели). У них небо-квадратный хрящ превратился в небную и квадратную кости, оттесненные назад двумя покровными костями — верхнечелюстной

Рис. 1.37. Черепа:  
А — акулы; Б — форели; 1 — слуховая капсула; 2 — глазница; 3 — обонятельная капсула; 4 — губные хрящи; 5 — небо-квадратный и 6 — нижнечелюстной хрящи / висцеральной дуги; 7 — подъязычно-челюстной и 8 — подъязычный хрящи II висцеральной дуги; I—V — жаберные дуги; 9 — межчелюстная, 10 — верхнечелюстная, 11 — квадратная; 12 — сочленовная и 13 — зубная кости

парных боковых частей с яремными отростками и с мышцелками (сочленяются с атлантом) и основной части. Эти четыре части ограничивают большое затылочное отверстие. Основание каждого мышцелка пронизано коротким каналом подъязычного нерва. Латерально от мышцелков выдаются яремные отростки. Поперек наружной поверхности чешуи тянутся шероховатые верхняя и нижняя выйные линии и выступает наружный затылочный бугор. На мозговой поверхности чешуи возвышается внутренний затылочный бугор, от которого расходится крестообразное возвышение с широкими бороздами от венозных пазух.

Височные кости (*ossa temporalia*) примыкают к затылочной кости. Они участвуют в образовании боковой стенки и основания мозгового черепа, служат вместилищем органов слуха и равновесия, местом прикрепления жевательных мышц и мышц шеи, сочленяются с нижней челюстью. В связи с многообразием функций височная кость имеет сложное строение (Атл. рис. 21). На ее латеральной поверхности находится наружное слуховое отверстие, вокруг которого располагаются: сверху — чешуя, сзади — сосцевид-

ная часть, спереди и снизу — барабанная часть, медиально — пирамида. Чешуя — слабоогнутая пластинка, замыкающая мозговую черепную коробку сбоку. На ней выдается обращенный вперед скуловой отросток, соединяющийся со скуловой костью. Под его основанием находятся сочленовные впадина и бугорок. Здесь происходит сочленение с головкой нижней челюсти. Сосцевидную часть образует сосцевидный отросток (место прикрепления мышц), легко прощупываемый через кожу за ушной раковиной. Внутри отросток состоит из небольших воздухоносных полостей — ячеек. В отличие от других пневматизированных костей они общаются с полостью среднего уха. Барабанная часть меньше других частей; она ограничивает наружный слуховой проход.

Пирамида, или каменистая часть, включает в себе барабанную полость и полость внутреннего уха. На ее задней поверхности расположено внутреннее слуховое отверстие, а латеральнее его — щелевидное отверстие водопровода преддверия. На передней поверхности заметна плоская крыша барабанной полости и медиальнее от нее — дугообразное возвышение. На вершине пирамиды находится неболь-

и межчелюстной (рис. 1.37, Б). Нижнечелюстной хрящ этих рыб преобразовался в сочленовную кость, соединяющуюся с квадратной (последняя, в свою очередь, с черепом), образуя сустав нижней челюсти. Сочленовная кость спереди покрыта чехлом зубной кости, служащей вместе с верхнечелюстной и межчелюстной костями началом лицевого черепа.

Амфибии на личиночной стадии обладают черепом, похожим по строению на череп рыб — их предков, а во взрослом состоянии имеют хорошо развитый костный череп, но с остатками хрящей. Одни кости развиваются на месте хряща, другие являются покровными. Подъязычночелюстной хрящ (верхний членок подъязычной дуги) превращается в слуховую косточку — стремя, а подъязычный хрящ и жа-

берные дуги служат опорой языка и образуют подъязычную кость, охватывающую глотку.

В черепе рептилий между костями сохраняются незначительные остатки хряща, но число костей еще велико. Лицевой череп прочно соединен с мозговым, полость которого в связи с развитием головного мозга увеличивается. Образуется костное твердое небо, разграничивающее носовую и ротовую полости.

Череп млекопитающих и человека сплошь костный, остатки хряща у взрослых сохраняются лишь в носовой перегородке. Число костей по сравнению с рептилиями значительно сокращается путем срастания их друг с другом (рис. 1.38). Верхние челюсти образованы только покровными костями, возникшими уже у костистых рыб.

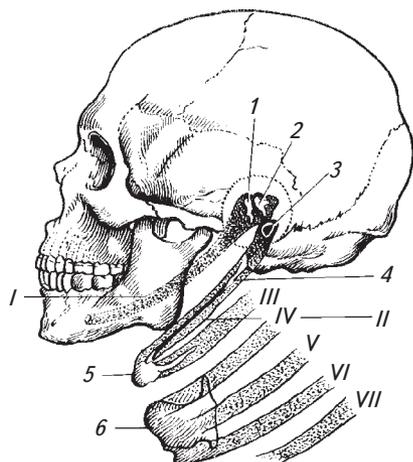
шая ямка узла тройничного нерва. На нижней поверхности выступает *шиловидный отросток* и находится наружное отверстие *канала сонной артерии*. Этот канал проходит внутри пирамиды и открывается затем на ее вершине одноименным отверстием. Между шиловидным и сосцевидным отростками расположено *шило-сосцевидное отверстие*. В углу между чешуей и пирамидой открывается *мышечно-трубный канал*, заключающий в себя *слуховую трубу*, ведущую в полость среднего уха.

*Клиновидная кость (os sphenoidale)* лежит в основании мозгового черепа и соединяется со всеми его костями (Атл. рис. 22А), как бы вклиниваясь между ними. Кость имеет сложное строение, так как через нее проходит много крупных нервов, она участвует в образовании глазницы, височной и подвисочной ям, служит местом прикрепления жевательных мышц.

В кости различают *тело* с воздухоносной пазухой, которая сообщается спереди с носовой полостью (Атл. рис. 20Б). Углубление на верхней поверхности тела называется *турецким седлом*, в нем помещается железа внутренней секреции — гипофиз. В обе стороны от тела отходят *большие крылья*; в основании каждого из них последова-

тельно расположены *круглое, овальное и остистое отверстия*. Передняя поверхность крыльев образует латеральную стенку глазницы. Выше больших крыльев от тела кости отходят *малые крылья*, пронизанные у основания *зрительным каналом*, в котором расположен одноименный черепно-мозговой нерв. Малые крылья отделены от больших *верхнеглазничной щелью* и участвуют в образовании глазницы. Вниз от тела отходят *крыловидные отростки*, состоящие из двух (медиальной и латеральной) пластинок, между которыми находится *крыловидная ямка*. Основание отростков пронизано *крыловидным каналом*. Отростки служат местом прикрепления мышц.

*Решетчатая кость (os ethmoidale)* окружена другими костями так, что на целом черепе видна лишь ее наружная часть — *глазничная пластинка*, участвующая в образовании медиальной стенки глазницы (Атл. рис. 22Б). Другая часть кости — *продырявленная пластинка* — замыкает вырезку лобной кости и видна с мозговой поверхности черепа. От этой пластинки вверх отходит продольный *петуший гребень*; продолжением его в носовую полость служит *перпендикуляр-*



Межчелюстные (резцовые) кости закладываются самостоятельно, но вскоре сливаются с верхнечелюстными костями. Нижняя челюсть непосредственно, а не через квадратную кость, сочленяется с височной костью, что составляет специфическую особенность млекопитающих.

Рис. 1.38. Производные жаберных дуг у человека (схема):

I — первая висцеральная (челюстная) дуга; II — вторая висцеральная (подъязычная) дуга; III—VII — жаберные дуги; 1 — молоточек; 2 — наковальня; 3 — стремя; 4 — шиловидный отросток и его продолжение — шилоподъязычная связка, переходящая вентрально в малый рожок подъязычной кости (5); 6 — щитовидный хрящ

ная пластинка, которая участвует в образовании перегородки носа (Атл. рис. 18, 20Б). Большая парная часть кости — *лабиринты*, состоящие из костных ячеек свисают в носовую полость.

В сторону перпендикулярной пластинки от лабиринтов выступают *средняя и верхняя носовые раковины*.

**Лицевой отдел.** В лицевом черепе в отличие от мозгового, преобладают парные кости, к которым относятся: верхнечелюстные, носовые, слезные, скуловые, небные и нижние носовые раковины. Непарных костей всего три: сошник, нижняя челюсть и подъязычная кость (Атл. рис. 18, 19, 20Б).

*Верхнечелюстная кость (maxilla)* — большая парная кость, занимающая центральное место в лицевом черепе, имеет тело и четыре отростка (Атл. рис. 23). Внутри *тела* находится большая воздухоносная *верхнечелюстная (гайморова) пазуха*, открывающаяся в носовую полость. Передняя, лицевая поверхность тела вогнута, имеет на себе *клыковую ямку*, а над ней — *нижнеглазничное отверстие* одноименного канала, пронизывающего всю кость. Верхняя поверхность тела образует нижнюю стенку глазницы, а носовая поверхность — боковую стенку носовой

полости. К этой стенке прикрепляется небольшая кость — *нижняя носовая раковина*. Задняя поверхность кости — обращена к подвисочной яме. Из четырех отростков, отходящих от тела, *лобный* соединяется с лобной; а *скуловой* — со скуловой костью. *Небные отростки* вместе с прилегающими к ним сзади *небными костями (ossa palatina)* образуют *твердое небо*. *Альвеолярный отросток* снабжен восемью лунками, в которых сидят верхние зубы.

*Носовые кости (ossa nasalia)* расположены в области переносицы и замыкают сверху *грушевидное отверстие*, ведущее в носовую полость. В глубине последней виден *сошник (vomer)* — сагитально расположенная пластинка, прирастающая к клиновидной, решетчатой, небным и верхнечелюстным костям.

*Слезные кости (ossa lacrymalia)* — самые маленькие из костей лицевого черепа. Образуя часть внутренней стенки глазницы, они примыкают к лобной, решетчатой и верхнечелюстной костям.

*Скуловые кости (ossa zygomatica)* имеют по три отростка — *лобный, височный и верхнечелюстной*, названные по костям, с которыми они соединяются. Скуловые кости образуют

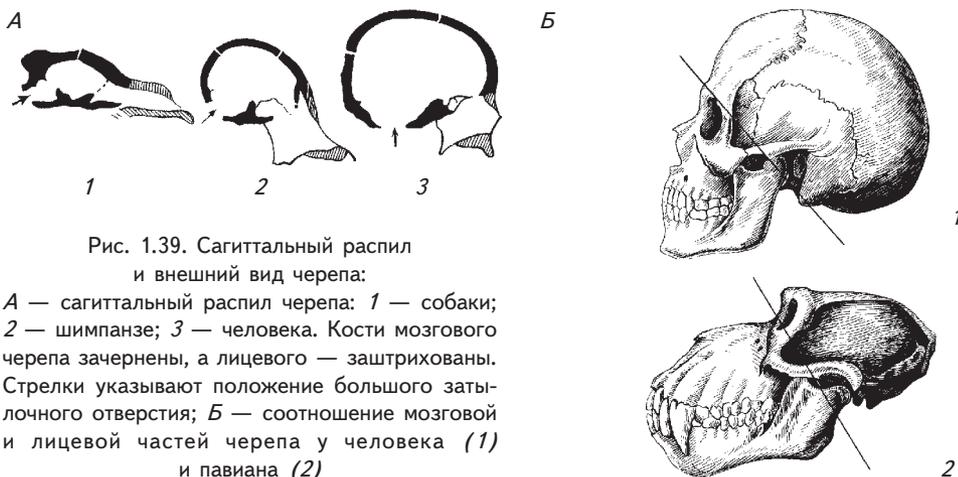


Рис. 1.39. Сагитальный распил и внешний вид черепа:

А — сагитальный распил черепа: 1 — собаки; 2 — шимпанзе; 3 — человека. Кости мозгового черепа зачернены, а лицевого — заштрихованы. Стрелки указывают положение большого затылочного отверстия; Б — соотношение мозговой и лицевой частей черепа у человека (1) и павиана (2)

нижнелатеральные края глазниц, а вместе со скуловыми отростками височных костей — *скуловые дуги*.

*Нижняя челюсть (mandibula)* — непарная кость, состоит из тела и двух ветвей (рис. 1.41). Спереди на теле

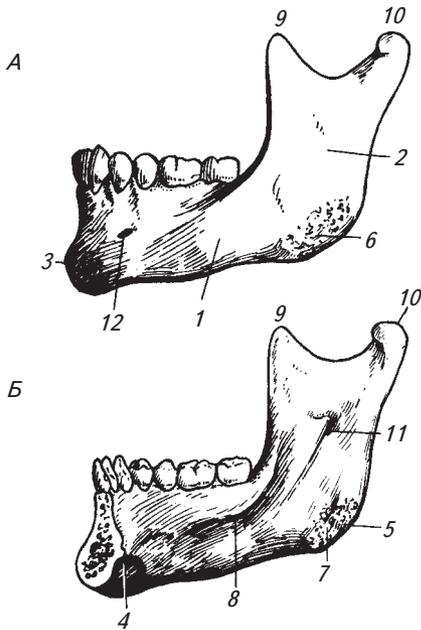


Рис. 1.41. Нижняя челюсть:

А — снаружи; Б — изнутри; 1 — тело; 2 — ветвь; 3 — подбородочный выступ; 4 — дубрюшная ямка; 5 — угол; 6 — жевательная бугристость; 7 — крыловидная бугристость; 8 — челюстно-подъязычная линия; 9 — венечный отросток; 10 — мыщелковый отросток; 11 — отверстие нижнечелюстного канала; 12 — подбородочное отверстие

Квадратная кость превращается в слуховую косточку — наковальню, а остаток нижнечелюстного хряща (сочленовная кость рыб) — в молоточек. Верхняя часть подъязычной дуги уже у амфибий образует стремя. Таким образом, все три слуховые косточки — стремя, наковальня и молоточек — происходят из остатков висцеральных (челюстной и подъязычной) дуг. Средняя часть подъязычной дуги превращается в шиловидный отросток височной кости, соединенный связкой с нижней частью этой дуги, которая вместе с остатком первой жаберной дуги преоб-

выдается *подбородочный выступ*, а по бокам его — *подбородочные бугорки*. На внутренней поверхности тела по средней линии находится *подбородочная ось*, от которой в стороны тянутся две выступающие линии. На верхнем крае тела находятся 16 зубных лунок. Отходящие от тела ветви образуют с ним угол, на внутренней и наружной поверхностях которого находятся *шероховатости* — места прикрепления жевательных мышц. Ветви заканчиваются двумя отростками; из них передний — *венечный* — служит местом прикрепления жевательной мышцы, а задний — *мышелковый*, в котором различают головку и шейку, — сочленяется с височной костью. На внутренней поверхности ветви находится отверстие *нижнечелюстного канала*, который проходит вдоль корней зубов и открывается на наружной поверхности тела *подбородочным отверстием*.

*Подъязычная кость (os hyoideum)* — маленькая изогнутая кость, подвешенная к шиловидному отростку височной кости при помощи длинной связки (рис. 1.42). Состоит из *тела, малых и больших рожков*. Эту кость легко прощупать на шее над гортанью.

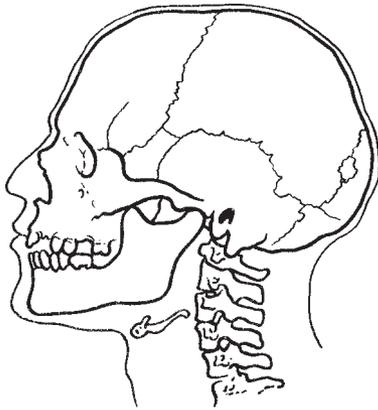
**Соединение костей черепа.** Почти все кости черепа соединены неподвижно швами. Это разновидность синдесмоза, где прослойка волокнистой соединительной ткани, связывающая смежные кости, едва заметна

разуется в подъязычную кость. Вторая и третья жаберные дуги образуют щитовидный хрящ гортани, четвертая дуга — дужку перстневидного хряща гортани; пятая дуга полностью утрачивается.

Последний этап развития черепа заключается в слиянии отдельных костей в единые образования, например, затылочная и височная кости.

У млекопитающих мозговой отдел черепа обычно значительно меньше лицевого. У человека мозговой отдел черепа прогрессивно развит и резко преобладает над лицевым (рис. 1.39).

А



Б

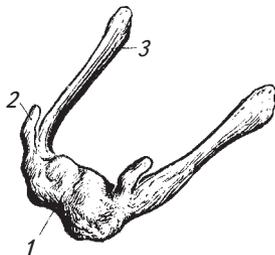


Рис. 1.42. Подъязычная кость:

А — положение по отношению к черепу и позвоночнику; Б — вид сверху; 1 — тело; 2 — малый и 3 — большой рога

(см. Атл. с. 27, 28). У взрослых, и особенно у стариков, большинство швов окостеневают, но между пирамидой и соседними с ней костями сохраняется синхондроз. Единственная подвижно соединенная кость черепа (кроме подъязычной) — нижняя челюсть.

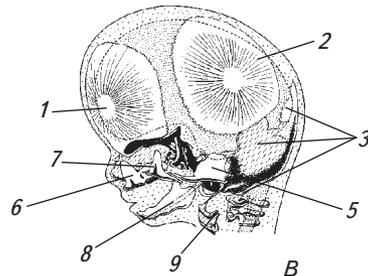
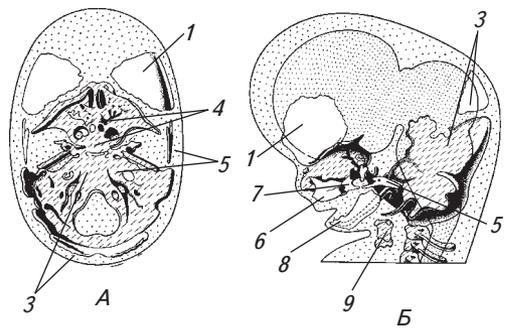
*Нижнечелюстной сустав (articulatio temporomandibularis)* — парный, комбинированный, образуется эллипсоидной формы головкой нижней челюсти, сочленовными ямкой и бугорком височной кости. Между сочленяющимися костями расположен двояковогнутый хрящевой диск, он разделяет суставную полость на верхний и нижний отделы. При движении челюсти вперед ее головки вместе с дисками передвигаются на сочленовные бугорки. Поэтому в суставе возможны опускание и поднятие челюсти (вокруг фронтальной оси), смещение ее в стороны (вокруг вертикальной оси), вперед и назад, что важно при жевании, а также движениях, связанных с членораздельной речью.

С позвоночником череп соединен *атлanto-затылочным суставом*.

**Онтогенез черепа.** В черепе человека одни кости возникают путем замещения хряща, а другие — как покровные. Образование покровных костей происходит уже с середины второго месяца внутриутробной жизни, тогда как замещение хряща костью начинаются позднее — с конца 2-го или даже с 3-го месяца (рис. 1.43). Все очаги окостенения возникают в определенном порядке, и сначала число их велико, например в клиновидной кости достигает десяти. Слияние очагов происходит уже внутриутробно и продолжается после рождения.

Рис. 1.43. Развитие черепа у эмбриона:

А — хрящи основания черепа (9 недель); Б — вид сбоку на головной отдел 9 недельного эмбриона; В — 2,5 месячный эмбрион. Кости черепа: 1 — лобная; 2 — теменная; 3 — затылочная; 4 — клиновидная; 5 — височная; 6 — верхнечелюстная; 7 — скуловая; 8 — нижнечелюстная; 9 — хрящи гортани



**Топография черепа.** Объем мозгового черепа составляет у мужчин в среднем 1450 см<sup>3</sup>, у женщин она меньше и в среднем равна 1300 см<sup>3</sup>.

Мозговой череп делится на крышу и основание (Атл. рис. 18–20). *Крыша* образуется теменными костями, чешуей лобной, затылочной и височных костей, частью больших крыльев клиновидной кости. Остальные части этих костей и решетчатая кость формируют *основание*. Кости крыши плоские. На их вогнутой мозговой поверхности видны артериальные борозды, непо-

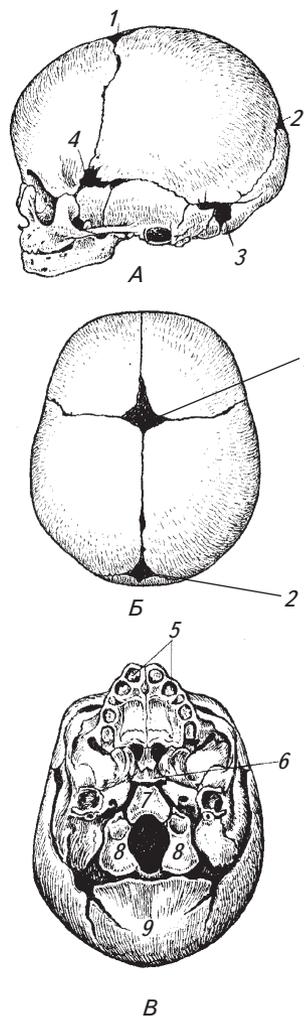
стоянные мелкие отверстия, через которые проходят вены, следы венозных синусов и ряд уплощенных вдавлений и выступов, повторяющих рельеф мозга. Мозговая поверхность основания также повторяет рельеф нижней поверхности мозга. Здесь различают переднюю, среднюю и заднюю черепные ямы (Атл. рис. 20А).

*Передняя черепная яма (fossa cranii anterior)* образована лобной костью и продырявленной пластинкой решетчатой; задней границей ее служат края малых крыльев и тело клиновидной кости.

Покровные кости крыши черепа плода, разрастаясь сближаются друг с другом, но и у новорожденного между ними остаются еще перепончатые соединительнотканые участки, называемые родничками (рис. 1.44). Они особенно велики там, где сходится несколько покровных костей. *Роднички* располагаются по углам обеих теменных костей, вследствие этого образуют непарные лобный и затылочный и парные *передние (клиновидные) боковые* и *задние боковые (сосцевидные) роднички* (рис. 1.44). Благодаря такому соединению кости крыши черепа могут заходить своими краями друг на друга. Поэтому череп зрелого плода способен изменять свою форму и приспосабливаться к диаметру малого таза при прохождении через родовые пути. У детей затылочный родничок зарастает на втором месяце жизни; наибольший — лобный — легко прощупывается и у нормально развивающегося ребенка полностью зарастает лишь к полутора годам. Помимо родничков, у новорожденных между некоторыми костями основания черепа сохраняется и хрящ.

У новорожденного череп относительно размеров всего тела намного больше, чем у взрослых (рис. 1.45). Голова у него наибольшая по периметру части тела и поэтому даже при нормальном положении плода труднее всего проходит через родовые пути. Высота головы от темени до подбородка у новорожденного укладывается в длину тела четыре раза. С возрастом

Рис. 1.44. Череп новорожденного: А — сбоку; Б — сверху; В — снизу; 1 — лобный, 2 — затылочный; 3 — задний и 4 — передний латеральные роднички; 5 — молочные зубы (непрорезавшиеся); 6 — клиновидная кость; 7 — основная часть; 8 — боковые части и 9 — чешуя затылочной кости



*Средняя черепная яма (fossa cranii media)* отделяется от задней краем пирамиды височной кости и спинкой турецкого седла; она образована большими крыльями клиновидной кости, передней поверхностью пирамид и чешуей височной кости. Нижнебоковые части ямы пронизаны большим числом отверстий. Впереди турецкого седла расположены зрительные каналы, сбоку от них — верхнеглазничные щели (те и другие ведут в глазницу), а позади них — круглые отверстия, далее — овальные, а за ними — маленькие остистые отверстия. Между задним краем клиновидной кости (сбоку от ее тела) и пирамидой видно *равное отверстие*, в области которого находится внутреннее отверстие канала сонной артерии.

*Задняя черепная яма (fossa cranii posterior)* почти целиком образована затылочной костью; лишь незначительные переднебоковые части ямы

образуются задней поверхностью пирамид и сосцевидной частью височных костей. Центр ямы занимает *большое затылочное отверстие*, сообщающее полость черепа с позвоночным каналом. Латеральное отверстия проходит канал подъязычного нерва, а впереди находится скат, образованный слиянием тел клиновидной и затылочной костей. На скате расположена жизненно важная часть мозга — продолговатый мозг. Между затылочной костью и пирамидой образуется *яремное отверстие*, спереди от него, на задней поверхности пирамиды, открывается внутреннее слуховое отверстие.

На наружной поверхности черепа различают две глазницы, вход в носовую полость, парные височные и подвисочные ямы.

*Глазницы (orbitae)* — полости, ограниченные четырьмя стенками. Их верхняя стенка образована лобной костью и малыми крыльями клиновид-

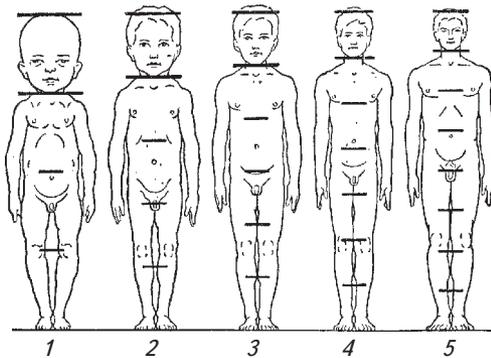
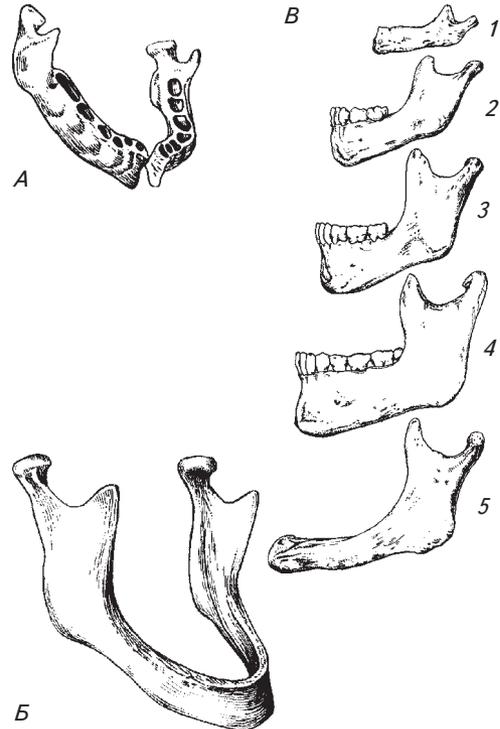


Рис. 1.45. Пропорции тела у детей и взрослых: 1 — у новорожденного; 2 — у ребенка 2-х лет; 3 — 4,5 года; 4 — 12 лет; 5 — у взрослого (дано в разных масштабах)

Рис. 1.46. Нижняя челюсть: А — ребенка 1 года; Б — старика; В — изменение нижней челюсти с возрастом: 1 — новорожденный; 2 — 3 года; 3 — 6 лет; 4 — взрослого; 5 — старик



ной, медиальная — слезной и решетчатой костями, нижняя — верхнечелюстной и отчасти скуловой костями, а латеральная — большими крыльями клиновидной кости, отчасти лобной и скуловой костями. Нижняя стенка отделена от латеральной *нижнеглазничной щелью*, через которую глазница сообщается с подвисочной ямой и крыло-небной ямкой. В глубине глазницы находится *верхнеглазничная щель* и зрительный канал, ведущие в полость мозгового черепа. На стыке носового отростка верхнечелюстной кости со слезной начинается *слезно-носовой канал*, ведущий в носовую полость.

*Носовая полость (cavum nasi)* открывается спереди грушевидным отверстием, а сзади — двумя хоанами. В глубине ее хорошо видна костная *носовая перегородка*, которая состоит из сошника и перпендикулярной пластинки решетчатой кости (Атл. рис. 18, 20Б).

Полость снизу образована верхнечелюстными и небными костями; с боков, кроме того, еще слезными и решетчатой костями, крыловидными отростками клиновидной кости, а сверху — носовыми, лобной и решетчатой костями, телом клиновидной кости. В полость носа вдаются три носовые раковины (верхняя и средняя — выросты лабиринтов решетчатой кости, нижняя — самостоятельная), под которыми образуются *верхний, средний и нижний носовые ходы*. В верхний открывается пазуха клиновидной кости, в средний — лобная и верхнечелюстная пазухи, в нижний — слезно-носовой канал. Кроме того, в средний и верхний ходы открываются ячейки лабиринта решетчатой кости. *Небно-клиновидным отверстием* у заднего конца верхней раковины полость носа сообщается с крыло-небной ямкой.

*Височная яма (fossa temporalis)* образована боковыми частями черепа и ог-

это соотношение меняется, так как рост черепа (головы) отстает от роста всего организма. У взрослого высота головы составляет лишь  $1/8$  длины тела.

Новорожденный не имеет прорезавшихся зубов, поэтому челюсти его развиты слабо. Мозговой череп вследствие энергичного развития мозга и органов чувств относительно велик и резко преобладает над лицевым (5:1). Его емкость — 385—450 см<sup>3</sup>. Кости тонки, в своде гладки и гибки, теменные бугры выступают резко, но места прикрепления мышц и связок не рельефны, а сосцевидный отросток височной кости едва заметен (как у антропоидов). Нижняя челюсть состоит из двух половинок (рис. 1.46), срастающихся в течение второго года жизни. Лобная кость также состоит из двух частей (полностью сливающихся лишь к шести годам), а затылочная и височная — даже из четырех (рис. 1.47).

Возрастные изменения черепа у детей заключаются в росте и слиянии отдельных костных очагов. После прорезывания зубов лицевой отдел начинает расти быстрее мозгового, что ведет к заметным изменениям в пропорциях частей черепа. Хотя рост черепа заканчивается к 23—25 годам, но изменение его продолжает-

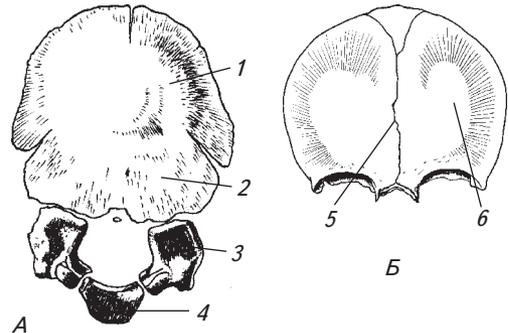


Рис. 1.47. Затылочная (А) и лобная (Б) кости новорожденного:

1 — чешуя (верхняя часть); 2 — чешуя (нижняя часть); 3 — латеральная и 4 — основная части; 5 — фронтальный шов; 6 — лобный бугор

ся до старости. После 30 лет швы начинают зарастать. В старческом возрасте кости становятся более тонкими, легкими и губчатое вещество их разрыхляется, резорбируется. В связи с выпадением зубов рассасываются зубные края челюстей (рис. 1.46, В), высота лицевого отдела значительно уменьшается, и над ним опять

раничена снаружи скуловой дугой, ниже которой переходит в подвисочную яму.

*Подвисочная яма* снаружи прикрыта ветвью нижней челюсти, сообщается со средней черепной ямой через овальное и остистое отверстия. В глубине подвисочной ямы открывается воронкообразная *крылонебная ямка*. В последнюю из средней черепной ямы ведет круглое отверстие, из носовой полости — небно-клиновидное, из глазницы — низнеглазничная щель. Книзу крылонебная ямка переходит в узкий *крыло-небный канал*, открывающийся на твердом небе.

В местах, где череп испытывает давление при жевании, возникают приспособления в виде плавно изогнутых утолщений компактного вещества, выступающих над поверхностью кости, — *контрфорсы*. Особенно важны два контрфорса — носо-лобный и скуловой. Оба упираются в альвеолярный отрос-

ток верхнечелюстной кости, причем первый поднимается от клыка через ее лобный отросток к носовой части лобной кости, а второй идет от коренных зубов через скуловую кость на скуловые отростки лобной и височной костей. Контрфорсы обеспечивают передачу давления нижней челюсти на верхнюю и равномерную опору последней на мозговой череп.

*Пазухи*, залегающие в верхнечелюстных, височных, лобной и клиновидной костях, увеличивают объем черепа и в то же время значительно облегчают его без особого изменения крепости и других механических свойств. У новорожденных пазухи выражены слабо. Например, наиболее емкая из них — верхнечелюстная — у младенца представляет собой лишь небольшое впячивание боковой стенки носовой полости. Постепенно развиваясь, пазухи достигают своей постоянной величины лишь

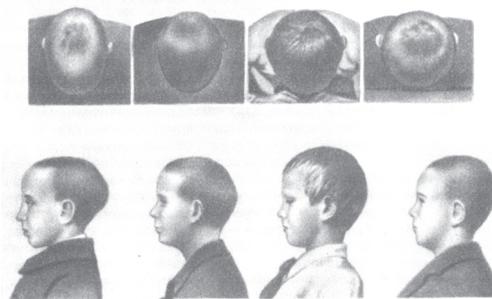


Рис. 1.48. Мальчики-европейцы с различными формами головы

начинает резко преобладать мозговой отдел черепа.

**Форма черепа.** Индивидуальные колебания формы черепа довольно значительны. Его форма, определяется по соотношению широтного и продольного диаметров (черепной показатель) (рис. 1.48). Если этот показатель ниже 75 — череп долихокраний, 75—79,9 — мезокраний и выше 80 — брахикраний. У женщин этот указатель выше, чем у мужчин. У детей выше, чем у взрослых.

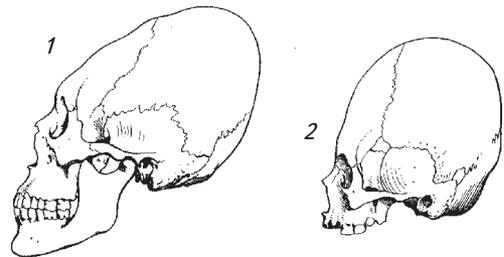


Рис. 1.49. Деформированные черепа:  
1 — конусовидный (из раскопок около Керчи);  
2 — башенный (принадлежащий подростку из могил Древнего Перу)

В прошлом некоторые народы искусственно деформировали головы у детей тугим бинтованием, вследствие чего череп постепенно приобретал причудливую форму — конусовидную, башенную и т. п. (рис. 1.49). Череп мужчины в среднем несколько больше, чем у женщин, на нем сильнее выражены места прикрепления мышц и надбровные дуги. Имеются популяционные особенности в строении верхнечелюстной кости, ширине лица и неба.

с окончанием роста черепа. Все пазухи содержат воздух, сообщаются с носовой полостью (кроме ячеек сосцевид-

ного отростка) и называются *воздухоносными*, а кости, содержащие их, — *пневматизированными*.

### Контрольные вопросы

1. Какие различают виды костей?
2. Дайте характеристику соединениям костей.
3. Из каких отделов состоит скелет человека?
4. Дайте характеристику осевого скелета и грудной клетки.
5. Как соединяются между собой кости осевого скелета?
6. В чем состоят особенности развития скелета человека в онтогенезе?
7. Дайте характеристику костям мозгового и лицевого черепа. Как они соединяются между собой?
8. Опишите топографию черепа.
9. Охарактеризуйте развитие черепа в онтогенезе.

## 1.2. МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

### 1.2.1. Общие сведения о мышцах

**Строение мышц.** Мышцы — это органы движения; они имеют среднюю, активную часть — *брюшко*, состоящее главным образом из *мышечной ткани*, и *сухожильные концы* (сухожилия), образованные плотной соединительной тканью и служащие для прикрепления. Сухожилия отличаются характерным блеском и беловато-желтоватым цветом. Они обладают значительной крепостью: некоторые из них выдерживают груз до нескольких сотен килограммов.

Обычно мышцы своими сухожильными концами прикрепляются к подвижно соединенным звеньям скелета — костям. Однако некоторые мышцы могут прикрепляться и к фасциям, к различным органам (глазному яблоку, хрящам гортани и др.), к коже (на лице) и т. д.

Каждая мышца состоит из многих тысяч *поперечно-полосатых мышечных волокон* (рис. 1.50), расположенных параллельно и связанных между собой прослойками рыхлой соединительной ткани в пучки. Вся мышца снаружи покрыта тонкой соединительнотканной оболочкой — *фасцией*.

Иногда (например, в дельтовидной и большой ягодичной мышцах) пучки настолько велики, что различаются простым глазом и обуславливают грубоволокнистое строение мышцы.

Мышцы выполняют большую работу и, будучи органами активными, характеризуются интенсивным обменом веществ. Поэтому мышцы пронизаны большим количеством кровеносных

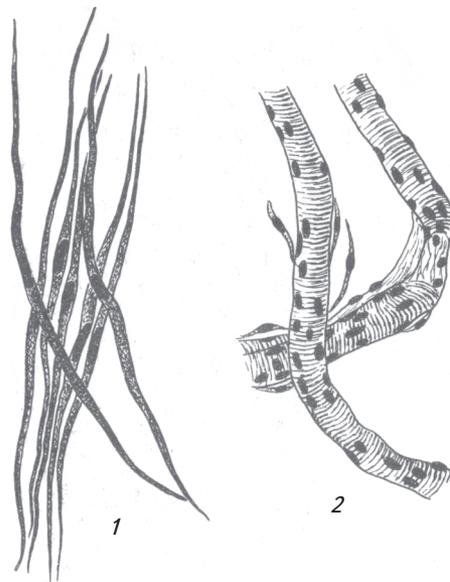


Рис. 1.50. Мышечные волокна:

1 — гладкие; 2 — поперечно-полосатые

сосудов, по которым кровь доставляет к ним питательные вещества и кислород, а выносит продукты распада. Кровоснабжение мышц различается в зависимости от нагрузки. Те из них, которые работают почти постоянно, например диафрагма, имеют богатую кровеносную сеть. Мышцы, функционирующие лишь в течение непродолжительного периода времени, беднее сосудами (двуглавая мышца плеча, прямая мышца живота и др.). Кроме кровеносных, в мышце имеются и лимфатические сосуды, по которым происходит отток лимфы.

Работа мышц, как и других органов, регулируется нервной системой. Нервные волокна оканчиваются в мышцах рецепторами или эффекторами. *Рецепторы* в виде концевых разветвлений чувствительного нерва или сложно устроенного *нервно-мышечного веретена* (см. разд. 3.6.6) расположены как в мышце, так и в сухожилиях. Рецепторы воспринимают степень сокращения и растяжения мышцы, и у человека возникают ощущения, известные под названием *мышечного чувства*. Это чувство позволяет определить, в частности, положение частей тела. *Эффекторные* нервные окончания, или моторные бляшки, представляют собой спе-

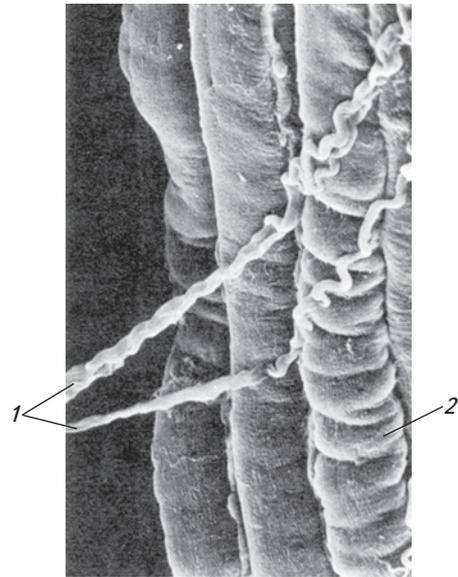


Рис. 1.51. Нервно-мышечный синапс (электронная сканирующая микроскопия): 1 — нервные и 2 — мышечные волокна

циализированные окончания двигательного нерва на мышечных волокнах (рис. 1.51). Они передают мышце возбуждение, пришедшее от нервного центра в ответ на изменение состояния мышцы, воспринятое рецепторами.

Кроме того, в мышцах оканчиваются волокна вегетативной нервной сис-

**Развитие мышц.** У ланцетника и рыб мускулатура всего тела отчетливо сегментирована, причем каждый сегмент (миотом) поделен на дорсальную и вентральную части. В боковых стенках переднего конца первичной кишечной трубки (головной кишки) залегают висцеральные и жаберные дуги и поперечно-полосатые мышцы жаберного мешка (рис. 1.53).

У наземных позвоночных вентральная мускулатура дифференцируется на отделы — шейный, грудной, брюшной и хвостовой. В филогенезе, особенно у млекопитающих, в связи с усложнением функций тела и специализацией конечностей, отдельные миотомы тела перемещаются, сливаются или расчленяются, вследствие чего первичная сегментарность сглаживается или нарушается. Все же первичная сегментарность

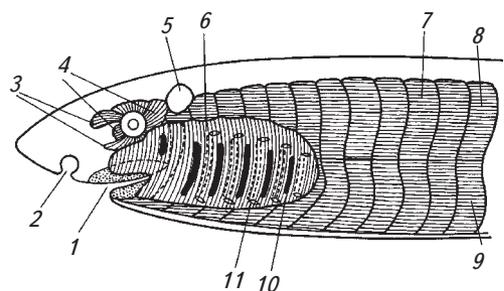


Рис. 1.53. Туловищная и жаберная мускулатура рыбы (схема):

1 — рот; 2 — ноздря; 3 — косые и 4 — прямые мышцы глаза; 5 — слуховой пузырек; 6 — мускулатура жаберного мешка; 7 — миотом, 8 — его дорсальная и 9 — вентральная части; 10 — жаберная щель; 11 — жаберная дуга

темы (симпатические). Проводимые ими импульсы повышают восприимчивость мышечной ткани к возбуждениям, поступающим от двигательных центров мозга.

В каждой мышце один из ее концов принято называть *началом*, другой — *прикреплением*. Началом считается проксимальный конец мышцы, обычно остающийся неподвижным при ее сокращении; это место на кости называется *укрепленной точкой* (*punctum fixum*). Место прикрепления, находящееся на другой кости, приводимой сокращающейся мышцей в движение, называется *подвижной точкой* (*punctum mobile*). Но понятие об укрепленной и подвижной точка относительно. Очень часто значение их взаимно меняется. Так, например, двуглавая мышца плеча при сокращении обычно приближает предплечье к туловищу, а вернее, к неподвижной точке, расположенной на лопатке. Но при подтягивании на трапеции сокращение этой же мышцы приближает лопатку с туловищем к предплечью на нем в это время будет укрепленная точка, а подвижная переместится на туловище (точнее на лопатку).

Форма и величина мышцы, так же как и направление ее волокон, зависит от выполняемой ею работы.

частично обнаруживается еще и у человека в строении и расположении многих мышц туловища (например, коротких мышц позвоночника, межреберных, прямой мышцы живота).

Мезодерма висцеральных и жаберных дуг у наземных позвоночных путем обособления и сложных преобразований дифференцируется в мускулатуру нового назначения. Из мезодермы челюстной дуги развиваются жевательные мышцы, подъязычной — мимические мышцы и подкожная мышца шеи. Кроме того, из мезодермы этих дуг развиваются мышцы шеи, лежащие выше подъязычной кости. Из мезодермы I жаберной дуги формируются мышцы глотки и гортани, а из мезодермы следующих жаберных дуг — мышцы, начинающиеся на черепе и продолжающиеся на плечевой пояс (трапецевидная и гру-

Различают мышцы длинные, короткие, широкие и круговые (Атл. рис. 26, 27).

*Длинные мышцы* встречаются там, где размах движения велик, например на конечностях.

*Короткие мышцы* залегают там, где размах движения мал, например между отдельными позвонками.

*Широкие мышцы* располагаются преимущественно на туловище, в стенках полостей тела, например мышцы живота, поверхностные мышцы спины и груди. При многослойном расположении широких мышц их волокна обычно идут в разных направлениях, и мышцы не только обеспечивают большое разнообразие движений, но и способствуют укреплению стенок полостей тела. Сухожилия широких мышц плоские, занимают большую поверхность и называются *сухожильными растяжениями* или *апоневрозами*.

*Круговые мышцы* располагаются вокруг отверстий тела (например, круговая мышца рта) и своим сокращением суживают их, почему и называются еще *сжимателями* или *сфинктерами*.

Помимо простых мышц, встречаются сложные (Атл. рис. 28).

дино-ключично-сосцевидная). Соответственно первичной иннервации метамерно расположенных жаберных карманов все перечисленные мышцы снабжаются нервными волокнами, проходящими последовательно в V, VII, IX, X и XI парах черепно-мозговых нервов.

Туловищная мускулатура развивается у зародыша человека на мезодермы дорсолатеральной части сомитов, которая образует миотом (рис. 1.54). Каждый миотом, разрастаясь дает вентральный отросток, из него в дальнейшем развивается *вентральная мускулатура* туловища (межреберные мышцы, косые и прямые мышцы живота). Из дорсальной части миотома возникает *дорсальная мускулатура* (глубокие мышцы спины). Из спинного мозга в каждый миотом очень рано врастает нерв, который

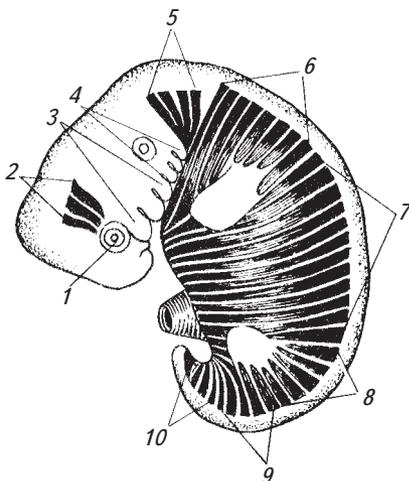
*Сложные мышцы* отличаются от простых тем, что их начало бывает не одинарным, а разделенным на две, три, четыре части — *головки*. Начинаясь от разных костных точек, головки затем сдвигаются в общее брюшко. Соответственно своему строению подобные мышцы называются *двуглавыми, трехглавыми и четырехглавыми*. Поделенным может быть и прикрепленный конец мышцы. Тогда общее брюшко, делясь, оканчивается несколькими сухожилиями, которые прикрепляются к различным костям. Такие мышцы, например, приводят в движение пальцы (длинный разгибатель пальцев). Брюшко мышцы также может быть поделено поперек промежуточным сухожилием — *двубрюшная мышца*. Иногда брюшко поделено не одним, а несколькими сухожилиями или перемычками, как например в прямой мышце живота.

Направление волокон в мышце может быть параллельным ее длинной оси, либо находиться под острым углом к ней. В первом, чаще встречающемся, случае, длинные волокна позволяют мышце значительно укорачиваться при сокращении, что обеспечивает большой размах движения. Во втором — волокна, расположенные под

углом к оси мышцы, короткие, но более многочисленные, поэтому мышца, сокращаясь, укорачивается незначительно, но развивает большую силу. Если короткие волокна подходят к сухожилию с одной стороны, то мышцу называют *одноперистой*, если с двух, — *двуперистой*. Бывают мышцы (например, дельтовидная), представляющие собой как бы сращение нескольких одноперистых мышц, благодаря чему направление их волокон получает винтообразный вид. Такие мышцы встречаются обычно в области шаровидных суставов, их волокна пересекают различные оси сустава и обеспечивают наибольшее разнообразие и силу движений.

**Вспомогательные аппараты мышц.** К вспомогательным аппаратам мышц относятся: фасции, синовиальные сумки, синовиальные влагалища и сесамовидные кости. Все они развиваются под влиянием работы мышц из окружающей их соединительной ткани.

**Фасции** — оболочки из плотной волокнистой соединительной ткани (фиброзной). Они покрывают отдельные мышцы или их группы, а также и некоторые другие органы, например сосудисто-нервные пучки, почки. Окружающая группу мышц, фасции влияют на направление мышечной тяги во время



затем, соответственно делению миотома, также распадается на дорсальную и вентральную ветви. После того как признаки сегментарности мускулатуры сглаживаются, первоначальная нервная связь миотомов с соответствующим сегментом спинного мозга сохраняется (за очень малым исключением) и служит важным указанием на происхождение мышц).

Рис. 1.54. Миотомы туловища и головы на седьмой неделе эмбриогенеза человека: 1 — глаз; 2 — предшурные миотомы; 3 — I и II висцеральные дуги, I жаберная; 4 — III—IV жаберные дуги; 5 — затылочные, 6 — шейные, 7 — грудные, 8 — поясничные, 9 — крестцовые и 10 — копчиковые миотомы

сокращения и не дают мышцам смещаться в стороны. В различных частях тела фасции имеют неодинаковую плотность и крепость, что зависит от силы окружающих ими мышц. В ряде мест, особенно на конечностях, фасции дают отростки, проникающие между мышцами до надкостницы, с которой они срастаются. Таким образом, из фасций возникают *межмышечные перегородки* и *каналы* — *фиброзные*, образованные исключительно фасцией, и *костно-фиброзные*, в образовании которых, помимо фасции, участвует надкостница. В тех местах, где имеется богато дифференцированная мускулатура, а площадь ее возможного прикрепления к скелету невелика, как, например, на предплечье и голени, пучки мышечных волокон берут начало от сильно утолщенных здесь фасций или прикрепляются к ним. Поэтому фасции имеют еще значение и так называемого мягкого скелета.

*Синовиальные сумки* — тонкостенные соединительнотканые мешки, наполненные жидкостью типа синови. Они образуются обычно там, где сухожилие при сокращении мышцы испытывает большое трение о кости, или там, где два сухожилия плотно соприкасаются друг с другом, а также

в местах трения кожного покрова о кости (например, в области локтя). Благодаря синовиальной сумке, расположенной между двумя движущимися органами, трение между ними уменьшается, т. е. стенки сумки, смазанные синовиальной жидкостью, легче скользят друг относительно друга. Синовиальные сумки в основном развиваются после рождения с возрастом полость их увеличивается.

*Синовиальные влагалища* развиваются внутри фиброзных или костно-фиброзных каналов, окружающих длинные сухожилия мышц в местах скольжения по кости (например, в канале кисти, под ее поперечной связкой) (Атл. рис. 42). Синовиальное влагалище состоит из двух листков: внутренний покрывает со всех сторон сухожилие, а наружный выстилает стенки фиброзного канала. Оба листка переходят друг в друга на всем протяжении сухожилия, образуя удвоение — брыжейку, по которой к сухожилию подходят кровеносные сосуды. Обращенные друг к другу поверхности листов выделяют в замкнутую со всех сторон щелевидную полость влагалища синовиальную жидкость. Синовиальные влагалища предотвращают трение сухожилий о кость.

Мышцы конечностей возникают за счет вентральных частей некоторых миотомов туловища, концы которых врастают в зачатки конечностей. Здесь сначала образуются два слоя мышц — вентральный (сгибатели) и дорсальный (разгибатели). В дальнейшем некоторые мышцы конечностей, разрастаясь в проксимальном направлении, возвращаются на туловище и прикрепляются здесь (широчайшая мышца спины, грудные мышцы) и, наоборот, зачатки некоторых мышц туловища (ромбовидной, передней зубчатой), начинаясь на нем, другим концом перемещаются на конечности, где и прикрепляются. Такие сложные вторичные преобразования особенно характерны в развитии верхней конечности. Здесь они обеспечивают подвижную, но проч-

ную связь плечевого пояса и свободного отдела конечности с туловищем.

Мышцы, перемещающиеся в течение развития с мест своей закладки, называются *пришельцами*, в отличие от собственных мышц туловища и конечностей, остающихся на месте своей первоначальной закладки.

Большинство мышц головы образуется из мезодермы висцеральных дуг, и лишь немногие развиваются из сохраняющихся здесь миотомов — предушных и затылочных. Из предушных формируются мышцы глазного яблока (иннервируются III, IV и VI парами черепно-мозговых нервов); затылочные миотомы образуют мышцы языка (иннервируются от XI пары черепно-мозговых нервов).

В разные возрастные периоды мышцы растут с неодинаковой скоростью. Вес всей мускулатуры

*Сесамовидные кости* в большинстве случаев окостеневают внутри сухожилий или связок, укрепляя последние и служа блоком, через который перекидываются сухожилия. Это увеличивает плечо приложения силы мышцы и облегчает ее работу.

**Работа мышц.** Мышца представляет собой эластичное, вязкое тело, которое под воздействием внешних сил может растягиваться. При растяжении мышцы в ее рецепторах возникает возбуждение. По афферентным нервным волокнам оно достигает центральной нервной системы и возвращается в мышцу по эфферентным путям, вызывая ее напряжение, которое противодействует растяжению.

Если мышца прикрепляется к костям, изменения в ее напряжении вызывают движения в суставе или, наоборот, закрепляют его. В тех более редких случаях, когда поперечно-полосатые мышцы прикрепляются к легко смещаемым образованиям (коже, фасции, капсуле суставов), изменение напряжения мышцы приводит к образованию кожных складок, натяжению фасции, стягиванию капсулы, что предохраняет ее от ущемления при движении в суставе. Работа мышц характеризуется силой мышечной тяги и размахом движения.

новорожденного составляет 24% общего веса тела, причем сухожилия занимают большую площадь, чем мышечные волокна. В дошкольном возрасте относительный вес мышц изменяется рано, и к семи годам достигает 28%. Но в младшем школьном возрасте (от 7 до 12 лет) происходит быстрый прирост массы мышц, сопровождающийся утолщением их волокон, изменением их химического состава и функциональных свойств (постепенное нарастание силы, уменьшение утомляемости). Затем, замедляясь, рост мускулатуры продолжается до 18 лет, когда вес ее достигает в среднем 42%. Эта цифра не является предельной и может быть увеличена тренировкой. Например, у атлетов на долю мышц приходится 50% веса тела.

*Сила тяги* — это величина напряжения, которое способна развить мышца при возбуждении. Сила тяги зависит от количества и направления волокон мышцы. Мышца тем сильнее, чем больше в ней мышечных волокон. Но сосчитать их практически очень трудно. Поэтому силу определяют по *физиологическому поперечнику* мышцы, под которым понимают площадь ее сечения в плоскости, перпендикулярной длине всех ее волокон. Если волокна параллельны длинной оси мышцы, то ее физиологический поперечник равен анатомическому. При косом ходе волокон, например в двуперистой мышце, физиологический поперечник больше анатомического. Каждый квадратный сантиметр физиологического поперечника мышцы выдерживает в среднем 10 кг груза.

Сила тяги мышцы тем больше, чем ближе к прямому углу, под которым прикрепляются ее волокна.

Большое значение для проявления силы тяги имеет степень возбуждения мышцы. Чем сильнее стимулирующее действие нервной системы, тем больше количество мышечных волокон захватывает возбуждение, тем больше сила тяги. Влияние нервной системы зависит от общего функционального

Отдельные мышечные группы растут неравномерно и неодновременно. У грудного ребенка быстрее растут и укрепляются мышцы живота, позднее — жевательные. К концу первого года начинают заметно расти мышцы спины и конечностей. Это связано с более интенсивным развитием нервной системы и проявляется в изменении подвижности ребенка, в его стремлении ползать, а затем ходить. Динамические мышцы закладываются раньше статических и в первое десятилетие жизни развиваются быстрее. В целом вес мускулатуры за весь период роста увеличивается в 35 раз, больше всех других органов.

Рост анатомических частей большинства мышц происходит неравномерно. Установлено, что сухожилия особенно энергично удлиняются

состояния организма, типа высшей нервной деятельности и т. д.

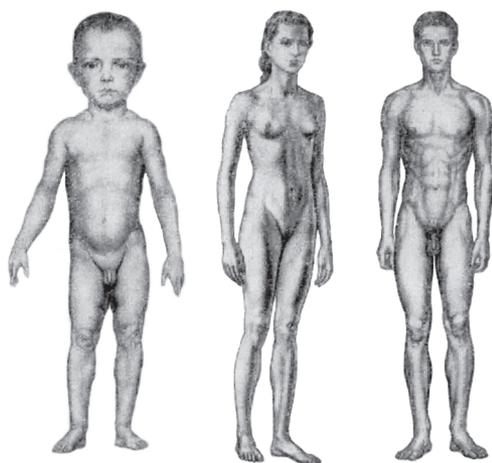
Приводя в движение кость, мышца действует на нее, как рычаг. В механике рычагом называют твердое тело, имеющее точку опоры, около которой оно может вращаться под влиянием противодействующих друг другу сил. По отношению точки приложения силы мышцы и точки сопротивления к точке опоры различают рычаги первого и второго рода.

*Рычагом первого рода, двуплечим, или рычагом равновесия*, в теле человека является голова (рис. 1.52, А). Подвижная опора черепа находится в атланта-затылочном сочленении. Неравномерные по величине плечи рычага располагаются спереди и сзади от него. На переднее плечо действует тяжесть лицевой части головы, а на заднее — сила мышц, прикрепляющихся к затылочной кости. При вертикальном положении головы силы действия и противодействия, направленные на плечи рычага, уравниваются. Таз, балансирующий на головках бедренных костей, тоже рычаг первого рода.

*Рычаг второго рода — одноплечий.* Здесь точки сопротивления и приложения силы находятся по одну сторону от опоры. В теле человека он име-

ет две разновидности. Для примера возьмем руку при опоре на локтевой сустав. На плечо рычага действует тяжесть предплечья с кистью. В случае напряжения плечелучевой мышцы, прикрепляющейся вблизи кисти и следовательно, вблизи приложения тяжести, создаются выгодные условия для работы, увеличивается ее эффективность. Эта разновидность одноплечего рычага носит название *рычага силы*. В случае напряжения двуглавой мышцы, прикрепляющейся вблизи точки опоры, получается меньший эффект двуглавой мышцы, прикрепляющейся вблизи точки опоры, получается меньший эффект при преодолении тяжести, но зато работа совершается с большей быстротой. Эта разновидность рычага второго рода называется *рычагом скорости* (рис. 1.52, Б). По принципу рычага второго рода в теле работает большинство мышц.

*Размах движения* зависит от длины мышечного брюшка и плеча рычага. Наибольшим размахом движения обладают длинные кости конечностей, которые описывают дугу с радиусом, равным своей длине. На размах движения влияют степень соответствия друг другу суставных поверхностей, наличие внутрисуставных хрящей,



в 13—15 лет, обгоняя рост в длину сокращающейся части мышц. Такие особенности роста позволяют мышце в целом не отставать от энергично удлиняющихся в школьном возрасте трубчатых костей. Мышцы в это время становятся длинными и тонкими, а сами подростки кажутся длинноногими и длиннорукими (рис. 1.55).

У взрослых людей мышцы до 50 лет изменяются мало, но затем начинается атрофия их волокон. Относительный вес мышц понемногу уменьшается и к старости падает иногда до 30% веса тела.

Рис. 1.55. Тела годовалого ребенка, девушки и юноши. (Изображения даны в разных масштабах.)

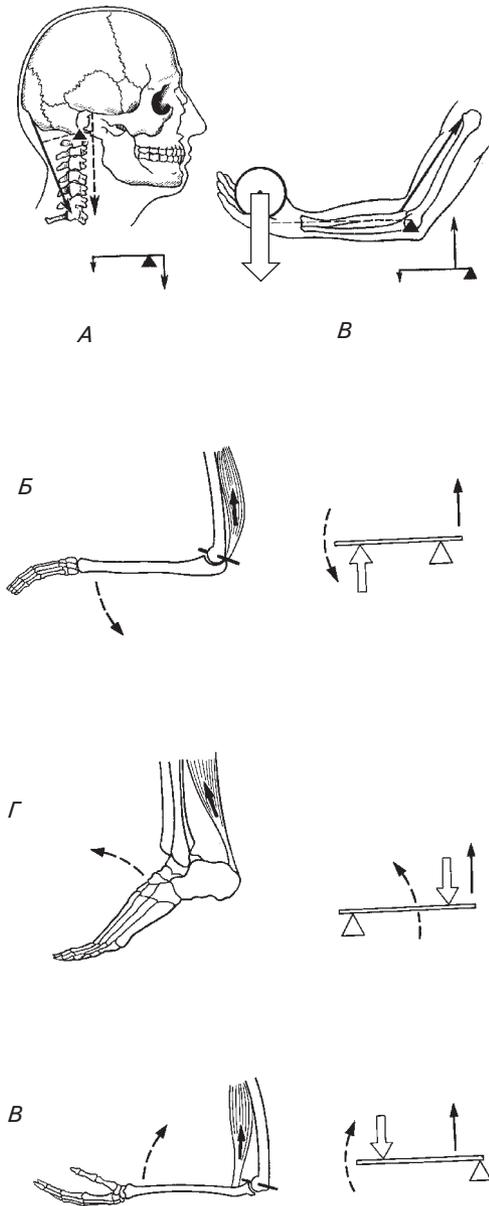


Рис. 1.52. Рычаги тела человека: А, Б — рычаги равновесия; В, Г — рычаги скорости; треугольник — точка опоры; темные стрелки показывают направление сил мышечной тяги; светлые стрелки — направление силы тяжести; пунктирная стрелка — движение

натяжение суставных сумок и сопротивление, оказываемое другими мышцами.

Чем больше соответствие между суставными поверхностями, тем меньше размах движения. Так, например, в крестцово-подвздошном сочленении пригнанность суставных поверхностей полная, и размах движения не превышает 4–6°. В плечевом суставе, где резко выражено несоответствие между суставными поверхностями лопатки и головки плечевой кости, размах движения достигает 70°. Внутрисуставные хрящи и хрящевые губы, увеличивая соответствие суставных поверхностей, уменьшают размах движений. Свободные суставные сумки, например в плечевом суставе, не препятствуют размаху, в то время как туго втянутые, например в межпозвоночных суставах, ограничивают его. Основное влияние на размах движения оказывают мышцы. Так, например, размах движения вызванный сокращением мышц-сгибателей, ограничивается напряжением мышц-разгибателей.

Мышца никогда не работает изолированно. Выполнение многообразных движений тела достигается согласованным действием многих мышц. Различают *мышцы-синергисты*, выполняющие общую работу (например, лучевой и локтевой сгибатели кисти), и *мышцы-антагонисты*, напряжение которых вызывает противоположные действия. Так, при сгибании кисти лучевой и локтевой разгибатели действуют как антагонисты локтевого и лучевого сгибателей. Антагонистическое действие мышц — существенно важное приспособление в работе двигательного аппарата. При каждом движении напрягаются не только мышцы, совершающие его, но и их антагонисты, противодействующие тяге и придающие движению точность и плавность.

Мышца, приводящая в движение сустав, производит определенную работу. Характер работы зависит от

того, как расположена ось сустава и какое положение в отношении этой оси занимает мышца. В связи с этим различают следующие мышцы: *сгибатели* и *разгибатели* (лежат впереди или позади поперечной оси сустава), *приводящие* и *отводящие* (изнутри или снаружи сагиттальной оси сустава), *вращающие внутрь* и *вращающие наружу* (изнутри или снаружи от продольной оси сустава).

В том случае, если все мышечные пучки, входящие в состав мышцы имеют одинаковое направление, работа мышцы ограничивается одним из указанных действий. Но если мышца состоит из пучков разного направления, и отдельные группы их перекидываются через различные оси сустава, то такая мышца совершает несколько движений, иногда антагонистических. В качестве примера может служить дельтовидная мышца. Ее передние пучки перекидываются через фронтальную ось плечевого сустава спереди и, следовательно, сгибают руку, а задние, перекидываясь сзади, разгибают руку. Средние пучки мышцы пересекают снаружи сагиттальную ось сустава, действуя изолированно или вместе с передними и задними пучками, они отводят руку в плечевом суставе. Одни и те же мышцы могут совершать противоположные движения в зависимости от исходного положения органа. Так, плечелучевая мышца приводит в нейтральное положение как супинированное, так и пронированное предплечье. Одни и те же мышцы могут быть синергистами или антагонистами в зависимости от работы по той или иной оси многоосного сустава. Так, сгибатели лучезапястного сустава являются синергистами при движениях вокруг поперечной оси и антагонистами при движениях вокруг сагиттальной. Таким образом, комбинации в работе мышц весьма разнообразны.

Большинство мышц приводит в движение смежные части тела, так как прикрепляется к соседним костям, входящим в образование сустава. Такие мышцы называются *односуставными*. Но встречаются мышцы, пересекающие не один, а два или даже несколько суставов, их называют *двусуставными* и *многоуставными*. Действие таких мышц оказывается очень сложным, так как они приводят в движение не только те части тела, к скелету которых прикрепляются, но и все промежуточные звенья, которые они минуют, не прикрепляясь к ним.

Величина механической работы, совершаемой сокращающейся мышцей, определяется произведением массы поднимаемого груза на высоту подъема. Еще в 80-х годах XIX столетия П.Ф. Лесгафт открыл, что по характеру работы поперечно-полосатые мышцы можно разделить на две группы: сильные и ловкие. *Сильные мышцы* способны легче производить работу статического характера. Такие мышцы, например, камбаловидная, характеризуются косым направлением коротких (до 5 см) мышечных волокон (т. е. по форме принадлежат к перистым), большой поверхностью своего начала и расположением места прикрепления близко от точки приложения тяжести. Сильные мышцы богаче кровеносными сосудами и мышечным пигментом (миоглобином), цвет их темнее благодаря чему их называют *красными мышцами*. Во время работы они проявляют большую силу при незначительном напряжении, долго не утомляются. Зато скорость и размах движения при их сокращениях невелики. Работой этих мышц, противодействующих силе тяжести, сохраняется вертикальное положение туловища, осуществляется стояние на ногах, удерживаются в определенном положении отдельные части тела, сохраняется та или иная поза тела.

В подобной статической работе мышц проявляется опорная функция мускулатуры.

*Ловкие мышцы*, по Лесгафту, легче совершают динамическую работу. Они, например, двуглавая мышца бедра, характеризуются длинными, обычно параллельно расположенными волокнами, небольшой площадью начала и прикрепления, расположением последнего недалеко от опоры рычага, а также меньшим количеством кровеносных сосудов, от чего их называют *белыми мышцами*. Эти мышцы отличаются быстротой сокращения и, работая с большим напряжением, скоро утомляются. Уступая в силе, ловкие мышцы способны производить мелкие, разнообразные движения. Эта способность усиливается благодаря тому, что они часто имеют несколько головок, сокращающихся изолированно.

У высших животных и человека каждая мышца содержит обычно как красные волокна статического типа, так и белые — динамического типа. Значительная подвижность ребенка и небольшая его сила объясняются относительно большим количеством в его мышцах белых волокон. С возрастом и в зависимости от нагрузки соотношение между белыми и красными волокнами меняется.

Помимо механической работы, мышцы выполняют и другие функции: участвуют в теплопродукции, обеспечивают работу речедвигательного аппарата. Сокращение мышц гортани, глотки, языка и других частей речевого аппарата обеспечивает произношение слов.

В основе мышечной деятельности лежат сложные химические превращения органических веществ. Распад последних в мышце сопровождается освобождением энергии, которая идет не только на механическую работу; в значительном количестве она выде-

ляется в виде тепла. Это тепло согревает тело.

При всяком изменении состояния мышцы происходит раздражение находящихся в ней рецепторов, которые представляют собой периферический отдел сенсомоторной системы, которая позволяет судить о положении тела и его частей в пространстве.

Работа мышц — необходимое условие их существования. Длительная бездеятельность мышц ведет к их атрофии и потере работоспособности. Тренировка, т. е. систематическая, достаточно сильная, но не чрезмерная работа мышц, приводит к увеличению их объема, возрастанию силы и работоспособности, что способствует физическому развитию всего организма.

### 1.2.2. Мышцы туловища и шеи

На туловище и шее различают две группы мышц — собственные мышцы и мышцы-пришельцы. Первые лежат глубоко, на самых костях осевого скелета, и своими сокращениями приводят в движение главным образом скелет туловища и головы. Мышцы-пришельцы, развиваясь на конечностях или возникая из мезодермы висцеральных дуг, появляются на туловище позднее и поэтому располагаются на поверхности его собственной мускулатуры (Атл. рис. 26, 27). Мышцы-пришельцы отличаются от собственных мышц тем, что связаны, главным образом, с работой верхних конечностей, хотя и способны при определенных условиях приводить в движение туловище и голову. Собственные мышцы находятся во всех областях туловища. Мышцы-пришельцы расположены на груди, спине и шее.

Мышцы, расположенные вдоль срединной линии туловища, имеют продольное, а находящиеся сбоку — косое направление волокон. Первые —

производные вентральной продольной мышцы туловища рыбообразных предков, вторые — гомологичны их межреберным мышцам.

Описание мышц туловища и шеи будет производиться по областям: грудь, живот, спина и шея.

**Мышцы груди.** Собственная мускулатура грудной области туловища, лежащая в глубине, сохраняет, как и скелет этой области, сегментарное строение. Мышцы располагаются в три слоя: 1) наружные межреберные; 2) внутренние межреберные; 3) поперечная мышца груди. С этими мышцами функционально связана и диафрагма.

*Наружные межреберные мышцы (mm. intercostales externi)* занимают все межреберные промежутки от позвоночника до реберных хрящей (Атл. рис. 29, 30, 36). Из волокна идут сверху вниз и вперед, поэтому при сокращении поднимают ребра, увеличивая объем грудной клетки в переднезаднем и поперечном направлениях. Это одни из основных мышц вдоха. Их наиболее дорсальные пучки, берущие начало от поперечных отростков грудных позвонков, выделяются как *мышцы, поднимающие ребра*.

*Внутренние межреберные мышцы (mm. intercostales interni)* занимают передние 2/3 межреберных пространств (Атл. рис. 29–31). Волокна мышц направлены снизу вверх и вперед, поэтому, сокращаясь, они опускают ребра и, уменьшая размер грудной клетки, способствуют выдоху.

*Поперечная мышца груди (m. transversus thoracis)* ридументарна. Она расположена с внутренней стороны грудной стенки (Атл. рис. 32А). Сокращение мышцы способствует выдоху.

Волокна собственных мышц груди лежат в трех пересекающихся направлениях. Такое строение упрочивает грудную стенку.

*Диафрагма (diaphragma)*, или *грудобрюшная преграда*, отделяет брюшную полость от грудной (Атл. рис. 32А, 33). Мышца развивается в раннем эмбриональном периоде из шейных миотомов и по мере формирования сердца и легких отодвигается назад, пока не займет у трехмесячного плода своего постоянного места. Соответственно месту закладки мышца снабжается нервом, отходящим из шейного сплетения.

Диафрагма имеет куполообразную форму. Она состоит из мышечных волокон, которые одним концом прикрепляются по всей окружности нижнего отверстия грудной клетки, а другим переходят в *сухожильный центр*, занимающий вершину купола. На среднелевой части купола располагается сердце. Груднобрюшная преграда прободается отверстиями, через которые проходят аорта, пищевод, вены, лимфатический проток, нервные стволы. Диафрагма служит основной дыхательной мышцей. При сокращении ее купол опускается, и вертикальный размер грудной клетки увеличивается. При этом легкие механически растягиваются и осуществляется вдох.

*Мышцы-пришельцы*, покрывающие собственные мышцы груди, у человека мощно развиты. Они приводят в движение и укрепляют на туловище верхние конечности. Сюда относятся большая и малая грудные, передняя зубчатая мышцы (Атл. рис. 24, 26, 27, 29–31).

*Большая грудная мышца (m. pectoralis major)* берет начало от грудинной части ключицы, от края грудины и от хрящей V–VI ребер (Атл. рис. 24, 26, 29, 30). Прикрепляется мышца к гребню большого бугорка плечевой кости. Между последним и мышечным сухожилием лежит синовиальная сумка. Сокращаясь, мышца приводит и прогибает плечо, тянет его вперед.

*Малая грудная мышца* (*m. pectoralis minor*) расположена под большой (Атл. рис. 29–31). Начинается она от II–V ребер, прикрепляется к клювовидному отростку и при сокращении тянет лопатку вниз и вперед.

*Передняя зубчатая мышца* (*m. serratus anterior*) начинается девятью зубцами на II–IX ребрах (Атл. рис. 26, 27, 29, 31). Прикрепляется она к медиальному краю лопатки и к ее нижнему углу, с которым связана большая часть ее пучков. При сокращении мышца тянет лопатку вперед, а ее нижний угол — наружу, благодаря чему лопатка вращается вокруг сагиттальной оси и ее латеральный угол поднимается. В случае, если рука отведена, передняя зубчатая мышца, вращая лопатку, поднимает руку выше уровня плечевого сустава. Теперь рука движется вместе с плечевым поясом в грудинно-ключичном суставе.

Фасции груди развиты в основном слабо.

**Мышцы живота.** Брюшная стенка образована группой собственных мышц. К ним относятся: прямая мышца живота, пирамидальная мышца, квадратная мышца поясницы и широкие мышцы живота — наружная и внутренняя косые и поперечная (Атл. рис. 24–26, 29–31). Широкие мышцы лежат в боковых стенках живота. Сухожильные волокна их апоневрозов, переплетаясь спереди, образуют посередине брюшной стенки *белую линию живота*, которая укрепляется вверху на мечевидном отростке грудины, а внизу — на лонном симфизе. По бокам от белой линии расположена прямая мышца живота с продольным направлением волокон. Широкие мышцы имеют косое направление волокон и лежат, как и на груди, в три слоя, причем наружная косая мышца живота — продолжение наружных межреберных мышц, внутренняя косая — внутренних межреберных, а поперечная мышца живота — одно-

именной мышцы груди. Квадратная мышца поясницы образует заднюю брюшную стенку.

Нижняя стенка брюшной полости, или дно малого таза, называется *промежностью*.

*Прямая мышца живота* (*m. rectus abdominis*) берет начало от хрящей V–VII ребер и мечевидного отростка грудины, прикрепляется кнаружи от лонного симфиза (Атл. рис. 24, 26, 29, 30). Она перехватывается поперек тремя или четырьмя *сухожильными перемычками*, представляющими собой остатки склеротомов на животе. Прямая мышца находится в *фиброзном влагалище*, которое образовано апоневрозами косых мышц живота (Атл. рис. 26, 29–31, 32Б).

*Пирамидальная мышца* (*m. pyramidalis*) мала, нередко отсутствует (Атл. рис. 29, 30). Это рудимент сумочной мышцы млекопитающих. Начинаясь вблизи лонного симфиза и суживаясь кверху, мышца прикрепляется к белой линии, которую при своем сокращении натягивает.

*Наружная косая мышца живота* (*m. obliquus abdominis externus*) берет начало восемью пучками от нижних ребер (Атл. рис. 24, 26, 27, 29). Волокна ее идут сверху вниз и вперед, прикрепляясь к гребню подвздошной кости. Спереди мышца переходит в апоневроз, волокна которого принимают участие в образовании влагалища прямой мышцы; по средней линии они переплетаются с волокнами апоневрозов косых мышц другой стороны, образуя белую линию живота.

Нижний свободный край апоневроза подвернут внутрь, утолщение образует *паховую связку*, концы которой укреплены на передне-верхней ости подвздошной кости и лонном бугорке (Атл. рис. 32Б).

*Внутренняя косая мышца живота* (*m. obliquus abdominis internus*) начинается от грудопоясничной фасции, гребня подвздошной кости и паховой

связки, направляется снизу вверх и вперед, прикрепляется к трем нижним ребрам (Атл. рис. 29, 30, 36). Нижние пучки мышцы переходят в апоневроз, входящий в состав влагалища прямой мышцы и белой линии живота.

*Поперечная мышца живота (m. transversus abdominis)* начинается от нижних ребер, пояснично-спинной фасции, гребня подвздошной кости и паховой связки, спереди переходит в апоневроз, принимающий участие в образовании влагалища прямой мышцы и белой линии (Атл. рис. 29, 31). Самые нижние пучки двух последних мышц в составе семенного канатика опускаются в мошонку, где охватывают яичко. Эти пучки называются *мышцей, подвешивающей яичко (m. cremaster)* (Атл. рис. 32Б).

Мышцы живота выполняют разнообразные функции. Они образуют стенку брюшной полости и благодаря своему тону удерживают внутренние органы. Сокращаясь, они суживают брюшную полость (преимущественно поперечная мышца живота) и действуют на внутренние органы в качестве брюшного пресса, который способствует выведению мочи, кала и рвотных масс, кашлевому толчку, а также родовому акту. Мышцы живота тянут вниз ребра, уменьшая размер грудной полости и тем участвуя в выдохе. Наконец, эти мышцы сгибают позвоночник вперед (главным образом прямые мышцы живота), в стороны и поворачивают вокруг продольной оси. Последнее движение осуществляется при одновременном сокращении разносторонних наружной и внутренней косых мышц, причем поворот совершается в сторону внутренней косой, которая начинается на закрепленных при стоянии человека подвздошных костях.

*Квадратная мышца поясницы (m. quadratus lumborum)*, начинаясь от гребня подвздошной кости, прикрепляется

к поперечным отросткам поясничных позвонков и XII ребру (Атл. рис. 33). Мышца тянет ребро вниз, принимая участие в выдохе, и сгибает позвоночник назад и в стороны.

Мышцы промежности представляют собой сильно видоизмененные хвостовые и некоторые другие мышцы животных — предков человека. Поддерживая снизу органы брюшной полости, мышцы промежности функционируют одновременно и как сфинктеры заднепроходного отверстия и мочеиспускательного канала.

Из фасций, покрывающих мышцы брюшной стенки, наиболее плотна *внутрибрюшная фасция*, выстилающая внутреннюю поверхность стенки живота. Фасция участвует в образовании задней стенки влагалища прямой мышцы и пахового канала. Изнутри фасция покрыта брюшиной.

Взаимное пересечение волокон широких мышц, фиброзное влагалище вокруг прямой мышцы, ее сухожильные перемычки — все это укрепляет мягкую стенку живота. Но некоторые особенности строения брюшной стенки приводят к тому, что в ней оказываются «слабые места», которые могут быть местом образования грыж. Грыжей называется выход внутренних органов — кишечника, желудка, большого сальника, почки, яичника — из брюшной полости, главным образом под кожу живота. Причины возникновения грыжи — слабость мускулатуры или резкое исхудание, сочетаемое с длительным повышением внутрибрюшного давления: длительные запоры, крик у грудных детей, поднятие чрезмерных тяжестей и др. Грыжи появляются в тех «слабых местах» брюшной стенки, которые не выдерживают внутрибрюшного давления.

Грыжи могут возникнуть в области белой линии при расхождении ее фиброзных волокон, на месте пупка, представляющего собой рубец после

перерезки у новорожденного пупочно-го канатика. Паховые грыжи образуются при выпячивании органов через паховой канал. Последний лежит над паховой связкой (Атл. рис. 32Б) и представляет собой мышечную щель, через которую у мужчин проходит семенной канатик, а у женщин — круглая связка матки. Бедренные грыжи возникают при выпячивании органов под кожу ниже паховой связки, здесь между связкой и тазовой костью проходят на бедро кровеносные и лимфатические сосуды, медиально от них залегают рыхлая соединительная ткань и лимфатические узлы. Этот участок оказывается при определенных условиях проходимым для внутренних органов.

**Мышцы спины.** На спине, как и в области груди, собственные мышцы лежат в глубине и покрыты мышцами-пришельцами, которые приводят в движение верхние конечности и укрепляют их на туловище. К числу собственных мышц спины вентрального происхождения относятся две слабо-развитые мышцы, оканчивающиеся на ребрах: задняя верхняя и задняя нижняя зубчатые (Атл. рис. 34, 35).

**Задняя верхняя зубчатая мышца** (*m. serratus posterior superior*) начинается от остистых отростков двух нижних шейных и двух верхних грудных позвонков.

**Задняя нижняя зубчатая мышца** (*m. serratus posterior inferior*) начинается от пояснично-спинной фасции на уровне двух нижних грудных и двух верхних поясничных позвонков. Обе мышцы участвуют в дыхательном акте: верхняя — приподнимая, а нижняя — опускающая ребра. Действуя одновременно, они расширяют грудную клетку.

Под обеими задними зубчатыми мышцами вдоль позвоночного столба лежат глубокие мышцы спины. Это собственные мышцы туловища, имеющие дорсальное происхождение. У человека они сохраняют примитивное, более

или менее метамерное расположение. Глубокие мышцы спины лежат по обе стороны остистых отростков позвоночника, распространяясь от крестца до черепа. В них можно выделить четыре тракта, последовательно расположенных по направлению вглубь.

**I тракт** (только на шее) представлен *ременной мышцей головы и шеи* (*m. splenius capitis et cervicis*), которая начинается от остистых отростков верхних грудных и нижних шейных позвонков и прикрепляется к поперечным отросткам I и II шейных позвонков и к сосцевидному отростку височной кости (Атл. рис. 34, 35). При двустороннем сокращении мышца сгибает голову и шею назад, при одностороннем — поворачивает их.

**II тракт** образован *выпрямителем позвоночника* (*m. erector spinae*), который начинается от задней поверхности крестца, подвздошного гребня, остистых отростков, поясничных и нижних грудных позвонков и грудно-поясничной фасции (Атл. рис. 35). Мышца разгибает позвоночник и играет большую роль в его статике.

Ниже XII ребра выпрямитель позвоночника разделяется на три мышцы: подвздошно-реберную, длиннейшую и остистую мышцы спины (Атл. рис. 35, 36).

**Подвздошно-реберная мышца** — наиболее латеральная, прикрепляется к ребрам и поперечным отросткам нижних шейных позвонков.

**Длиннейшая мышца спины** прикрепляется к поперечным отросткам всех грудных и шейных позвонков и заканчивается на сосцевидном отростке височной кости.

**Остистая мышца спины** прикрепляется к остистым отросткам грудных и шейных позвонков вплоть до эпистрофея.

**III тракт** состоит из *поперечно-остистой мышцы* (*m. transversospinalis*), которая тянется от крестца до затылочной кости, причем пучки ее

направляются от поперечных отростков к остистым (Атл. рис. 36). Мышцы этого тракта производят разгибание позвоночника, наклоняют его в стороны, а также вращают.

*IV тракт* образуют короткие мышцы спины межпоперечные и межостистые в шейной и поясничной областях, короткие затылочно-позвоночные мышцы (Атл. рис. 33, 36).

*Межпоперечные мышцы* располагаются между поперечными отростками соседних позвонков: при сокращении участвуют в отведении позвоночника в стороны.

*Межостистые мышцы* находятся между остистыми отростками соседних позвонков; при сокращении участвуют в разгибании позвоночника.

*Короткие затылочно-позвоночные мышцы* в количестве четырех расположены между затылочной костью, атлантом и эпистрофеем. Мышцы разгибают и вращают голову.

Многообразие глубоких мышц спины связано с большой дифференцированностью движений позвоночника и всего тела. Мощность этой мускулатуры обеспечивает вертикальное положение человека. Без глубоких мышц спины торс человека сгибался бы вперед, так как центр его тяжести лежит впереди позвоночника.

Группа мышц-пришельцев на спине, связанная с верхними конечностями, располагается в два слоя. В поверхностном слое лежат пришедшая с головы трапециевидная мышца (жаберного происхождения) и пришедшая с верхней конечности широчайшая мышца спины (Атл. рис. 25, 27, 34).

*Трапециевидная мышца (m. trapezius)* берет начало от верхней выйной линии затылочной кости, выйной связки и остистых отростков всех грудных позвонков (Атл. рис. 25, 27, 34). Волокна мышцы сходятся кнаружи и прикрепляются к наружному концу ключицы, к ости и акромиальному отростку ло-

патки. Нижние пучки мышцы, сокращаясь, опускают плечевой пояс, средние тянут его к позвоночнику, верхние — поднимают; верхние пучки работают как синергисты задней зубчатой мышцы, когда она отводит руку выше уровня плечевого сустава. При фиксированном плечевом поясе трапециевидная мышца тянет голову назад.

*Широчайшая мышца спины (m. latissimus dorsi)* начинается от грудно-поясничной фасции, от остистых отростков IV—VI нижних грудных позвонков и всех поясничных, четырех нижних ребер и гребня подвздошной кости (Атл. рис. 25, 27, 29, 34). Волокна мышцы сходятся кнаружи и вверх, где прикрепляются плоским сухожилием к гребню малого бугорка плечевой кости. Между сухожилием и бугорком лежит синовиальная сумка. Мышца приводит руку, пронирует и тянет ее назад.

Под трапециевидной мышцей, во втором слое, лежит ромбовидная мышца и мышца, поднимающая лопатку.

*Ромбовидная мышца (m. rhomboides)* начинается от остистых отростков нижних шейных позвонков и верхних грудных, прикрепляется к медиальному краю лопатки, которую тянет при сокращении медиально и вверх (Атл. рис. 25, 34).

*Мышца, поднимающая лопатку (m. levator scapulae)*, начинается от поперечных отростков верхних шейных позвонков и прикрепляется к верхнему углу лопатки, который при своем сокращении тянет кверху, одновременно опуская ее латеральный угол (Атл. рис. 34, 35).

Мышцы верхней конечности, расположенные на туловище, помимо описанного значения имеют еще и другое. Так, мышцы, прикрепляющиеся к лопатке, не только приводят ее в движение. При одновременном сокращении антагонистических групп

мышц они фиксируют лопатку. Кроме того, если напряжением других мышц иммобилизована конечность, то они сокращаясь, оказывают действие уже не на конечность, а на грудную клетку, расширяя ее, т. е. функционируют в качестве вспомогательных мышц вдоха. Эти мышцы используются организмом при усиленном или затрудненном дыхании, например при беге, физической работе или при некоторых заболеваниях дыхательных органов.

Из фасций спины хорошо развита одна — *грудопоясничная*, покрывающая спереди и сзади глубоколежащие мышцы (Атл. рис. 34, 35). Прирастая своими глубокими листками к поперечным отросткам поясничных позвонков, а поверхностным — к остистым отросткам почти всех позвонков, она образует костно-фиброзный канал этих мышц. От поверхностного, особенно прочного листка фасции берут начало широчайшая мышца спины, задняя нижняя зубчатая, поперечная и внутренняя косая мышцы живота.

**Мышцы шеи.** В группе мышц шеи рассматриваются мышцы, расположенные спереди и с боков позвоночника (лежащие сзади его относятся к мышцам спины). Это длинные мышцы головы и шеи и прямые мышцы головы. Сгибая голову и тело, они выступают антагонистами мышц спины, продолжающихся на шею.

К группе собственных мышц шеи, также расположенных глубоко, но имеющих косое направление волокон, относятся *передняя, средняя и задняя лестничные* (Атл. рис. 37, 40). Они голомозичны косым мышцам живота и межреберным. Начавшись от поперечных отростков шейных позвонков лестничные мышцы прикрепляются к I (передняя и средняя) и II (задняя) ребрам. Они поднимают ребра, участвуя во вдохе, при фиксированной груд-

ной клетке сгибают шейную часть позвоночника.

К группе собственных мышц шеи с продольным направлением волокон относятся мышцы, расположенные поверхностно, большей частью ниже подъязычной кости (Атл. рис. 37). Они продолжают на шее вентральные продольные мышцы туловища. Места начала и прикрепления их явствуют из названий: *грудинно-подъязычная, лопаточно-подъязычная, грудинно-щитовидная* (к щитовидному хрящу гортани) и *щито-подъязычная*.

Эти мышцы тянут подъязычную кость, а за ней и гортань вниз.

Из мышцы, расположенных выше подъязычной кости, к группе собственных относится *подбородочно-подъязычная мышца (m. geniohyoideus)*. Она идет от подбородочной ости нижней челюсти к подъязычной кости, которую тянет при своем сокращении вверх.

К группе прищельцев на шее относятся мышцы, лежащие выше подъязычной кости и развивающиеся из мезодермы висцеральных дуг: *двубрюшная, челюстно-подъязычная, шило-подъязычная* и *подкожная мышца шеи* (Атл. рис. 37). К прищельцам, происшедшим из мезодермы жаберных дуг, относится также мышца, лежащая по всей длине шеи, — *грудино-ключично-сосцевидная*.

*Двубрюшная мышца (m. digastricus)* задним брюшком начинается от сосцевидного отростка, а передним — прикрепляется сбоку подбородочной ости нижней челюсти. Промежуточное сухожилие между двумя брюшками притягивается фиброзной петлей к подъязычной кости.

*Челюстно-подъязычная мышца (m. mylohyoideus)* служит дном ротовой полости и лежит ниже подбородочно-подъязычной мышцы. Челюстно-подъязычная мышца начинается от одноименной линии на внутренней по-

верхности тела нижней челюсти, медиальные края парных мышц образуют по средней линии шов, который сзади прикрепляется к телу подъязычной кости.

*Шило-подъязычная мышца* (*m. stylohyoideus*) идет от основания шиловидного отростка височной кости к подъязычной кости.

Все эти мышцы тянут подъязычную кость, а вместе с ней и гортань вверх и вперед, при фиксированной подъязычной кости способствуют опусканию нижней челюсти.

Мышцы подъязычной кости, расположенные выше и ниже ее, при одновременном сокращении фиксируют кость, что облегчает движения гортани. Таким образом, они принимают участие в артикуляции речи, пения, т. е. действиях, которые направлены на образование звуков, возникающих в гортани.

*Подкожная мышца шеи* (*m. platysta*) хорошо развита у некоторых животных (еж, лошадь) и распространяется у них под кожу всего тела. У человека эта мышца рудиментарная и имеет вид очень тонкой мышечной пластинки. Она начинается от фасции большой грудной и дельтовидной мышц, тянется вдоль боковой поверхности шеи вверх, прикрепляется к фасции собственно жевательной мышцы (см. ниже), к краю нижней челюсти и частично вплетается в мимические мышцы лица. Напрягаясь, подкожная мышца натягивает кожу шеи и предохраняет подкожные вены от сдавливания. Развивается вместе с мимическими мышцами лица из мезодермы подъязычной дуги.

*Грудино-ключично-сосцевидная мышца* (*m. sternocleidomastoideus*) располагается на шее поверхностно и значительно влияет на ее рельеф (Атл. рис. 24, 26, 27, 40). Начинаясь от верхнего края грудины и грудинного конца ключицы, мышца тянется косо вверх

и прикрепляется к сосцевидному отростку височной кости. При двустороннем сокращении мышца тянет голову назад, при одностороннем — поворачивает голову в противоположную сторону, а лицо — вверх.

### 1.2.3. Мышцы головы

**Жевательные мышцы.** К жевательным относятся височная, собственно жевательная, медиальная и латеральная крыловидные мышцы. Они развиваются из мезодермы первой висцеральной (челюстной) дуги. Сочетанные и разнообразные движения этих мышц вызывают сложные жевательные движения.

*Височная мышца* (*m. temporalis*) начинается веерообразно от височной ямы (Атл. рис. 26, 37, 38). Сходясь вниз, волокна мышцы проходят под скуловой дугой и прикрепляются к вечноному отростку нижней челюсти.

*Жевательная мышца* (*m. masseter*) начинается от скуловой дуги и прикрепляется к наружной шероховатости угла нижней челюсти (Атл. рис. 26, 37, 38, 40).

Височная, а также жевательная мышцы имеют плотные фасции, которые, прикрепляясь к костям вокруг этих мышц, образуют для них костно-фиброзные влагалища.

*Медиальная крыловидная мышца* (*m. pterygoideus medialis*) начинается от крыловидной ямки клиновидной кости и прикрепляется к внутренней шероховатости угла нижней челюсти (Атл. рис. 37Б).

Все три описанные жевательные мышцы поднимают нижнюю челюсть. Помимо этого жевательные и внутренние крыловидные мышцы несколько выдвигают челюсть вперед, а задние пучки височных мышц — назад. При одностороннем сокращении внутренняя крыловидная мышца смещает

нижнюю челюсть в противоположную сторону.

*Латеральная крыловидная мышца* (*m. pterygoideus lateralis*) лежит в горизонтальной плоскости, начинается от наружной пластинки крыловидного отростка клиновидной кости и, направляясь назад, прикрепляется к шейке нижней челюсти (Атл. рис. 37Б). При одностороннем сокращении мышца оттягивает нижнюю челюсть в противоположную сторону, при двустороннем — выдвигает вперед.

**Мимические мышцы.** Мимические мышцы развиваются из мезодермы второй висцеральной (подъязычной) дуги. Одним своим концом они прикрепляются к костям черепа, а другим — к коже лица (Атл. рис. 38, 39). Фасции эти мышцы не имеют. Своими сокращениями они смещают кожу и обуславливают мимику, т. е. выразительные движения лица.

Мимические мышцы группируются вокруг естественных отверстий лица, одна из них покрывает крышу черепа. Такая топография обусловлена исторически. У животных — предков человека предшественники мимических мышц участвовали в схватывании и удерживании пищи, защищали органы чувств от чрезмерных раздражений или, наоборот, облегчали их восприятие. В процессе антропогенеза эти мышцы постепенно стали выражать ощущения и эмоции, особенно с появлением у древних людей членораздельной речи. Участие в акте речи обусловило дифференцировку мышц в области рта, а также глаз. Поскольку обоняние у человека не имеет ведущего значения, произошла редукция мышц в области носа; отсутствие необходимости настаивать уши привело к редукции мышц, связанных с ушной раковиной.

К мимическим мышцам относятся: надчерепная (с лобными и затылочными брюшками); мышца горде-

цов; круговая мышца глаза; мышца, сморщивающая бровь; круговая мышца рта; мышца, поднимающая угол рта; мышца, опускающая угол рта; щечная; мышца, поднимающая верхнюю губу; скуловая; мышца смеха; мышца, опускающая нижнюю губу; подбородочная; мышца носа и мышцы уха.

*Надчерепная мышца* (*m. epicranius*) в основном представлена сухожильным растяжением, покрывающим, как шлем (*galea*), крышу черепа. Сухожильное растяжение переходит в небольшие мышечные брюшки: сзади — затылочные (*venter occipitales*), прикрепляющиеся к верхней выйной линии; спереди — в более развитые лобные (*venter frontales*), вплетающиеся в кожу надбровных дуг. Если сухожильный шлем фиксирован затылочными брюшками, то сокращение лобных брюшков закладывает на лбу горизонтальные складки и поднимает брови (рис. 1.56). При достаточной развитости брюшков надчерепной мышцы их сокращение приводит в движение кожу головы.

*Мышца гордецов* (*m. procerus*) начинается от спинки носа и прикрепляется к коже над переносицей. Сокращаясь, мышца образует здесь вертикальные складки (рис. 1.56).

*Круговая мышца глаза* (*m. orbicularis oculi*) располагается в области глазницы и делится на три части: глазничную, вековую и слезную. Глазничная часть образована наиболее периферическими волокнами мышцы, сокращаясь, они зажимают глаз (рис. 1.56). Вековая часть состоит из волокон, заложённых под кожей век; сокращаясь, они закрывают глаза. Слезная часть представлена волокнами, окружающими слезный мешок; сокращаясь, они расширяют его, что способствует оттоку слезной жидкости в слезноносовую канал.

*Мышца, сморщивающая бровь* (*m. corrugator superciliaris*), начинается от носовой части лобной кости, направ-

ляется латерально и, прободая лобное брюшко надчерепной мышцы, прикрепляется к коже лба в области надбровных дуг. Сокращаясь, мышца закладывает горизонтальные складки на лбу (рис. 1.56).

*Круговая мышца рта (m. orbicularis oris)* представляет сложный комплекс мышечных волокон, входящих в состав верхней и нижней губ. Состоит она в основном из круговых волокон и, сокращаясь, суживает рот. В круговую мышцу рта вплетается несколько других мимических мышц.

*Мышца, поднимающая угол рта (m. levator anguli oris)*, берет начало от клыковой ямки верхней челюстной кости. Спускаясь к углу рта, она прикрепляется к коже и слизистой и вплетается в круговую мышцу рта в области нижней губы.

*Мышца, опускающая угол рта (m. depressor anguli oris)*, берет начало от края нижней челюсти. Сходясь своими пучками к углу рта, она прикрепляется к коже и вплетается в круговую мышцу рта в области верхней губы.

Последние две мышцы, сокращаясь одновременно, смыкают губы.

*Щечная мышца (m. buccinator)* залегает в толще щек. Своими верхними пучками она берет начало от верхнечелюстной кости выше ее альвеолярного отростка, нижними пучками — от тела нижней челюсти ниже альвеол, средними — от челюстнокрыловидного шва — сухожильного тяжа, соединяющего основание черепа с нижней челюстью (см. Атл., 30). Направляясь к углу рта, верхние пучки щечной мышцы вплетаются в нижнюю губу, нижние — в верхнюю, средние распределяются в круговой мышце рта. Основное значение щечной мышцы заключается в противодействии внутриротовому давлению. Прижимая щеки и губы к зубам, она способствует удержанию пищи между жевательными поверхностями зубов.

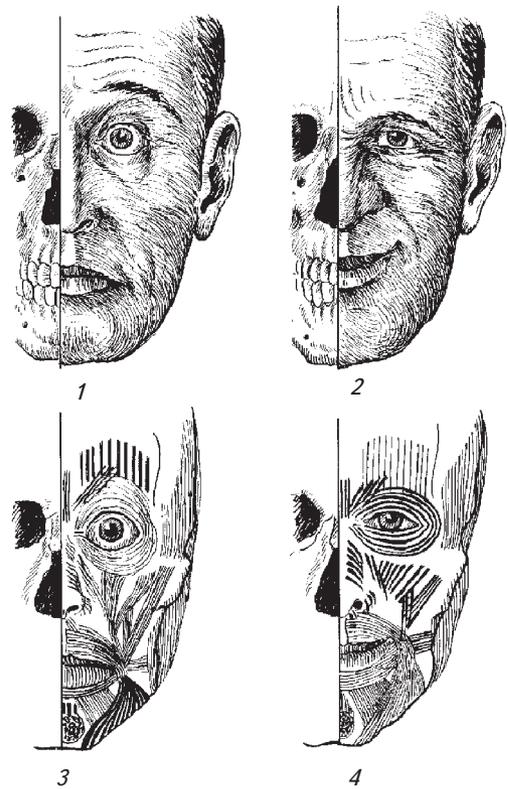


Рис. 1.56. Анатомический анализ мимических выражений (рисунок В.Г. Остроумова):

Жирными линиями изображены сокращенные мышцы

1 и 3 — выражение удивления. Сокращением лобных брюшков надчерепной мышцы подняты брови, причем широко раскрылись глаза и на лбу образовались поперечные складки. Сокращена мышца, опускающая угол рта. Подбородок приподнят сокращением подбородочной мышцы; 2 и 4 — выражение добродушия. Сокращением мышцы, поднимающей верхнюю губу, носо-губная складка резко углубилась, верхняя губа растянулась, ноздри расширились. Сокращением мышцы носа на нем заложилась вертикальные складки. Сокращением глазничной части круговой мышцы глаза он зажмурился и вблизи его наружного угла образовались веерообразные складки кожи. В области переносицы вертикальные складки вызваны сокращением мышцы, сморщивающей бровь, а поперечные — сокращением мышцы гордецов

На щечной мышце скапливается жировая ткань (жировое тело), особенно в детском возрасте (обуславливает округлость детских щек).

*Мышца, поднимающая верхнюю губу* (*m. levator labii superioris*), начинается тремя головками от лобного отростка и нижнеглазничного края верхнечелюстной кости и от скуловой кости. Волокна идут книзу и вплетаются в кожу носо-губной складки. Сокращаясь, они углубляют эту складку, поднимая и растягивая верхнюю губу и расширяя ноздри (рис. 1.56).

*Большая скуловая мышца* (*m. zygomaticus maior*) идет от скуловой кости к углу рта, который оттягивает при сокращении вверх и в стороны (рис. 1.56).

*Мышца смеха* (*m. risorius*) непостоянна, тонким пучком тянется между углом рта и кожей щеки. Сокращаясь, мышца образует ямочку на щеке.

*Мышца, опускающая нижнюю губу* (*m. depressor labii inferioris*) начинается от тела нижней челюсти глубже и медиальнее мышцы, опускающей угол рта; оканчивается в коже нижней губы, которую при своем сокращении тянет вниз.

*Подбородочная мышца* (*m. mentalis*) начинается от лунок нижних резцов, направляется вниз и медиально; прикрепляется к коже подбородка. При своем сокращении мышца поднимает и сморщивает кожу подбородка, обуславливая образование на нем ямок, прижимает нижнюю губу к верхней (рис. 1.56).

*Носовая мышца* (*m. nasalis*) берет начало от лунок верхнего клыка и наружного резца. В ней различают два пучка: *суживающий ноздри* и *расширяющий* их. Первый поднимается к хрящевой спинке носа, где переходит в общее сухожилие с мышцей противоположной стороны. Второй, прикрепляясь к хрящу и коже крыла носа, оттягивает последнее вниз.

*Передняя, верхняя и задняя мышцы уха* подходят к ушной раковине и хрящевой части наружного слухового прохода. Мышцы редко развиты настолько, чтобы приводить в движение ушную раковину.

#### 1.2.4. Мышцы верхних конечностей

##### *Мышцы плечевого пояса.*

Плечевой пояс, укрепляющий свободную конечность на туловище, соединяется с ним лишь одним грудино-ключичным суставом. Укрепление плечевого пояса осуществляется мышцами, берущими начало на туловище и рассмотренными уже ранее. Это трапециевидная, малая грудная, ромбовидная, передняя зубчатая мышцы и мышца, поднимающая лопатку. Здесь предстоит описать мышцы, расположенные на самом плечевом поясе, которые приводят в движение и фиксируют свободную верхнюю конечность в плечевом суставе. К ним относятся дельтовидная, надостная, подостная, малая круглая, большая круглая и подлопаточная мышцы (Атл. рис. 24–27, 34, 35).

*Дельтовидная мышца* (*m. deltoideus*) вместе с шаровидным плечевым суставом обуславливает округлую форму плеча человека (Атл. рис. 24–27, 34). Мышца начинается от акромиального конца ключицы, гребня и акромиального отростка лопатки, а прикрепляется к дельтовидной шероховатости плечевой кости. Под мышцей находится синовиальная сумка, иногда сообщающаяся с полостью плечевого сустава. Передние пучки мышцы, сокращаясь, принимают участие в сгибании руки в плечевом суставе, задние — в ее разгибании, а средние и вся мышца в целом отводят руку до горизонтального положения, после чего плечевая кость упирается в плечевой свод и движение в суставе затормаживается.

**Надостная мышца** (*m. supraspinatus*) начинается от надостной ямы лопатки и плотной фасции, ее покрывающей, а прикрепляется к верхушке большого бугорка плечевой кости (Атл. рис. 35, 41). Мышца является синергистом дельтовидной, но способна отводить лишь ненагруженную руку, хотя и более быстро.

**Подостная мышца** (*m. infraspinatus*) начинается от подостной ямы лопатки и от покрывающей мышцу плотной фасции, а прикрепляется к большому бугорку плечевой кости (Атл. рис. 35, 41). Мышца вращает плечо наружу.

**Малая круглая мышца** (*m. teres minor*) лежит под предыдущей (Атл. рис. 27, 35, 41). Начинается она от латерального края лопатки, прикрепляется к большому бугорку плечевой кости, работает как синергист подостной мышцы.

**Большая круглая мышца** (*m. teres major*) начинается от нижнего угла лопатки, прикрепляется вместе с широчайшей мышцей спины к гребню малого бугорка плечевой кости (Атл. рис. 25, 27, 35, 41). Мышца вращает плечо внутрь.

**Подлопаточная мышца** (*m. subscapularis*) начинается от всей реберной поверхности лопатки, прикрепляется к малому бугорку плечевой кости (Атл. рис. 41). Под мышцей лежит небольшая синовиальная сумка, выпячивающаяся из полости плечевого сустава. Мышца вращает плечо внутрь.

Надостная, подостная, малая круглая и подлопаточная мышцы, располагаясь в непосредственной близости от плечевого сустава, срастаются с его сумкой. Своим сокращением они натягивают сумку и предотвращают ее защемление.

**Мышцы плеча.** В области плеча расположены две группы мышц: передняя (состоит из сгибателей) и задняя (состоит из разгибателей руки в плечевом и локтевом суставах). Эти мышцы окружены фасцией плеча, обра-

зующей вокруг каждой группы обособленные влагалища, которые разделены межмышечными перегородками. Последние отходят от фасции плеча вглубь, где срастаются с плечевой костью.

Передняя группа образована клюво-плечевой, двуглавой и плечевой мышцами, а задняя — трехглавой и локтевой.

**Клюво-плечевая мышца** (*m. coracobrachialis*), начинаясь от клювовидного отростка, прикрепляется к передней поверхности средней трети плеча, сгибает руку в плечевом суставе (Атл. рис. 41).

**Двуглавая мышца** (*m. biceps brachii*) своей короткой головкой начинается вместе с клюво-плечевой от клювовидного отростка. Длинная головка берет начало внутри полости сустава от надсуставной бугристости лопатки (Атл. рис. 24–27, 41). Пройдя сквозь сумку, сухожилие длинной головки ложится в межбугорковую борозду, окруженное отростком синовиального слоя сумки, благодаря чему герметичность сустава не нарушается. Ниже обе головки соединяются. Перекинувшись через локтевой сустав, мышца прикрепляется к бугристости лучевой кости; здесь, между сухожилием и бугристостью, находится синовиальная сумка. Часть волокон сухожилия вплетается в фасцию предплечья и значительно ее укрепляет (см. Атл.). Мышца сгибает руку в плечевом и локтевом суставах и супинирует предплечье (рис. 1.57).

**Плечевая мышца** (*m. brachialis*) начинается от двух нижних третей передней поверхности плечевой кости, от медиальной и латеральной межмышечных перегородок, а прикрепляется к бугристости локтевой кости (Атл. рис. 27, 41). Мышца сгибает предплечье.

**Трехглавая мышца** (*m. triceps brachii*), располагаясь на тыльной поверхности плеча, работает как антагонист мышц передней группы. Из трех головок

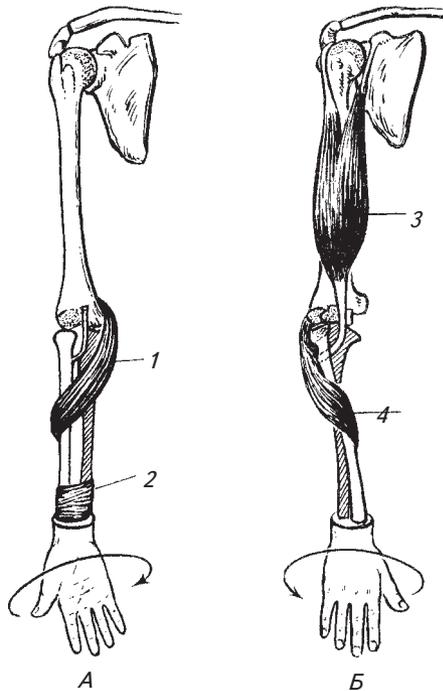


Рис. 1.57. Мышцы, производящие пронацию (А) и супинацию (Б) предплечья и кисти: 1 — круглый пронатор; 2 — квадратный пронатор; 3 — двуглавая мышца; 4 — супинатор

мышцы длинная берет начало от подсуставной бугристости лопатки; латеральная (более мощная) и медиальная (слабее) головки начинаются от задней стороны плечевой кости и межмышечных перегородок, располагаясь по бокам длинной головки. Мышца прикрепляется общим сухожилием к локтевому отростку локтевой кости. Трехглавая мышца разгибает руку в локтевом суставе, а ее длинная головка также и в плечевом.

Локтевой отросток остается не покрытым мышцами; между ним и кожей находится подкожная синовиальная сумка.

**Локтевая мышца** (*m. anconaeus*) — маленькая, треугольная. Начинаясь от наружного надмышелка плечевой кости, идет косо внутрь; она прикрыта плотной фасцией предплечья, от кото-

рой частично начинается; прикрепляется к заднему краю локтевой кости (Атл. рис. 41). Мышца, как и трехглавая, разгибает руку в локтевом суставе. Срастаясь с капсулой локтевого сустава, мышца оттягивает ее.

**Мышцы предплечья.** В области предплечья различают две группы мышц: переднюю и заднюю; в первой располагаются сгибатели и пронаторы, во второй — разгибатели и супинатор.

Все эти мышцы покрыты общей *фасцией предплечья*, образующей вокруг них плотный футляр, который отдает вглубь межмышечные перегородки, разделяющие переднюю и заднюю группы. От перегородок, как и от самой фасции, начинаются прилежащие к ним мышцы. Проходя с предплечья на кисть, особенно уплотненные участки фасции образуют *ладонную и тыльную связки запястья* (Атл. рис. 42).

Дистальнее ладонной связки фасция утолщается в *поперечную связку* (см. Атл.), которая прирастает к краям свода запястья, превращая его в костно-фиброзный канал кисти. Под всеми этими связками сухожилия мышц предплечья переходят на кисть.

Мышцы передней и задней групп образуют поверхностный и глубокий слои. В поверхностном слое передней группы мышцы лежат, начиная от лучевого края предплечья в следующем порядке: круглый пронатор, лучевой сгибатель запястья, длинная ладонная мышца, поверхностный сгибатель пальцев, локтевой сгибатель запястья (Атл. рис. 27, 42). Все они берут начало от медиального надмышелка плечевой кости, фасции и медиальной межмышечной перегородки.

**Круглый пронатор** (*m. pronator teres*) идет косо вниз и прикрепляется к передненаружной поверхности средней трети диафиза лучевой кости. Мышца пронирует предплечье, т. е.

вращает лучевую кость и соединенную с нею кисть внутрь (рис. 1.57). При этом лучевая кость пересекает спереди остающуюся неподвижной локтевую кость, а кисть обращается своей ладонной поверхностью назад.

*Лучевой сгибатель запястья* (*m. flexor carpi radialis*) расположен косо, прикрепляется к основанию II пястной кости. Мышца сгибает кисть и отчасти пронирует предплечье.

*Длинная ладонная мышца* (*m. palmaris longus*) рудиментарна и может отсутствовать. Она имеет маленькое брюшко и длинное сухожилие, которое расширяется и переходит в широкий ладонный апоневроз, срастающийся с кожей ладони и участвует в сгибании кисти.

*Поверхностный сгибатель пальцев* (*m. flexor digitorum superficialis*) имеет широкое мышечное брюшко, которое в нижней половине предплечья переходит в четыре сухожилия; пройдя сквозь костно-фиброзный канал кисти, каждое из них раздваивается и прикрепляется двумя ножками к боковой поверхности средних фаланг II–V пальцев. Мышца сгибает средние фаланги и участвует в сгибании кисти.

*Локтевой сгибатель запястья* (*m. flexor carpi ulnaris*), охватывая своим сухожилием гороховидную кость, прикрепляется к основанию V пястной кости. Мышца сгибает кисть.

Помимо указанных функций, все мышцы поверхностного слоя предплечья сгибают локтевой сустав.

К мышцам глубокого слоя передней группы относятся: длинный сгибатель большого пальца, глубокий сгибатель пальцев и квадратный пронатор (Атл. рис. 42).

*Длинный сгибатель большого пальца* (*m. flexor pollicis longus*) лежит в глубоком слое наиболее латерально. Мышца начинается от передней поверхности лучевой кости, прикрепляется к ногтевой фаланге большого

пальца и сгибает ее, а также весь палец.

*Глубокий сгибатель пальцев* (*m. flexor digitorum profundus*) начинается от передней поверхности локтевой кости и межкостной перепонки. Разделившись на четыре сухожилия, он выходит на кисть через ее костно-фиброзный канал и прикрепляется к ногтевым фалангам II–V пальцев, предварительно пройдя между сухожильными ножками поверхностного сгибателя пальцев (см. Атл.). Мышца сгибает ногтевые фаланги и отчасти кисть.

*Квадратный пронатор* (*m. pronator quadratus*) лежит в дистальной части предплечья, прямо на костях. Он начинается от передней поверхности локтевой кости и прикрепляется к передненаружной поверхности лучевой. Мышца является синергистом круглого пронатора.

Из поверхностного слоя задней группы особо выделяются залегающие вдоль лучевой кости плечелучевая мышца, длинный и короткий лучевые разгибатели запястья, объединяемые в латеральный комплекс мышц предплечья (см. Атл.).

*Плечелучевая мышца* (*m. brachioradialis*) начинается от латеральной поверхности плечевой кости, перекидывается через локтевой сустав, идет вдоль лучевой кости и прикрепляется к его шиловидному отростку. Мышца супинирует предплечье, находящееся в пронированном состоянии (поэтому ее раньше называли длинным супинатором) и пронирует супинированное предплечье. В результате напряжения плечелучевой мышцы рука оказывается в промежуточном, нейтральном положении — ладонью к туловищу. Мышца также сгибает руку в локтевом суставе.

*Длинный и короткий лучевой разгибатели запястья* (*mm. extensores carpi radiales longus et brevis*) берут начало:

первый — от лучевой кости тотчас выше наружного надмыщелка; второй — от самого надмыщелка; прикрепляются: длинный — к основанию II, короткий — к основанию III пястной кости. Мышцы разгибают кисть.

Остальные мышцы поверхностного слоя задней группы берут начало от наружного надмыщелка плечевой кости. К ним относятся разгибатель пальцев и локтевой разгибатель запястья (см. Атл.).

*Разгибатель пальцев* (*m. extensor digitorum*), располагаясь вдоль предплечья, разделяется на четыре сухожилия, направляющихся к тылу II—V пальцев, где они переходят в широкие сухожильные растяжения. На кисти сухожилия соединяются между собой перемычками. Мышца разгибает пальцы и кисть.

*Локтевой разгибатель запястья* (*m. extensor carpi ulnaris*) прикрепляется к основанию V пястной кости. Он разгибает кисть.

Мышцы поверхностного слоя, начинавшиеся от наружного надмыщелка плечевой кости, помимо указанных функций, разгибают руку в локтевом суставе.

Одноименные сгибатели и разгибатели запястья, перекидываясь через двухосной лучезапястный сустав, могут при совместной работе совершать лучевое или локтевое отведение. Так, например, одновременное сокращение локтевых сгибателя и разгибателя вызывает отведение кисти в медиальную сторону. В этих случаях антагонисты оказываются синергистами.

К мышцам глубокого слоя задней группы относятся супинатор, комплекс мышц большого пальца и собственный разгибатель указательного пальца.

*Супинатор* (*m. supinator*) начинается от наружного надмыщелка плечевой кости и специального гребешка локтевой, идет косо через пред-

плечье и прикрепляется к наружной и ладонной поверхностям лучевой кости. Мышца супинирует предплечье и кисть, т. е. вращает их наружу так, что ладонь поворачивается вперед (рис. 1.57).

Три мышцы, приводящие в движение большой палец, берут начало от дистальной трети задней поверхности лучевой и локтевой костей и от межкостной перепонки (Атл. рис. 24, 43). *Длинная отводящая мышца большого пальца* прикрепляется к основанию I пястной кости и отводит большой палец, а также кисть, *короткий разгибатель большого пальца* прикрепляется к основанию его I (проксимальной) фаланги, разгибает и отводит большой палец *длинный разгибатель большого пальца* прикрепляется к его ногтевой фаланге и разгибает палец.

*Разгибатель указательного пальца* начинается от задней поверхности локтевой кости и межкостной перепонки; его дистальное сухожилие сливается с сухожилием для этого пальца от разгибателя пальцев. Благодаря наличию собственной мышцы указательный палец может разгибаться самостоятельно, в то время как обособленное разгибание остальных пальцев затруднительно, тем более что их сухожилия связаны промежуточными перемычками.

**Мышцы кисти.** Фасция на кисти особенно мощно развита в средней части ладони, где в нее вплетаются сухожильные волокна длинной мышцы и образуется *ладонный апоневроз*. Под апоневрозом проходят сухожилия поверхностного и глубокого сгибателей пальцев. От четырех сухожилий последнего берут начало небольшие *червеобразные мышцы* (*mm. lumbricales*), прикрепляющиеся к сухожильному растяжению на тыле II—V пальцев (Атл. рис. 42). Мышцы сгибают пальцы в пястно-фаланговых суставах и разгибают их в межфаланговых.

Латеральное возвышение ладони образовано короткими мышцами большого пальца (см. Атл.): *короткой отводящей мышцей*; *коротким сгибателем*; *мышцей, противопоставляющей большой палец* и *мышцей, приводящей его*. Таким образом, большой палец имеет на ладони собственный мышечный аппарат, значительно увеличивающий и разнообразящий его движения.

С медиальной стороны ладони находится несколько меньшее возвышение, образованное мышцами мизинца (Атл. рис. 42): *отводящей, противопоставляющей* и *коротким сгибателем*. Они развиты слабее коротких мышц большого пальца, иногда не отдифференцированы друг от друга.

В промежутке между пястными костями находятся *межкостные мышцы* (*m. interossei*): три со стороны ладони (приводят пальцы друг к другу) и четыре со стороны тыла кисти (разводят пальцы) (Атл. рис. 43).

На пальцах ладонный апоневроз утолщается и, срастаясь с надкостницей фаланг, образует *костно-фиброзные влагалища пальцев* (Атл. рис. 42). В последних скользят сухожилия мышц, сгибающих пальцы; сухожилия окружены *синовialными влагалищами*.

### 1.2.5. Мышцы нижней конечности

**Мышцы тазового пояса.** Тазовый пояс почти неподвижно сочленен с крестцовым отделом позвоночника, поэтому не существует мышц, приводящих его в движение. Мышцы, расположенные на тазе, приводят в движение ногу в тазобедренном суставе и позвоночник. Их делят на две группы переднюю и задненаружную.

В переднюю группу входит одна крупная мышца — *подвздошно-поясничная*.

*Подвздошно-поясничная мышца* (*m. iliopsoas*) начинается двумя головками, имеющими значение самостоятельных мышц: *поясничной* — от тел и поперечных отростков последнего грудного и четырех верхних поясничных позвонков и *подвздошной* — от поверхности подвздошной ямы (Атл. рис. 33, 45). В области паховой связки головки сливаются в общую мышцу, которая проходит под ней на бедро и прикрепляется к малому вертелу. Мышца сгибает тазобедренный сустав до соприкосновения бедра с передней брюшной стенкой, а так же вращает бедро кнаружи; при фиксированном бедре сгибает поясничную часть позвоночника.

Задненаружную группу мышц тазового пояса составляют: большая, средняя и малая ягодичные мышцы, мышца-напрягатель широкой фасции, грушевидная, внутренняя запирательная, мышцы-близнецы, квадратная мышца бедра и наружная запирательная.

*Большая ягодичная мышца* (*m. gluteus maximus*) имеет большой поперечник, широка и грубоволокниста (Атл. рис. 27, 44, 45). Она берет начало от наружной поверхности подвздошной кости позади и выше полукружных ягодичных линий, от задней поверхности крестца и копчика и от крестцово-бугровой связки. Пучки мышечных волокон идут параллельно вниз и наружу; верхние из них оканчиваются в так называемой широкой фасции бедра, нижние прикрепляются к ягодичной шероховатости бедренной кости. Здесь, между мышцей и большим вертелом, находится синовиальная сумка. Мышца разгибает ногу в тазобедренном суставе, а при фиксированных ногах разгибает туловище.

*Средняя ягодичная мышца* (*m. gluteus medius*) начинается от наружной поверхности крыла подвздошной кости и в основном лежит под большой

ягодичной мышцей, выходя из-под нее на поверхность лишь в своей верхнепередней части (Атл. рис. 27, 44, 46, 47). Здесь мышца покрыта очень плотной фасцией, которая вместе с костью образует ее костно-фиброзное влагалище. Прикрепляется мышца к большому вертелу бедренной кости.

*Малая ягодичная мышца* (*m. gluteus minimus*) начинается от наружной поверхности крыла подвздошной кости, но лежит еще глубже средней ягодичной мышцы, которая целиком ее покрывает (Атл. рис. 46, 47). Прикрепляется мышца к большому вертелу бедренной кости.

Средняя и малая ягодичные мышцы отводят бедро в тазобедренном суставе. Сокращением только передних волокон они вращают бедро внутрь, сокращением задних — наружу. При фиксированной ноге эти мышцы отводят (наклоняют в сторону) таз.

*Мышца-напрягатель широкой фасции* (*m. tensor fasciae latae*), представляет собой обособившуюся часть средней ягодичной мышцы, начинается от передневерхней ости подвздошной кости (Атл. рис. 47). Мышца лежит между пластинками *широкой фасции* (*fascia lata*), которая в виде плотного футляра покрывает все мышцы бедра. Мышца спускается вдоль латеральной поверхности бедра впереди большого вертела, дистальнее которого ее волокна вплетаются в широкую фасцию. Сухожильные волокна этой мышцы и большой ягодичной значительно укрепляют латеральную часть широкой фасции, которая получает здесь название *подвздошно-большеберцового тракта*. Он прикрепляется к латеральному надмыщелку большеберцовой кости. Функция мышцы определяется ее назначением; кроме того, она участвует в сгибании и пронации бедра.

*Грушевидная мышца* (*m. piriformis*) берет начало в малом тазу от перед-

ней поверхности крестца (Атл. рис. 33, 45–47). Суживаясь кнаружи и вниз, она выходит из таза через большое седалищное отверстие и прикрепляется к большому вертелу. Мышца вращает бедро наружу.

*Внутренняя запирательная мышца* (*m. obturatorius internus*) начинается от внутренней поверхности запирательной перепонки и от края запирательного отверстия (Атл. рис. 45–47). Сходящиеся пучки мышцы выходят из полости малого таза через малое седалищное отверстие, в котором перегибаются почти под прямым углом, своим сухожилием мышца прикрепляется в ямке большого вертела.

*Мышцы-близнецы* (*mm. gemelli*) присоединяются к внутренней запирательной мышце по выходе ее из таза (Атл. рис. 47). Верхний близнец берет начало от седалищной ости, нижний — от седалищного бугра. Вместе с сухожилием внутренней запирательной мышцы мышцы-близнецы прикрепляются к вертельной ямке бедренной кости. Все три мышцы вращают бедро наружу.

*Квадратная мышца бедра* (*m. quadratus femoris*) лежит параллельно нижнему близнецу и дистальнее (Атл. рис. 47). Начинаясь от седалищного бугра она прикрепляется к межвертельному гребню бедренной кости. Мышца вращает бедро наружу.

*Наружная запирательная мышца* (*m. obturatorius externus*) начинается от наружной поверхности запирательной перепонки и края отверстия, прикрепляется к ямке большого вертела (Атл. рис. 46). Мышца вращает бедро наружу.

*Мышцы бедра*. От широкой фасции по бокам бедра отходят вглубь две плотные межмышечные перегородки, прирастающие к бедренной кости вдоль ее шероховатой линии. Вместе с третьей тонкой фасциальной перегородкой они образуют костно-

фиброзный канал, охватывающих переднюю, медиальную и заднюю группы мышц бедра.

К передней группе относятся портняжная и четырехглавая мышцы бедра.

*Портняжная мышца (m. sartorius)* — самая длинная в человеческом теле (около 50 см). Она начинается от передневерхней ости подвздошной кости, пересекает бедро косо вниз и внутрь и прикрепляется к бугристости большеберцовой кости (Атл. рис. 26, 44, 45). Мышца сгибает ногу в тазобедренном и коленном суставах: вращает голень внутрь, а бедро наружу.

*Четырехглавая мышца бедра (m. quadriceps femoris)* очень массивная и занимает всю переднюю и отчасти боковую поверхность бедра. Она состоит из четырех до известной степени обособленных головок (Атл. рис. 26, 44, 45, 48). Одна из них — *прямая мышца бедра (m. rectus femoris)* — наиболее самостоятельная, лежит в собственном фасциальном влагалище, имеет двуперистое строение, начинаясь от передненижней ости подвздошной кости, ее пучки переходят дистальнее в общее сухожилие мышцы. Три другие головки четырехглавой мышцы носят название *широких мышц бедра*. Самая крупная из них — *латеральная широкая мышца*, расположенная на боковой стороне бедра; она начинается от большого вертела, шероховатой линии бедренной кости и латеральной межмышечной перегородки, *медиальная широкая мышца*, расположенная кнутри от прямой мышцы, начинается от шероховатой линии бедра ниже межвертельной линии и от медиальной межмышечной перегородки. Латеральная и медиальная мышцы имеют одноперистое строение. *Промежуточная широкая мышца*, лежащая между латеральной и медиальной широкими и под прямой мышцей, берет начало от передней и наружной поверхностей бедренной кости. Все четыре головки соединяются

дистально в одно общее сухожилие, которое охватывает с боков надколенник и под названием его *собственной связки* прикрепляется к бугристости большеберцовой кости. Выше надколенника, под сухожилием мышцы находится синовиальная сумка, сообщаящаяся с полостью коленного сустава. Четырехглавая мышца бедра разгибает ногу в коленном суставе, а прямая мышца, кроме того, действуя отдельно сгибает ее в тазобедренном суставе до угла в 90°.

*Надколенник* — это промежуточная костная опора дистального сухожилия четырехглавой мышцы (Атл. рис. 13, 14, 48). Его значение как сесамовидной кости заключается в том, что он облегчает передачу действия мышцы на голень (создается более выгодный, большой угол действия) и уменьшает площадь скольжения ее сухожилия по дистальному эпифизу бедренной кости. В области надколенника лежит подкожная синовиальная сумка.

Медиальная группа мышц бедра состоит из гребешковой и стройной мышц, длинной, короткой и большой приводящих (Атл. рис. 26, 44, 45). Эти пять мышц похожи друг на друга по расположению и направлению волокон, а следовательно и по основной функции, почему их и объединяют в группу приводящих мышц.

*Гребешковая мышца (m. pectineus)* небольшая, своим латеральным краем граничит с внутренней частью подвздошно-поясничной мышцы; начинается от лонного гребня и прикрепляется к самой верхней части медиальной губы шероховатой линии бедра. Мышца сгибает ногу в тазобедренном суставе, одновременно приводя ее и вращая наружу.

*Стройная мышца (m. gracilis)* лентовидная, тонкая и располагается вдоль медиальной поверхности бедра. Начинаясь от нижней ветви лонной

кости вблизи лонного симфиза, она прикрепляется вместе с портняжной мышцей к бугристости большеберцовой кости. Мышца приводит отведенную ногу и принимает участие в сгибании ее в коленном суставе.

*Длинная, короткая и большая приводящие мышцы (m. abductores)* начинаются от лонной, а последняя также и от седалищной кости. Прикрепляются все три мышцы к шероховатой линии бедра, большая приводящая — вплоть до внутреннего его надмыщелка. Подобно гребешковой и тройной мышцам, они приводят бедро и вращают его наружу, кроме того, первые две сгибают бедро, а последняя разгибает его.

Задняя группа состоит из трех мышц: полусухожильной, полуперепончатой и двуглавой (Атл. рис. 27, 44, 45, 47). Они имеют общее начало от седалищного бугра, где покрыты большой ягодичной мышцей, а прикрепляются на голени, ограничивая сверху подколенную яму.

*Полусухожильная мышца (m. semitendinosus)* имеет длинное дистальное сухожилие, равное приблизительно половине ее длины. Отклоняясь медиально, она прикрепляется к бугристости большеберцовой кости вместе с сухожилиями, портняжной и стройной мышцей. Сухожильные волокна всех трех мышц образуют здесь так называемую «гусиную лапку». Последняя продолжается частично в фасцию голени, укрепляя ее.

*Полуперепончатая мышца (m. semimembranosus)* начинается длинным плоским сухожилием, имеет одноперистое строение, прикрепляется к медиальному мыщелку большеберцовой кости.

*Двуглавая мышца бедра (m. biceps femoris)* берет начало длинной головкой от седалищного бугра, а короткой — от шероховатой линии бедренной кости. Прикрепляется мышца

общим сухожилием к головке малоберцовой кости.

Все три мышцы задней группы разгибают ногу в тазобедренном суставе и сгибают в коленном. При фиксированной конечности они вместе с большой ягодичной мышцей разгибают туловище в тазобедренном суставе. При согнутом колене двуглавая мышца вращает голень наружу, а полусухожильная и полуперепончатая — внутрь.

**Мышцы голени.** На голени различают три мышечные группы: переднюю, латеральную и заднюю; мышцы последней расположены в два слоя — поверхностный и глубокий. Медиальная поверхность и передний край большеберцовой кости, а также обе лодыжки мышцами не покрыты. Между костями и кожей здесь расположены синовиальные сумки.

Фасция голени, представляющая собой продолжение широкой фасции бедра, особенно уплотнена в области передней группы мышц, где в нее вплетаются сухожильные волокна «гусиной лапки». Отдавая две продольные межмышечные перегородки к малоберцовой кости, фасция образует костно-фиброзный канал, в котором лежит латеральная группа мышц. От фасции и межмышечных перегородок берут начало прилегающие к ним мышцы. В области задней группы мышц фасция разделяется на поверхностный и глубокий листки. Первый покрывает трехглавую мышцу, второй — глубокий слой мышц, образуя вокруг них вместе с костями голени костно-фиброзное влагалище. В последнем помещается и сосудисто-нервный пучок голени. Над лодыжками, спереди, фасция уплотнена за счет прикрепляющихся к костям поперечных фиброзных волокон и образует *связку голени* (Атл. рис. 48). В области лодыжек в фасции существует другое утолщение — *крестовидная связка*. Отходящие от

нее вглубь отростки ограничивают четыре канала, через которые на стопу проходят окруженные синовиальными влагалищами сухожилия мышц передней группы, сосуды и нервы. Подобные же костно-фиброзные и синовиальные влагалища располагаются ниже медиальной лодыжки, где проходят сухожилия мышц глубокого слоя задней группы, с сосудами и нервами, и также сбоку латеральной лодыжки и на латеральной стороне подошвы, где находятся сухожилия мышц латеральной группы.

Передняя группа мышц голени состоит из передней большеберцовой, длинного разгибателя пальцев и длинного разгибателя большого пальца (Атл. рис. 26, 44, 48).

*Передняя большеберцовая мышца (m. tibialis anterior)* начинается от латерального мыщелка и диафиза большеберцовой кости; спускаясь вдоль нее на стопу, прикрепляется к I клиновидной и I плюсневой костям. Мышца разгибает стопу в голеностопном суставе и супинирует ее.

*Длинный разгибатель пальцев (m. extensor digitorum longus)* лежит латеральнее передней большеберцовой мышцы, имеет одноперистое строение. Начинается он от верхней трети большеберцовой кости, малоберцовой кости и межкостной перегородки; разделившись на четыре сухожилия, выходит на стопу и прикрепляется к сухожильному растяжению на тыле II—V пальцев. Мышца не только разгибает пальцы, но и пронирует стопу. Длинный разгибатель пальцев может иметь еще пятое, непостоянное сухожилие, иногда с самостоятельным мышечковым брюшком. Располагаясь наиболее латерально, это брюшко прикрепляется к тылу основания IV и V плюсневых костей и пронирует стопу (движение, важное при прямохождении).

*Длинный разгибатель большого пальца (m. extensor hallucis longus)*

начинается от двух нижних третей малоберцовой кости и соответствующей части межкостной перепонки. Его длинное сухожилие появляется на поверхности между передней большеберцовой мышцей и длинным разгибателем пальцев. Выйдя на медиальном крае тыльной поверхности стопы, оно прикрепляется к основанию ногтевой фаланги большого пальца. Мышца разгибает не только большой палец, но и стопу, несколько супинируя ее.

Латеральная группа состоит из двух малоберцовых мышц: из которых короткая расположена глубже длинной (Атл. рис. 27, 48, 49).

*Длинная малоберцовая мышца (m. peroneus longus)* начинается от головки малоберцовой кости и ее латеральной поверхности; имеет двуперистое строение. Длинное сухожилие мышцы проходит позади наружной лодыжки и, обогнув наружный край стопы, ложится на подошву в борозду кубовидной кости, внутрь особого костно-фиброзного канала, в котором оно окружено синовиальным влагалищем. Пересекая подошву наискось вперед и внутрь, сухожилие прикрепляется к основанию I плюсневой кости и I клиновидной. Мышца пронирует и сгибает стопу, а также укрепляет ее поперечный свод.

*Короткая малоберцовая мышца (m. peroneus brevis)* имеет двуперистое строение; начинаясь от дистальной половины тела малоберцовой кости и межмышечковых перегородок, спускается позади наружной лодыжки и прикрепляется к бугристости V плюсневой кости. Мышца пронирует и сгибает стопу, а также отводит ее.

Задняя, наиболее мощно развитая группа мышц голени, состоит из двух слоев. В поверхностном слое лежат трехглавая и подошвенная мышцы, в глубоком — подколенная мышца, длинный сгибатель пальцев, задняя

большеберцовая мышца и длинный сгибатель большого пальца (Атл. рис. 27, 44, 48, 49).

*Трехглавая мышца голени (m. triceps surae)* имеет две поверхностные и одну глубокую головки. Поверхностные головки образуют *икроножную мышцу (m. gastrocnemius)*, которая начинается от надмыщелков бедренной кости. Обе головки мышцы ограничивают снизу подколенную ямку между ними и костью с каждой стороны расположено по синовиальной сумке. Сильно выраженное брюшко мышцы образует так называемые икры в верхней половине голени человека. Дистально мышца переходит в пяточное (*ахиллово*) сухожилие (*tendo calcaneus [Achillis]*), прикрепляющееся к пяточному бугру. Здесь лежит синовиальная сумка. Глубокая головка трехглавой мышцы образует *камбаловидную мышцу (m. soleus)*, которая шире икроножной и полностью ею не покрывается. Начинается камбаловидная мышца от головки и верхней трети тела малоберцовой, от диафиза большеберцовой кости и переходит в ахиллово сухожилие. Трехглавая мышца всеми своими головками сгибает стопу; икроножная мышца, кроме того, сгибает ногу в коленном суставе.

*Подошвенная мышца (m. plantaris)* рудиментарна и непостоянна. Имеет небольшое брюшко и очень длинное сухожилие. Начинается мышца над латеральным надмыщелком бедренной кости, сухожилие ее проходит между икроножной и камбаловидной мышцами и сливается с ахилловым сухожилием.

*Подколенная мышца (m. popliteus)* небольшая, лежит на задней поверхности суставной сумки коленного сустава. Начинается мышца от наружного надмыщелка бедра, а прикрепляется к задней поверхности большеберцовой кости, в ее верхней части. Мышца сгибает ногу в коленном суставе, после чего вращает голень внутрь.

*Длинный сгибатель пальцев (m. flexor digitorum longus)* начинается от

средней трети большеберцовой кости. Его сухожилие, обогнув медиальную лодыжку, выходит на подошву и расщепляется на четыре пучка, которые прикрепляются к основаниям четырех ногтевых фаланг. Мышца сгибает пальцы и стопу.

*Задняя большеберцовая мышца (m. tibialis posterior)* лежит между длинным сгибателем пальцев и длинным сгибателем большого пальца и прикрыта ими. Она начинается от межкостной перепонки и поверхностей большой и малой берцовых костей. Сухожилие мышцы сгибает медиальную лодыжку, перекрещивает здесь спереди сухожилие длинного сгибателя пальцев и, выйдя на подошву, прикрепляется к ладьевидной кости, трем клиновидным и к основаниям II—IV плюсневых костей. Мышца сгибает и супинирует стопу, поддерживает ее продольный свод; при стоянии (особенно на носках) прижимает пальцы к земле.

*Длинный сгибатель большого пальца (m. flexor hallucis longus)* — самая латеральная и наиболее крупная из мышц глубокого слоя. Мышца имеет двуперистое строение. Начинается она от малоберцовой кости, межкостной перепонки и глубокого листка фасции голени. Длинное сухожилие мышцы огибает медиальную лодыжку, на подошве ложится в борозду таранной кости, затем идет к большому пальцу и прикрепляется к основанию его ногтевой фаланги (рис. 1.58). Мышца сгибает большой палец, сгибает и супинирует стопу, имеет большое значение в укреплении продольного свода последней.

**Мышцы стопы.** Помимо сухожилий, спускающихся с голени, на стопе лежат и мышцы.

На тыльной стороне стопы расположены две небольшие мышцы, часто срастающиеся своим началом: короткий разгибатель пальцев и короткий разгибатель большого пальца (Атл. рис. 48).

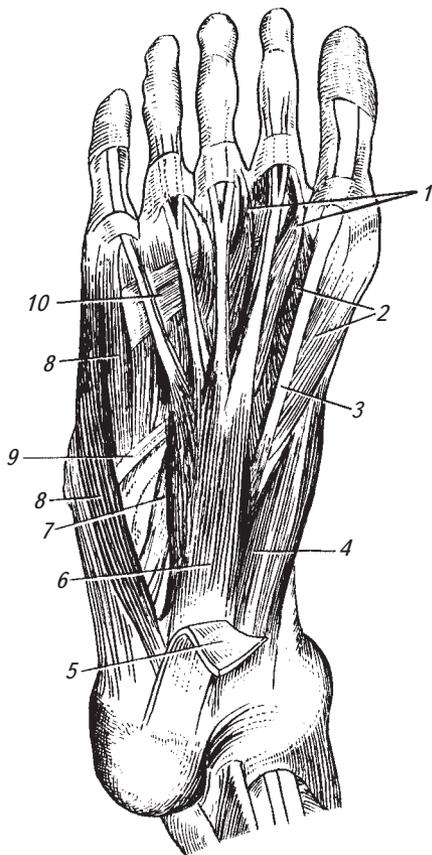


Рис. 1.58. Мышцы подошвенной стороны стопы:

1 — червеобразные; 2 — короткий сгибатель большого пальца; 3 — сухожилие длинного сгибателя большого пальца; 4 — мышца, отводящая большой палец; 5 — подошвенный апоневроз (отрезан); 6 — короткий сгибатель пальцев; 7 — квадратная мышца подошвы; 8 — короткие мышцы V пальца; 9 — сухожилие длинной малоберцовой мышцы; 10 — мышца, приводящая большой палец

*Короткий разгибатель пальцев* (*m. extensor digitorum brevis*) лежит под сухожилиями длинного разгибателя. Начинаясь от передней части пяточной кости, мышца разделяется на четыре плоских брюшка, переходящих спереди вместе с сухожилиями длинного разгибателя I—IV пальцев и длинного разгибателя большого пальца в тыльное сухожильное растяжение на

фалангах I—IV пальцев. Мышца разгибает пальцы.

На подошве мышцы покрыты очень плотной, особенно в средней части, фасцией, носящей название *подошвенного апоневроза* (рис. 1.58). Последний укреплен на пяточном бугре, в области плюсны прочно сращен с кожей, а по краям стопы переходит в тонкую *тыльную фасцию стопы*. От подошвенного апоневроза вглубь отходят латеральная и медиальная межмышечные перегородки. Они разделяют мышцы подошвы на три группы — медиальную, латеральную и среднюю.

Медиальную группу образуют короткие мышцы большого пальца — *сгибатель*, *отводящая* и *приводящая* (рис. 1.58). Последняя также укрепляет поперечный свод стопы. В латеральную группу входят короткие мышцы V пальца.

Наиболее развита средняя группа мышц подошвы, состоящая из короткого сгибателя пальцев, квадратной мышцы подошвы, червеобразных и межкостных мышц стопы.

*Короткий сгибатель пальцев* (*m. flexor digitorum brevis*), начинаясь от бугра пяточной кости и подошвенного апоневроза, делится на четыре брюшка (рис. 1.58). Сухожилия последних, расщепляясь на две ножки, прикрепляются на боковых поверхностях средних фаланг II—V пальцев; между ножками проходят сухожилия длинного сгибателя пальцев. Мышца сгибает пальцы и поддерживает продольный свод стопы.

*Квадратная мышца подошвы* (*m. quadratus plantae*) расположена под коротким сгибателем пальцев (рис. 1.58). Начинаясь она от пяточной кости и прикрепляется к латеральному краю сухожилия длинного сгибателя пальцев. Значение мышцы сводится к установлению продольного направления тяги длинного сгибателя пальцев, сухожильные пучки которого подходят к пальцам косо.

*Червеобразные мышцы стопы (mm. lumbricales pedis)* в виде четырех слабых мышечных пучков начинаются от четырех сухожилий длинного сгибателя пальцев; дистально мышцы прикрепляются на медиальных краях основных фаланг II–V пальцев, частично переходя в их тыльное сухожильное растяжение. Мышцы сгибают основные фаланги, выпрямляя средние и ногтевые.

*Межкостные мышцы стопы (mm. interossei pedis)* — четыре тыльные и три подошвенные, — расположены в меж-

плюсневых промежутках. Мышцы смещают пальцы по сагиттальной оси, т. е. приводят и отводят их.

Сухожилия длинных мышц, проходящие на подошве и тыле стопы, находятся в синовиальных влагалищах, облегчающих их скольжение. В местах прохождения под фасциальными связками сухожилия заключены в костно-фиброзные каналы и прижаты к костям. На подошвенной стороне пальцев сухожилия сгибателей, как и на пальцах руки, проходят в костно-фиброзных и синовиальных влагалищах.

### 1.3. ОСОБЕННОСТИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И БИОМЕХАНИКИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

#### 1.3.1. Специфические черты опорно-двигательного аппарата человека

Специфические особенности физического типа человека развивались в связи с вертикальным положением его тела, прямохождением и трудовой деятельностью.

Сила тяжести человеческого тела действует в вертикальном направлении, что напрямую сказалось на форме и строении скелета, соединениях костей и мышечной системе. Этот же фактор создал предрасположенность к таким специфическим для человека болезням, как искривление позвоночника, плоскостопие, опущение брюшных внутренностей и т. п. Приспособления к вертикальной статике прослеживаются в строении всех отделов скелета: в позвоночнике, черепе и конечностях.

Верхняя и нижняя поверхности тел позвонков параллельны, однако под влиянием повышенных нагрузок (например, при тяжелом физическом труде, у штангистов) тела позвонков сжимаются в вентральной части и

принимают клиновидную форму. Размеры тел позвонков увеличиваются от шейного отдела к крестцу, что вызвано возрастающей нагрузкой на них. Из пяти крестцовых позвонков на тазовые кости опираются три (и даже нередко часть четвертого): у животных при горизонтальном положении их тела в крестце опорным является лишь один позвонок (у обезьян — два). Сила тяжести при прямохождении в значительной мере определяет специфические для человека изгибы позвоночника (рис. 1.59).

Большое затылочное отверстие и атлanto-затылочный сустав черепа переместились ближе к середине его основания (рис. 1.39), это позволяет удерживать голову при меньших усилиях мышц и легко вращать ее.

Нижние конечности человека, поддерживающие большую статическую нагрузку и выполняющие локомоторную функцию, имеют более массивный скелет (по сравнению с верхними конечностями), они выпрямлены в коленных суставах, мощно развиты их суставы и связки, расширенный таз (рис. 1.60), поддерживает брюшные

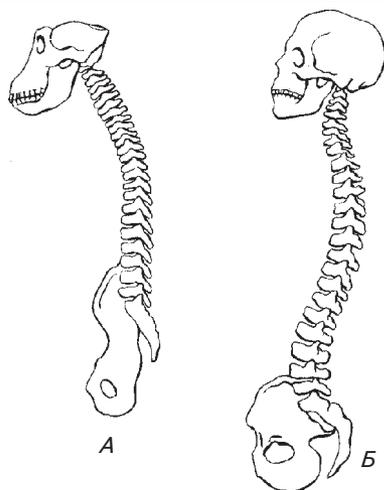


Рис. 1.59. Формы позвоночника и посадка головы у шимпанзе (А) и человека (Б)

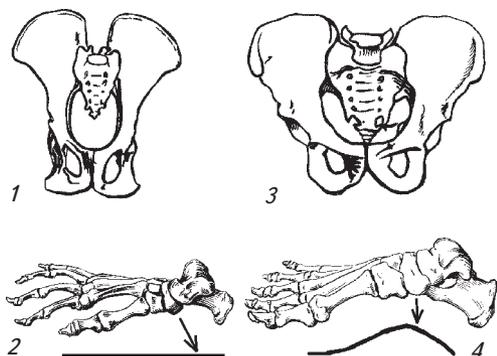


Рис. 1.60. Скелеты таза и стопы: человекообразной обезьяны (1, 2) и человека (3, 4)

внутренности, широко расставленные тазобедренные суставы способствуют устойчивости туловища, мышцы-супинаторы сильнее развиты по сравнению с пронаторами. Ноги человека длиннее рук, тогда как у человекообразных обезьян, наоборот, короче их (рис. 1.61, 1.62),

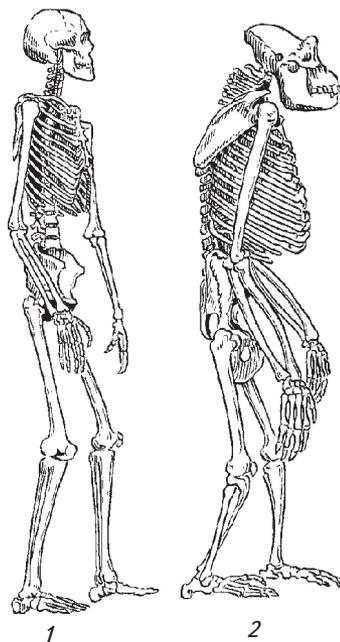


Рис. 1.61. Пропорции тела: 1 — скелет человека; 2 — скелет гориллы

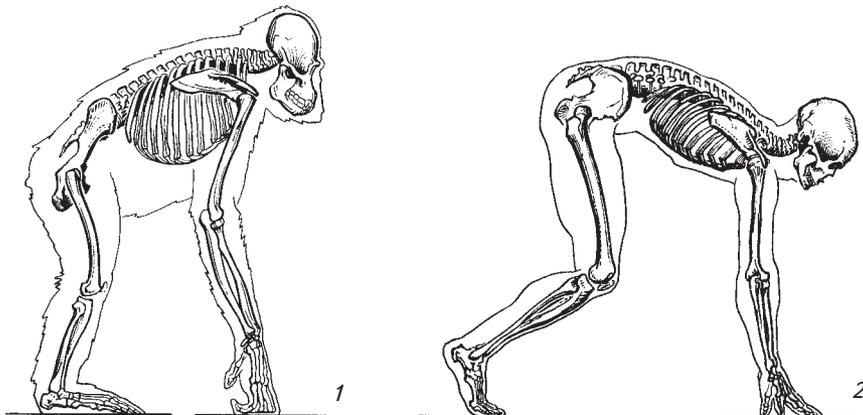


Рис. 1.62. Скелеты при одинаковом положении тела: 1 — шимпанзе; 2 — человека

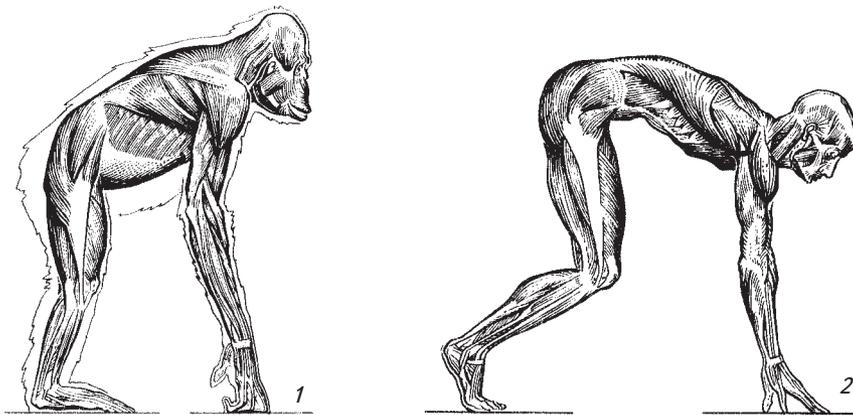


Рис. 1.63. Мускулатура при одинаковом положении тела:  
1 — шимпанзе; 2 — человека

однако этот признак у человека развивается только после рождения.

Мускулатура ног обладает большей силой, но вместе с тем меньшим разнообразием и ограниченным размахом движений. Сильные ягодичные мышцы, четырехглавая мышца бедра и трехглавая мышца голени фиксируют ногу при стоянии. Эти мышцы у антропоидов развиты сравнительно слабо (рис. 1.63).

Стопа имеет продольный пружинящий свод, который распределяет тяжесть, падающую на стопу сверху, уменьшает сотрясения и толчки при ходьбе, приспособливает стопу к неровностям почвы, сообщает плавность походке и упругость стоянию. У новорожденного ребенка сводчатость стопы не выражена, она формируется позже, по мере того как ребенок начинает ходить.

Стопа лишена хватательной функции, хотя данные эмбриологии и анатомии (наличие слабых мышц, отводящих и приводящих большой палец) указывают на то, что I палец обезьяньих предков человека в какой-то степени обладал способностью противопоставляться остальным пальцам. I плюсневая кость и фаланги I пальца наиболее массивны, в то время как

латеральная сторона свода стопы ослаблена, главным образом за счет скелета пальцев, особенно V. Последний явно редуцирован и в 40% случаев состоит только из двух фаланг (за счет утраты средней, сливающейся с ногтевой). Частичная редукция скелета V пальца стопы при вполне развитом скелете ее других пальцев — признак человека, который у животных не встречается. Фаланги укорочены, остальные же кости стопы массивны и крупнее гомологичных костей кисти. Предплюсна составляет около половины длины всей стопы (рис. 1.60).

Существенную роль в поддержании сводов стопы играют мышцы. Прикрепляясь к подошвенному апоневрозу и связкам, мышцы натягивают их и придают им устойчивость. Поэтому при стоянии, когда напряжены многие мышцы ноги, своды стопы не уплощены, а часто выражены еще лучше. В частности, поперечный свод стопы поддерживает длинная малоберцовая мышца. Она прикрепляется не только к I плюсневой кости, как у обезьян, но и к I клиновидной, что усиливает поперечный свод.

Профессиональная нагрузка на стопу вызывает в ее скелете хорошо заметные морфологические изменения, воз-

никающие как приспособление к условиям труда. Примером может служить стопа балерин с большим стажем работы. В классическом танце, при стоянии и передвижении на пуантах, вся тяжесть тела падает на первые три пальца. Это ведет к специфической перестройке скелета стопы, особенно в области этих пальцев.

Чрезмерная нагрузка на стопу у людей, профессия которых связана с длительным стоянием или хождением (текстильщицы, почтальоны и др.), может привести к патологическим ее изменениям, например уплощению сводов стопы, плоскостопию. Это вызывает упорные боли в области свода стопы, приводит к быстрой утомляемости и потере трудоспособности. Плоскостопие может развиваться у детей школьного возраста при частой физической перегрузке (ношение тяжелых портфелей, привычка брать на руки младших братьев и сестер и т. п.).

Решающим условием превращения передней конечности обезьяноподобного предка человека в руку послужило освобождение ее в процессе антропогенеза от функции передвижения и опоры. Рука стала органом труда, выполняя совершенно новую функцию по сравнению с передней конечностью животных.

Приспособления руки к вертикальной статике выразились в облегчении конструкции ее скелета, в изменении относительной длины ее частей, в тонкой дифференциации мускулатуры. Рука человека приобрела особую подвижность, которая обеспечивается формой грудной клетки, длинными ключицами, положением лопаток (на дорсальной стороне грудной клетки), характером связи плечевого пояса с туловищем, особенностям строения плечевого сустава. Благодаря ключице плечевой сустав отставлен от туловища и через ее сочленение с грудиной

скелет руки опирается на скелет туловища.

Грудная клетка утолщена в сагиттальном направлении и не мешает движению рук. У большинства животных она узкая, сжата с боков, и передние конечности поэтому двигаются главным образом лишь в сагиттальной плоскости.

Плечевой пояс связан с туловищем в основном мышцами, которыми он и фиксируется при одновременном их напряжении.

Объем движений в локтевом и в плечевом суставах, у человека больше, чем у обезьян. Предплечье короче плеча (у антропоидов наоборот) (рис. 1.61; 1.62; 1.63), что позволяет руке делать быстрые и точные движения (например, удары) и требует меньших усилий при поднятии тяжестей. В работе руки большое значение имеют вращательные движения лучевой кости — пронация и супинация, совершаемые совместно с кистью в проксимальном и дистальном лучелоктевых суставах. Эти движения появляются уже у примитивных наземных позвоночных, совершенствуются у обезьян, но наиболее хорошо развиты у человека (особенно супинация), что связано с сильным развитием мышц — пронаторов и супинаторов.

В связи с приспособлением руки к труду в ее мускулатуре сгибатели по количеству и дифференцированности преобладают над разгибателями, пронаторы — над супинаторами и приводящие мышцы — над отводящими.

Существенное значение в работе руки имеет мощное развитие плече-лучевой мышцы. Последняя, располагаясь параллельно лучевой кости, устанавливает кисть в среднее положение между состояниями пронации и супинации. При этом ладонь оказывается обращенной к туловищу.

Кисть человека — высокоспециализированная структура. Она состоит из

многочисленных сочленяющихся между собой костей, соединенными прочным связочным аппаратом в сводчатое образование (рис. 1.26, Б). Кисть одновременно и очень прочна, и эластична. Многочисленные мышцы обеспечивают не только большую подвижность, но и разнообразие, быстроту и точность движений. Запястье у человека развито сильнее, чем у антропоидов, хотя кисть за счет фаланг в целом короче (рис. 1.62; 1.63; 1.64). Ограниченные и незначительные движения между костями запястья в сумме придают ему большую пластичность, необходимую для трудовых движений кисти как рабочего органа.

Большая подвижность I пальца и способность противопоставляться остальным пальцам, в том числе и мизинцу, обеспечиваются седловидной формой I запястно-пястного сустава. Функция I пальца настолько важна, что при утрате его кисть почти перестает быть органом труда. У древних предков человека — неандертальцев — этот сустав был уплощенным и противопоставление большого пальца не достигало такого совершенства, как у современных людей. Рука неандертальца, хотя и была сильная, но

тонких движений еще не совершала, о чем можно судить по грубой обработке примитивных каменных орудий. У антропоидов I палец тоже противопоставляется остальным, но при этом короток, развит очень слабо и не может обеспечить тех тонких и сильных движений, которые необходимы для трудовой деятельности.

У новорожденных противопоставление большого пальца остальным несовершенно, хотя цепкость пальцев поразительна. Фаланги у младенцев относительно длиннее, а запястье — короче, чем у взрослого. Таким образом, в строении кисти новорожденного проявляются некоторые черты характерные для обезьян, но впоследствии исчезающие.

Под влиянием постоянных профессиональных нагрузок может наступить рабочая гипертрофия отдельных частей скелета кисти, что несколько изменяет их форму и пропорции. Например, у шоферов увеличивается ширина пястных костей и фаланг без особого утолщения их компактного слоя, удлиняются III—V пальцы и соответствующие им пястные кости. У грузчиков увеличивается толщина компактного слоя пястных костей и

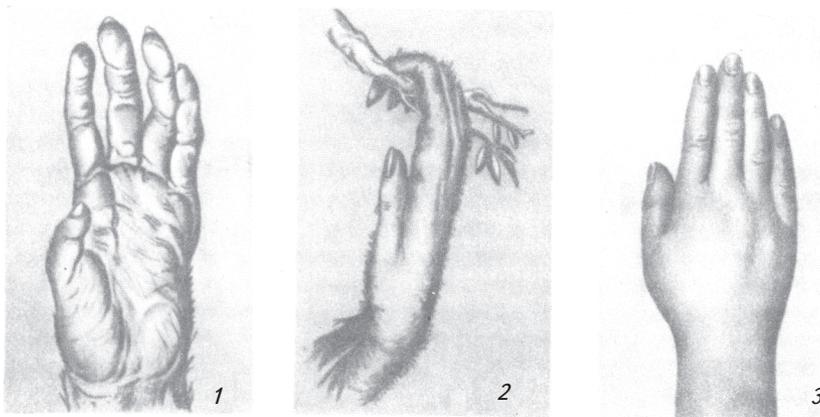


Рис. 1.64. Кисть руки:  
1 — шимпанзе; 2 — орангутана; 3 — человека

удлинняется I палец с его пястной костью. У подростков — учащихся ремесленных и музыкальных училищ систематическое воздействие физического труда и постоянная тренировка в игре на музыкальных инструментах замедляет синостозирование эпифизов пястных костей и фаланг, что приводит к их удлинению. Примером поразительного удлинения большого пальца кисти, несомненно наступившего под влиянием длительной, с детских лет напряженной профессиональной нагрузки, может служить рука гениального итальянского скрипача Никколо Паганини (1782—1840) (рис. 1.65).

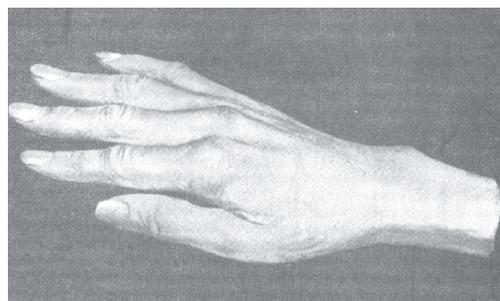


Рис. 1.65. Слепок с руки Паганини: Большой палец доходит до середины второй фаланги указательного пальца (обычно доходит до последней трети первой фаланги)

### 1.3.2. Анатомические механизмы статики и динамики

Анализ анатомо-физиологических особенностей опорно-двигательного аппарата на основе законов механики имеет большое прикладное значение и составляет предмет особой науки — биомеханики. Данные последней используются для рационализации трудовых движений, учитываются в практике физического воспитания и в спортивной тренировке. Так, при изучении структуры

движений учитываются, что в любом движении принимают участие не все, а лишь определенные группы мышц (рис. 1.66). Эти данные служат основой для лечебной физкультуры и конструирования протезов.

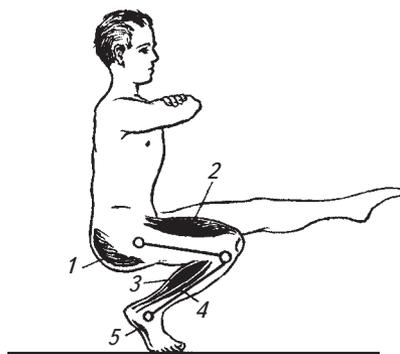


Рис. 1.66. Мышцы нижней конечности, участвующие в опускании и поднятии на одной ноге:

1 — большая ягодичная; 2 — прямая мышца бедра; 3 — икроножная; 4 — камбаловидная; 5 — мышцы подошвы

Изучение механики живого тела человека начинается с определения центра его тяжести.

*Общий центр тяжести тела* (рис. 1.67) во время свободного стояния у мужчин обычно приходится на 1,5 см сзади от передненижнего края тела V поясничного позвонка, а у женщин — на 0,5 см спереди от передненижнего края тела I крестцового позвонка и на 3 см ниже, чем у мужчин.

Положение центра тяжести зависит от физических особенностей человека — его осанки, телосложения, половых и возрастных различий (развития мускулатуры, массивности костяка, жировотложения и пр.). У детей центр тяжести располагается выше, чем у взрослых; у тяжелоатлетов ниже, чем у гимнастов, и т. д. Тело тем

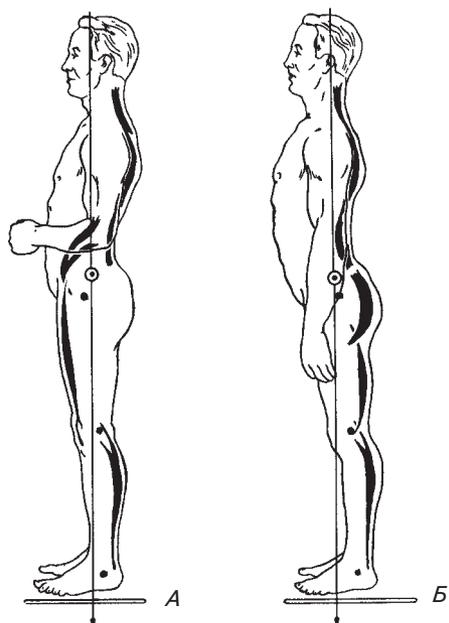


Рис. 1.67. Положение вертикали общего центра тяжести и напрягающиеся мышечные группы: *А* — при стоянии «вольно»; *Б* — при стоянии «смирно». Кружком с точкой обозначен центр тяжести тела. Черными точками даны проекции фронтальных осей суставов ноги

устойчивее, чем ниже расположен центр его тяжести. Чем длиннее ноги, тем выше центр тяжести и менее устойчиво тело, поэтому отношение их длины к туловищу имеет определенное значение при движениях, которые связаны с откидыванием (качением) туловища назад.

Перпендикуляр, опущенный из центра тяжести, так называемая вертикаль тяжести, проецируется на площадь опоры, каковой являются подошвенная поверхность обеих стоп и расположенное между ними пространство.

*Площадь опоры* увеличивается при раздвигании стоп. Равновесие человеческого тела, подчиняясь законам физики, тем устойчивее, чем больше

эта площадь и чем центральнее в ее пределах проецируется вертикаль тяжести. Равновесие нарушается сразу же, как только эта вертикаль выносится за пределы площади опоры.

Тело человека не монолитное целое: оно состоит из отдельных подвижно соединенных звеньев. Сохранение им равновесия связано с особенностями строения, обеспечивающими взаимное укрепление этих звеньев. Для удержания тела в вертикальном положении главное значение имеют скелет и мышцы, противодействующие силе тяжести. Соединения звеньев тела, в основном суставы, таковы, что сила тяжести действует на их фронтальные оси и вызывает сгибание или разгибание частей тела. Противодействующие этой силе механизмы действуют на те же оси, но в противоположном направлении.

Положение человеческого тела может быть статическим или динамическим. К первому относятся, например, положения стоя и сидя, ко второму — ходьба, бег, прыжок и т. д. В обоих положениях телу свойственна определенная поза, или осанка.

**Осанка.** Каждому человеку свойственна специфическая для него осанка, или поза, т. е. положение тела во время стояния, сидения, ходьбы и работы. Осанка выражает уравновешенность тела в окружающей его среде и обычно поддерживается статической работой мышц. Анатомическую основу осанки составляют форма позвоночника и грудной клетки и степень развитости различных мышечных групп туловища. Осанка в не меньшей степени обусловлена также и функциональными факторами — тонусом мускулатуры и состоянием нервной системы. Все вместе взятое и определяет положение головы, плечевого пояса, рук, туловища, таза и ног. Осанка так же характеризует индивидуальность взрослого человека, как

например тембр голоса или почерк. Остановимся на двух крайних типах осанки: правильной и плохой.

При правильной, или стройной, осанке физиологические изгибы позвоночника имеют равномерно-волнообразный вид. Голова держится прямо или слегка откинута назад, туловище вертикально. Грудь несколько выступает над животом (рис. 1.68, А). Плечи развернуты и находятся на равной высоте, плечевой пояс умеренно опущен, руки свободно свисают вдоль туловища. Ноги выпрямлены в коленях, пятки сближены, а носки развернуты.

При плохой осанке голова выдвинута; шейные мышцы перенапряжены. Поясничный лордоз и грудной кифоз сильней подчеркнуты (круглая спина). Живот выступает, а грудь западает (рис. 1.68, Б). Плечи выдвигаются вперед. Ноги разогнуты в коленных суставах.

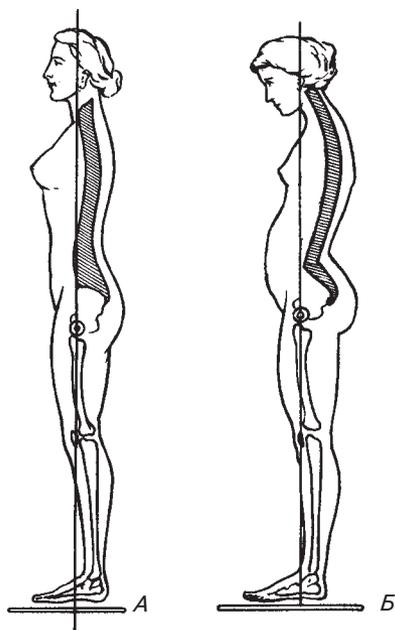


Рис. 1.68. Разные осанки тела:  
А — правильная, или стройная; Б — сутулая.  
Кружком обозначен общий центр тяжести

Осанка относится к врожденным признакам человека. Она представляет собой своеобразный навык, т. е. определенное сочетание условных рефлексов, поддерживающих привычное положение тела. Человек сохраняет присущую ему позу без сознательного напряжения тех или иных мышечных групп. Осанка начинает формироваться с детских лет и в течение жизни изменяется под влиянием окружающей обстановки. Правильная осанка имеет большое физиологическое значение, она необходима для правильного развития. Благоприятствуя деятельности всего организма, и особенно внутренних органов — легких и сердца, правильная осанка обеспечивает повышение работоспособности. Плохая осанка нарушает нормальное развитие организма, уменьшает работоспособность. Физическое воспитание очень важно в среднем школьном возрасте. Основную роль при этом играют равномерное упражнение и гармоническое развитие всех мышечных групп. К 18 годам осанка стабилизируется, после чего исправление ее недостатков удается уже с трудом.

Возможность нарушения у детей правильной осанки имеет определенные анатомо-функциональные предпосылки. Статические мышцы у ребенка развиваются и растут медленнее динамических, поэтому детям труднее, чем взрослым, длительно сохранять правильное положение тела при стоянии или сидении, например во время уроков. Быстро утомляясь, дети бессознательно стремятся освободить от нагрузки те или другие группы мышц туловища. Это легко превращается в привычку и ведет сначала к нарушению осанки, а затем — к ослаблению мышц спины и искривлению растущего и поэтому податливого к деформации позвоночника. Длительное сидение в классе утомляет нервную систему, ослабляет мышцы спины и может

вызвать нарушения в развитии позвоночника. Руководствуясь возрастными анатомо-физиологическими особенностями опорно-двигательного аппарата, необходимо предупреждать появление нарушений осанки путем применения различных комплексов упражнений для мышц. Введение уроков труда уже в младших классах, несомненно, положительно скажется на осанке школьников. Следует учитывать, что не по возрасту подобранные физические упражнения или бесконтрольное увлечение спортом ведут к вредным перегрузкам организма, тем более, что у подростков происходит отставание в росте мышечной системы от скелета, а сердца — от опорно-двигательного аппарата.

**Анализ работы мышц в положении стоя.** При спокойном симметричном стоянии (в положении «вольно») тело несколько отклонено назад (рис. 1.67, А). Вертикаль тяжести проходит впереди поперечных осей атланта-затылочных сочленений и позвоночника, позади поперечных осей тазобедренных суставов, впереди коленных и голеностопных суставов.

Равновесие стоящего человека обеспечивается сокращением скелетных мышц, противостоящих силе тяжести. Вся их работа носит статический характер. Голова удерживается от наклона вперед сокращением мышц затылка, а верхняя часть туловища — работой глубоких мышц спины, главным образом мышцы — выпрямителя позвоночника.

Исключительно большое значение для поддержания равновесия тела имеют изгибы позвоночника. Так, шейный лордоз, направленный выпуклостью вперед, вместе со связочным аппаратом головы (вйная связка и др.) позволяет держать голову вертикально без значительного напряжения мышц. Чрезвычайно благоприятные условия для вертикального держания

тора создаются поясничным лордозом.

Существенную роль в поддержании вертикального положения и равновесия играют межпозвоночные диски. Их студенистые ядра при стоянии человека находятся под большим давлением и благодаря эластичности поддерживают в позвоночнике постоянное равновесие, чем экономится мышечная работа. У ребенка относительная толщина межпозвоночных дисков больше, чем у взрослого, степень сжатия студенистых ядер меньше, в общем позвоночный столб очень гибок и в удержании его вертикального положения основную роль играет напряжение глубоких мышц спины. Поэтому сохранять вертикальное положение детям труднее, чем взрослым.

Так как вертикаль тяжести и проходит примерно на 2 см позади тазобедренного сустава, телу постоянно грозит запрокидывание в этом суставе назад. Противодействие тяжести оказывают своим напряжением мышцы подвздошно-поясничная, портняжная, прямая мышцы бедра, а также мышца, напрягающая широкую фасцию бедра. Существенно облегчает работу этих мышц мощная подвздошно-бедренная связка, лежащая впереди сустава и выдерживающая тягу в 350 кг. Растягиваясь, она противодействует силе тяжести, что уменьшает активную работу мышц и предупреждает их утомление.

Вертикаль тяжести проходит на 1,5 см впереди от коленного сустава. Для укрепления ноги в вертикальном положении достаточно напряжения двух головок икроножной мышцы на задней стороне голени. Облегчают стояние также связки, расположенные с боков и внутри коленного сустава, а также форма суставных поверхностей. Ввиду того, что сочленовная поверхность дистального эпифиза бедренной кости распространяется на его

заднюю сторону, сгибание в коленном суставе происходит легко: эпифиз скользит сначала своей дистальной, а потом задней поверхностью на сочленовной ямке, образованной менисками и большеберцовой костью. Разгибание же останавливается уже при незначительном продвижении вперед от длинной оси конечности. Остановка происходит, когда сочленовная поверхность бедренной кости упирается в передний край такой же поверхности большеберцовой кости, мениски заклиниваются между ними, а связки натягиваются.

Вертикаль тяжести проходит на 2,5 см впереди поперечной оси голеностопного сустава. Удерживает тело в этом суставе от падения вперед главным образом трехглавая мышца голени. Ее поверхностные головки — икроножная мышца, перистая по форме и содержащая большое количество красных волокон, — мышца статического типа. Ее сухожилие (ахиллово), одно из самых мощных в теле, выдерживает груз в 400 кг. Противостоят силе тяжести также и мышцы глубокого слоя задней группы голени: задняя большеберцовая, общий сгибатель пальцев и сгибатель большого пальца. Механизмом, облегчающим вертикальное стояние, служит форма сочленовных поверхностей голеностопного сустава. При разгибании ноги в этом суставе передняя, более широкая часть блока таранной кости, несколько больше заклинивается между охватывающими ее в форме вилки лодыжками.

Таким образом, в положении «вольно», когда все туловище откинута несколько назад, большую роль в сохранении равновесия играют статические механизмы: натяжение подвздошно-бедренной связки в тазобедренном суставе и особенности строения коленного и голеностопного суставов. В результате для укрепле-

ния этих суставов не требуется значительной работы мышц.

В напряженном положении «смирно» в отличие от положения «вольно» тело подается вперед. Вследствие этого вертикаль тяжести проходит впереди не только коленных и голеностопных, но и тазобедренных суставов и достигает площади опоры вблизи ее передней границы (рис. 1.67, Б). Чтобы предохранить тело от падения, мышцы, расположенные позади поперечных осей этих суставов, должны находиться в непрерывном напряжении. Особенно велика работа большой ягодичной мышцы, удерживающей в тазобедренном суставе своим напряжением туловище от падения вперед. В нижерасположенных суставах условия сохранения равновесия те же, что и при положении «вольно». Но так как в положении «смирно» вертикаль тяжести в большей мере отклонена вперед от коленных суставов, чем в положении «вольно», то для укрепления этих суставов уже недостаточно работы только икроножной мышцы, необходимо напряжение мышц задней группы бедра.

При стоянии человек сравнительно редко равномерно опирается на обе ноги. Симметричный тип стояния очень утомителен, так как требует напряжения большого числа мышц на обеих сторонах тела. Обычно люди предпочитают асимметричное стояние, нагружая одну ногу сильнее другой. При этом таз наклоняется, а поясничный отдел позвоночника изгибается в сторону менее нагруженной конечности, центр тяжести смещается, но его вертикаль остается в пределах опорной стопы. Большая часть мышц ненагруженной стороны тела при асимметричном типе стояния расслаблена.

**Сидение за партой.** Сидение (рис. 1.69) не относится к трудовым или спортивным движениям, но

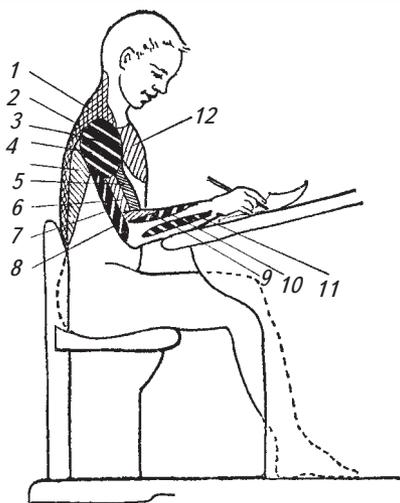


Рис. 1.69. Сидение:

1 — верхние пучки трапецевидной мышцы; 2 — глубокие мышцы спины; 3 — передние и 4 — задние пучки дельтовидной мышцы; 5 — двуглавая; 6 — плечевая, 7 — длинная и 8 — короткие головки трехглавой мышцы; 9 — плечелучевая; 10 — лучевые и 11 — локтевой разгибатели запястья; 12 — большая грудная мышца



А — преодолевающая работа; Б — уступающая работа; В — удерживающая работа; незаштрихованные места на рисунке заняты мышцами, не участвующими в работе (см. стр. 103)

При использовании устойчивости тела во время сидения для уравнивания тяжести туловища и головы требуется удерживающая работа выпрямителей позвоночника и поперечно-остистых мышц, ременных мышц головы и шеи и верхних пучков трапецевидных мышц. В тазобедренных и коленных суставах ноги согнуты под углом  $90^\circ$  или несколько большим, а в голеностопных разогнуты. Стопы опираются на подножку парты или стола. Но благодаря большим площадям опоры бедер (задней поверхностью) и стоп (все подошвой) мышцы ног расслаблены. Плечевой пояс занимает горизонтальное положение. Руки несколько отведены и согнуты в плечевых суставах, в локтевых они согнуты под углом  $90^\circ$ , предплечья лежат на поверхности парты, и кисти находятся на одной прямой с ними. Большая площадь опоры предплечий освобождает мышцы рук от напряжения.

анализируется здесь ввиду его важности в школьной и повседневной жизни.

Поддерживать равновесие тела во время сидения легче, чем при стоянии. Это объясняется увеличением площади опоры и опусканием общего центра тяжести тела, что придает ему большую устойчивость. Равновесие поддерживается статическим напряжением некоторых мышц.

Важное значение при сидении имеет правильное положение туловища и ног. Оно зависит от соотношения между высотой поверхности парты и ростом школьника, т. е. от правильного подбора парты. Нормальным считается не выпрямленное положение тела, а несколько наклоненное вперед, с легким кифотическим изгибом спины.

Однако при длительном сидении наклон тела вперед приводит к сдавливанию грудной клетки и затруднению дыхания, к нарушениям в кровообращении и обмене веществ. Поэтому следует периодически менять несколько согнутое положение тела на выпрямленное, которое облегчается опорой на спинку стула, что уменьшает напряжение мышц спины.

При выполнении мелких движений, например при письме, кисти рук и предплечья должны опираться на поверхность парты или стола.

При сидении за партой тяжесть тела приходится главным образом на сидищные бугры. В меньшей мере она распределяется между стопами, спиной, опирающейся крестцово-поясничной областью на спинку скамьи, и предплечьями. Голова наклонена вперед не более чем на 15 см от вертикали. Грудь не должна опираться на край стола.

При *письме* напрягаются все сгибатели пальцев правой руки, выполняя статическую работу удерживания ручки. Динамическую работу совершают:

сгибатели и разгибатели запястья, которые, последовательно и незначительно сокращаясь, передвигают кисть, преодолевая сопротивление бумаги; сгибатели и разгибатели локтевого сустава, дельтовидная и антагонистичные ей приводящие мышцы (большая грудная и другие), которые отводят и приводят руку в плечевом суставе.

Таким образом, большинство мышц при сидении за партой находится в расслабленном состоянии. Однако удерживающая, статическая работа некоторых мышц, главным образом глубоких спины, а также сдавленное состояние тканей в области суставов, нарушающее крово- и лимфообращение вызывают значительное утомление.

### 1.3.3. Анализ некоторых трудовых и спортивных движений

Физическая и психическая деятельность человека проявляется в движениях. Из закономерно сочетаемых и повторяющихся движений состоят ходьба, бег, письмо и труд человека.

Движения осуществляются в ответ на воздействия внутренних и внешних (физических, биологических и социальных) раздражителей. Это рефлекторные реакции центральной нервной системы на приходящие сигналы как от проприорецепторов опорно-двигательного аппарата, так и от интродор- и экстерорецепторов других сенсорных систем.

Всякое сложное движение имеет определенную структуру, под которой понимается система связанных друг с другом в единое целое простых движений (разгибание, сгибание и вращение в суставах, прониравание и супинирование рук и ног), без после-

довательного и закономерного выполнения которых оно не может совершиться. Структуру движений обуславливает взаимодействие сил, влияющих на тело извне и возникающих внутри него.

**Внешние и внутренние силы, определяющие структуру движения.** К *внешним силам* (относительно тела человека), влияющим на структуру движений, относят: силу тяжести тела, сопротивление среды, реакцию опоры, силу трения, силу инерции внешних тел (рис. 1.70).

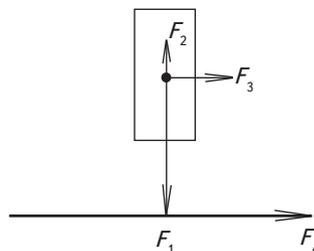


Рис. 1.70. Внешние силы, определяющие структуру движения:

$F_1$  — сила тяжести;  $F_2$  — реакция опоры;  $F_3$  — сопротивление среды;  $F_4$  — сила трения

*Внутренние силы* проявляются главным образом в деятельности опорно-двигательного аппарата. К ним относят: силу тяги мышц, пассивное сопротивление тканей и внутренние реактивные силы.

*Сила тяги мышц* участвует во всех движениях человека. Она тем больше, чем сильнее напряжены мышцы. С уменьшением напряжения и расслаблением мышцы сила ее тяги падает.

При работе многосуставных мышц тяга одних может вызвать сопутствующее изменение напряжения других. Это явление известно под названием *мышечной координации*. Так, при сгибании ноги в тазобедренном суставе подвздошно-поясничной и другими мышцами растягиваются их антагонисты — двусуставные разгибатели: полусухо-

жильная, полуперепончатая и двуглавая мышцы бедра. Под влиянием растяжения в них возникает возбуждение, и они, напрягаясь, сгибают ногу в коленном суставе. При этом икроножная мышца расслабляется и не препятствует передней большеберцовой мышце разогнуть за счет ее тонуса голеностопный сустав.

В работе многосуставных мышц встречается иногда *парадоксальное действие*. В этих случаях тяга мышцы вызывает движение, противоположное обычному. Так, например, при стоянии, когда ноги фиксированы весом тела на опоре, двусуставные разгибатели ноги в тазобедренном суставе, сокращаясь, действуют на коленный сустав не в качестве сгибателей (их основная функция), а разгибателей, так как при этом назад смещается не нижний, фиксированный конец голени, а верхний.

*Пассивное сопротивление* тканей проявляется в ограничении движений, которое создается связками, суставными сумками, а также вязкостью мышц, замедляющей их растягивание и сокращение. Сопротивление оказывают и кости, как рычаги, передающие движение другим подвижным звеньям тела. Ограничение движения могут оказывать многосуставные мышцы при определенном расположении соединяемых ими звеньев тела. Так, согнуть ногу в тазобедренном суставе можно значительно сильнее при согнутом колене. Если же коленный сустав разогнут, то сгибание тазобедренного сустава затрудняется в силу недостаточной длины задней группы мышц бедра, точки начала (на седалищном бугре) и прикрепления (на голени) которых оказываются при выпрямленной в колене ноге значительно удаленными друг от друга. Это явление носит название «пассивная недостаточность» мышц.

*Внутренние реактивные, или отраженные, силы* — это сила инерции. Вследствие того, что тело представляет собой цепь подвижных звеньев,

сила инерции одного из них может передаваться другим. Так, после броска диска все тело через мышцы, затормозившие движение руки, испытывает толчок в противоположном направлении.

**Механизмы движения.** Большая часть крупных суставов туловища и конечностей — многоосные. Это значит, что в них возможно большое количество различных движений (степеней свободы движений); но в каждом частном случае движение происходит лишь в одном направлении, вокруг одной оси. Чтобы превратить сустав в двигательный механизм, к костям, которые он соединяет, должна быть приложена тяга мышц. Мышца, приводящая сустав в движение, совершает *преодолевающую работу*. Однако сокращение любой мышцы сопровождается растягиванием ее антагониста. Возникающие в последнем упругие силы сопротивления этому сокращению и последующее рефлекторное напряжение мешают совершить движение с полным размахом и наибольшей скоростью; антагонист, совершая *уступающую работу*, затормаживает движение. В результате взаимодействия преодолевающей и уступающей, динамической (или изотонической) работы мышц в суставе осуществляется движение с точно регулируемой скоростью. Тяга мышц, прикрепляющихся к костям в направлении, перпендикулярном движению, регулирует движение. Так, многоосный сустав становится определенным двигательным механизмом, т. е. соединением с одной возможностью точно регулируемого движения.

В большинстве движений не все мышцы выполняют динамическую работу. Многие мышцы, напрягаясь, неподвижно закрепляют части скелета, что обеспечивает возможность динамической работы других мышц и по-

зу человека. Подобные опорные, статические (изометрические) напряжения мышц проявляются в трех видах работы:

- *удерживающей*, когда мышца действует своей тягой против силы тяжести;

- *укрепляющей*, когда сила тяжести действует на сустав по вертикали и мышца, напрягаясь, противостоит его разрыву;

- *фиксирующей*, когда при совместном напряжении мышц-антагонистов сустав становится неподвижным.

В результате того, что нервная система постоянно согласует динамическую и статическую работу мышц, опорно-двигательный аппарат всегда находится в состоянии, которое обеспечивает нормальное взаимодействие организма со средой.

При любой работе активны не все мышцы: некоторые из них находятся в расслабленном состоянии и сохраняют лишь естественный тонус.

**Тренировка и автоматизация движений.** Когда человек осваивает новое сложное движение, он привлекает к его выполнению излишнее количество мышц. Поэтому при отработке всякого движения внимание человека должно быть направлено прежде всего на торможение активности лишних мышц. При дальнейшей тренировке устанавливается и закрепляется последовательность выполнения компонентов сложного движения. Когда движение автоматизировано, оно осуществляется при участии лишь тех участков (полей) коры (поле 6), которые имеют обширные связи с эфферентными центрами (подкорковыми ганглиями и др.) (см. главу 3). Под управлением сознания, связанного с деятельностью коры больших полушарий в целом, остаются лишь главные компоненты движения. Чем совершеннее двигательный навык, тем сильнее степень его автоматизации. Это дости-

гается многократным повторением движения, вызывающим тренировку двигательного аппарата и образование в коре больших полушарий и подкорковых отделах новых нервных связей.

**Классификация движений.** Движения человека могут быть разделены на циклические, ациклические и непостоянные.

*Циклические движения* состоят из последовательно повторяющихся фаз (этапов). В каждом цикле одна фаза предшествует другой, как бы ложится в ее основу. Эти движения характеризуются однообразием, постоянством, непрерывностью и относительно легкой автоматизацией. К ним относятся преимущественно локомоторные движения: ходьба, бег, плавание, передвижение на лыжах, а также многие трудовые движения: пиление, строгание и др.

*Ациклические движения* — однократные. Они состоят из отдельных, не похожих друг на друга, последовательно выполняющихся, но не повторяющихся компонентов. К этим движениям относятся физические упражнения — бросок снаряда, прыжок — и некоторые трудовые движения, например, поднятие тяжестей.

*Непостоянные движения* представляют собой комбинацию циклических и ациклических. Примером могут служить прыжок в длину. Здесь основному ациклическому движению предшествует подготовительное циклическое в форме бега.

**Ходьба.** Ходьба — это одно из основных состояний тела в динамике. Она представляет собой сложное поступательное циклическое движение, в котором чередуются нарушение и восстановление равновесия тела. Ходьба состоит из попеременной опоры тела то на обе ноги (фаза двойной опоры), то на одну (фаза переднего и заднего шага). Таким образом, при ходьбе тело не теряет соприкосновения с опорной поверхностью, что отличает

ходьбу от других локомоторных движений (например, бега). Начинается ходьба с выведения вертикали тяжести за переднюю границу площади опоры, вследствие чего теряется равновесие. Одна из ног сокращением передних групп мышц бедра и голени выносится вперед для создания новой площади опоры, тело же от падения удерживается напряжением большой ягодичной мышцы другой, опорной, ноги. Когда вынесенная вперед нога соприкоснется с опорной поверхностью (пяткой), кончается фаза переднего шага и наступает фаза двойной опоры. Теперь начавшееся поступательное движение тела продолжается в силу инерции и благодаря отталкиванию от земли второй, оставшейся позади ногой; так начинается третья фаза заднего шага. Отталкивание производится сначала пяткой, которая отрывается от земли в результате сокращения трехглавой мышцы голени, после чего носком, отрывающимся благодаря сокращению длинного сгибателя большого пальца. Тело, испытывавшее новое поступательное движение, снова оказывается выведенным из равновесия, в результате чего сокращением сгибателей тазобедренного сустава «задней» ноги последняя переносится вперед, после того как переносная нога пройдет мимо опорной (момент вертикали), она вступает в фазу нового переднего шага.

Таким образом, помимо поступательного движения вперед, при ходьбе происходит также движение в той же сагиттальной плоскости вертикально вверх и вниз благодаря перекачиванию стопы с пятки на носок. Кроме того, перемещение происходит еще и во фронтальной плоскости. Оно осуществляется в тазобедренном суставе опорной ноги вследствие сокращения отводящих мышц (средней и малой ягодичных). Благодаря этому туловище отводится в сторону опор-

ной ноги, поднимает двигающуюся ногу над землей и не дает ей волочиться, как это наблюдается у стариков с ослабленной мускулатурой.

**Бег.** Основное отличие бега от ходьбы заключается в отсутствии периода двойной опоры тела на ногу, уже вынесенную вперед, и на «заднюю», еще не оторванную от земли. Более сильное отталкивание тела «задней» ногой замещает момент двойной опоры тела периодом полета его в воздухе.

Бег, также как и ходьба, относится к циклическим движениям максимальной интенсивности (рис. 1.71). Циклом считается двойной шаг (шаг левой ногой и шаг правой), состоящий из двух опорных фаз — отталкивания и приземления — и двух разделяющих их фаз полета. Каждая фаза обуславливает последующую, в которой используются движения предыдущей.

Бег развивает силу мышц, точность и быстроту движений в суставах, совершенствует координационные нервные механизмы, значительно повышает обмен веществ. Он усиливает деятельность дыхательной и сердечно-сосудистой систем и поэтому может быть использован для их тренировки.

**Плавание.** Плавание — локомоторное, циклическое движение в воде (рис. 1.72). Оно протекает в необычной для человека среде и в несвойственном для него горизонтальном положении. При этом тяжесть тела уменьшается на вес вытесняемой им воды.

В работе мышц при плавании статические усилия незначительны. В то же время динамическая нагрузка велика. Это связано с трудностью сохранить равновесие в воде, а также с тем, что отталкивание происходит от жидкой среды.

Сила тяжести тела, направленная вертикально вниз, и давление воды,

направленное вертикально вверх, образуют «пару сил», в результате действия которых тело должно испытывать вращательные движения. Равновесие достигается, когда общий центр тяжести тела и центр его объема (находится выше) окажутся на одной вертикали. Для этого руки вытягиваются перед головой.

Большая плотность воды и трудность отталкивания от нее обуславливают небольшую скорость движения. Но при горизонтальном положении тела уменьшается поверхность сопротивления. Такое положение необычно для человека и затрудняет координацию движений.

Рассмотрим способ плавания «басс». Он состоит из четырех фаз,

которые протекают на протяжении одного дыхательного движения: I — гребок руками, II — подготовительные движения, III — гребок ногами, IV — скольжение тела (рис. 1.72).

Плавание — один из наиболее полезных видов спорта. Разнообразные движения, в которые вовлекаются почти все мышцы тела, способствуют физическому развитию, тренируют дыхательную мускулатуру и сердце, закаляют организм, повышают его сопротивляемость простуде, укрепляют нервную систему.

Обучение ребенка плаванию можно начинать с 5 лет. В этом возрасте опорно-двигательный аппарат достигает развития, при котором выполнение плавательных движений вполне доступно.

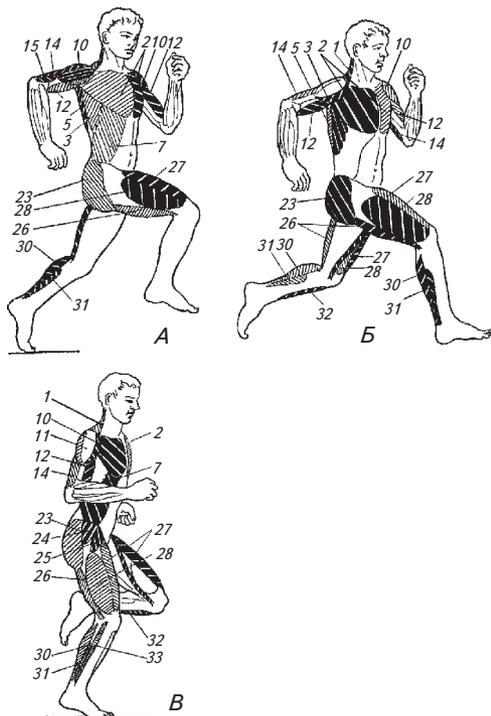


Рис. 1.71. Бег на короткие дистанции (100 м): 1 — верхние пучки трапецевидной мышцы; 2 — большая грудная; 3 — передняя зубчатая; 5 — широчайшая мышца спины; 7 — наружная косая мышца живота; 10 — передние и 11 — задние

А. I фаза — отталкивание. Фаза характеризуется интенсивным махом вперед одной ногой; сильным взмахом согнутых в локтевых суставах рук — одноименной назад, другой вперед. Отталкивание толковой ногой (на рисунке — левой) требует наибольших мышечных усилий и максимального давления на опору, в результате чего тело получает мощный толчок вперед и вверх. Сгибание этой ноги в голеностопном суставе производится задней группой мышц голени.

При сокращении задней группы мышц бедра и большой ягодичной нога разгибается в тазобедренном суставе. В результате работы мышц, отводящих бедро (малая и средняя ягодичные), таз поворачивается налево, а правая нога выносится вперед. Сила маха зависит от силы первоначального сокращения подвздошно-поясничной и четырехглавой мышц. Позднее нога продвигается вперед, разгибаясь в коленном суставе уже по инерции.

пучки дельтовидной мышцы; 12 — двуглавая; 14 — длинная и 15 — короткие головки трехглавой мышцы; 23 — большая и 24 — средняя ягодичные мышцы; 25 — напрягатель широкой фасции; 26 — мышцы задней группы бедра; 27 — прямая мышца бедра; 28 — широкие головки четырехглавой мышцы; 29 — протяжная; 30 — икроножная; 31 — камбаловидная; 32 — мышцы передней группы голени; 33 — мышцы латеральной группы голени. Штриховка — см.

Толчок задней (левой) ногой вызывает вращение туловища вправо. Уступающая работа мышц спины (выпрямителя позвоночника и вращателей позвонков слева), а также мышц живота (правой наружной косой и левой внутренней косой), тормозит вращение туловища вправо, которое уравновешивается перекрестным движением рук. Движение рук достигается поочередным (справа и слева) вращением плечевого пояса вокруг вертикальной оси и рук в плечевых суставах вокруг фронтальной оси. При махе правой рукой назад сокращаются малая грудная, ромбовидная, мышца, поднимающая лопатку, широчайшая спины, трехглавая плеча и задние пучки дельтовидной мышцы. При махе левой рукой вперед сокращаются передняя зубчатая, верхние пучки трапецевидной, двуглавая, клюво-плечевая, передние пучки дельтовидной и большая грудная.

В локтевых суставах правая рука заканчивает разгибание, а левая — сгибание. Руки обращены ладонями к телу вследствие напряжения пронаторов, супинатора и плечелучевой мышцы.

Б. II фаза — полет — начинается с того, что толчковая нога (левая) подтягивается вперед, а маховая же опускается для приземления. Начинается перемещение рук в направлении, обратном тому, что было на первой фазе. Туловище вращается слегка влево.

Толчковая нога (левая), ставшая теперь свободной, подтягивается вперед преодолевающей работой подвздошно-поясничной мышцы, прямой, портняжной, напрягателя широкой фасции. Большая ягодичная мышца и группа задних мышц бедра совершают уступающую работу. Коленный сустав сгибается без участия мышц, по инерции, и голень продвигается вперед при меньшей площади сопротивления. Угол сгибания в коленном суставе регулируется напряжением четырехглавой мышцы. Позднее мышцы задней группы голени расслабляются, а передней — переходят к преодолевающей работе.

Маховая нога (правая) начинает приземляться под влиянием преодолевающей работы растянутых ранее мышц большой ягодичной (разгибает ногу в тазобедренном суставе), широких головок четырехглавой (разгибает ее в коленном суставе), и мышцы задней группы голени (вытягивают носок ноги для приземления).

Плечевой пояс удерживается в несколько приподнятом положении работой верхних пучков трапецевидных мышц и передних зубчатых. Благодаря этому достигается наиболее высокое

положение общего центра тяжести и облегчается движение верхних конечностей.

Движение рук совершается лишь в плечевых суставах преодолевающей работой: на правой руке — передних пучков дельтовидной мышцы, клюво-плечевой и двуглавой; на левой — задних пучков дельтовидной и длинной головки трехглавой. В локтевых суставах начинается сгибание в правой руке и разгибание в левой.

В. III фаза — приземление — начинается с носка, что удлиняет шаг; тело опирается на стопу правой ноги, ставшую опорной. В тазобедренном и коленном суставах нога незначительно согнута. Левая нога переносится маховым движением вперед и вверх от опорной. Для амортизации толчка от приземления используются особенности строения стопы: своды, связочный и мышечный аппарат. При этом большое напряжение испытывают сгибатели стопы и пальцев, мышцы задней и наружной групп голени.

Преодолевающую работу выполняет группа отводящих мышц бедра (средняя и малая ягодичные и напрягатель широкой фасции). При их сокращении таз наклоняется в тазобедренном суставе вправо, чем облегчается дальнейший перенос маховой ноги. Все другие мышцы правой ноги, вызывающие ее движение в тазобедренном и коленном суставах, совершают уступающую работу, предотвращая дальнейшее сгибание ноги под влиянием тяжести тела.

Левая, свободная, нога переносится вперед преодолевающей работой всех ее сгибателей в тазобедренном суставе: подвздошно-поясничной, прямой и портняжной мышц. Все увеличивающееся сгибание в коленном суставе без участия мышц уменьшает поверхность ноги, противостоящую давлению воздуха, и облегчает перенос ее из «заднего» шага в «передний». Мышцы задней и наружной групп голени, производившие на обеих фазах энергичную работу, на этой фазе расслаблены и, следовательно, отдыхают. Голеностопный сустав разгибается преодолевающей работой передней группы мышц — передней большеберцовой, сгибателей пальцев и сгибателя большого пальца, что предотвращает задевание носком почвы.

В правом локтевом суставе продолжается сгибание при выносе руки вперед. В результате сокращения передних пучков правой дельтовидной мышцы и задних пучков левой руки движутся в плечевых суставах, уравновешивая вращение туловища вокруг вертикальной оси.

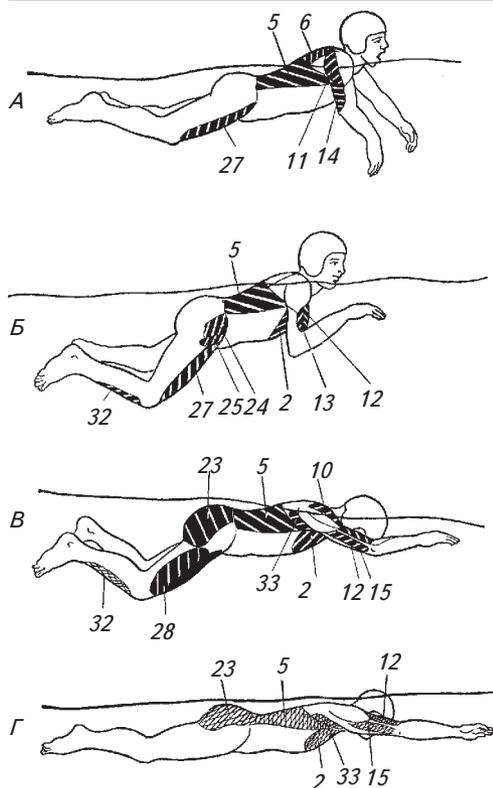


Рис. 1.72. Мышцы, участвующие в плавании: 2 — большая грудная мышца; 5 — широчайшая мышца спины; 6 — глубокие мышцы спины; 10 — передние и 11 — задние пучки дельтовидной мышцы; 12 — двуглавая; 13 — плечевая; 14 — длинная и 15 — короткие головки трехглавой мышцы; 23 — большая и 24 — средняя ягодичные мышцы; 25 — напрягатель широкой фасции бедра; 27 — прямая мышца бедра; 28 — широкие головки четырехглавой мышцы; 32 — передняя группа мышц голени; 33 — большая круглая мышца. Штриховка — см. стр. 98

А. I фаза — гребок руками — достигается разведением рук, вследствие чего площадь отталкивания увеличивается. Средние и задние пучки дельтовидных мышц отводят и разгибают в плечевых суставах руки. В локтевых суставах руки не полностью разгибаются (трехглавые мышцы) и пронируются сокращением круглых и квадратных пронаторов. Переходят в состояние напряжения широчайшие мышцы спины. Туловище прогибается сокращением глубоких мышц спины, благодаря чему голова, шея и отчасти грудь поднимаются над уровнем воды. Происходит вдох.

Ноги вытянуты, их мышцы расслаблены. Прямая мышца бедра начинает переходить в состояние напряжения, характерное для нее в следующей фазе.

Б. II фаза — подготовительные движения. Руки приводятся в плечевых суставах благодаря интенсивной работе широчайших мышц спины и больших грудных и сгибаются в локтевых (двуглавые и плечевые мышцы). Ноги сгибаются в тазобедренных и коленных суставах, в голеностопных же разгибаются под углом  $90^\circ$ . Одновременно ноги разводятся не менее чем на ширину плеч. Голова опускается для выдоха.

Сгибание и разведение ног в тазобедренных суставах — следствие работы подвздошно-поясничных мышц, портняжных, прямых бедра, напрягателей широкой фасции, средних и малых ягодичных мышц. Сгибание в коленных суставах ног, согнутых в тазобедренных суставах, происходит не активно, а вследствие действия внешних сил — давления воды. Поэтому задние группы мышц бедер и голеней расслаблены. Мышцы передней группы голеней разгибают голеностопные суставы.

В. III фаза — гребок ногами. На этой фазе применяются наибольшие мышечные усилия, в результате которых тело энергично продвигается вперед. Руки продолжают приводиться в плечевых суставах (большие грудные мышцы, широчайшие спины и большие круглые) и резко вытягиваются вперед (сокращение сгибателей в плечевых суставах — передних пучков дельтовидных мышц, клюво-плечевых, двуглавых — и сокращением разгибателей в локтевых суставах — трехглавых (коротких головок) и локтевых мышц). Ноги резко сводятся, как бы выталкивая воду, отталкиваясь от нее, разгибаются в тазобедренных и коленных суставах; остаются разогнутыми в голеностопных.

Сведение ног осуществляется большой, длинной и короткой приводящими стройной и гребешковой мышцами. Одновременно большие ягодичные мышцы разгибают ноги в тазобедренных суставах, широкие головки четырехглавых — в коленных. Голеностопные суставы поддерживаются в разогнутом состоянии напряжением передней группы мышц голеней.

Г. IV фаза — скольжение тела. Руки, туловище и ноги вытянуты в горизонтальном положении, в результате чего максимально уменьшается лобовая поверхность сопротивления воде и облегчается скольжение. Мышцы рук и туловища статически напряжены, а мышцы ног расслаблены.

## Глава 2

# СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

### 2.1. ЗНАЧЕНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Жизнь организма возможна лишь при условии непрерывного поступления из внешней среды в ткани тела питательных веществ, кислорода и воды (через желудочно-кишечный тракт и легкие) и выведения продуктов обмена веществ (углекислота, мочевины и др. через органы выделения — почки, легкие, кожу).

При циркуляции крови по сосудам вещества, поступившие в организм, либо удаляемые из него, перемещаются между различными органами. С кровью к клеткам и тканям доставляются необходимые для регуляции их жизнедеятельности *гормоны* (от греч. *hormao* — возбуждаю); кровь переносит антитела, иммунокомпетентные клетки и фагоциты, которые обезвреживают чужеродные вещества, микробы и вирусы. Общее количество крови в организме взрослого человека равно 7% его веса, по объему — это 5–6 л. Одной из функций системы кровообращения является обмен тепла в организме (терморегуляция). Тепло перераспределяется между органами со значительным теплообразованием и органами, подверженными охлаждению (кожа, органы дыхания и др.).

Значение сердечно-сосудистой системы заключается в обеспечении постоянной циркуляции крови по замкнутой системе сосудов. Клетки крови

(эритроциты, лейкоциты, кровяные пластинки) образуются в кроветворных органах — красном костном мозге, тимусе (вилочковой железе), селезенке, лимфатических узлах. Этот процесс называется кроветворением, за счет него происходит физиологическая регенерация крови — замена старых, отмирающих клеток крови новыми. Большая часть клеток крови образуется в красном костном мозге, общий объем которого у взрослого равен 1500 см<sup>3</sup>. Он заполняет пространство между костными перекладинами губчатого вещества всех костей. В-лимфоциты размножаются в костном мозге, но дифференцировка их происходит в лимфоидной ткани; Т-лимфоциты образуются в тимусе.

Желтый костный мозг, состоящий преимущественно из жировых клеток, должен рассматриваться как резервный орган кроветворения: после больших кровопотерь и при некоторых заболеваниях он может временно превращаться в красный костный мозг и включаться в кроветворную функцию.

У плода кроветворным органом является печень. В ней уже с 6-ой недели образуются клетки крови. С 12-й недели начинает функционировать красный костный мозг. Постепенно кроветворение в печени прекращается, к моменту рождения совсем затухает. У детей весь костный мозг красный, и замещение его в полостях диафизов костей желтым костным мозгом происходит постепенно, завершаясь лишь

к 20 годам. У новорожденных масса крови составляет 15% от веса тела, ее объем около 0,5 л. С возрастом объем крови увеличивается, ее относительное количество снижается и к 12 годам приближается к показателям взрослых, несколько возрастая в пубертатный период. Относительно бóльший, чем у взрослых, объем крови у детей связан с обеспечением более высокого уровня обмена веществ.

Кровеносную систему образуют сердце и замкнутая сеть кровеносных сосудов — артерий, вен и капилляров, которые пронизывают все ткани и органы тела (Атл. рис. 50). Сосудов нет лишь в эпителиальной ткани, гиалиновом хряще, хрусталике и роговице глаза, в эмали и дентине зубов, а также в ороговевших производных кожи — волосах и ногтях, т. е. в тех участках организма, где снижены обменные процессы.

*Артерии* — толстостенные сосуды, в которых кровь движется под давлением по направлению от сердца. Они многократно ветвятся и заканчиваются *артериолами* — мелкими сосудами с узким просветом, которые переходят в тонкостенные *капилляры*. Через стенки капилляров газы и другие вещества из крови транспортируются к клеткам и тканям, а от них продукты обмена веществ возвращаются в кровь. Из капиллярного русла кровь сначала попадает в *венулы*, а затем — в *вены*. По венам кровь возвращается к сердцу.

Движение крови по кровеносным сосудам обеспечивается главным образом работой сердца. *Сердце* — полый мышечный орган, состоящий из правой и левой половин, каждая из которых поперечно разделена на предсердие и желудочек. Ритмическими сокращениями сердце нагнетает кровь в артерии, а при расслаблении, следующем за сокращением, присасывает ее из вен.

Левое предсердие принимает артериальную, т. е. обогащенную кислородом, кровь из легких и проталкивает ее в левый желудочек. При сокраще-

нии желудочка кровь попадает в самую крупную артерию тела — *аорту*, откуда расходится по многократно разветвляющимся артериям ко всем органам тела. Мелкие артерии (артериолы) переходят в капилляры, где кровь из артериальной превращается в венозную, бедную кислородом и насыщенную углекислотой. Отсюда кровь собирается в мелкие, а затем крупные вены, впадающие двумя полыми венами (верхней и нижней) в правое предсердие. Описанный путь называется *большим*, или *системным, кругом кровообращения*.

Правая половина сердца обеспечивает кровообращение в *малом*, или *легочном, круге кровообращения*. Из правого предсердия венозная кровь переходит в правый желудочек, а оттуда выталкивается в легочную артерию, по которой попадает в легкие. После газообмена в легких кровь становится опять артериальной — она обогащается кислородом и освобождается от углекислого газа, и оттекает по легочным венам в левое предсердие.

Из артерий в вены кровь попадает, пройдя, как правило, только одну сеть капилляров. Исключение составляют почки, которые имеют дополнительную капиллярную сеть в сосудистых клубочках почечных телец. В этом случае кровь дважды в одном органе проходит через капилляры. Венозная кровь, оттекающая от капилляров в стенках желудка и кишечника (за исключением прямой кишки), а также селезенки, собирается в воротную вену, впадающую в печень. Здесь кровь также проходит через вторую капиллярную сеть, где сильно изменяет свой химический состав и освобождается от вредных веществ, попавших в нее из кишечника.

Между некоторыми мелкими артериями и венами многих органов, как наружных (кожа кончиков пальцев, носа и ушной раковины), так

и внутренних (сердце, головной мозг, почки, селезенка, легкие, половые органы и т. д.), имеются *артерио-венозные анастомозы* (соустия). По ним часть крови, минуя капилляры, может направиться из артерий непосред-

венно в вены. Такие анастомозы имеют существенное значение в регуляции кровотока в органе и изменении его температуры.

К сосудистой системе, кроме кровеносной, относят и лимфатическую систему.

## 2.2. СЕРДЦЕ

**Сердце** (от греч. — *kardia*) представляет собой полый мышечный орган, разделенный на четыре камеры — правые и левые предсердия и желудочки (рис. 2.1). Ритмичные сокращения сердца обеспечивают постоянное

движение крови по сосудам и, тем самым, непрерывное поступление к тканям и органам нашего тела кислорода, питательных и других веществ. В покое частота сердечных сокращений составляет 60–80 в минуту, каждое из них продолжается около 0,8 с. Из них 0,1 с занимает сокращение (систола) предсердий, 0,3 с — систола желудочков, а остальные 0,4 с — общее расслабление (диастола) предсердий и желудочков. По венам кровь поступает в предсердия и при их сокращении проталкивается в желудочки. Из желудочков во время систолы кровь выталкивается в артерии и разносится к органам.

Вес сердца человека колеблется между 250 и 360 г и зависит как от величины тела, так и от степени физической нагрузки и возраста. Обычно у мужчин размеры сердца больше, чем у женщин. Рентгенограммы показывают, что размер сердца соответствует величине сложенной в кулак кисти.

Расширенную верхнюю часть сердца называют *основанием*, а суженную нижнюю — *верхушкой*. На сердце различают две поверхности — передне-верхнюю, более выпуклую, *грудно-реберную* и задненижнюю уплощенную, *диафрагмальную*, а также два края — тупой левый и более заостренный правый (Атл. рис. 51, 52). Большая часть передней поверхности сердца принадлежит правому желудочку. Правое предсердие обращено вперед, и его придаточная полость — *ушко* —

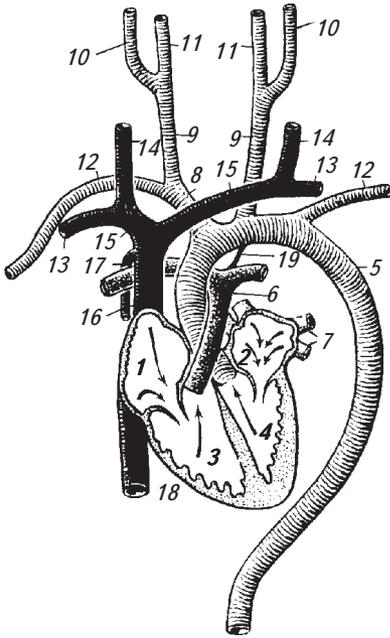


Рис. 2.1. Сердце и крупные сосуды:  
 1 — правое и 2 — левое предсердия; 3 — правый и 4 — левый желудочки; 5 — аорта; 6 — легочный ствол; 7 — левые легочные вены; 8 — плечеголовной ствол; 9 — общие сонные артерии; 10 — наружные и 11 — внутренние сонные артерии; 12 — подключичные артерии и 13 — вены; 14 — внутренние яремные вены; 15 — плечеголовые вены; 16 — верхняя полая вена; 17 — непарная вена; 18 — нижняя полая вена; 19 — артериальная связка

прикрывает спереди начало аорты, выходящей из левого желудочка. Левый желудочек и левое предсердие расположены на задней стороне сердца. Ушко левого предсердия по объему меньше правого, изогнуто, имеет зазубренный край и прилежит слева к началу легочной артерии, выходящей из правого желудочка.

На поверхности сердца видны борозды, соответствующие границам его внутренних полостей. В бороздах залегает жировая клетчатка, которая у упитанных людей и патологическом ожирении может прикрывать всю мускулатуру органа. Ближе к основанию сердца поперечно проходит *венечная борозда*, определяющая границу между предсердиями и желудочками. В ней расположены кровеносные сосуды, получившие название *венечных*. Она опоясывает сердце сзади и с боков, прерываясь спереди в месте отхождения аорты и легочного ствола. *Передняя* и *задняя межжелудочковые борозды* идут вдоль межжелудочковой перегородки; из них первая сдвинута влево. Вблизи верхушки сердца, относящейся к левому желудочку, обе межжелудочковые борозды встречаются. В бороздах залегают ветви венечных сосудов.

### 2.2.1. Топография сердца

Сердце расположено позади грудины (Атл. рис. 51), в переднем средостении. Оно окружено *околосердечной сумкой*, или *перикардом* (*pericardium*). Висцеральный листок последнего, или *эпикард*, одевающий мышцу сердца, по крупным сосудам переходит в париетальный листок, или *собственно перикард*. Между ними находится замкнутая полость, содержащая около 20 мл серозной жидкости. Перикард представляет собой почти нерастяжимую оболочку, образованную переплетаю-

щимися эластическими и коллагеновыми волокнами. Внутренняя его поверхность покрыта мезотелием (однослойным плоским эпителием), который облегчает скольжение эпикарда и перикарда друг относительно друга. Околосердечная сумка рыхлой соединительной тканью связана спереди с грудиной и хрящами истинных ребер, с боков — со средостенными частями париетальной плевры, сзади соприкасается с пищеводом, нисходящей аортой, непарной веной и только внизу плотно сращена с диафрагмой.

Перикард покрывает не только сердце, но и начальные отделы крупных сосудов, от него отходящих: восходящую часть дуги аорты, легочный ствол, части верхней и нижней полых вен и легочных вен. Таким образом, перикард укрепляет сердце на сосудах.

Длинная ось сердца расположена под углом 40–45° к сагиттальной плоскости грудной полости. Она направлена от середины тела III грудного позвонка к V левому межреберному промежутку ниже соединения хрящевой и костной части V ребра. За правый край грудины сердце выступает очень незначительно. Его верхушка прилежит к передней грудной стенке в области V левого межреберья; здесь в момент сокращения желудочков ощущается сердечный толчок. Следовательно, сердце располагается асимметрично: 2/3 его лежат в левой половине грудной полости и 1/3 — в правой. Такая асимметрия свойственна лишь человеку и возникла в связи с вертикальным положением его тела.

### 2.2.2. Полости сердца

У взрослого человека правая и левая половины сердца разделены сплошной продольной перегородкой (рис. 2.1). При этом часть перегородки, разделяющей предсердия, носит

название *межпредсердной*, а желудочки — *межжелудочковой*. С каждой стороны предсердие сообщается с желудочком через *предсердно-желудочковое отверстие*. Через него кровь в момент сокращения предсердия перегоняется в желудочек.

*Правое предсердие (atrium dextrum)* принимает сверху верхнюю полую вену, а снизу и сзади более широкую нижнюю полую вену (Атл. рис. 52, 53). Ниже ее, вблизи перегородки в предсердии открывается отверстие венозного синуса, несущего кровь от стенок сердца, и несколько непостоянных отверстий малых сердечных вен. Предсердно-желудочковым отверстием предсердия сообщается с полостью правого желудочка. На межпредсердной перегородке напротив устья нижней полой вены отчетливо заметна овальная ямка, оставшаяся после зарастания одноименного отверстия. У плода через это отверстие кровь из нижней полой вены переходит в левое предсердие. Перегородка в этом месте тоньше и в виде аномалии может иметь щель.

*Правое ушко* — добавочный резервуар предсердия, сравнительно объемисто и имеет вид треугольного выпячивания. Вследствие неравномерного расположения пучков сердечной мышцы на внутренней поверхности предсердия и его ушка выступают почти параллельные перекладки — *гребенчатые мышцы*.

*Правый желудочек (ventriculum dexter)* расположен несколько спереди от левого (Атл. рис. 52, 53) и отделен от него на поверхности сердца передней и задней межжелудочковыми бороздами. От предсердия его отделяет венозная борозда. Наружный край желудочка заострен, передняя стенка выпуклая, задняя уплощенная. Межжелудочковая перегородка вогнута со стороны левого желудочка. На поперечном разрезе полость правого желудочка щелевидная по краям и более выражена

у наружного края (рис. 2.2). Внутренняя поверхность желудочка неровная, на ней выступают сложнопереплетающиеся мясистые перекладки, переходящие в конусообразные *сосочковые мышцы*, число которых непостоянно (обычно три), а величина различна.

В верхней части желудочка расположены два отверстия: заднее — предсердно-желудочковое и переднее — артериальное, ведущее в легочный ствол. По направлению к последнему желудочек конусообразно вытянут вверх, вперед и влево.

*Предсердно-желудочковое отверстие* закрыто *трехстворчатым клапаном* (рис. 2.3) из тонких гладких треугольной формы пластинок. Они являются складками (дубликатурами) внутренней оболочки сердца — эндокарда, в середине которых имеется небольшое количество соединительной ткани и мышечных волокон. К свободным краям створок прикрепляются тонкие *сухожильные нити*, начинающиеся от сосочковых мышц; от каждой из них они отходят к нескольким створкам. При переходе крови из предсердия в желудочек створки клапана прижимаются к стенкам последнего. При сокращении желудочка под напором крови створки смыкаются, а сухожильные нити, натягивая их края, препятствуют вывертыванию клапанов в предсердие, что обеспечивает полное обособление полостей.

Вход из желудочка в отверстие легочного ствола закрыт тремя *полулунными клапанами* (рис. 2.3), образованными также как и трехстворчатый клапан, дубликатурой эндокарда. Клапаны образуют углубления — карманы, со стороны легочного ствола. Их наружные края утолщены в виде узелков, что обеспечивает плотное смыкание. При диастоле желудочков клапаны заполняются кровью, это препятствует обратному току крови из легочного ствола в правый желудочек.

*Левое предсердие (atrium sinistrum)* расположено позади правого (см. Атл. с. 58, 59). Стенки левого предсердия тоньше, чем правого. Правой его стенкой является межпредсердная перегородка, нижней — стенка левого желудочка. От передневерхней стенки отходит *левое ушко*, прикрывающее основание легочного ствола. Сверху и сзади оно имеет четыре отверстия, через которые открываются легочные вены, по две от каждого легкого. По этим венам артериальная кровь поступает из легких в сердце. Клапанов в области этих отверстий, как и в области отверстий полых вен, нет. Большая часть внутренней поверхности предсердия гладкая, только на межпредсердной перегородке видно овальное углубление — остаток межпредсердного отверстия. Внутренняя поверхность левого ушка покрыта многочисленными гребенчатыми мышцами.

*Левый желудочек (ventriculus sinister)* расположен в задненижней части сердца и имеет на поперечном разрезе форму овала или круга (рис. 2.2). Внутренняя поверхность покрыта большим ко-

личеством мясистых перекладин, которые образуют сложную сеть, особенно выраженную в области верхушки сердца. Перекладки продолжают в сосочковые мышцы.

С левым предсердием левый желудочек сообщается через *предсердно-желудочковое отверстие*. К его краям прикрепляются створки *двухстворчатого (митрального) клапана*. Строение створок сходно со створками подобного клапана в правой половине сердца. К зубчатым краям створок прикрепляются сухожильные нити, начинающиеся от сосочковых мышц в стенке желудочка.

Передняя часть левого желудочка образует артериальный конус, сообщается с *отверстием аорты* и ограничено тремя *полулунными клапанами* (рис. 2.3). Оно располагается спереди и справа от предсердно-желудочкового отверстия. Строение створок клапана сходно с полулунным клапаном легочного ствола. Механизм действия всех клапанов в левом желудочке тот же, что и в правом.

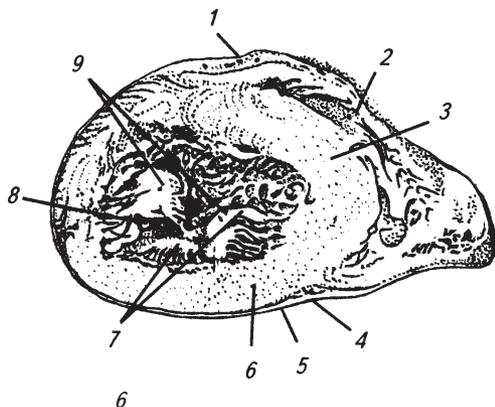


Рис. 2.2. Сердце — поперечный срез через желудочки:

1 — передняя межжелудочковая борозда; 2 — правый желудочек; 3 — межжелудочковая перегородка; 4 — задняя межжелудочковая борозда; 5 — эпикард (висцеральный листок); 6 — миокард; 7 — сухожильные нити; 8 — левый желудочек; 9 — сосочковые мышцы

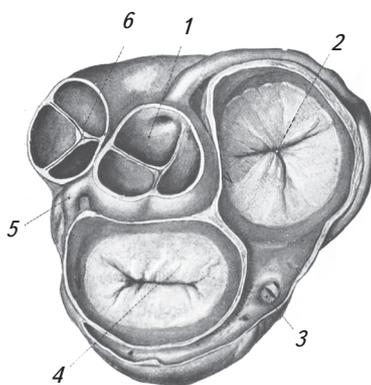


Рис. 2.3. Клапанный аппарат сердца:

1 — отверстие аорты (полулунный клапан); 2 — правое предсердно-желудочковое отверстие (трехстворчатый клапан); 3 — правый желудочек; 4 — левое предсердно-желудочковое отверстие (двухстворчатый клапан — митральный); 5 — левый желудочек; 6 — отверстие легочного ствола (полулунный клапан)

### 2.2.3. Строение стенки сердца

Стенки полостей сердца значительно различаются по толщине: в предсердиях они относительно тонкие (2–5 мм), в левом желудочке (в среднем 15 мм) обычно в 2,5 раза толще, чем в правом (около 6 мм). Стенка сердца состоит из трех оболочек: наружной — эпикарда, средней — миокарда и внутренней — эндокарда.

*Эпикард (epicardium)* — внутренний листок серозной околосердечной сумки, или перикарда (Атл. рис. 51). Между эпикардом и перикардом имеется щелевидное пространство, в котором находится небольшое количество жидкости, выполняющей роль смазки и облегчающей скольжение поверхностей эпикарда и перикарда друг относительно друга при сокращении сердца. Поверхности эпикарда и перикарда, обращенные в перикардиальную полость, покрыты мезотелием. Соединительная ткань, составляющая основу этих двух оболочек, содержит большое количество коллагеновых и эластических волокон. В ней лежат многочисленные кровеносные и лимфатические капилляры и нервные окончания. Эпикард прочно срастается с миокардом и у корней крупных сосудов, входящих в сердце и выходящих из него, переходит в перикард. В области борозд и около сосудов в эпикарде иногда встречаются значительные количества жировой ткани.

*Миокард (myocardium)* — самая мощная оболочка, образованная поперечно-полосатой мышцей, которая, в отличие от скелетной, состоит из клеток — кардиомиоцитов, соединенных в цепочки (волокон). Клетки прочно связаны между собой с помощью межклеточных контактов — десмосом. Между волокнами лежат тонкие прослойки соединительной ткани и хорошо развитая сеть кровеносных и лимфатических капилляров.

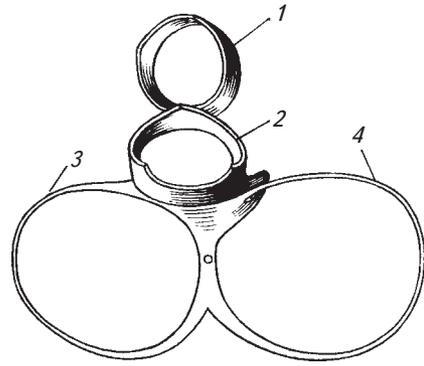


Рис. 2.4. «Скелет» сердца сверху (схема): фибриозные кольца: 1 — легочного ствола; 2 — аорты; 3 — левого и 4 — правого предсердно-желудочковых отверстий

Различают сократительные и проводящие кардиомиоциты: их строение подробно изучалось в курсе гистологии. Сократительные кардиомиоциты предсердий и желудочков различаются между собой: в предсердиях они отросчатые, а в желудочках — цилиндрической формы. Различаются также биохимический состав и набор органелл в этих клетках. Кардиомиоциты предсердий вырабатывают вещества, снижающие свертывание крови и регулирующие кровяное давление. Сокращения сердечной мышцы непроизвольны.

В толще миокарда находится прочный соединительнотканый «скелет» сердца (рис. 2.4). Он образуется главным образом фибриозными кольцами, которые заложены в плоскости предсердно-желудочковых отверстий. Из них плотная соединительная ткань переходит в фибриозные кольца вокруг отверстий аорты и легочного ствола. Эти кольца препятствуют растяжению отверстий при сокращении сердечной мышцы. От «скелета» сердца берут начало мышечные волокна как предсердий, так и желудочков, благодаря чему миокард предсердий обособлен от миокарда желудочков, что обуслов-

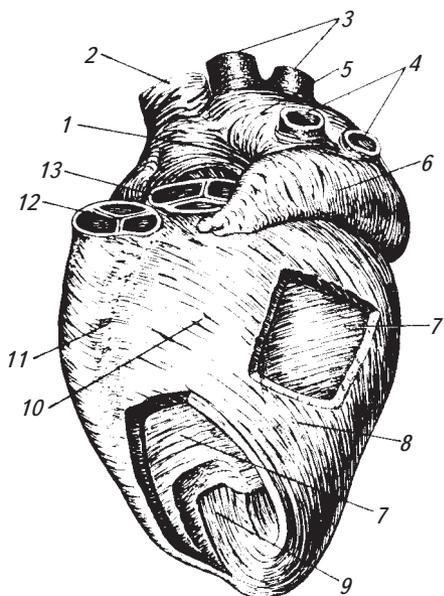


Рис. 2.5. Мышца сердца (слева):

1 — правое предсердие; 2 — верхняя полая вена; 3 — правые и 4 — левые легочные вены; 5 — левое предсердие; 6 — левое ушко; 7 — круговой, 8 — наружный продольный и 9 — внутренний продольный мышечный слой; 10 — левый желудочек; 11 — передняя продольная борозда; 12 — полулунные клапаны легочного ствола и 13 — аорты

ливают возможность их раздельного сокращения. «Скелет» сердца служит также опорой клапанному аппарату.

Мускулатура предсердий имеет два слоя: поверхностный состоит из поперечных (циркулярных) волокон, общих для обоих предсердий, и глубокий — из вертикально расположенных волокон, самостоятельных для каждого предсердия. Часть вертикальных пучков входит в створки митрального и трехстворчатого клапанов. Кроме того, вокруг отверстий полых и легочных вен, а также у края овальной ямки залегают круговые мышечные пучки. Глубокие пучки мышц образуют также гребенчатые мышцы.

Мускулатура желудочков, особенно левого, очень мощная, состоит из трех слоев (рис. 2.2, 2.5). Поверхностный и

глубокий слои общие для обоих желудочков. Волокна первого, начинаясь от фиброзных колец, спускаются косо к верхушке сердца. Здесь они загибаются, переходят в глубокий продольный слой и поднимаются к основанию сердца. Часть более коротких волокон образует мясистые перекладки и сосочковые мышцы. Средний круговой слой самостоятелен в каждом желудочке и служит продолжением волокон как наружного, так и глубокого слоев. В левом желудочке он значительно толще, чем в правом, поэтому и стенки левого желудочка более мощные, чем правого. Все три мышечных слоя образуют межжелудочковую перегородку. Ее толщина такая же как и стенки левого желудочка, только в верхней части она значительно тоньше.

В сердечной мышце выделяются особые, атипичные волокна, бедные миофибриллами, окрашивающиеся на гистологических препаратах значительно слабее. Их относят к так называемой *проводящей системе сердца* (рис. 2.6). Вдоль них расположены гус-

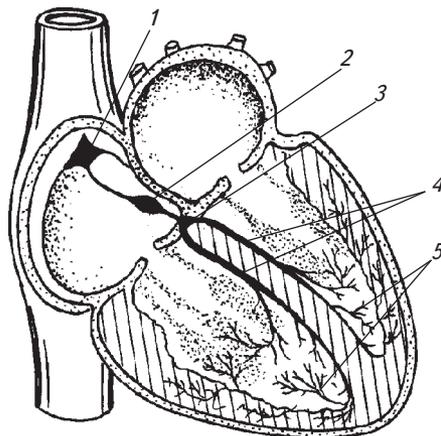


Рис. 2.6. Проводящая система сердца: 1 — синусно-предсердный и 2 — предсердно-желудочковый узлы; 3 — пучок Гиса; 4 — ножки пучка Гиса; 5 — волокна Пуркинью

тое сплетение безмякотных нервных волокон и группы нейронов вегетативной нервной системы. Кроме того, здесь оканчиваются волокна блуждающего нерва. Центрами проводящей системы являются два узла — синусно-предсердный и предсердно-желудочковый.

*Синусно-предсердный узел* (синоатриальный) расположен под эпикардом правого предсердия, между впадением в него верхней полой вены и правым ушком. Узел представляет собой скопление проводящих миоцитов, окруженных соединительной тканью, пронизанной сетью капилляров. В узел проникают многочисленные нервные волокна, относящиеся к обоим отделам вегетативной нервной системы. Клетки узла способны генерировать импульсы с частотой 70 раз в минуту. На функцию клеток оказывают влияние некоторые гормоны, а также симпатические и парасимпатические влияния. От узла по специальным мышечным волокнам возбуждение распространяется по мускулатуре предсердий. Часть проводящих миоцитов образует атриовентрикулярный пучок, который спускается по межпредсердной перегородке к предсердно-желудочковому узлу.

*Предсердно-желудочковый узел* (атриовентрикулярный) лежит в нижней части межпредсердной перегородки. Он, также как и синусно-предсердный узел, образован сильно разветвленными и анастомозирующими проводящими кардиомиоцитами. От него в толщу межжелудочковой перегородки отходит предсердно-желудочковый пучок (пучок Гиса). В перегородке пучок разделяется на две ножки. Примерно на уровне середины перегородки от них отходят многочисленные волокна, называемые *волокнами Пуркинье*. Они ветвятся в миокарде обоих желудочков, проникают в сосочковые мышцы и доходят до эндокарда. Распределение волокон таково, что сокращение миокарда на верхушке сердца начинается раньше, чем у основания желудочков.

Миоциты, образующие проводящую систему сердца, с помощью щелевидных межклеточных контактов соединяются с рабочими кардиомиоцитами. Благодаря этому происходит передача возбуждения на рабочий миокард и его сокращение. Проводящая система сердца объединяет работу предсердий и желудочков, мускулатура которых обособлена; она обеспечивает автоматизм работы сердца и сердечный ритм.

### 2.2.5. Развитие сердца

К концу 3-й недели перенатального развития в мезенхиме задней части головного конца зародыша под глоткой появляются две продольные трубки. Они сближаются и сливаются друг с другом, образуя *эндокард*, из наружного слоя, *эпимиокарда*, возникающего из мезодермы, позднее развиваются миокард и эпикард (рис. 2.7). Сердечная закладка окружена *перикардальной полостью*, образовавшейся при разделении целома зародыша. Вначале сердечная трубка связана с кишечником дорсальным мезокардием, который затем исчезает. Передний конец сердца связан с ветвями аорты, а задний — с желточными венами. Зачаток сердца уже сокращается и проталкивает кровь

благодаря наличию в его задней части специальных клеток водителей ритма. На более поздних стадиях они сформируют синусно-предсердный узел.

Растет сердечная трубка неравномерно, быстрее окружающих тканей и органов, вследствие чего изгибается и в ней возникают разграниченные клапанами предсердие и желудочек (стадия двукамерного сердца) (рис. 2.8). Желудочек переходит в короткую брюшную аорту. Предсердие к концу первого, а желудочек к концу второго месяца внутриутробного развития разделяются продольными перегородками на правые и левые полости, но в межпредсердной перегородке остается *овальное отверстие*, через которое одно предсердие сообщается с другим вплоть до рождения. По мере роста предсердий

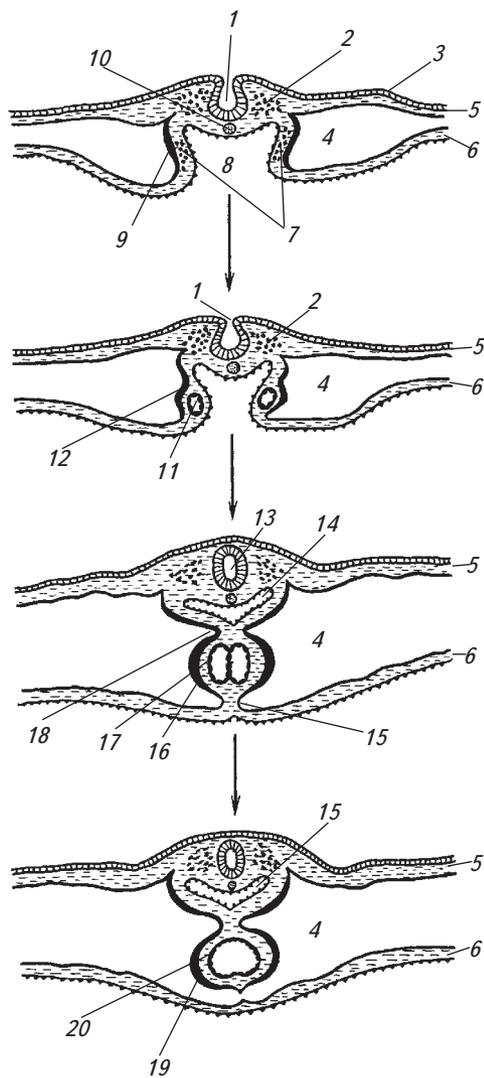
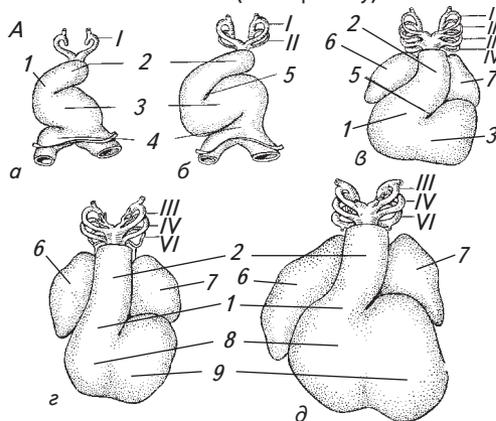
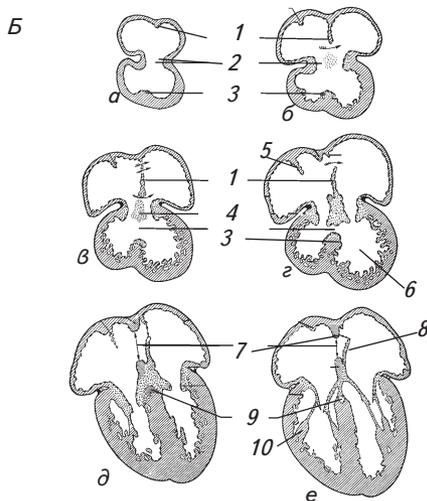


Рис. 2.7. Ранние стадии развития сердца:  
 1 — нервный желобок; 2 — головная мезенхима; 3 — покровный эпителий; 4 — перикардимальная полость; 5 — соматоплевра; 6 — спланхноплевра; 7 — скопления ангиогенных клеток; 8 — кишка; 9 — эпимиокард (утолщенная спланхническая мезодерма); 10 — хорда; 11 — зачаток эндокарда; 12 — зачаток эпимиокарда; 13 — нервная трубка; 14 — передняя кишка; 15 — вентральная брыжейка; 16 — эпимиокард; 17 — эндокард; 18 — дорсальная брыжейка; 19 — эпикард; 20 — трубка эндокарда

Рис. 2.8. Развитие сердца у зародыша человека (по Карлсону):



А — вид сзади:  
 Зародыши: а — 2,08 мм; б — 3,0 мм; в — 5,2 мм; г — 6,0 мм; д — 8,8 мм; 1 — конус; 2 — артериальный ствол; 3 — желудочек; 4 — предсердие; 5 — конусожелудочковая борозда; 6 — правое предсердие; 7 — левое предсердие; 8 — правый желудочек; 9 — левый желудочек; I—VI — дуги аорты



Б — продольные срезы:  
 1 — межпредсердная перегородка; 2 — предсердно-желудочковый канал; 3 — межжелудочковая перегородка; 4 — межжелудочковое отверстие; 5 — правое предсердие; 6 — левый желудочек; 7 — овальное отверстие; 8 — клапан овального отверстия; 9 — предсердно-желудочковые клапаны; 10 — сосочковые мышцы. Стрелки показывают направление тока крови через отверстия в перегородке

*Эндокард (endocardium)* — тонкая оболочка, выстилающая полости сердца. В предсердиях эндокард толще, чем в желудочках. По своему строению и развитию эндокард схож с внутренней оболочкой стенки сосудов — интимой. Глубокий слой эндокарда состоит из соединительной ткани с многочисленными эластическими волокнами, кровеносными сосудами, гладкомышечными и жировыми клетками. Эндотелий покрывает эндокард, выстлая полости сердца изнутри, и переходит прямо в стенку связанных с сердцем сосудов.

Клапаны сердца, как створчатые, так и полулунные, — это складки (удвоения, дубликатуры) эндокарда, имеющие соединительнотканную основу с многочисленными коллагеновыми и эластическими волокнами. В основании створок эти волокна переходят в плотную соединительную ткань колец, окружающих отверстия. От среднего слоя каждой створки предсердно-желудочкового клапана начинаются сухожильные нити, которые также покрыты эндокардом. Эти нити натянуты между сопочковыми мышцами и обращенной в желудочки поверхностью створок клапанов. Створки полулунных клапанов тоньше, чем предсердно-желудочковых,

венозный синус включается в состав правого предсердия.

Образование межжелудочковой перегородки начинается от верхушки сердца. Она растет вверх, где встречается с перегородкой предсердий. Таким образом происходит разделение сердца на правую (венозную) и левую (артериальную) половины. Одновременно с ростом перегородок образуются предсердно-желудочковые клапаны. В артериальном конусе возникает продольная перегородка, являющаяся продолжением межпредсердной перегородки. В результате происходит разделение аорты и легочного ствола. На их границе с артериальными конусами желудочков возникают полулунные клапаны.

Так как легкие плода не развиты, большая часть крови, выходящая из правого желудочка в легочный ствол по артериальному (боталлову) протоку переходит в аорту. В легкие попадает

и не имеют сухожильных нитей. Возле краев таких клапанов слой плотной соединительной ткани несколько утолщен и в их средней части образует узелок. Эти утолщенные полоски ткани соприкасаются между собой при закрытии клапана. Узкий свободный край каждой створки обеспечивает полную герметичность в закрытом клапане.

При различных заболеваниях структура створок клапанов может нарушаться. При этом створки деформируются, становятся более плотными, их полного смыкания не происходит; они могут укорачиваться или срастаться по краям. В результате таких пороков клапан утрачивает способность препятствовать обратному току крови.

#### 2.2.4. Кровоснабжение и иннервация сердца

Стенки сердца получают кровь по **венечным артериям**, которые отходят от аорты тотчас над ее клапанами.

*Правая венечная артерия* в начальном отделе прикрыта правым ушком и проходит между ним и артериальным конусом левого желудочка. От нее отходят веточки к стенкам легочного

незначительный объем крови, обеспечивающий их развитие. Кроме того, наличие подобной системы позволяет полноценно развиваться правому желудочку. Несмотря на наличие межпредсердного отверстия, полного смешения крови в сердце не происходит. В то же время боталлов проток впадает в нисходящую часть дуги аорты. Сосуды, отходящие от дуги аорты к голове и верхним конечностям, несут кровь, обогащенную кислородом. Ниже места впадения артериального протока кровь становится смешанной.

Сердце 10-недельного зародыша очень велико и составляет примерно 10% массы его тела. По мере роста плода относительный вес сердца постепенно падает, но и у новорожденного он все еще больше (0,8%), чем у взрослого человека (0,5%). В течение первых месяцев внутриутробного развития сердце передвигается с места своей первоначальной закладки — области шеи — в грудную полость.

ствола и аорты, ушку, артериальному конусу. Затем она достигает правого края сердца, ложится в одноименную борозду и сзади полукольцом охватывает сердце. На диафрагмальной поверхности артерия переходит в *заднюю межжелудочковую ветвь* и спускается к верхушке сердца, кровоснабжая задний отдел межжелудочковой перегородки и задние стенки правого и левого желудочков и левого предсердия.

*Левая венечная артерия* проходит между легочным стволом и левым ушком к венечной борозде и разделяется на две ветви. Одна из них идет по венечной борозде к левому краю сердца, отдает крупную ветвь к передней и задней стенке левого желудочка, а затем переходит на диафрагмальную его поверхность. Вторая, *передняя межжелудочковая ветвь* спускается до верхушки сердца и питает передние стенки левого предсердия и желудочка и переднюю часть межжелудочковой перегородки, а затем переходит на заднюю поверхность сердца. Не доходя до задней межжелудочковой ветви, она погружается в миокард.

В стенках сердца ход артерий повторяет ход мышечных пучков. Ветви обеих артерий обильно анастомозируют между собой, чем обеспечивается равномерное кровоснабжение всех трех оболочек сердца, стенок аорты, легочного ствола и полых вен. Края сердца кровоснабжаются только соответствующими артериями, не образующими анастомозов. У детей анастомозов меньше, но они относительно крупнее, чем у взрослых.

**Вены** сердца многочисленны. Мелкие вены изливаются главным образом

в правое предсердие, более крупные впадают в *венечный синус* (Атл. рис. 52Б, 53). Последний имеет длину около 5 см, лежит в задней части венечной борозды и открывается в правое предсердие. В синус впадают *большая вена сердца*, которая поднимается по передней межжелудочковой борозде, ложится в переднюю венечную борозду и изливается в синус; *средняя вена сердца*, идущая по задней межжелудочковой борозде, *малая вена сердца*, *вены предсердий* и другие вены сердца. Кроме того, мелкие вены открываются самостоятельными отверстиями непосредственно в предсердия или желудочки.

Лимфатические сосуды сердца несут лимфу к узлам, расположенным вблизи дуги аорты.

Чувствительные и двигательные нервные волокна проходят к сердцу в составе блуждающего (парасимпатические) и симпатического нервов (Атл. рис. 54А). От шейного отдела блуждающего нерва идут *верхние*, а от его грудного отдела — *нижние сердечные ветви*. Симпатические *верхний, средний и нижний сердечные нервы* отходят от шейных узлов симпатического ствола. Все эти нервы образуют два сердечных сплетения: поверхностное, лежащее между дугой аорты и легочной артерией, и более мощное глубокое, расположенное позади аорты. От сплетений отходят нервы к стенкам сердца, и прежде всего к его проводящей системе. По характеру импульсов, проводимых этими нервами к сердцу, И.П. Павлов различал в них волокна замедляющие и ослабляющие (в блуждающем нерве), ускоряющие и усиливающие (в симпатическом нерве).

### Контрольные вопросы

1. Каково значение сердечно-сосудистой системы.
2. Сердце, его топография, строение и функции.
3. Опишите строение стенки сердца.
4. Дайте характеристику проводящей системы сердца.
5. Кровоснабжение и иннервация сердца.
6. Как развивается сердце в онтогенезе?

### 2.3. ВИДЫ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ И СТРОЕНИЕ ИХ СТЕНОК

Крупные сосуды — аорта, легочный ствол, полые и легочные вены — служат преимущественно путями перемещения крови. Все остальные артерии и вены, вплоть до мелких, могут, кроме того, регулировать приток крови к органам и ее отток, так как способны под влиянием нейрогуморальных факторов изменять свой просвет.

Различают *артерии* трех типов: эластического, мышечного и мышечно-эластического. Стенка всех видов артерий, также как и вен, состоит из трех слоев (оболочек): внутреннего, среднего и наружного. Относительная толщина этих слоев и характер тканей, их образующих, зависят от типа артерии.

Артерии *эластического* типа выходят непосредственно из желудочков сердца — это аорта, легочный ствол, легочная и общая сонная артерии. В их стенках находится большое количество эластических волокон, за счет чего они обладают свойствами растяжимости и упругости. Когда кровь под давлением (120–130 мм рт.ст.) и с большой скоростью (0,5–1,3 м/с) выталкивается из желудочков при сокращении сердца, эластические волокна в стенках артерий растягиваются. После окончания сокращения желудочков, растянутые стенки артерий сокращаются и, таким образом, поддерживают давление в сосудистой системе в течение того времени, пока желудочек снова не наполнится кровью и не произойдет его сокращение.

Внутренняя оболочка (интима) артерий *эластического* типа составляет примерно 20% толщины их стенки (Атл. рис. 55, 57). Она выстлана эндотелием, клетки которого лежат на базальной мембране. Под ним расположен слой рыхлой соединительной тка-

ни, содержащей фибробласты, гладкие мышечные клетки и макрофаги, а также большое количество межклеточного вещества. Физико-химическое состояние последнего обуславливает проницаемость стенки сосуда и ее трофику. У пожилых людей в этом слое можно видеть отложения холестерина (атеросклеротические бляшки). Снаружи интима ограничена внутренней эластической мембраной.

В месте отхождения от сердца внутренняя оболочка образует карманообразные складки — клапаны. По ходу аорты также наблюдается складчатость интимы. Складки ориентированы продольно и имеют спиральный ход. Наличие складчатости характерно и для других видов сосудов. При этом увеличивается площадь внутренней поверхности сосуда. Толщина интимы не должна превышать определенной величины (для аорты — 0,15 мм), чтобы не препятствовать питанию среднего слоя артерий.

Средний слой оболочки артерий эластического типа образован большим количеством окончатых (фенестрированных) эластических мембран, расположенных концентрически. Их количество изменяется с возрастом. У новорожденного их около 40, у взрослого — до 70. Эти мембраны с возрастом утолщаются. Между соседними мембранами лежат мало дифференцированные гладкомышечные клетки, способные вырабатывать эластин и коллаген, а также аморфное межклеточное вещество. При атеросклерозе в среднем слое стенки таких артерий могут образовываться отложения хрящевой ткани в виде колец. Это наблюдается также при значительных нарушениях диеты.

Эластические мембраны в стенках артерий образуются за счет выделения аморфного эластина гладкомышечными клетками. В участках, лежащих между этими клетками, толщина эластических мембран значительно меньше. Здесь образуются *фенестры* (окна), через которые питательные вещества проходят к структурам сосудистой стенки. При росте сосуда эластические мембраны растягиваются, фенестры расширяются, на их краях происходит отложение вновь синтезированного эластина.

Наружная оболочка артерий эластического типа тонкая, образована рыхлой волокнистой соединительной тканью с большим количеством коллагеновых и эластических волокон, расположенных в основном продольно. Эта оболочка предохраняет сосуд от перерастяжения и разрывов. Здесь проходят нервные стволы и мелкие кровеносные сосуды (сосуды сосудов), питающие наружную оболочку и часть средней оболочки основного сосуда. Количество этих сосудов находится в прямой зависимости от толщины стенки основного сосуда.

От аорты и легочного ствола отходят многочисленные ветви, которые доставляют кровь в различные участки организма: к конечностям, внутренним органам, покровам. Так как отдельные области тела несут разную функциональную нагрузку, они нуждаются в неодинаковом количестве крови. Артерии, осуществляющие их кровоснабжение, должны обладать способностью изменять свой просвет, чтобы доставлять необходимое в данный момент количество крови к органу. В стенках таких артерий хорошо развит слой гладких мышечных клеток, которые способны сокращаться и уменьшать просвет сосуда или расслабляться, увеличивая его. Эти артерии называются артериями *мышечного* типа, или распределительными. Их диаметр контролируется симпатической нервной системой. К таким артериям относятся позвоночная, плечевая, лучевая, подколенная, артерии мозга и другие. Их

стенка также состоит из трех слоев. В состав внутреннего слоя входят эндотелий, выстилающий просвет артерии, субэндотелиальная рыхлая соединительная ткань и внутренняя эластическая мембрана. В соединительной ткани хорошо развиты коллагеновые и эластические волокна, расположенные продольно, и аморфное вещество. Клетки слабо дифференцированы. Слой соединительной ткани лучше развит в артериях крупного и среднего калибра и слабее — в мелких. Снаружи от рыхлой соединительной ткани расположена тесно с ней связанная внутренняя эластическая мембрана. Она более выражена в крупных артериях.

Средняя оболочка артерии мышечного типа образована спирально расположенными гладкомышечными клетками. Сокращение этих клеток приводит к уменьшению объема сосуда и проталкиванию крови в более дистальные отделы. Мышечные клетки соединены межклеточным веществом с большим количеством эластических волокон. Наружной границей средней оболочки является наружная эластическая мембрана. Эластические волокна, расположенные между мышечными клетками, связаны с внутренней и наружной мембранами. Они образуют своеобразный эластический каркас, придающий упругость стенке артерии и предотвращающий ее спадание. Гладкомышечные клетки средней оболочки при сокращении и расслаблении регулируют просвет сосуда, а следовательно приток крови в сосуды микроциркуляторного русла органа.

Наружная оболочка образована рыхлой соединительной тканью с большим количеством эластических и коллагеновых волокон, расположенных косо или продольно. В этом слое лежат нервы и кровеносные и лимфатические сосуды, питающие стенку артерий.

Артерии смешанного, или *мышечно-эластического* типа по строению и функциональным особенностям занимают промежуточное положение между эластическими и мышечными артериями. К ним относятся, например, подключичная, наружная и внутренняя подвздошная, бедренная, брыжеечные артерии, чревный ствол. В среднем слое их стенки наряду с гладкомышечными клетками присутствует значительное количество эластических волокон и фенестрированных мембран. В глубокой части наружной оболочки таких артерий расположены пучки гладкомышечных клеток. Снаружи их покрывает соединительная ткань с хорошо развитыми пучками коллагеновых волокон, лежащих косо и продольно. Эти артерии обладают высокой эластичностью и могут сильно сокращаться.

По мере приближения к артериолам просвет артерий уменьшается, а их стенка истончается. Во внутренней оболочке уменьшается толщина соединительной ткани и внутренней эластической мембраны, в средней убывает число гладкомышечных клеток, исчезает наружная эластическая мембрана. Уменьшается толщина наружной оболочки.

Артериолы, капилляры и вены, а также артериоло-венулярные анастомозы образуют *микроциркуляторное русло* (Атл. рис. 58). Функционально выделяют приносящие микрососуды (артериолы), обменные (капилляры) и отводящие (вены). Было установлено, что системы микроциркуляции различных органов существенно отличаются друг от друга: их организация тесно связана с функциональными особенностями органов и тканей.

*Артериолы* представляют собой мелкие, до 100 мкм в диаметре, кровеносные сосуды, являющиеся продолжением артерий. Они постепенно переходят в капилляры. Стенку арте-

риол образуют те же три слоя, что и стенку артерий, однако выражены они очень слабо. Внутренняя оболочка состоит из эндотелия, лежащего на базальной мембране, тонкой прослойки рыхлой соединительной ткани и тонкой внутренней эластической мембраны. Среднюю оболочку образуют 1–2 слоя гладкомышечных клеток, расположенных спирально. В терминальных прекапиллярных артериолах, гладкомышечные клетки лежат поодиночке, они обязательно присутствуют в местах разделения артериол на капилляры. Эти клетки кольцом окружают артериолу и выполняют функцию *прекапиллярного сфинктера* (от греч. *sphinkter* — обруч). Кроме того, для терминальных артериол характерно наличие отверстий в базальной мембране эндотелия. Благодаря этому возникает контакт эндотелиоцитов с гладкомышечными клетками, которые получают возможность реагировать на вещества, попавшие в кровь. Например, при выбросе в кровь адреналина из мозгового вещества надпочечников он достигает мышечных клеток в стенках артериол и вызывает их сокращение. Просвет артериол при этом резко уменьшается, кровоток в капиллярах приостанавливается.

*Капилляры* — это наиболее тонкие кровеносные сосуды, которые составляют самую протяженную часть кровеносной системы и соединяют артериальное и венозное русла. Образуются *истинные капилляры* в результате ветвления прекапиллярных артериол. Они располагаются обычно в виде сетей, петель (в коже, синовиальных сумках) или сосудистых клубочков (в почках). Величина просвета капилляров, форма их сетей и скорость кровотока в них определяются органами особенностями и функциональным состоянием сосудистой системы. Наиболее узкие капилляры находятся в скелетных мышцах (4–6 мкм), обо-

лочках нервов, легких. Здесь они образуют плоские сети. В коже и слизистых оболочках просветы капилляров шире (до 11 мкм), они формируют трехмерную сеть. Таким образом, в мягких тканях диаметр капилляров больше, чем в плотных. В печени, железах внутренней секреции и кроветворных органах просветы капилляров очень широкие (20–30 мкм и более). Такие капилляры называются *синусоидными* или *синусоидами*.

Плотность капилляров неодинакова в различных органах. Наибольшее их количество на 1 мм<sup>3</sup> обнаруживается в головном мозге и миокарде (до 2500–3000), в скелетной мышце — 300–1000, а в костной ткани еще меньше. В обычных физиологических условиях в тканях в активном состоянии находится примерно 50% капилляров. Просвет остальных капилляров значительно уменьшается, они становятся непроходимыми для клеток крови, но плазма продолжает по ним циркулировать.

Стенка капилляров образована эндотелиальными клетками, покрытыми снаружи базальной мембраной (рис. 2.9).

В ее расщеплении лежат *перициты* — отростчатые клетки, окружающие капилляр. На этих клетках в некоторых капиллярах обнаруживаются эфферентные нервные окончания. Снаружи капилляр окружен мало дифференцированными адвентициальными клетками и соединительной тканью. Различают три основных типа капилляров: с непрерывным эндотелием (в мозге, мышцах, легких), с фенестрированным эндотелием (в почках, эндокринных органах, кишечных ворсинках) и с прерывистым эндотелием (синусоиды селезенки, печени, кроветворных органов). Капилляры с непрерывным эндотелием наиболее распространены. Клетки эндотелия в них соединены с помощью плотных межклеточных контактов. Транспорт веществ между кровью и тканевой жидкостью происходит через цитоплазму эндотелиоцитов. В капиллярах второго вида по ходу эндотелиальных клеток встречаются истонченные участки — фенестры, облегчающие транспорт веществ. В стенке капилляров третьего типа — синусоидов — промежутки между эндотелиальными

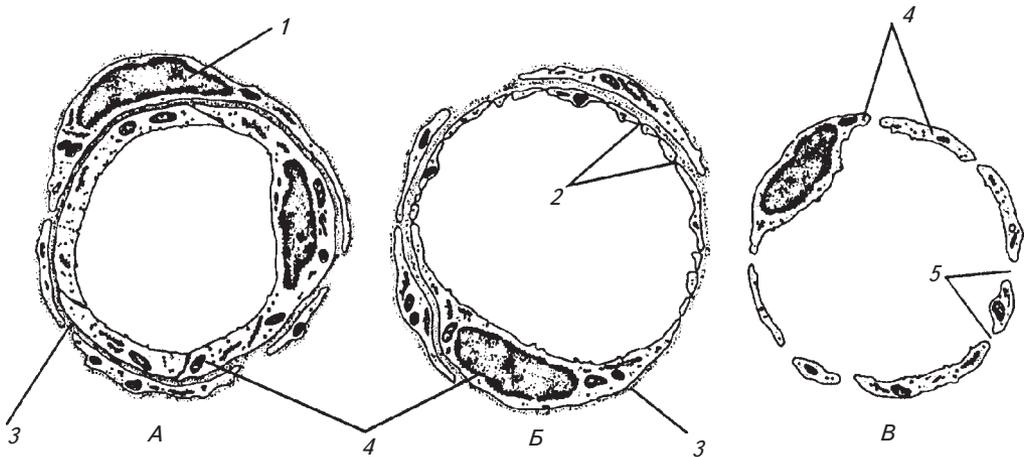


Рис. 2.9. Строение и типы капилляров:

А — капилляр с непрерывным эндотелием; Б — капилляр с фенестрированным эндотелием; В — капилляр синусоидного типа; 1 — перицит; 2 — фенестры; 3 — базальная мембрана; 4 — эндотелиальные клетки; 5 — поры

клетками совпадают с отверстиями в базальной мембране. Через такую стенку легко проходят не только макромолекулы, растворенные в крови или тканевой жидкости, но и сами клетки крови.

Проницаемость капилляров определяет ряд факторов: состояние окружающих тканей, давление и химический состав крови и тканевой жидкости, действие гормонов и т. д.

Различают артериальный и венозный концы капилляра. Диаметр артериального конца капилляра равен примерно величине эритроцита, а венозного — несколько больше.

От терминальной артериолы могут отходить и более крупные сосуды — *метартериолы* (главные каналы). Они пересекают капиллярное русло и вливаются в венулу. В их стенке, особенно в начальной части, находятся гладкомышечные клетки. От их проксимального конца отходят многочисленные истинные капилляры и имеются прекапиллярные сфинктеры. В дистальный конец метартериолы могут вливаться истинные капилляры. Эти сосуды выполняют роль локальной регуляции кровотока. Они могут также служить каналами для усиления сброса крови из артериол в венулы. Этот процесс приобретает особое значение при терморегуляции (например в подкожной ткани).

Различают три разновидности *венул*: посткапиллярные, собирательные и мышечные. Венозные части капилляров собираются в *посткапиллярные венулы*, диаметр которых достигает 8—30 мкм. В месте перехода эндотелий образует складки, аналогичные клапанам вен, а в стенках увеличивается количество перicyтов. Через стенку таких венул могут проходить плазма и форменные элементы крови. Эти венулы впадают в *собирательные венулы* диаметром 30—50 мкм. В их стенках появляются отдельные гладкомы-

шечные клетки, часто не полностью окружающие просвет сосуда. Наружная оболочка четко выражена. *Мышечные венулы*, диаметром 50—100 мкм, содержат 1—2 слоя гладкомышечных клеток в средней оболочке и выраженную наружную оболочку.

Число сосудов, отводящих кровь из капиллярного русла, обычно в два раза превышает количество приносящих сосудов. Между отдельными венулами образуются многочисленные анастомозы, по ходу венул можно наблюдать расширения, лакуны и синусоиды. Эти морфологические особенности венозного отдела создают предпосылки для депонирования и перераспределения крови в различных органах и тканях. Расчеты показывают, что находящаяся в кровеносной системе кровь распределяется таким образом, что в артериальной системе ее содержится до 15%, в капиллярах — 5—12%, а в венозной системе — 70—80%.

Кровь из артериол в венулы может попадать и минуя капиллярное русло — через *артериоло-венулярные анастомозы (шунты)*. Они присутствуют почти во всех органах, их диаметр колеблется от 30 до 500 мкм. В стенке анастомозов находятся гладкомышечные клетки, благодаря которым может изменяться их диаметр. Через типичные анастомозы артериальная кровь сбрасывается в венозное русло. Атипичными анастомозами являются описанные выше метартериолы, по которым течет смешанная кровь. Анастомозы богато иннервированы, ширина их просвета регулируется тонусом гладкомышечных клеток. Анастомозы контролируют кровоток через орган и кровяное давление, стимулируют венозный отток, участвуют в мобилизации депонированной крови и регулируют переход тканевой жидкости в венозное русло.

По мере того, как венулы сливаются в мелкие *вены*, перicyты в их стенке

полностью заменяются гладкомышечными клетками. Структура вен сильно варьирует в зависимости от диаметра и локализации. Количество мышечных клеток в стенках вен зависит от того, движется ли в них кровь к сердцу под действием силы тяжести (вены головы и шеи) или против нее (вены нижних конечностей). Вены среднего калибра имеют значительно более тонкие стенки, чем соответствующие артерии, но их составляют те же три слоя (Атл. рис. 55, 56). Внутренняя оболочка состоит из эндотелия, внутренняя эластическая мембрана и субэндотелиальная соединительная ткань развиты слабо. Средняя, мышечная оболочка обычно развита слабо, а эластические волокна почти отсутствуют, поэтому разрезанная поперек вена, в отличие от артерии, всегда спадается. В стенках вен головного мозга и его оболочек мышечных клеток почти нет. Наружная оболочка вен самая толстая из всех трех. Она состоит преимущественно из соединительной ткани с большим количеством коллагеновых волокон. Во многих венах, особенно в нижней половине туловища, например в нижней полой вене, здесь находится большое количество гладкомышечных клеток, сокращение которых препятствует обратному току крови и проталкивает ее в сторону сердца. Так как кровь, текущая в венах, значительно обеднена кислородом и питательными веществами, в наружной оболочке имеется больше питающих сосудов, чем в одноименных артериях. Эти сосуды могут достигать внутренней оболочки вены из-за небольшого давления крови. В наружной оболочке развиты также лимфатические капилляры, по которым оттекает избыток тканевой жидкости.

По степени развития мышечной ткани в стенке вен они разделяются на вены *волокнистого типа* — в них

мышечная оболочка не развита (вены твердой и мягкой мозговых оболочек, сетчатки глаза, костей, селезенки, плаценты, яремные и внутренняя грудная вены) и вены *мышечного типа*. В венах верхней части туловища, шеи и лица, верхней полой вене кровь продвигается пассивно вследствие своей тяжести. В их средней оболочке присутствует небольшое количество мышечных элементов. В венах пищеварительного тракта мышечная оболочка развита неравномерно. Благодаря этому вены могут расширяться и выполнять функцию депонирования крови. Среди вен крупного калибра, в которых слабо развиты мышечные элементы, наиболее типична верхняя полая вена. Движение крови к сердцу по этой вене происходит благодаря силе тяжести, а также присасывающему действию грудной полости во время вдоха. Фактором, стимулирующим венозный приток к сердцу, является также отрицательное давление в полости предсердий при их диастоле.

Особым образом устроены вены нижних конечностей. Стенка этих вен, особенно поверхностных, должна противостоять гидростатическому давлению, создаваемому столбом жидкости (крови). Глубокие вены поддерживают свою структуру благодаря давлению окружающих мышц, но поверхностные вены такого давления не испытывают. В этой связи стенка последних значительно толще, в ней хорошо развит мышечный слой средней оболочки, содержащий продольно и циркулярно расположенные гладкомышечные клетки и эластические волокна. Продвижение крови по венам может происходить также за счет сокращения стенок лежащих рядом артерий.

Характерной особенностью этих вен является наличие *клапанов* (Атл. рис. 56). Это полулунные складки внутренней оболочки (интимы), обычно

расположенные попарно у слияния двух вен. Клапаны имеют форму карманов, открытых в сторону сердца, что исключает обратный ток крови под действием силы тяжести. На поперечном срезе клапана видно, что снаружи створки его покрыты эндотелием, а основу составляет тонкая пластинка соединительной ткани. В основании створок клапанов находится небольшое количество гладкомышечных клеток. Обычно проксимальнее места прикрепления клапана вена слегка расширяется. В венах нижней половины тела, где кровь продвигается против действия силы тяжести, мышечная оболочка развита лучше и клапаны встречаются чаще. Клапанов нет в полых венах (отсюда их название), в венах почти всех внутренностей, мозга, головы, шеи и в мелких венах.

Направление вен не такое прямое, как артерий — они характеризуются извилистым ходом. Еще одной особенностью венозной системы является то, что многие артерии мелкого и среднего калибра сопровождаются двумя венами. Часто вены разветвляются и вновь соединяются друг с другом, образуя многочисленные анастомозы. Во многих местах имеются хорошо развитые венозные сплетения: в малом тазе, в позвоночном канале, вокруг мочевого пузыря. Значение этих сплетений можно проследить на примере внутривerteбального сплетения. При наполнении кровью оно занимает те свободные пространства, которые образуются при смещении спинно-мозговой жидкости при изменении положения тела или при движениях. Таким образом, строение и расположение вен зависит от физиологических условий тока крови в них.

Кровь не только течет в венах, но и резервируется в отдельных участках русла. В кровообращении участвует примерно 70 мл крови на 1 кг массы тела и еще 20–30 мл на 1 кг находятся

в венозных депо: в венах селезенки (примерно 200 мл крови), в венах воротной системы печени (около 500 мл), в венозных сплетениях желудочно-кишечного тракта и кожи. Если при напряженной работе необходимо увеличить объем циркулирующей крови, она выходит из депо и вступает в общую циркуляцию. Депо крови находятся под контролем нервной системы.

### *Иннервация кровеносных сосудов.*

Стенки кровеносных сосудов богато снабжены двигательными и чувствительными нервными волокнами. Аfferентные окончания воспринимают информацию о давлении крови на стенки сосудов (барорецепторы) и содержании в крови таких веществ, как кислород, углекислый газ и других (хеморецепторы). Барорецепторные нервные окончания, наиболее многочисленные в дуге аорты и в стенках крупных вен и артерий, образованы терминалями волокон, проходящих в составе блуждающего нерва. Многочисленные барорецепторы сконцентрированы в каротидном синусе, расположенном вблизи бифуркации (раздвоения) общей сонной артерии. В стенке внутренней сонной артерии находится *каротидное тельце*. Его клетки чувствительны к изменению концентрации кислорода и углекислого в крови, а также ее pH. На клетках образуют аfferентные нервные окончания волокна языкоглоточного, блуждающего и синусного нервов. По ним информация поступает в центры ствола мозга, регулирующие деятельность сердца и сосудов. Аfferентная иннервация осуществляется волокнами верхнего симпатического ганглия.

Кровеносные сосуды туловища и конечностей иннервируются волокнами вегетативной нервной системы, в основном симпатическими, проходящими в составе спинно-мозговых нервов. Подходя к сосудам, нервы ветвятся

и образуют в поверхностных слоях стенки сосуда сплетение (Атл. рис. 54Б). Отходящие от него нервные волокна формируют второе, надмышечное или пограничное, сплетение на границе наружной и средней оболочек. От последнего волокна идут к средней

оболочке стенки и образуют межмышечное сплетение, которое особенно выражено в стенке артерий. Отдельные нервные волокна проникают к внутреннему слою стенки. В состав сплетений входят как двигательные, так и чувствительные волокна.

## 2.4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АРТЕРИЙ И ВЕН В ТЕЛЕ

Распределение артерий и вен в теле, их ветвление, топография и калибр характеризуют *ангиоархитектонику* органа. Она обусловлена функциями органов, их индивидуальным и историческим развитием.

У млекопитающих и человека, несмотря на всю сложность преобразований их организации, в распределении кровеносных сосудов сохраняются черты, унаследованные от примитивных водных предков: продольное положение аорты, метамерное отхождение ее парных пристеночных ветвей к сегментам туловища и ветвей к парным органам (почкам, половым железам) (рис. 2.10). Особенно отчетливо метамерность сохраняется в топографии межреберных и поясничных артерий и вен. Непарность ветвей нисходящей аорты, идущих к непарным органам (кишечной трубке и ее производным) — явление вторичное, так как на ранних эмбриональных стадиях они парны.

В строении скелета и сосудистой системы заметен явный параллелизм. Артерии ветвятся и следуют соответственно костной основе конечностей: вдоль плеча и бедра, имеющих по одной кости, тянется одна главная артерия; на предплечье и голени, скелет которых состоит из двух костей, — артерий две; на стопе и кисти — соответственно пяти пальцам — пять пар артерий. На периферии разные артерии соединяются анастомозами.

Главные артерии всегда следуют к снабжаемым органам кратчайшим путем, чем экономятся усилия, затрачиваемые сердцем на проталкивание крови, и ускоряется ее доставка. Крупные сосуды всегда лежат на сгибательной стороне туловища или конечностей, как более укрытой и защищенной. Здесь сосуды менее подвержены повреждениям, что очень важно, так как артериальные кровотечения могут быть смертельными. Кроме

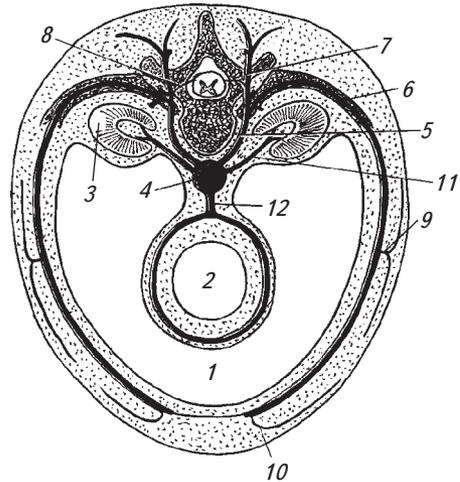


Рис. 2.10. Сосудистый сегмент:  
1 — целом; 2 — кишечная трубка; 3 — почка; 4 — аорта; 5 — сегментарный пристеночный сосуд с вентральной (6) и дорсальной (7) ветвями, веткой к спинному мозгу (8), латеральной (9) и вентральной (10) кожными ветками; 11 — сосудистые ветви к парным и 12 — к непарным внутренним органам

того, сгибательная сторона представляет собой более короткий путь. На пальцах более защищены не сгибательные, а боковые поверхности. Именно на них проходят пальцевые артерии.

В области суставов с большим размахом движения всегда развиты окольные пути и сосудистые сети, исключающие возможность чрезмерного растяжения артерий и предупреждающие остановку кровообращения при их сжатии или поражении. Развитие сосудистой сети соответствует степени подвижности сустава — чем больше размах движений, тем более развита эта сеть.

Артерии могут ветвиться по магистральному или рассыпному типу. Обычно сосуды отходят от магистралей на уровне расположения органов, которым они доставляют кровь. Если орган в онтогенезе смещается с места первоначальной закладки, как, например, диафрагма или половые железы, то сосуд не изменяет места своего отхождения от магистрали и поэтому тянется к нему на значительном протяжении. Особенности хода и разветвления артерий обусловлены характером гидродинамики сосудистого русла. Кривизна сосуда уменьшает сопротивление его стенки при движении крови. Например, ветви, отходящие от дуги аорты, начинаются в том участке, где при повороте потока крови возникает зона повышенного ее давления. Большое значение имеет угол, под которым отходит артерия от основного ствола — чем он больше, тем медленнее кровоток в артерии.

Артерии обычно залегают глубоко между мышцами, но в таких местах, где мышцы оказывают на них наименьшее давление. Однако на коротком отрезке своего пути артерии могут идти и поверхностно; тогда легко прощупать и сосчитать пульсовые удары. Знание подобных мест важно при оказании первой помощи, когда можно приостано-

вить кровотоке прижатием поврежденной артерии (рис. 2.11). На конечностях это достигается также наложением жгута, но во избежание омертвления тканей — не более чем на 2 часа.

Как правило, жизненно важные органы получают кровь из двух и даже нескольких артерий, причем одна из них — главная и наиболее крупная, а остальные — побочные. Главная артерия проникает в орган через его ворота. В органах или около них отдельные мелкие артерии соединяются между собой веточками — *артериальными анастомозами*. Такие боковые связи име-

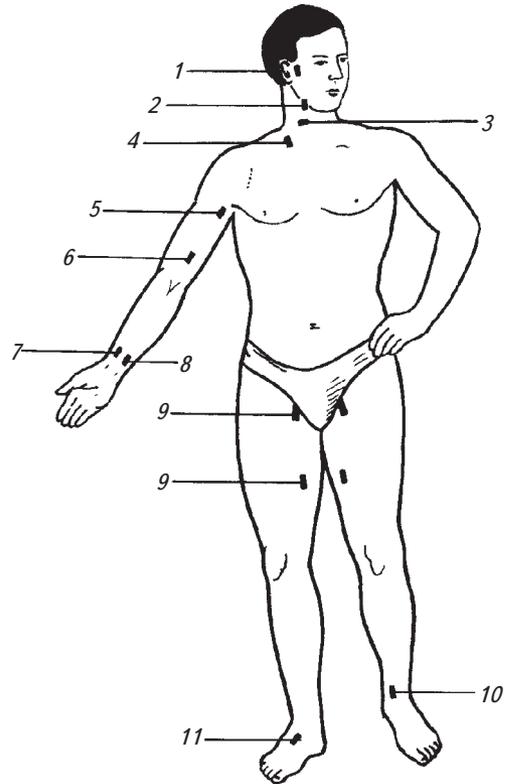


Рис. 2.11. Места пережатия артерий при кровотоке:

1 — поверхностной височной; 2 — наружной челюстной; 3 — общей сонной; 4 — подключичной; 5 — подкрыльцовой; 6 — плечевой; 7 — лучевой; 8 — локтевой; 9 — бедренной; 10 — передней большеберцовой; 11 — тыльной артерии стопы

ют большое значение для бесперебойного кровоснабжения органов (кишечника, мышц и т. п.) при необходимости усиленной доставки крови к органу при его усиленной работе или же при различных физиологических затруднениях для притока крови по основной артерии. В случаях выключения главной артерии (ранения, перевязки при операциях, закупорки и т. п.) анастомозы боковых ветвей могут служить путями окольного, или *коллатерального*, кровотока. При этом второстепенные сосуды постепенно увеличиваются в диаметре и полностью заменяют главную артерию.

В большом круге кровообращения различают поверхностные и глубокие вены. Поверхностные вены лежат в подкожной клетчатке и, если в ней мало жировой ткани, отчетливо просвечивают сквозь кожу в виде голубоватых стволов или сети. Они особенно развиты на шее и конечностях и у людей тяжелого физического труда заметны сильнее. Наиболее крупные из них используют для внутривенных введений лекарственных веществ, а также для взятия крови. Поверхностные вены связаны с глубокими при помощи анастомозов, что обеспечивает лучший отток крови при нарушении его некоторыми неудобными позами или патологическими изменениями.

Глубокие вены расположены главным образом по ходу артерий, вследствие чего им присвоены одинаковые с этими артериями названия. Вены вместе с магистральными артериями и нервными стволами образуют сосуди-

сто-нервные пучки. Артерии среднего и малого калибра обычно сопровождаются двумя венами-спутницами, многократно анастомозирующими между собой. В результате общая емкость вен может в 2–3 и более раз превосходить объем артерий. Вены полостных органов и все крупные вены одиночны. Варианты ветвления в венозной системе встречаются гораздо чаще, чем в артериальной.

В развитии изменений органов и тканей при старении большую роль играет состояние сосудистого русла, особенно артерий. Изменяется прочность сосудистой стенки, что ведет к увеличению емкости артериальных сосудов. Внутренняя оболочка сосудов утолщается, нарушается целостность эндотелия, он становится менее гладким, что может привести к образованию тромбов в просвете сосуда. Следствием этого является нарушение питания сосудистой стенки и ее частичная деструкция. Соединительная ткань наружной оболочки также подвержена изменениям. Здесь происходит неравномерное отложение коллагена и уменьшение количества клеток. В толще стенки откладывается холестерин. Результатом описанных изменений является сужение просвета сосудов, снижение эластичности их стенок. Нарушение прочности стенок вен, ее истончение, а также неравномерное утолщение и уплотнение, особенно в области клапанов, приводит к возникновению расширений, чередующихся с суженными участками (варикозное расширение вен) и нарушению оттока крови.

### Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте круги кровообращения, какова их функция?
2. Какие виды кровеносных сосудов вы знаете? Опишите строение стенки сосудов разных видов. Каково функциональное значение слоев сосудистой стенки?
3. Опишите строение и функциональное значение сосудов, образующих микроциркуляторное русло.
4. Дайте характеристику структурно-функциональным особенностям венозной системы человека.
5. В чем заключаются основные закономерности распределения артерий и вен в теле человека?

## 2.5. СОСУДЫ БОЛЬШОГО КРУГА КРОВООБРАЩЕНИЯ

### 2.5.1. Артерии большого круга кровообращения

*Аорта (aorta)* — крупный непарный сосуд, с которого начинается большой круг кровообращения (Атл. рис. 50, 52А, 59, 63). Аорта является артерией эластического типа. Это основная магистраль, от которой берут начало артерии, снабжающие кровью все тело.

Аорта начинается от левого желудочка и доходит до уровня IV поясничного позвонка. Топографически она подразделяется на восходящую аорту, дугу и нисходящую аорту.

*Восходящая аорта (aorta ascendens)* начинается из левого желудочка с расширения, *луковицы аорты*. На границе левого желудочка и аорты расположен полулунный клапан. В начальном сегменте диаметр аорты достигает 30 мм, а затем уменьшается до 20–22 мм. Она идет вверх и несколько вправо и лежит еще в полости околосердечной сумки — перикарда (Атл. рис. 51, 52, 63). Справа от восходящей аорты проходит верхняя полая вена (Атл. рис. 64), а слева — легочная артерия. Восходящая аорта отдает только две ветви — *венечные артерии сердца*. На уровне соединения II правого ребра с грудиной она переходит в дугу аорты (см. Атл.).

*Дуга аорты (arcus aortae)* (рис. 2.12) направлена справа налево и спереди назад, лежит вне перикарда позади рукоятки грудины и отделена от нее жировой клетчаткой, которая появляется на месте тимуса (вилочковой железы), расположенной здесь у детей и подростков. Сзади от дуги аорты находится бифуркация трахеи, снизу — раздвоение легочного ствола. Вогнутая часть дуги аорты соединена с началом левой легочной артерии или легочным стволом артериальной связкой.

От дуги аорты отходят три крупные артерии, питающие голову, шею и верхние конечности: плечеголовной ствол, левая общая сонная и подключичная артерии. По мере отхождения этих ветвей диаметр аорты заметно уменьшается. На уровне IV грудного позвонка дуга аорты переходит в грудную аорту.

*Нисходящая аорта (aorta descendens)* — самый длинный отдел аорты. На уровне XII грудного позвонка она проходит сквозь диафрагму, выше которой называется грудной аортой, ниже — брюшной.

*Грудная аорта (aorta thoracalis)* проходит по грудной полости впереди позвоночника (Атл. рис. 63). Ее ветви питают внутренние органы этой полости, а также стенки грудной и брюшной полостей.

*Брюшная аорта (aorta abdominalis)* лежит на поверхности тел поясничных позвонков, за брюшиной, позади поджелудочной железы, двенадцатиперстной кишки и корня брыжейки тонких кишок (Атл. рис. 64). Аорта отдает крупные ветви к внутренностям в брюшной полости. На уровне IV поясничного позвонка она делится на две общие подвздошные артерии, питающие стенки и внутренности таза и нижние конечности. От места разделения аорты, как бы продолжая ее ствол, идет тонкая *средняя крестцовая артерия*.

**Ветви дуги аорты.** От выпуклой стороны дуги аорты отходят последовательно справа налево плечеголовной ствол, левая общая сонная и левая подключичная артерии (см. рис. 2.1; Атл. рис. 59, 63).

*Плечеголовной ствол (truncus brachiocephalicus)* имеет длину около 3 см, идет вверх и вправо и на уровне правого грудинно-ключичного сустава делится на правую общую сонную и правую подключичную артерии (см. рис. 2.12; Атл. рис. 60, 63).

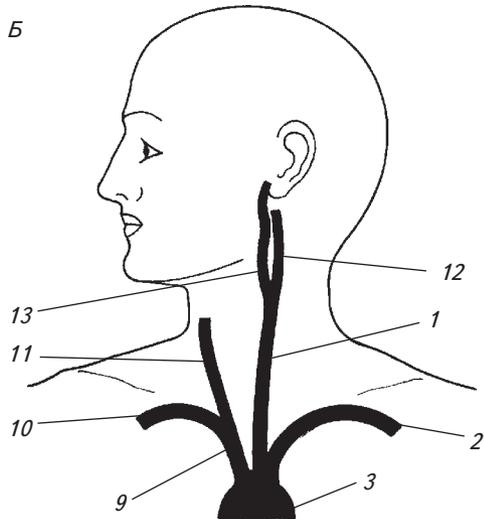
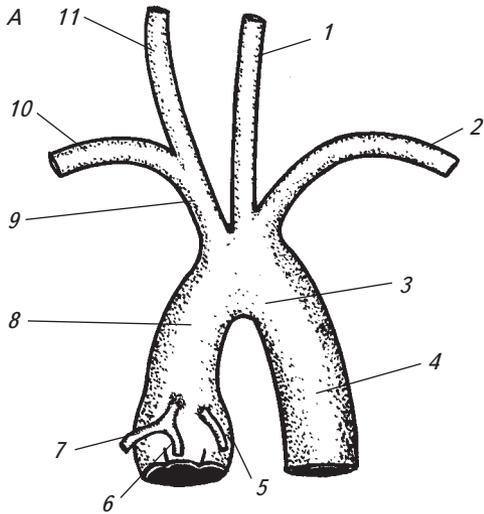


Рис. 2.12. Ветви начального отдела и дуги аорты:

А — артерии, отходящие от восходящей аорты и дуги; Б — проекции ветвей аорты на поверхность тела; 1 — левая общая сонная артерия; 2 — левая подключичная; 3 — дуга аорты; 4 — нисходящая аорта; 5 — луковича аорты; 6 — левая и 7 — правая коронарные артерии; 8 — восходящая аорта; 9 — плечеголовной ствол; 10 — правая подключичная; 11 — правая общая сонная артерия; 12 — внутренняя и 13 — наружная сонные артерии

Общая сонная артерия (*a. carotis communis*) справа отходит от плечеголовного ствола, слева — от дуги аорты. Длина правой артерии 6–12 см, левая на 2–3 см длиннее.

Выйдя из грудной полости, общая сонная артерия поднимается в составе сосудисто-нервного пучка шеи латеральнее трахеи и пищевода по передней поверхности поперечных отростков шейных позвонков; ветвей не дает. На уровне верхнего края щитовидного хряща делится на внутреннюю и наружную сонные артерии. В месте разделения общей сонной артерии на наружную и внутреннюю находится скопление хеморецепторных нервных окончаний и капилляров — каротидное тельце. Вблизи от места деления артерия проходит впереди поперечного отростка VI шейного позвонка, к которому может быть прижата для остановки кровотечения.

Наружная сонная артерия (*a. carotis externa*) (Атл. рис. 60), поднимаясь вдоль шеи под поверхностной пластинкой шейной фасции, а выше проходит сквозь толщу околоушной слюнной железы. По ходу артерии от нее отходят несколько крупных ветвей: верхнещитовидная и язычная артерии идут к щитовидной железе и языку и отдают ветви к подъязычной кости и связаным с ней мышцам, мышцам шеи, глотке, гортани, надгортаннику, языку, дну ротовой полости, деснам и крупная лицевая артерия.

Лицевая артерия (*a. facialis*) перегибается через край нижней челюсти впереди жевательной мышцы и может быть здесь прижата к кости в случае кровотечения в области лица. Она кровоснабжает глотку, мягкое небо, язычную и небную миндалины, подчелюстную и подъязычную слюнные железы, кожу и мышцы лица, подбородок, губы, наружный нос, нижнее веко и образует сплетения в толще щеки. Лицевая артерия анастомозирует

с ветвями одноименной артерии противоположной стороны, образуя околоушную артериальную дугу, а также с височной, челюстной и язычной артериями и глазничной артерией — одной из крупных ветвей внутренней сонной артерии.

Еще выше от наружной сонной артерии отходят ветви к задней части головы, кровоснабжающие мышцы и кожу шеи и затылка, твердую мозговую оболочку, ушную раковину, барабанную полость.

Медиальнее височно-нижнечелюстного сустава наружная сонная артерия делится на две конечные ветви. Одна из них — *поверхностная височная артерия (a. temporalis superficialis)* — располагается непосредственно под кожей виска, впереди наружного слухового отверстия, где может быть прижата к костям; она питает околоушную слюнную железу, мимические и височную мышцы, ушную раковину, кожу лба и волосистой части головы. Другая, глубокая ветвь — *верхнечелюстная артерия (a. maxillaris)*, питает нижнечелюстной сустав, верхнюю и нижнюю челюсти и зубы, жевательные и мимические мышцы, стенки глазницы, носовой и ротовой полостей и смежные с ними органы, наружное и среднее ухо; отдает *среднюю артерию мозговой оболочки (a. meningea media)*, которая проникает в череп через остистое отверстие и кровоснабжает височный, лобный и теменной участки твердой мозговой оболочки, тройничный узел, слуховую трубу.

*Внутренняя сонная артерия (a. carotis interna)* поднимается сбоку от глотки к основанию черепа, входит в него через одноименный канал височной кости и, прободая твердую мозговую оболочку, отдает крупную ветвь — глазничную артерию, а затем на уровне перекреста зрительных нервов делится на свои конечные ветви: переднюю и среднюю мозговые артерии (Атл. рис. 60).

*Глазничная артерия (a. ophthalmica)* входит в глазницу через зрительный канал и у медиального угла глаза распадается на конечные ветви. Они идут к главному яблоку, его мышцам, верхнему и нижнему векам, слезной железе. Несколько ветвей, входят в глазное яблоко вместе со зрительным нервом. Одна из них, *центральная артерия сетчатки*, возле сетчатки распадается на несколько веточек. Другие ветви направляются к сосудистой и белочной оболочкам и радужке. Концевые ветви глазничной артерии выходят за пределы глазницы, снабжают кожу и мышцы лба и спинки носа, анастомозируя с концевыми разветвлениями лицевой артерии. Кроме того, некоторые веточки выходят из глазницы через ее медиальную стенку и кровоснабжают переднюю черепную ямку (*передняя артерия мозговой оболочки — a. meningea anterior*) и стенки носовой полости.

*Подключичная артерия (a. subclavia)*, начинаясь справа от плечеголового ствола, а слева от дуги аорты, огибает верхушку легкого и выходит через верхнее отверстие грудной клетки (Атл. рис. 59, 61). На шее подключичная артерия появляется вместе с плечевым нервным сплетением и лежит поверхностно, что может быть использовано для остановки кровотечения и введения фармакологических препаратов. Артерия перегибается через 1 ребро и, пройдя под ключицей, попадает в подмышечную яму, где уже называется подкрыльцовой. Пройдя яму, артерия под новым названием — плечевой — выходит на плечо и в области локтевого сустава делится на свои конечные ветви — локтевую и лучевую артерии.

Подключичная артерия отдает ряд ветвей (Атл. рис. 60, 61). Одна из них — *позвоночная артерия (a. vertebralis)* — отходит на уровне поперечного отростка VII шейного позвонка, поднимается вертикально вверх и

через отверстия поперечно-реберных отростков VI—I шейных позвонков и через большое затылочное отверстие входит в полость черепа в подпаутинное пространство. По пути она отдает ветви, проникающие через позвоночные отверстия к спинному мозгу и его оболочкам.

Остальные ветви подключичной артерии питают собственные мышцы туловища и шеи. На уровне отхождения позвоночной артерии от нижней поверхности подключичной артерии берет начало *внутренняя грудная артерия* (*a. thoracica interna*). Она направляется к грудине и спускается по внутренней поверхности I—VII реберных хрящей. Ветви этой артерии направляются к лестничным мышцам шеи, мышцам плечевого пояса, щитовидной железе, тимусу, грудине, диафрагме, к межреберным промежуткам, мышцам груди, перикарду, переднему средостению, к трахее и бронхам, молочной железе, глотке, гортани, пищеводу, прямой мышце живота, связкам печени, коже груди и в области пупка.

Ниже от подключичной артерии отходят ветви к задней части шеи и мышцам спины, а также отдельные веточки к спинному мозгу, которые в спинно-мозговом канале образуют анастомозы с ветвями позвоночных артерий.

*Подкрыльцовая артерия* (*a. axillaris*) (Атл. рис. 59, 61) является прямым продолжением подключичной артерии, лежит в подмышечной яме, окруженная нервами плечевого сплетения. Сосуд прикрыт лишь фасцией, кожей и лимфатическими узлами. Его поверхностное расположение может быть использовано для пережатия с целью остановки кровотечения. От подкрыльцовой артерии отходят ветви, снабжающие ключицу, лопатку, мышцы плечевого пояса, межреберные и зубчатые мышцы, плечевой и ключично-акромиальный суставы, а также

подмышечные лимфатические узлы и молочную железу. Подкрыльцовая артерия продолжается в плечевую артерию.

*Плечевая артерия* (*a. brachialis*) (Атл. рис. 61) начинается у нижнего края большой грудной мышцы и лежит на плече поверхностно, медиальнее двуглавой мышцы. Пульсация артерии может быть прощупана почти на всем ее протяжении, и ее легко найти для остановки кровотечения.

Плечевая артерия в пределах своей верхней трети отдает *глубокую артерию плеча*, которая огибает плечевую кость и питает трехглавую мышцу, а затем дает ветви к мышцам передней группы плеча (клювовидной, плечевой, двуглавой, дельтовидной) и к плечевой кости. Кроме того, плечевая артерия отдает ветви, спускающиеся к локтевому суставу — верхнюю и нижнюю локтевые окольные артерии.

*Лучевая артерия* (*a. radialis*), продолжая направление плечевой, идет параллельно лучевой кости. У дистального конца она располагается так поверхностно, что ее пульсация легко прощупывается. Пройдя шиловидный отросток лучевой кости, артерия поворачивает на тыл кисти (Атл. рис. 61), откуда возвращается через первый межястный промежуток на ладонь, где переходит в глубокую ладонную угу. Лучевая артерия отдает ветви к мышцам предплечья, в ладонную и тыльную сети запястья, в поверхностную ладонную дугу, к большому пальцу, а также *лучевую возвратную артерию* к локтевому суставу, которая принимает участие в образовании его сосудистой сети.

*Локтевая артерия* (*a. ulnaris*) (Атл. рис. 61) большего диаметра, чем лучевая, спускается вдоль локтевой кости до лучезапястного сустава. Она располагается между поверхностным и глубоким слоями мышц предплечья. Латеральнее гороховидной кости

артерия отдает ветку к глубокой ладонной дуге, а сама переходит в поверхностную ладонную дугу, соединяясь анастомозами с ветвями лучевой артерии. Ветви локтевой артерии снабжают мышцы передней и задней групп предплечья, участвуют в образовании тыльной и ладонной сети запястья, питают лучевую и локтевую кости, под названием *локтевой возвратной артерии* поднимаются к области локтевого сустава.

Таким образом, в области локтевого сустава образуется богатая сеть окольного (коллатерального) кровообращения. В образовании сети принимают участие анастомозирующие друг с другом ветви всех трех артерий — плечевой, локтевой и лучевой.

На ладони располагаются две артериальные дуги (Атл. рис. 61, 62).

*Поверхностная ладонная дуга* образована главным образом концом локтевой артерии и небольшой поверхностной ладонной веткой лучевой артерии. Эта ветка очень тонка и лишь при нарушении движения крови через локтевую артерию участвует в формировании поверхностной ладонной дуги. Дуга лежит приблизительно посередине ладони, под ее поверхностным апоневрозом. От выпуклой стороны дуги отходят общие ладонные артерии пальцев; каждая из них делится на две ветви, которые образуют на концах пальцев многочисленные анастомозы.

*Глубокая ладонная дуга* тоньше поверхностной ладонной дуги и образована главным образом концом лучевой артерии, а от локтевой в нее поступает лишь небольшая ветка. Лежит глубокая ладонная дуга на ладонных межкостных мышцах и отдает свои артерии, которые впадают в общие ладонные артерии пальцев.

Помимо дуг, на кисти образуются ладонная и тыльная запястные сети. От последней в межкостные про-

межутки отходят тыльные пястные артерии. Каждая из них делится на две тонкие артерии пальцев.

Итак, кисть в целом и пальцы в особенности обильно снабжаются кровью из многих источников, которые благодаря наличию дуг и сетей хорошо анастомозируют между собой. Это, а также расположение собственных артерий пальцев на их обращенных друг к другу защищенных поверхностях можно считать приспособлением кисти к сложным манипуляциям.

**Ветви грудной аорты.** Грудная аорта расположена в заднем средостении, прилегает к позвоночному столбу. От грудной аорты отходят пристеночные и внутренностные ветви (Атл. рис. 63).

*Пристеночные ветви* представлены 10 парами *межреберных артерий*, которые отходят по сегментно от III до XI межреберья. Эти артерии снабжают кровью позвонки, ребра, межреберные мышцы, мышцы и кожу спины и живота, а через небольшие веточки, проникающие в межпозвоночные отверстия, питают спинной мозг и его оболочки (рис. 2.13). Межреберные

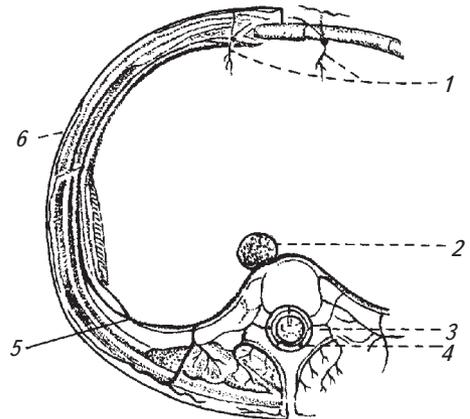


Рис. 2.13. Схема расположения межреберных артерий:

- 1 — внутренняя грудная артерия; 2 — аорта; 3 — дорсальные ветви; 4 — спинальные ветви; 5 — передние межреберные; 6 — кожные ветви

артерии, а также верхние *диафрагмальные* снабжают кровью диафрагму и плевру. Они анастомозируют с ветвями внутренних грудных артерий.

*Внутренностные ветви* незначительны. Это 2–3 *бронхиальные* артерии, проникающие вместе с бронхами в легкие, кровоснабжают их и анастомозируют с ветвями легочных артерий. Их веточки идут к бронхиальным лимфатическим узлам, плевре и пищеводу. Короткие *артерии пищевода* в количестве 3–6 в нижних его отделах образуют анастомозы с левой желудочной артерией, а в верхних — с нижней щитовидной артерией; *задние артерии средостения*, снабжающие кровью его лимфатические узлы и жировую клетчатку; *перикардальные артерии* направляются к задней поверхности околосердечной сумки.

**Ветви брюшной аорты.** Брюшная аорта является продолжением грудной. Она лежит забрюшинно, начинается на уровне XII грудного и доходит до IV–V поясничного позвонка. На этом уровне брюшная аорта разделяется на две общие подвздошные артерии и тонкую срединную крестцовую артерию. Ветви брюшной аорты, так же как и грудной, делятся на пристеночные и внутренностные.

*Пристеночные ветви* — это парные нижние диафрагмальные артерии, питающие диафрагму, и поясничные артерии (4 пары), которые представляют собой, как и межреберные артерии, сегментарные сосуды (Атл. рис. 64). Поясничные артерии отходят от брюшной аорты на уровне тел I–IV поясничных позвонков и идут латерально под квадратной мышцей поясницы. Они кровоснабжают мышцы и кожу спины и передней брюшной стенки. Поясничные артерии образуют анастомозы с надчревными и межреберными артериями. От нижней диафрагмальной артерии отходят тонкие веточки к надпочечнику (верхние над-

почечниковые артерии), нижним отделам пищевода и брюшине.

Продолжением брюшной аорты является *срединная крестцовая артерия*. Начинаясь чуть выше разделения аорты на две подвздошные артерии, она идет вниз по передней поверхности крестца и заканчивается на копчике. Ею кровоснабжаются глубокие мышцы спины, спинной мозг и нижние отделы прямой кишки.

*Внутренностные ветви*, снабжающие кровью внутренние органы брюшной полости и малого таза, непарные (чревный ствол, верхняя и нижняя брыжеечные артерии) и парные (почечные, семенниковые или яичниковые артерии). Далее приводится описание этих ветвей в порядке их отхождения от аорты.

*Чревный ствол (truncus coeliacus)*, длиной около 1 см, выходит из аорты под диафрагмой у верхнего края поджелудочной железы делится на три ветви: левую желудочную, общую печеночную и селезеночную артерии (Атл. рис. 63–65). *Левая желудочная артерия (a. gastrica sinistra)* идет слева направо вдоль малой кривизны желудка, питая его и нижнюю часть пищевода. Она анастомозирует с правой желудочной и общей печеночной артерией. *Общая печеночная артерия (a. hepatica communis)*, направляясь к воротам печени, отдает по пути ветви к малой и большой кривизне желудка, к двенадцатиперстной кишке, большому сальнику и поджелудочной железе. *Селезеночная артерия (a. lienalis)* питает селезенку, дает ветви к поджелудочной железе, желудку и большому сальнику. Вокруг желудка образуется сплошное артериальное кольцо из анастомозирующих друг с другом ветвей чревного ствола.

*Верхняя брыжеечная артерия (a. mesenterica superior)* (Атл. рис. 63, 64, 66) отходит от аорты на уровне I поясничного позвонка, проходит между поджелу-

дочной железой и двенадцатиперстной кишкой, проникает в брыжейку тонкой кишки и вдоль ее корня спускается к слепой кишке. Одна из ветвей артерии, направляющейся к двенадцатиперстной кишке и поджелудочной железе, анастомозирует с ветвями печеночной артерии (рис. 2.14). Таким образом, эти два органа кровоснабжаются из двух источников — из верхней брыжеечной артерии и чревного ствола. Остальные 15–20 ветвей брыжеечной артерии питают тощую и подвздошную кишки, слепую кишку, червеобразный отросток, восходящую и часть поперечной ободочной кишки; все эти ветви анастомозируют друг с другом.

*Средняя надпочечниковая артерия* (*a. suprarenalis media*) — парный небольшой сосуд, идущий от боковой поверхности брюшной аорты к надпочечнику, в паренхиме которого анастомозирует с верхней и нижней одноименными артериями.

*Почечные артерии* (*aa. renales*) (Атл. рис. 64) отходят от аорты почти под прямым углом на уровне II поясничного позвонка, идут горизонтально в почки через их ворота. Не доходя до почек, каждая артерия дает ветви к надпочечникам, мочеточникам и капсулам почек. В каждой почке артерии распадаются на ветви — их может быть две, а изредка и больше.

Артерии, питающие половые железы, начинаются от аорты несколько ниже почечных артерий и спускаются в таз по задней брюшной стенке (по поясничной мышце). У мужчин они под названием *семенных артерий* (*aa. testiculares*) проникают в составе семенного канатика через паховый канал в мошонку и питают яички и их придатки, а у женщин, под названием *яичниковых артерий* (*aa. ovaricae*) остаются в малом тазу, где снабжают яичники, маточные трубы (яйцеводы) и матку.

*Нижняя брыжеечная артерия* (*a. mesenterica inferior*) отходит от аорты

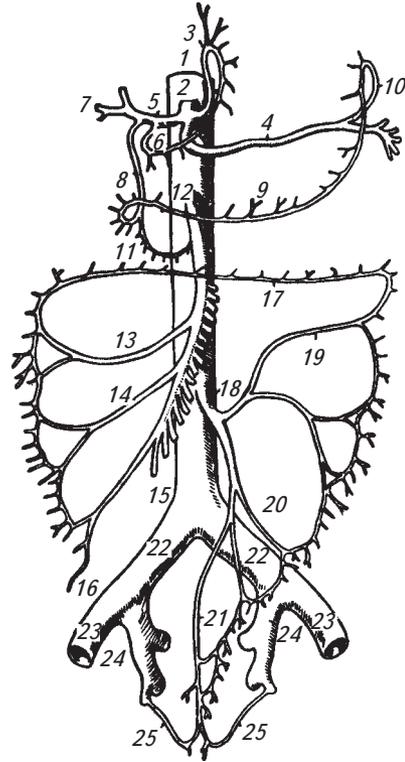


Рис. 2.14. Анастомозы непарных ветвей брюшной аорты (схема):

1 — брюшная аорта; 2 — чревной ствол; 3 — левая желудочная; 4 — селезеночная; 5 — общая печеночная; 6 — ветвь печеночной артерии к малой кривизне желудка; 7 — собственные печеночные; 8, 9, 10 — анастомозы вдоль большой кривизны желудка между печеночной и селезеночной артериями; 11 — анастомоз между ветвями печеночной и верхней брыжеечной артерий; 12 — верхняя брыжеечная артерия и 13, 14, 15 — ее анастомозирующие друг с другом ветви к ободочной, слепой и тонкой кишкам; 16 — артерия червеобразного отростка; 17 — анастомоз между верхней и нижней брыжеечными артериями; 18 — нижняя брыжеечная артерия и 19, 20, 21 — ее анастомозирующие друг с другом ветви к ободочной, сигмовидной и прямой кишкам; 22 — общая подвздошная; 23 — наружная подвздошная; 24 — внутренняя подвздошная артерия и 25 — ее анастомоз с прямокишечной артерией

на уровне III поясничного позвонка; ее диаметр меньше верхней брыжеечной. Она снабжает кровью всю нисходящую и часть поперечной ободочной кишки. Здесь ветви обеих брыжеечных артерий анастомозируют (рис. 2.14). Анастомоз между ними является одним из самых значительных в теле. Ветви нижней брыжеечной артерии снабжают кровью также сигмовидную ободочную кишку и верхнюю часть прямой.

*Общие подвздошные артерии (aa. iliacae communes)* (Атл. рис. 46, 67) — концевые ветви брюшной аорты. На уровне крестцово-подвздошного сочленения каждая из них делится на внутреннюю и наружную подвздошные артерии. По ходу общая подвздошная артерия отдает несколько мелких веточек к мочеточникам и лимфатическим узлам.

*Наружная подвздошная артерия (a. iliaca externa)*, продолжая направление общей подвздошной артерии, выходит на бедро под паховой связкой, медиальнее подвздошно-поясничной мышцы. Отсюда, под названием бедренной артерии, она идет до подколенной ямы, где получает название подколенной и вскоре делится на переднюю и заднюю большеберцовые артерии.

Наружная подвздошная артерия лежит забрюшинно. От нее отходят ветви, питающие близлежащие мышцы живота и таза; одна из ветвей (нижняя надчревная артерия) поднимается по задней поверхности прямой мышцы и на уровне пупка анастомозирует с ветвями межреберных артерий и внутренней грудной артерии.

*Внутренняя подвздошная артерия (a. iliaca interna)* (Атл. рис. 67) опускается по стенке малого таза к верхнему краю большого седалищного отверстия, где делится на два ствола — передний и задний. Ветви последнего питают стенки малого таза, подвздош-

но-поясничную мышцу, все три ягодичные мышцы и тазобедренный сустав. Внутренностные ветви, отходящие от переднего ствола, снабжают преимущественно органы малого таза: мочевого пузыря, среднюю и нижнюю части прямой кишки, предстательную железу, наружные мужские половые органы, а у женщин, проникая между листками широкой связки матки, — влагалище, матку, яйцеводы и анастомозирует с яичниковой артерией, отходящей от аорты. Одна из ветвей — *пупочная артерия* — самая крупная ветвь переднего ствола подвздошной артерии в эмбриональном периоде. Она идет вперед по боковой стенке таза, а затем по передней стенке брюшной полости вверх в область пупка, где вместе с одноименным сосудом противоположной стороны входит в состав пупочного канатика. После рождения большая часть пупочной артерии закрывается и замещается соединительной тканью. Функционирует в течение всей жизни только начальный отдел сосуда, от которого отходят ветви к мочевому пузырю и мочеточнику.

Кроме того, передний ствол питает проксимальные части приводящих мышц бедра и тазобедренный сустав. Одна из его ветвей проходит в толще круглой связки тазобедренного сустава в головку бедренной кости.

От задних ветвей внутренней подвздошной артерии отходят сосуды к мышцам таза и передней брюшной стенки, тазовым костям и крестцу, коже крестцовой области.

*Бедренная артерия (a. femoralis)* (Атл. рис. 67) — основная магистраль нижней конечности. Она является продолжением наружной подвздошной артерии. При выходе из-под паховой связки артерия лежит поверхностно вместе с одноименной веной. Примерно под серединой связки прощупывается пульсация артерии, и она может быть здесь прижата к лонной кости. Смеща-

ясь медиально, артерия переходит на заднюю сторону бедра в подколенную яму, где называется подколенной артерией. Бедренная артерия отдает ветви к мышцам таза, передней брюшной стенке, к наружным половым органам и к многочисленным лимфатическим паховым узлам.

Довольно крупная *глубокая артерия бедра* (*a. profunda femoris*), отходящая от бедренной артерии ниже паховой связки, питает все мышцы и кожу бедра, тазобедренный сустав, бедренную кость и коленный сустав.

*Подколенная артерия* (*a. poplitea*), располагающаяся в глубине подколенной ямы, отдает пять анастомозирующих между собой ветвей, которые питают коленный сустав и окружающие его мышцы. На всем протяжении артерия сопровождается одноименной веной и большеберцовым нервом. Она разделяется на заднюю и переднюю большеберцовые артерии.

*Задняя большеберцовая артерия* (*a. tibialis posterior*) лежит под камбаловидной мышцей и сопровождается двумя одноименными венами и большеберцовым нервом. Выйдя из-под мышцы, артерия располагается между ахилловым сухожилием и медиальной лодыжкой, непосредственно под фас-

цией и кожей, где может быть легко прижата к большеберцовой кости. На пути артерии отделяются сначала *малоберцовая артерия* (*a. peronea*), которая питает мышцы латеральной группы голени и малоберцовую кость, а затем ряд ветвей к сгибателям голени и к большеберцовой кости.

Обогнув медиальную лодыжку, задняя большеберцовая артерия выходит на подошву и здесь делится на две концевые ветви. Одна из них образует *подошвенную дугу*. Эти ветви снабжают кровью мышцы и кожу стопы.

*Передняя большеберцовая артерия* (*a. tibialis anterior*), отделившись от подколенной артерии, проходит сквозь межкостную перепонку голени, и в сопровождении двух одноименных вен и нерва спускается по ее передней стороне и переходит в тыльную артерию стопы, которая может быть прижата, так как лежит прямо на костях (см. Атл.). Передняя большеберцовая артерия отдает две *возвратные артерии* к коленному суставу и большое количество веточек к мышцам передней группы голени.

*Тыльная артерия стопы* отдает ветвь к подошвенной дуге и поворачивает латерально в виде *тыльной дуги стопы*, которая анастомозирует с подошвенной дугой.

## 2.7. ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМЫ

Низшие позвоночные (ланцетник) не имеют сердца. Его брюшная аорта своими сокращениями гонит венозную кровь в жаберные капилляры, где она превращается в артериальную и поступает в спинную аорту. Последняя метамерно отдает парные пристеночные (для сегментов тела) и внутренностные (для кишечной трубки) артерии. Пройдя через капилляры тела, кровь поступает в парные задние и передние кардинальные вены и изливается в венозный синус, который является задним концом брюшной аорты. У ланцетника есть уже система воротной вены.

Рыбы имеют двухкамерное сердце, состоящее из предсердия и желудочка, которые пере-

качивают венозную кровь из венозного синуса в артериальный конус, откуда она поступает в брюшную аорту и приносящие жаберные сосуды. У эмбрионов закладывается шесть пар таких сосудов, но у взрослых рыб первые две исчезают (рис. 2.15, А). Из жабр кровь поступает по выносящим сосудам в спинную аорту. Метамерность пристеночных артерий последней сохраняется, а ее внутренностные артерии, за исключением ветвей к почкам и половым железам, превращаются в непарные сосуды.

Переход к наземному существованию и, следовательно, к легочному типу дыхания сопровождался редукцией жабр и значительными преобразованиями в той части артериального русла, которая была с ними связана. У зародышей наземных позвоночных закладывается 6 пар

Обзор кровеносных сосудов ноги показывает, что здесь, как и на руке, возможно коллатеральное кровообращение. Вокруг суставов нижней конечности развиваются артериальные сети. Они хорошо выражены вокруг коленного сустава, лодыжки и в пяточной области. Для артериальной системы нижней конечности человека характерно сильное развитие сосудов, питающих ягодичные мышцы, а также развитие трех артерий (малоберцовой, передней и задней большеберцовых) вместо одной общей артерии голени, имеющейся у других приматов. Это прогрессивное развитие артериальной системы выражает приспособление ее к изменениям в опорно-двигательном аппарате, которые связаны с прямохождением.

### 2.5.2. Вены большого круга кровообращения

**Система верхней полой вены.**  
Верхняя полая вена (*v. cava superior*), составляющая часть большого круга кровообращения, отводит кровь от верхней половины тела — головы, шеи, верхних конечностей, грудной стенки (Атл. рис. 68, 69).

Верхняя полая вена образуется из слияния двух плечеголовных вен (позади соединения I правого ребра с грудиной) и лежит в верхней части средостения. На уровне II ребра она проникает в полость перикарда (околосердечной сумки) и впадает в правое предсердие. Диаметр верхней поллой вены достигает 20–22 мм, длина ее — 7–8 см. Вблизи сердца в нее впадают крупная непарная вена, а также средостенные и перикардиальные вены.

**Непарная вена (*v. azygos*)** (Атл. рис. 68, 69) начинается в брюшной полости, где носит название *правой восходящей поясничной вены*. Она берет начало от многочисленных притоков — пристеночных вен брюшной полости и образует анастомозы с венами околпозвоночного сплетения, общими подвздошными и крестцовыми венами. Поднимаясь по правой стороне тел позвонков, она проходит через диафрагму и следует позади пищевода под названием непарной вены. В нее впадают диафрагмальные и правые межреберные вены, вены от органов средостения (перикарда, пищевода, бронхов) и полунепарная вена. В месте впадения непарной вены в верхнюю полую вену имеются два клапана.

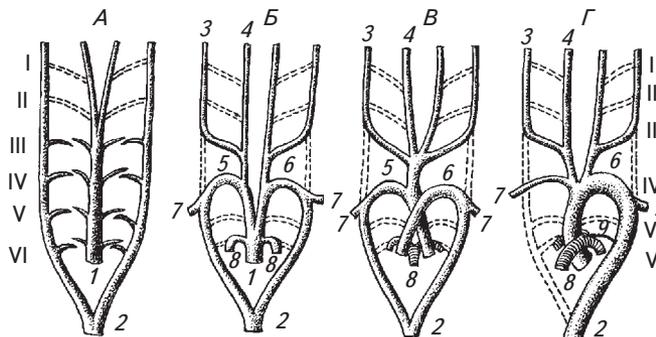


Рис. 2.15. Схема преобразования жаберных артерий у рыб (А), амфибий (Б), рептилий (В) и млекопитающих (Г):

I—VI — дуги жаберных артерий; 1 — брюшная и 2 — спинная аорты; 3 — внутренняя и 4 — наружная сонные артерии; 5 — правая и 6 — левая дуги аорты; 7 — подключичная артерия; 8 — легочная артерия; 9 — артериальная связка

*Полунепарная вена (v. hemiazygos)* (Атл. рис. 68, 69) тоньше непарной, начинается в брюшной полости под названием левой восходящей поясничной вены. В грудной полости она лежит в заднем средостении слева от аорты, принимает левые межреберные, пищеводные и средостенные вены, а также добавочную полунепарную вену, образующуюся при слиянии верхних межреберных вен. Полунепарная вена в основном повторяет ход непарной вены, в которую на уровне VIII грудного позвонка и впадает, пересекая позвоночник.

*Межреберные вены (vv. intercostales)* сопровождают одноименные артерии, вместе с которыми, а также с нервами образуют сосудисто-нервные пучки межреберья. Передние межреберные вены впадают соответственно в правую и левую внутреннюю грудную вену, сопровождающую одноименную артерию, а задние — в непарную, полунепарную, левую плечеголовную и добавочную полунепарную вены. В устьях межреберных вен имеются клапаны. В каждую заднюю межреберную вену впадает спинная ветвь, собирающая кровь от мышц и кожи спины, а также от спинного мозга, его обо-

лочек и венозных сплетений позвоночника.

*Плечеголовная вена (v. brachiocephalica)* (Атл. рис. 68–70) возникает позади грудино-ключичного сочленения в венозном углу из соединения двух вен: внутренней яремной и подключичной. Левая вена почти в два раза длиннее правой и проходит спереди ветвей дуги аорты. Позади места прикрепления I ребра к грудиने правая и левая вены соединяются и образуют верхнюю полую вену. Плечеголовная вена собирает кровь из вен, сопутствующих ветвям подключичной артерии, а кроме того, из вен щитовидной и вилочковой желез, гортани, трахеи, пищевода, из венозных сплетений позвоночника, глубоких вен шеи и головы, вен верхних межреберных мышц и молочной железы.

Наиболее значительными притоками плечеголовных вен являются щитовидные, средостенные, позвоночные, внутренние грудные и глубокие шейные вены. Через концевые ветви вены устанавливаются анастомозы между системами верхней и нижней полых вен. Так внутренние грудные вены начинаются в передней брюшной стенке как верхние надчревные вены. Они анастомозиру-

жаберных артерий, но без капиллярной сети. I, II и V пары этих артерий редуцируются. III пара становится сонными артериями. IV пара превращается в правую и левую дуги аорты, сливающиеся в дорсальную аорту, VI пара дает начало легочным артериям малого круга кровообращения и артериальному протоку, превращающемуся после рождения в артериальную связку (рис. 2.15, Б, В, Г).

Перестраивается и венозная система. У рептилий, например, задние кардинальные вены уступают место задней полую вене (первоначально отводящей кровь от первичных почек), а сами преобразуются во второстепенные сосуды (непарную и полунепарную вены), впадающие в заднюю полую вену. Из передних кардинальных вен начинает преобладать правая, которая и превра-

щается у млекопитающих и человека в переднюю (верхнюю) полую вену. При этом обе полые вены отдельно впадают в правое предсердие.

Наиболее существенные изменения происходят у наземных позвоночных в сердце. У амфибий оно состоит из двух предсердий и желудочка. В правое предсердие из венозного синуса поступает венозная, а в левое из легочных вен, — артериальная кровь. Эти токи крови частично смешиваются в общем желудочке, из которого попадают в артериальный конус.

У рептилий сердце тоже трехкамерное, но в желудочке есть неполная перегородка. Аорта отделена от легочной артерии и выходит из желудочка не одним общим конусом, как у амфибий (рис. 2.15, Б), а двумя отдельными корнями — правой и левой дугами (рис. 2.15, В). В корень

ют с нижними надчревными венами, относящимися к системе нижней полой вены.

*Внутренняя яремная вена* (*v. jugularis interna*) (Атл. рис. 69, 70) начинается в яремном отверстии черепа как непосредственное продолжение сигмовидной пазухи твердой мозговой оболочки и спускается вдоль шеи в одном сосудисто-нервном пучке с сонной артерией и блуждающим нервом.

Внутренняя яремная вена (вместе с наружной яремной) собирает кровь от головы и шеи, т. е. из областей, которые снабжаются общей сонной артерией, и, в частности, из пазух твердой мозговой оболочки, в которые кровь поступает из вен головного мозга. Кроме того, в полости черепа во внутреннюю яремную вену впадают вены от глазницы, внутреннего уха, губчатого вещества костей крыши черепа и мозговых оболочек. Из внечерепных ветвей самыми крупными являются *лицевая вена* (*v. facialis*), сопровождающая лицевую артерию и *занижнечелюстная вена*. Последняя собирает кровь от височной области, уха, нижнечелюстного сустава, околоушной слюнной железы, челюстей и жевательных мышц. В области шеи во внутреннюю яремную вену впадают

притоки от глотки, языка и щитовидной железы.

На всем своем протяжении вена и ее притоки имеют клапаны.

*Наружная яремная вена* (*v. jugularis externa*) (Атл. рис. 69, 70) образуется на уровне угла нижней челюсти в результате слияния занижнечелюстной и задней ушной вен и спускается по наружной поверхности грудиноключично-сосцевидной мышцы, прикрытая фасцией и подкожной мышцей шеи. Вена впадает в подключичную или внутреннюю яремную вену или, редко, в венозный угол. Эта вена отводит кровь от кожи и мышц шеи и затылочной области. В нее впадают затылочная, передняя яремная и надлопаточная вены.

**Вены верхней конечности.** Среди вен верхней конечности различают поверхностные и глубокие. Поверхностные вены собирают кровь от кожи и подкожной клетчатки, а глубокие — от мышц, суставов и костей. Они сопровождают основные артерии, снабжены клапанами и анастомозируют между собой.

Венозная кровь от пальцев почти вся поступает в *тыльные вены кисти*, среди которых поверхностные вены, развитые значительно сильнее глубоких,

правой дуги, снабжающей переднюю часть тела, попадает кровь преимущественно артериальная, а в левую — смешанная.

У млекопитающих и человека желудочки полностью обособлены друг от друга, сердце четырехкамерное. Правая дуга аорты превращается в плечеголовной ствол и правую подключичную артерию (рис. 2.15, Г). Венозный синус низших позвоночных оказывается втянутым в правое предсердие, а ствол легочных вен — в левое. Это усиливает предсердия, в которых гомологом предсердий низших позвоночных оказываются лишь ушки.

Таким образом, в ходе эволюции сердце сначала было венозным (например, у рыб). С выходом позвоночных на сушу у амфибий и рептилий возникло сердце переходного типа со сме-

шанной кровью. Наконец, у высших позвоночных — птиц и млекопитающих правая половина сердца сделалась венозной, а левая — артериальной, и к тканям тела стала поступать только артериальная кровь. Такая эволюция сердечно-сосудистой системы способствовала усилению обмена веществ, привела к резкому подъему общего уровня жизнедеятельности всего организма и вместе с другими прогрессивными изменениями обеспечила млекопитающим господствующее положение в животном мире.

## 2.8. ОНТОГЕНЕЗ КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Сосудистая система зародыша начинает закладываться уже на 2—3 неделе внутриутробного

образуют дорсальное *венозное сплетение кисти*. На ладони из двух венозных дуг, соответствующих артериальным, глубокая дуга служит главным венозным коллектором кисти (Атл. рис. 71, 72). Главные подкожные вены верхней конечности — головная и основная.

*Головная вена (v. cephalica)* начинается от глубокой ладонной дуги и венозного сплетения тыла кисти и тянется по латеральному краю предплечья и плеча, принимая по пути поверхностные вены. Головная вена впадает в подкрыльцовую.

*Основная вена (царская) (v. basilica)* тоже начинается от глубокой ладонной дуги и поверхностного венозного сплетения тыла кисти. Перейдя на предплечье, основная вена значительно пополняется кровью из головной вены через анастомоз с нею в области локтевого сгиба — *срединную вену локтя*. В медицинской практике последней обычно пользуются для внутривенных вливаний и для взятия крови. Основная вена впадает в одну из плечевых вен.

Вены поверхностной и глубокой ладонных дуг, перейдя на предплечье, образуют по две глубокие *локтевые (v. ulnares)* и *лучевые (v. radiales)* вены, которые сопровождают соответствующие

артерии. Эти вены многократно анастомозируют между собой, что особенно выражено в области суставов. По ходу в них впадают вены от мышц и костей. Возле локтевого сустава локтевые и лучевые вены сливаются, образуя две *плечевые вены (v. brachiales)*, которые сопровождают плечевую артерию. Обе плечевые вены сливаются в *подкрыльцовую вену (v. axillaris)* (их может быть две). В эти вены поступает вся кровь не только из глубоких, но также из поверхностных вен верхней конечности. Одна из ветвей подкрыльцовой вены (боковая грудная вена), спустившись по боковой стенке тела, анастомозирует с поверхностной надчревной веной. Таким образом, дополняется анастомоз между сосудами систем верхней и нижней полых вен.

*Подключичная вена (v. subclavia)*, продолжая подкрыльцовую, служит для оттока крови от верхней конечности и сама каких-либо постоянных ветвей не имеет (Атл. рис. 69, 71). Она соединяется с внутренней яремной веной, образуя плечеголовную вену. Стенки подключичной вены прочно соединены с окружающими фасциями и надкостницей I ребра. Эти соединения поддерживают просвет вены и увеличивают его при поднятой руке, что обеспечива-

развития, когда в мезодерме желточного мешка появляются первые *кровяные островки*. В их центральной части развиваются клетки крови, а на периферии островков из уплотненных мезенхимных клеток образуется эндотелиальная выстилка капилляров. Одновременно с развитием желточного кровообращения кровеносные сосуды образуются в ворсинках хориона и в теле зародыша. На 3—4 неделе происходит объединение сосудов зародыша с внезародышевыми сосудами и образуется единая система кровообращения.

Клетки крови у плода развиваются в стенке желточного мешка, а в конце первого месяца кровотока начинается в теле самого зародыша: в печени — с 5 недели, в лимфатических узлах и селезенке — с 7—8 недели, в красном костном мозге — с 12 недели внутриутробного развития.

Кровеносная система плода сразу закладывается как замкнутая. Так как легкие плода не функционируют, газообмен происходит через плаценту: формируется плацентарное кровообращение, которое достигает максимального развития к началу фетального (плодного) периода — к 3-му месяцу. Ворсинки хориона, образующие плаценту, омываются материнской кровью, из которой кислород, питательные и другие вещества переходят в сосуды плода. По пупочной вене они переносятся зародышу (рис. 2.16).

### 2.8.1. Развитие сети кровеносных сосудов у зародыша

От зачатка сердца берет начало *артериальный ствол*, который разделяется на две *брюшные*

ет более легкий отток крови из вен верхней конечности.

**Система нижней полой вены.**

*Нижняя полая вена (v. cava inferior)*, начинаясь на уровне V поясничного позвонка из слияния правой и левой общих подвздошных вен, лежит за брюшиной, справа от аорты, отделенная от нее лимфатическими узлами (Атл. РИС. 68, 69, 73). Проходя позади печени, нижняя полая вена погружается в ее ткань, а затем через отверстие в сухожильном центре диафрагмы проникает в средостение и в околосердечную сумку, после чего тотчас открывается в правое предсердие (Атл. рис. 52, 53). Поперечник этой вены у ее начала равен 20 мм, а вблизи устья достигает 33 мм.

Нижняя полая вена принимает парные ветви как от стенок тела, так и от внутренностей, а также от нижних конечностей. К пристеночным ветвям относятся поясничные вены и нижние вены диафрагмы.

*Поясничные вены (vv. lumbales)* в количестве 4 пар соответствуют поясничным артериям и так же сегментарны, как и межреберные вены. Поясничные вены каждой стороны сообщаются друг с другом вертикальным анастомозом, благодаря чему по обе

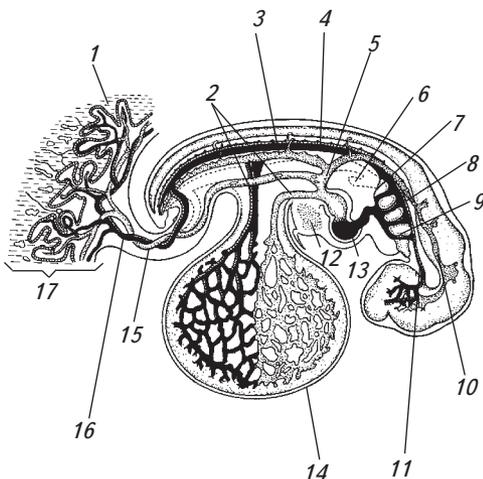
стороны от нижней полой вены образуется по тонкому венозному стволу. Наверху стволики продолжают в непарную (справа) и полунепарную (слева) вены. Поясничные вены собирают кровь от мышц, кожи и венозных сплетений позвоночного столба.

К внутренностным ветвям нижней полой вены относят семенниковые вены у мужчин и яичниковые у женщин, почечные, надпочечниковые и печеночные. Последние через венозную сеть печени связаны с воротной веной.

*Семенниковая вена (v. testicularis)* начинается в семеннике и его придатке, образует внутри семенного канатика густое венозное сплетение и впадает справа в нижнюю полую вену, а слева — в почечную вену.

*Яичниковая вена (v. ovarica)* начинается из ворот яичника, проходит в широкой связке матки, сопровождает одноименную артерию и в дальнейшем идет подобно семенниковой вене.

*Почечная вена (v. renalis)* начинается в воротах почки несколькими довольно крупными ветвями, которые лежат впереди почечной артерии и впадают в нижнюю полую вену. В почечные вены впадают также притоки вен от мочеточников и жировой капсулы почки.



аорты. Из них кровь по артериальным дугам (гомологи жаберных артерий) попадает в две

Рис. 2.16. Система кровообращения 4-недельного зародыша человека. Артерии обозначены черным цветом (по Карлсону, 1981):

- 1 — ворсинки хориона; 2 — желточные артерия и вена; 3 — задняя кардинальная вена; 4 — дорсальная аорта; 5 — общая кардинальная вена; 6 — почка легкого; 7 — IV глоточный карман; 8 — III артериальная дуга; 9 — корень вентральной аорты; 10 — передняя кардинальная вена; 11 — внутренняя сонная артерия; 12 — печень; 13 — сердце; 14 — желточный мешок; 15 — пупочная вена; 16 — пупочная артерия; 17 — плацента

*Надпочечниковая вена (v. suprarenalis)* впадает справа в нижнюю полую вену, а слева — в почечную вену.

*Печеночные вены (vv. hepaticae)* в количестве трех снаружи не заметны, потому что впадают в нижнюю полую вену там, где она несколько вдавлена в печень. По печеночным венам оттекает кровь, поступившая в печень по печеночной артерии и воротной вене.

**Воротная вена печени (v. porta)** (Атл. рис. 73) собирает кровь от стенок пищеварительного канала, начиная от желудка и до верхнего отдела прямой кишки, а также от желчного пузыря, поджелудочной железы и селезенки. Это короткий толстый ствол, возникающий позади головки поджелудочной железы из слияния трех крупных вен — селезеночной, верхней и нижней брыжеечных, которые ветвятся в области одноименных артерий. Воротная вена входит в печень через ее ворота и делится на левую и правую ветви соответственно долям печени.

*Нижняя брыжеечная вена (v. mesenterica inferior)* собирает кровь от сигмовидной и нисходящей ободочной и верхней части прямой кишок. Ее притоки соответствуют ветвям нижней брыжеечной артерии.

*Верхняя брыжеечная вена (v. mesenterica superior)* собирает кровь от тонкого кишечника и его брыжейки, слепой кишки с червеобразным отростком, восходящей и поперечной ободочной кишок и лимфатических узлов этих областей.

*Селезеночная вена (v. lienalis)* собирает кровь от селезенки, желудка, большого сальника, поджелудочной железы, двенадцатиперстной кишки.

Кроме того, непосредственно в ствол воротной вены впадают вены от желудка, поджелудочной железы, двенадцатиперстной кишки, пищевода, желчного пузыря и печеночных протоков.

*Общая подвздошная вена (v. iliaca communis)* (Атл. рис. 69, 74) парная, начинается на уровне крестцово-подвздошного сустава при слиянии внутренней и наружной подвздошных вен. Эта вена не имеет клапанов. При слиянии левой и правой общих подвздошных вен образуется нижняя полая вена. В левую вену вливается *средняя крестцовая вена*, которая идет по тазовой поверхности крестца вместе с одноименной артерией. Вместе с боковыми венами крестца она образует крестцовое венозное сплетение, которое анастомозирует с венозными сплетениями прямой кишки и мочевого пузыря.

*Спинные (дорсальные) аорты*, сливающиеся в один ствол (Атл. РИС. 73). У человека закладывается в общей сложности шесть пар артериальных дуг, однако I, II дуги редуцируются раньше, чем закладываются последующие. Продолжения корней вентральной и дорсальной аорт превращаются соответственно в наружные и внутренние сонные артерии. Часть корня вентральной аорты, идущая первоначально к III дуге, остается в виде общей сонной артерии, а сама III дуга становится проксимальной частью наружной сонной артерии.

IV дуга слева превращается в дугу аорты, а справа — в плечеголовную ствол и корень правой подключичной артерии. V дуга существует недолго и редуцируется. От концов VI дуги на ранних стадиях отходят ветви к легким. Позже правая часть VI дуги отделяется от корня аорты

и исчезает, а левая сохраняется. Она остается связанной с дугой аорты артериальным протоком. Начальный сегмент брюшной аорты продольно делится на легочный ствол (продолжение правого желудочка) и аорту (продолжение левого желудочка).

От дорсальной аорты отходят *сегментарные артерии* к формирующейся нервной трубке, а затем к спинному мозгу, и к стенкам тела. В области шеи они образуют также подключичные и позвоночные артерии, в грудной — межреберные артерии. Две желточные артерии после дегенерации желточного мешка сливаются и образуют *верхнюю брыжеечную артерию*. Чревной ствол и нижняя брыжеечная артерия образуются каудальнее как выросты дорсальной аорты. По мере закладки и развития органов

*Внутренняя подвздошная вена* (*v. iliaca interna*) лежит сзади одноименной артерии, имея общие с ней области ветвления. Ветви вены, несущие кровь от внутренностей и стенок таза, образуют вокруг органов обильные сплетения. Это геморроидальное сплетение, окружающее прямую кишку (особенно в ее нижнем отделе), сплетение позади симфиза, принимающее кровь от половых органов, венозное сплетение мочевого пузыря, а у женщин еще сплетение в окружности матки и влагалища.

*Наружная подвздошная вена* (*v. iliaca externa*) служит непосредственным продолжением бедренной вены выше паховой связки. Она выносит кровь из всех поверхностных и глубоких вен нижней конечности. В начале вены располагаются 1–2 клапана.

**Вены нижней конечности.** На нижней конечности в подкожной клетчатке залегают поверхностные вены, а глубокие сопровождают одноименные артерии. Вены образуют многочисленные анастомозы. Крупные вены снабжены клапанами.

На стопе выделяют *венозные дуги тыла* и *подошвы*, которые собирают кровь от пальцев, а также подкожных венозных сетей (Атл. рис. 74–76).

Из вен тыла стопы начинаются подкожная малая скрытая вена и большая скрытая вена.

*Малая скрытая вена* (*v. saphena parva*) проходит на голень позади латеральной лодыжки, идет по задней ее поверхности и впадает в подколенную вену. По пути она принимает многочисленные поверхностные вены и образует анастомозы с глубокими венами и большой скрытой веной.

*Большая скрытая вена* (*v. saphena magna*) (Атл. рис. 74) поднимается на голень впереди медиальной лодыжки по медиальной поверхности большеберцовой кости. В нее впадают поверхностные вены. На бедре, постепенно увеличиваясь в диаметре, она достигает паховой связки, под которой впадает в бедренную вену.

*Глубокие вены стопы, голени и бедра* в двойном числе сопровождают артерии и носят их названия. Они начинаются на подошвенной поверхности стопы. Подошвенные пальцевые вены, сливаясь, переходят в плюсневые вены, которые впадают в подошвенную венозную дугу. От дуги кровь оттекает по венам, собирающимся в две *задние большеберцовые вены* (*vv. tibiales posteriores*). От глубоких вен тыла стопы кровь оттекает через парные *передние*

брюшной полости и нижних конечностей развиваются и кровоснабжающие их сосуды.

Одновременно с артериальной закладывается венозная система зародыша. Главными венами у раннего зародыша являются симметричные *кардинальные вены*. Передние кардинальные вены представляют собой мелкие сосуды, собирающие кровь от головы. На уровне сердца они соединяются с задними кардинальными венами — главными выносящими сосудами задней половины тела, образуя *общие кардинальные вены* (Атл. рис. 79). Они проходят в вентролатеральных стенках тела и впадают в *венозный синус*. На более поздних стадиях развития из передних кардинальных вен формируется верхняя, а из задних — нижняя полые вены. В процессе развития венозный поток смещается в правую сторону сердца, что

свидетельствует о приспособлении к легочному дыханию.

Задние кардинальные вены связаны, главным образом, с мезонефросом (туловищной почкой). Вены почек сливаются и образуют субкардинальный синус, куда впадают вены от задней части туловища. Когда мезонефрос дегенерирует, задние кардинальные вены также подвергаются атрофии. За счет роста и слияния мелких вен образуется нижняя полая вена. По ней кровь из синуса попадает в сердце. Вены от правого мезонефроса соединяются с сосудами печени. Через печень проходят также и желточные вены, собирающие кровь от кишечника. Их брыжеечные ветви после редукции желточного мешка превращаются в соответствующие вены. За счет формирования поперечных анастомозов они превращаются в воротную вену.

*большеберцовые вены* (*vv. tibiales anteriores*). По ходу в вены впадают притоки от мышц, костей и фасций голени.

Большеберцовые вены собираются в *подколенную вену* (*v. poplitea*), в нее впадают мелкие вены колена и малая скрытая вена. На бедро подколенная вена продолжается как *бедренная вена* (*v. femoralis*). В верхней трети бедра в нее впадают вены от венозных

сплетений мышц передней поверхности бедра, глубокая вена бедра, по которой кровь оттекает от мышц и костей, и ряд поверхностных вен.

Все эти вены имеют многочисленные клапаны. Глубокие вены обильно анастомозируют с поверхностными, по которым поднимается некоторое количество крови из глубоких частей конечности.

## 2.6. СОСУДЫ МАЛОГО КРУГА КРОВООБРАЩЕНИЯ

### 2.6.1. Артерии

Легочный ствол, легочные артерии и их ветви образуют часть малого круга кровообращения; по ним венозная кровь из правого желудочка сердца достигает легочных капилляров (Атл. рис. 50).

**Легочный ствол** (*truncus pulmonalis*) (Атл. рис. 52) относится к артериям мышечно-эластического типа; он начинается из правого желудочка на уровне соединения III левого ребра с грудиной, поднимается впереди аорты влево и назад и под ее дугой делится на *правую* и *левую легочные артерии* (см. рис. 2.1). От места бифуркации к нижней поверхности дуги аорты идет короткая фиброзно-мышечная связка — заросший

артериальный проток плода. Достигнув ворот легкого, правая артерия распадается на три ветви, левая — на две, соответственно числу долей в органе. Затем легочные артерии разделяются на более мелкие, повторяющие ветвления бронхов (Атл. рис. 201) и образуют капиллярную сеть, оплетающую альвеолы.

### 2.6.2. Вены

После газообмена между кровью в капиллярах и воздухом в альвеолах обогащенная кислородом кровь переходит в венулы, лежащие в междольковой соединительной ткани и в стенках бронхов. Венулы на верхушках

Пупочные вены несут кровь от плаценты по брюшному стебельку к зародышу. Войдя в тело зародыша, они в ранние сроки развития идут к венозному синусу сердца, но после образования печени они соединяются с ее сосудистым сплетением. В пупочном канатике вены сливаются друг с другом, в результате остается только одна пупочная вена.

### 2.8.2. Кровообращение плода

Необходимые для жизни питательные вещества и кислород плод получает от матери через сосуды *детского места*, или *плаценты* (Атл. рис. 77, 80).

Плацента связана с плодом пупочным канатиком, в составе которого идут две *пупочные артерии* (ветви внутренних подвздошных артерий плода) и *пупочная вена*. Эти сосуды проходят из кана-

тика в плод через отверстие в его передней брюшной стенке (пупочное кольцо). По артериям венозная кровь доставляется от плода к плаценте, где обогащается питательными веществами, кислородом и становится артериальной. После этого кровь возвращается к плоду по пупочной вене, которая подхватывает к его печени и делится на две ветви. Одна из них прямо впадает в нижнюю полую вену (*венозный проток*). Другая ветвь проходит в ворота печени и делится в ее ткани на капилляры. Отсюда кровь изливается через печеночные вены в нижнюю полую вену, где смешивается с венозной кровью от нижней части тела и попадает в правое предсердие. Отверстие нижней полую вены расположено напротив овального отверстия в межпредсердной перегородке (рис. 2.17). Поэтому большая часть крови из нижней полую вены попадает в левое предсердие, а

легочных сегментов собираются в вены. Последние у ворот каждого легкого сливаются в *легочные вены*. Легочные вены выходят из ворот легких и впадают в левое предсердие (см. Атл.).

Они несут артериальную кровь из легких и составляют часть малого, или легочного, круга кровообращения. Клапаны в просветах легочных вен отсутствуют.

### Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику сосудов большого круга кровообращения.
2. Аорта и ее отделы.
3. Дуга аорты. Какие сосуды отходят от нее?
4. Назовите артерии головы и шеи.
5. Назовите артерии верхней конечности.
6. Какие ветви отходят от грудного отдела аорты?
7. Ветви брюшной аорты.
8. Перечислите артерии нижней конечности. Как они расположены?
9. Расскажите о системе верхней полой вены.
10. Что представляет собой система нижней полой вены.
11. Дайте характеристику системе воротной вены.

## 2.9. ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Лимфатическая система представляет собой дополнительную дренажную систему, по которой тканевая жидкость оттекает в кровеносное русло — его венозную часть.

### 2.9.1. Образование лимфы

За счет разницы давления на артериальном и венозном концах капилляров происходит выход в межклеточное пространство плазмы крови с растворенными

в ней белками, ионами и другими соединениями. Так образуется *тканевая жидкость*. Обычно у артериальных концов капилляров образуется больше тканевой жидкости, чем всасывается на венозных. Однако в норме избытка этой жидкости в тканях не возникает, потому что излишнее ее количество отводится *лимфатическими капиллярами* (рис. 2.18). Капилляры в различных органах тела и тканях обладают избирательной проницаемостью, благодаря чему состав лимфы в них различен.

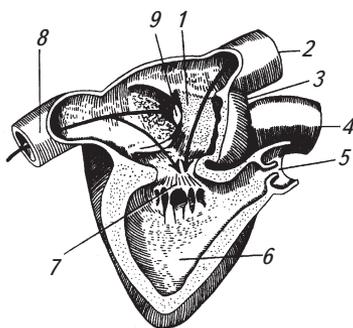


Рис. 2.17.

оттуда в левый желудочек. Кроме того, пульсирующий поток крови от плаценты, приходящий по пупочной вене, может временно блокировать поступление крови по воротной вене. В этих условиях в сердце будет попадать преимущественно обогащенная кислородом кровь. В промежутках в сердце приходит венозная кровь по верхней и нижней полой венам.

Как уже было описано ранее, большая часть венозной крови из правого предсердия попадает в правый желудочек, а затем в легочную артерию. Небольшой объем крови идет в легкие, большая же ее часть по артериальному потоку попадает в нисходящую аорту после отхождения от нее артерий к голове и верхним конечностям и расходится по большому кругу кровообращения, связанному через пупочные артерии с плацентой.

## 2.9.2. Пути, отводящие лимфу

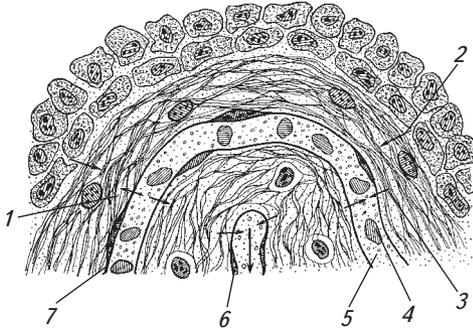


Рис. 2.18. Схема образования лимфы и тканевой жидкости (по Хэму, Кормаку, 1981): 1 — тканевая жидкость выделяется из капилляров; 2 — межклеточное вещество соединительной ткани; 3 — удаление избытка тканевой жидкости; 4 — клетки крови; 5 — венозный конец кровеносного капилляра; 6 — лимфатический капилляр (удаление тканевой жидкости); 7 — артериальный конец кровеносного капилляра

Лимфа может образовываться не только из тканевой жидкости, но и из жидкости серозных (плевральной, околосердечной и брюшной) и синовиальных полостей. Она представляет собой жидкость желтоватого цвета, в которой содержатся высокомолекулярные соединения и клетки, преимущественно лимфоциты. Лимфа движется по системе, которая состоит из отводящих путей и лимфоидных органов (Атл. рис. 82).

Таким образом, оба желудочка нагнетают кровь в большой круг кровообращения, поэтому их стенки имеют почти равную толщину. Чисто артериальная кровь течет у плода лишь в пупочной вене и венозном протоке. Во всех других сосудах плода циркулирует смешанная кровь, но голова и верхняя часть туловища, особенно в первую половину внутриутробного развития, получают кровь из нижней полой вены, менее смешанную, чем остальные части тела. Это способствует лучшему и более интенсивному развитию головного мозга.

### 2.8.3. Изменения кровообращения после рождения

При рождении прерывается плацентарное кровообращение и включается легочное дыхание.

К путям, отводящим лимфу, относятся лимфатические капилляры, сосуды и протоки.

*Лимфатические капилляры* слепо начинаются в тканях, где образуют сеть, подобную кровеносным капиллярам. Стенка лимфатических капилляров состоит из одного слоя эндотелиальных клеток, между которыми имеются крупные поры. Базальная мембрана у них прерывистая или отсутствует вовсе, также отсутствуют перicyты. К наружной поверхности капилляра прикрепляются пучки коллагеновых волокон, идущих в окружающую соединительную ткань. Их роль, по-видимому, заключается в поддержании капилляра в открытом состоянии в условиях избытка тканевой жидкости (при отеках). В противном случае под давлением окружающих тканей они бы спадались, и отведение излишка жидкости не происходило. При развитии отека ткани набухают, волокна «растаскивают» стенки лимфатических капилляров, поры между эндотелиальными клетками увеличиваются, и в них уходит избыток тканевой жидкости. Лимфатические капилляры обладают боль-

Обогащение крови кислородом происходит в легких. Пережатие пупочных сосудов приводит к снижению количества кислорода и увеличению количества углекислого газа в циркулирующей крови. Раздражение рецепторов в стенках сосудов и нейронов дыхательного центра вызывает рефлекторный вдох. С первым вдохом новорожденного легкие расправляются и вся кровь из правой половины сердца проходит по легочной артерии в малый круг кровообращения, минуя артериальный проток и овальное отверстие (Атл. рис. 81). Вследствие этого проток запускает, гладкомышечные клетки в его стенке сокращаются и спустя некоторое время зарастает, сохраняясь в виде артериальной связки. Овальное отверстие заслоняется складкой эндокарда, которая вскоре прирастает к его краям, отчего

шей проницаемостью по сравнению с кровеносными. С лимфой из межклеточных пространств удаляются белки, вышедшие из кровотока, липиды (в кишечнике), бактерии, клетки злокачественных опухолей и др. Таким образом, лимфа выполняет функции удаления избытка тканевой жидкости, возврата в кровеносную систему белков, транспорта питательных веществ и гормонов, очистки тканей от бактерий и продуктов их жизнедеятельности, а также от измененных клеток. У взрослого человека в сутки образуется 2–4 л лимфы.

Лимфатические капилляры имеют больший диаметр, чем кровеносные. Они пронизывают почти все ткани, но густота их в различных органах различна. Они особенно развиты в легких, печени, почках, серозных, слизистых и синовиальных оболочках. Лимфатические капилляры отсутствуют там, где нет кровеносных сосудов — в зубах, хряще, роговице, хрусталике глаза, также их нет в центральной нервной системе. В последней нет лимфы, а тканевая жидкость заменена цереброспинальной. Лишены лимфатических капилляров клапаны сердца, плацента, пупочный канатик и кости.

отверстие превращается в *овальную ямку* (см. Атл.).

С рождения в правой половине сердца циркулирует венозная, а в левой только артериальная кровь. Сосуды пупочного канатика закрываются, пупочная вена превращается в *круглую связку печени*, пупочные артерии — в *боковые пупочные связки*, идущие по внутренней поверхности брюшной стенки к пупку.

#### 2.8.4. Возрастные изменения в строении кровеносной системы

Сердце детей первого года жизни шаровидное, стенки желудочков мало различают-

ся по толщине. Предсердия крупные, при этом правое больше левого. Устья впадающих в них сосудов широкие. У плода и новорожденного сердце располагается почти поперек грудной клетки. Только к концу первого года жизни в связи с переходом ребенка к вертикальному положению тела и опусканием диафрагмы сердце принимает косое положение. В первые два года сердце энергично растет, причем правый желудочек отстает от левого. Увеличение объема желудочков ведет к относительному уменьшению размеров предсердий и их ушек. С 7 до 12 лет рост сердца замедлен и отстает от роста тела. В этот период особенно важен внимательный врачебный контроль за развитием школьников, направленный на то, чтобы предупредить перегрузку сердца (тяжелая физическая

Лимфатические капилляры собираются в мелкие *лимфатические сосуды*, которые, сливаясь друг с другом, постепенно укрупняются. Лимфатические сосуды, собирающие лимфу из капилляров и несущие ее в более крупные сосуды, обычно идут в тканях вместе с веной и сопутствующей артерией. Однако в лимфатических сосудах, в отличие от вен, не выявляется такая отчетливая тенденция к слиянию. Поэтому часто вместе с веной и артерией идет несколько лимфатических сосудов. Более крупные лимфатические сосуды сопровождают сосудисто-нервные пучки. Стенка лимфатических сосудов состоит из трех слоев — внутреннего, среднего и наружного. В стенке мелких сосудов эти слои выражены менее отчетливо. Внутренний слой представлен эндотелиальными клетками. Здесь обычно находятся эластические волокна. Средний слой образуют гладкомышечные клетки, расположенные циркулярно или по спирали. Миоциты окружены небольшим количеством соединительной ткани. Наружный слой обычно хорошо развит и содержит гладкомышечные клетки, лежащие продольно и косо. В наружном слое стенки крупных сосудов

обнаруживаются мелкие кровеносные сосуды.

Лимфатические сосуды, за исключением самых мелких, обычно снабжены клапанами. Они более многочисленны и лежат ближе друг к другу, чем клапаны вен. В местах их расположения сосуд резко сужается, из-за чего такие сосуды напоминают бусы (Атл. рис. 83). Клапаны лимфатических сосудов обычно имеют по две створки, они состоят из складок внутренней оболочки с прослойкой соединительной ткани в середине и выстланы эндотелием. Клапаны препятствуют обратному току лимфы. В области прикрепления клапана мышечная ткань развита слабо, а между двумя соседними клапанами наблюдается скопление миоцитов. При сокращении они проталкивают лимфу в следующий сегмент сосуда. Скорость таких сокращений — 8–10 в минуту. Большую роль в продвижении лимфы имеют сокращения скелетной мускулатуры, движение органов пищеварительного тракта, пульсация аорты и крупных артерий, дыхательные движения. Последние вызывают расширение грудного протока при вдохе и его сдавливание при выдохе. Таким образом, грудная полость действует в качестве

насоса. Скорость тока лимфы различна натошак и после еды или приема жидкости и зависит от скорости лимфообразования.

В мышечной стенке лимфатических сосудов имеются сплетения вегетативной нервной системы, которые охватывают также и близлежащие кровеносные сосуды. Возбуждение симпатических нервов вызывает сокращение миоцитов в стенках лимфатических сосудов, а парасимпатических — и сокращение, и расслабление, в зависимости от исходного тонуса сосуда. Крупные сосуды конечностей иннервируются симпатическими нервами, тогда как грудной проток и брыжеечные сосуды имеют двойную иннервацию.

Все лимфатические сосуды собираются в грудной проток и правый лимфатический проток. Их стенки по своему строению сходны со стенками вен. *Грудной лимфатический проток (ductus thoracicus)* более крупный, обычно (у 75% людей) начинается расширением — *цистерной*, расположенной в области перехода грудного отдела позвоночника в поясничный (Атл. рис. 82). В цистерну впадают левый и правый поясничные лимфатические стволы, собирающие лимфу от стенок таза и нижних конечностей,

работа, чрезмерное увлечение спортом и т. п.). В период полового созревания (в 14–15 лет) сердце вновь усиленно растет.

Развитие сосудов связано с ростом тела и с формированием органов. Например, чем интенсивнее функционируют мышцы, тем быстрее увеличивается диаметр их артерий. Стенки крупных артерий формируются быстрее, причем наиболее заметно увеличивается количество слоев эластической ткани в них. При этом стабилизируется распространение пульсовой волны по артериальным сосудам. У детей более интенсивный, чем у взрослых, кровоток наблюдается в головном мозге. Кровоток мало изменяется при нагрузках, эти изменения различны у детей разных возрастов. Методом реоэнцефалографии было уста-

новлено, что у правой при нагрузках кровоток левого полушария возрастает интенсивнее, чем правого.

Медленное увеличение сердца продолжается и после 30 лет. Индивидуальные колебания в размерах и весе сердца могут быть обусловлены характером профессии. К старости в стенках аорты и других крупных артерий и вен уменьшается количество эластических и мышечных элементов, разрастается соединительная ткань, утолщается внутренняя оболочка, в ней образуются уплотнения — атеросклеротические бляшки. Вследствие этого упругость сосудов заметно понижается, а кровоснабжение тканей ухудшается.

и один или несколько кишечных стволов. Грудной проток поднимается вдоль аорты, проходит вместе с ней через диафрагму и по средостению, смещаясь влево, достигает левого венозного угла, в который изливается. На своем пути грудной лимфатический проток принимает лимфатические сосуды от стенок и органов левой половины грудной полости, от левой верхней конечности и левой половины шеи и головы.

*Правый лимфатический проток (ductus lymphaticus dexter)* длиной не более 1,5 см, образуется вблизи правого венозного угла, в который и впадает. Проток собирает лимфу от стенок и органов правой половины грудной полости, от правой верхней конечности и правой половины шеи и головы. Нередко проток отсутствует, и тогда лимфатические стволы каждой из названных областей прямо впадают в подключичную вену.

Таким образом, через лимфатическую систему в кровеносное русло возвращается жидкость, поступившая в ткани из кровеносных капилляров, с содержащимися в ней белками, солями, питательными веществами, а также продукты жизнедеятельности тканей.

### 2.9.3. Лимфоидные органы

К лимфоидным органам относят лимфатические узлы, миндалины, единичные и групповые лимфатические фолликулы кишечника и селезенка.

*Лимфатические узлы* (иногда неправильно называемые железами) — это скопления лимфоидной ткани, лежащие на пути лимфатических сосудов. На конечностях узлы обычно расположены в области крупных суставов, а на туловище — как одиночно, например, около позвоночника или в

брыжейке тонких кишок, так и в виде скоплений. Они особенно многочисленны в области шеи, в подмышечной яме, в паховой области, около кишечника и т. д. (Атл. рис. 82, 84–86). Нет лимфатических узлов в скелете, костном мозге, в кистях и стопах. У человека примерно 460 узлов.

Узлы представляют собой округлые или овальные образования, с одной стороны которых имеется вдавление (Атл. рис. 87). Этот участок называется *воротами узла*. Здесь в узел входят артерии и нервы, а выходят вены и выносящие лимфатические сосуды. Сосуды, приносящие лимфу, входят в узел с противоположной стороны. Снаружи узлы покрыты плотной *капсулой*, которая утолщается в области ворот. Капсула образована плотной соединительной тканью, в которой преобладают коллагеновые волокна и расположены отдельные пучки гладких мышечных клеток. От нее отходят вглубь отростки, образующие перегородки — *трабекулы*. Между ними находится лимфоидная ткань; от капсулы и перегородок она отделена пространствами — *лимфатическими синусами*. Различают подкапсульный, или *краевой*, синус, расположенный между капсулой и корковым веществом, *околоузелковые* синусы — между узелками и трабекулами, и *мозговые* синусы, ограниченные трабекулами и мозговыми тяжами. На срезе узла можно выделить на периферии *корковое вещество*, состоящее из лимфатических узелков, и центрально расположенное *мозговое вещество*, образованное мозговыми тяжами и синусами. Между ними лежит *паракортикальная зона*. Последняя заселена преимущественно Т-лимфоцитами (Т-зона). В-лимфоциты содержатся в большей части коркового вещества и в мозговых тяжах (В-зона).

Основу лимфатического узла составляет ретикулярная ткань. Ее волокна

и клетки образуют сложно устроенную сеть, в ячейках которой лежат лимфоциты, лимфобласты, макрофаги, плазмоциты и т. д. В центральной, светлой, зоне лимфатических узелков коркового вещества — *центре размножения (герминативном центре)*, происходит размножение лимфоцитов. При интоксикации организма находящиеся здесь макрофаги и дендритные клетки (фиксированные макрофаги) фагоцитируют антигены и погибающие или видоизмененные клетки и стимулируют образование лимфоцитов. При этом центральная зона узелка увеличивается в размере. При ослаблении инфекционного процесса узелок приобретает первоначальный вид. Возникновение и исчезновение центров размножения происходит в течение 2—3 суток. Образовавшиеся в узелках *B*-лимфоциты мигрируют в мозговые тяжи, где превращаются в плазмоциты и продуцируют антитела. Часть лимфоцитов превращается в клетки памяти и с током лимфы или через вены переходит в кровотоки.

В паракортикальной зоне происходит размножение и дифференцировка *T*-лимфоцитов. Отсюда они через вены попадают в кровотоки.

В ретикулярной ткани мозгового вещества, в мозговых тяжах, *B*-лимфоциты дифференцируются в плазматические клетки, которые способны вырабатывать иммуноглобулины (антитела). Снаружи к тяжам примыкают эндотелиальные клетки стенок синусов, снабженные большим количеством пор. Протекающая по синусам коркового и мозгового вещества лимфа обогащается лимфоцитами, которые поступают из узелков, паракортикальной зоны и мозговых тяжей. В лимфу могут также проникать плазмоциты, свободные макрофаги, единичные зернистые лейкоциты. Благодаря наличию макрофагов в просветах синусов здесь могут задерживаться

попавшие в лимфатические узлы антигены.

Таким образом, в лимфатических узлах обезвреживаются ядовитые вещества, задерживаются и фагоцитируются микробы и различные взвешенные в лимфе частицы, заносимые сюда из тканей. Каждый лимфатический узел или группа узлов собирает и контролирует лимфу определенной области тела, служит ее биологическим фильтром. Поэтому при появлении на руке какого-нибудь гнойного процесса, например нарыва, набухают прежде всего локтевые и подмышечные узлы. При легочных заболеваниях происходит увеличение легочно-бронхиальных узлов, что можно установить при рентгенологическом исследовании грудной клетки.

*Селезенка (riēn)* представляет собой кроветворный орган красноватоголубоватого цвета весом около 180 г, длиной 10—15 см, шириной 7—9 см, толщиной 4—6 см (Атл. рис. 88). Ее объем и масса зависят от кровенаполнения и функционального состояния. Селезенка располагается внутрибрюшинно слева от желудка, в левом подреберье, прилегая своей выпуклой стороной к нижней поверхности диафрагмы. Ворота селезенки на ее вогнутой стороне обращены к задней поверхности желудка. От них начинаются связки, соединяющие селезенку с желудком, диафрагмой и толстой кишкой. Через ворота в селезенку входят 6—8 ветвей селезеночной артерии, сопровождаемые сплетениями вегетативной нервной системы, а выходят вены и лимфатические сосуды.

Селезенка покрыта капсулой, состоящей из коллагеновых и эластических волокон, в которой присутствуют гладкомышечные клетки. От капсулы вглубь органа проникают перегородки (трабекулы), образующие вместе с трабекулами, начинающимися от ворот органа, сетчатую основу. По таким

соединительнотканым перегородкам проходят ветви селезеночной артерии, которые многократно ветвятся и заканчиваются кисточковыми артериолами, снабженными сфинктерами. Артериолы распадаются на сеть *синусоидных* капилляров (см. Атл.). В местах их перехода в вены имеются сфинктеры. Степень наполнения селезенки кровью зависит от состояния сфинктеров артериол и синусоидов: при расслаблении артериальных сфинктеров и сокращении синусоидных селезенка наполняется кровью, тогда как расслабление синусоидных и сокращение артериальных сфинктеров ведет к опорожнению ее от крови. Этому способствуют также сокращения гладких мышц капсулы и трабекул. Таким образом, селезенка служит депо крови в период покоя. В ней также скапливаются клетки крови и кровяные пластинки, которые в случае необходимости могут выходить в кровяное русло.

Между кровеносными капиллярами и синусоидами находится красная и белая пульпа. *Белой пульпой* называют рассеянные вокруг мелких артерий скопления лимфоцитов в виде муфт и лимфоидных фолликулов. Они являются местом развития лимфоцитов, которые по мере созревания переходят в кровяное русло. Вышедшие из фолликулов артерии попадают в красную пульпу, где распадаются наподобие кисточек. *Красная пульпа* занимает все пространство между фолликулами, си-

нусоидами и трабекулами. Она состоит из ретикулярной ткани, в которой разбросаны свободные клетки крови и соединительной ткани. Ее функция заключается в уничтожении отживших клеток крови, антитела, образованные лимфоцитами, обезвреживают антигены, попавшие в кровь. Красная пульпа также участвует в депонировании крови. При некоторых заболеваниях в селезенке у взрослого человека может возобновиться кроветворение.

*Вилочковая, или зобная, железа (thymus)* располагается за грудиной, в верхней части переднего средостения, на трахее, перикарде и крупных сосудах. Боковые части железы граничат со средостенной плеврой.

Железа состоит из правой и левой асимметричных долей, соединенных рыхлой клетчаткой. Доли покрыты соединительнотканной капсулой и снаружи окружены жировой и рыхлой соединительной тканью, фиксирующими железу к прилежащим органам. В толще железы залегают лимфатические узлы переднего средостения. От капсулы вглубь железы отходят прослойки соединительной ткани, разделяющие ее на дольки. В каждой дольке различается более светлое центрально расположенное мозговое вещество, которое снаружи окружено корковым веществом.

Основу железы составляет измененная эпителиальная ткань, ее клетки (*эпителиоретикулярные клетки*) связа-

**Лимфатические сосуды** появляются в эмбриогенезе, когда крупные кровеносные сосуды уже сформированы — в конце 6 недели внутриутробного развития. Сначала образуются слепо замкнутые мешки, которые разрастаются, образуют многочисленные выросты и открываются в вены. Из выростов впоследствии формируются лимфатические сосуды, по их ходу на 16—20 неделе внутриутробного развития возникают лимфатические узлы. У новорожденных детей лимфатические узлы

в области глотки развиты слабо, но уже способны выполнять функции защиты от проникающих с пищей и воздухом вредных веществ. В детском и подростковом возрасте происходит усиленная дифференцировка лимфоидной ткани под действием факторов внешней среды: интенсивно развивается иммунная система и лимфатические органы, и в первую очередь лимфатические узлы в стенках пищеварительного тракта, дыхательных и мочевыводящих путей, и миндалины.

ны между собой отростками, образующими сеть, в петлях которой лежат лимфоциты. Клетки стромы коркового вещества тимуса выделяют *тимозин*, который стимулирует деление лимфобластов — предшественников *T*-лимфоцитов. Окончательное созревание *T*-лимфоцитов происходит в периферических лимфоидных органах, куда они доставляются кровотоком. Дифференцирующиеся в корковом веществе *T*-лимфоциты отграничены от крови своеобразным барьером. Он образован эндотелиальными клетками, окруженными базальной мембраной, околосоудистым пространством и эпителиоретикулярными клетками.

В мозговом веществе тимуса меньше лимфоцитов, чем в корковом. Здесь имеются особые слоистые *эпителиальные тельца*, образованные концентрически наложенными эпите-

лиоретикулярными клетками, с многочисленными вакуолями и гранулами кератина в цитоплазме. Их количество увеличивается с возрастом. Вокруг капилляров в мозговом веществе не образуется барьера.

Кровоснабжение тимуса осуществляется ветвями внутренней грудной, щитовидной и перикардиальной артерий. Под капсулой артерии ветвятся на междольковые и внутридольковые. Кровеносные капилляры образуют густую сеть, особенно в корковом веществе, а затем переходят в подкапсулярные венулы. Под капсулой и в глубоких частях тимуса лежат лимфатические капилляры. Особенно развита их сеть в корковом веществе. Лимфатические сосуды расположены в междольковых перегородках.

### Контрольные вопросы

1. Каковы общие закономерности строения лимфатической системы?
2. Как происходит образование лимфы?
3. Опишите строение стенки лимфатических капилляров, сосудов и протоков.
4. Лимфатические узлы, их строение и распределение в организме человека.
5. Селезенка, ее строение, топография, кровоснабжение и функции.
6. Тимус, топография и особенности строения.

Развивается железа из выростов III и IV глоточных карманов в конце 1-го месяца внутриутробного развития. Затем тимус обособляется от глотки, правая и левая его закладки сближаются и срастаются. Первоначально тимус образован эпителиальной тканью энтодермального происхождения. Позднее он начинает заселяться мезенхимными и лимфоидными клетками, которые быстро размножаются. На 3-м месяце происходит дифференцировка тимуса на мозговую и корковую части, развивается структура тимуса, характерная для лимфоидных органов. Эпителиальные клетки раздвигаются, но остаются

соединенными друг с другом отростками, т. е. формируют сетчатую структуру. В мозговом веществе появляются слоистые эпителиальные тельца. Образующиеся в тимусе *T*-лимфоциты заселяют периферические лимфоидные органы. У новорожденных тимус имеет наибольший относительный вес и размеры. Максимального абсолютного веса (25—30 г) железа достигает к 13—14 годам, после чего развитие ее приостанавливается. С возрастом она сильно уменьшается, заменяясь рыхлой соединительной и жировой тканью. Наибольшим изменениям подвергается корковое вещество.

## Глава 3

# НЕРВНАЯ СИСТЕМА

### 3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

#### 3.1.1. Нервная ткань

Основные свойства живой материи — *раздражимость* и *возбудимость*, т. е. способность отвечать на действие раздражителей (факторов внешней или внутренней среды или их изменений) определенной деятельностью (движением, секрецией). В нервной ткани в течение эволюции возбудимость приняла форму специфической реакции — нервного импульса, выработалась способность к его быстрому проведению. В результате функцией нервной ткани стало осуществление взаимосвязи тканей и органов и связи всего организма с окружающей средой.

Нервная ткань состоит из нейронов, или нервных клеток, и нейроглии (Атл. рис. 89). Нервные клетки и большая часть глии (макроглия) — производные эктодермального зародышевого листка; меньшая часть глии (микроглия) происходит из мезенхимы.

*Нейроглия* имеет вспомогательное значение. Клетки макроглии выполняют опорно-трофическую функцию: служат опорой для нервных клеток; входят в состав оболочек нейронов, обеспечивая их изоляцию; участвуют в нервной трофике (обмене веществ); в синаптической передаче и т. д. Клетки микроглии подвижны; их основная функция — фагоцитоз.

Нервная клетка, или *нейрон*, — основная структурная и функциональная единица нервной системы. Ней-

рон имеет тело и отростки: один или несколько дендритов и один аксон, или нейрит, и концевые образования отростков (рис. 3.1). По дендритам проходят нервные импульсы к телу клетки (центростремительные), по нейриту — от ее тела (центробежные). Отростки нервных клеток, обеспечивая проведение нервного импульса, достигают в некоторых случаях очень большой длины — до 1–1,5 м.

Все нейриты, а также дендриты чувствительных нейронов на известном расстоянии от тела клетки покрываются оболочками и называются



Рис. 3.1. Нейрон

*нервными волокнами.* Различают мягкотные и безмякотные нервные волокна. Безмякотные волокна значительно тоньше. Осевой цилиндр (аксон) покрыт одним слоем глиальных (шванновских) клеток (линолиновая оболочка отсутствует). Эти волокна относятся в основном к вегетативной нервной системе.

В *мякотных*, или *миелиновых*, *волокнах* осевой цилиндр под цитоплазмой шванновских клеток покрыт еще и миелиновой оболочкой, которая играет роль электрического изолятора, обуславливая быстрое проведение нервного импульса; она несет также трофическую функцию. В различных мягкотных волокнах миелиновая оболочка имеет разную толщину, от этого зависит скорость проведения импульса по волокну. В онтогенезе начало функционирования разных отделов нервной системы определяется в значительной мере сроками миелинизации их волокон. Она происходит раньше в филогенетически более древних структурах.

Концевые образования отростков нейрона, или нервные окончания, по функциональному значению подразделяются на рецепторные, эффекторные и межнейрональные. *Рецепторными окончаниями* называют концевые образования дендритов в органах, воспринимающие различного рода раздражения и трансформирующие их в нервный импульс.

*Эффекторные окончания* — это концевые образования нейритов в рабочих органах: мышцах, железах. В поперечно-полосатых мышцах они имеют вид сложно устроенных моторных бляшек (см. рис. 1.51), в гладких мышцах и железах представлены свободными разветвлениями. *Межнейрональными* называют окончания нейритов на поверхности тела нервной

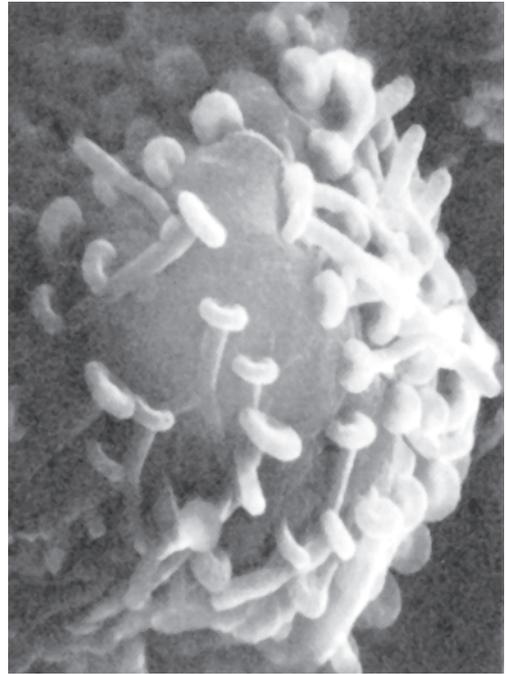


Рис. 3.2. Синаптические контакты на теле нейрона

клетки или отростков другого нейрона. Концевые разветвления нейрита снабжены утолщениями в виде бляшек и колечек (рис. 3.2).

Эффекторные и межнейрональные окончания обеспечивают переход возбуждения с нервного волокна на мышечную, железистую или нервную клетку. Структурные образования, обеспечивающие этот переход, называются *синапсами*. Синапс состоит из двух частей — пресинаптической, с расположенными в ней синаптическими пузырьками, содержащими медиатор, и постсинаптической, образованной поверхностью сомы или отростка другого нейрона или поверхностной мембраной иннервируемого мышечного волокна или железы. Между пресинаптической и постсинаптической мембранами находится синаптическая щель. Синапсы между нервными

клетками подразделяются на аксо-соматические, если они расположены на теле клетки (соне), аксо-дендритические — на разветвлениях дендрита и аксо-аксональные — на аксоне.

Рецепторные окончания дендритов, или чувствительных нервных волокон, могут быть представлены *свободными нервными окончаниями*. Они встречаются, например, в стенках внутренностей и сосудов, в гладких мышцах и эпителии кожи. В других органах окончания этих волокон связаны с видоизмененными эпителиальными клетками (волосковыми в улитке внутреннего уха, вкусовыми в сосочках языка и т. д.) или соединительно-тканными (нервно-мышечные веретена скелетных мышц, осязательные тельца сосочков кожи и т. д.). Они образуют *специализированные рецепторы* органов чувств и тканей. В обонятельном органе и глазу последние представлены видоизмененными клетками нервной ткани. *Экстерорецепторами* называют рецепторы, воспринимающие раздражения из внешней среды. Они находятся в коже (тактильные и болевые), в органах обоняния, вкуса, слуха и зрения. *Интерорецепторы* воспринимают механические, химические, температурные и другие раздражения, возникающие внутри организма. Они расположены во внутренностях, сосудах, аппарате равновесия (или вестибулярном), суставах, мышцах и сухожилиях. Интерорецепторы внутренних органов относятся к *висцерорецепторам*, а органов равновесия и опорно-двигательного аппарата — к *проприорецепторам*. Последние сигнализируют о положении нашего тела в пространстве, о его позе и ее изменениях.

Таким образом, свободные окончания чувствительных волокон или специализированные рецепторы органов чувств постоянно испытывают разнообразные воздействия со стороны не

только внешней, но и внутренней среды организма. Это позволяет нервной системе согласовывать деятельность всех органов и определять взаимоотношения организма со средой.

### 3.1.2. Элементы рефлекторной дуги

Под влиянием раздражения в рецепторе возникает возбуждение, которое проводится миелинизированным дендритом в тело нервной клетки. От тела этого *рецепторного, чувствительного нейрона* нервные импульсы переходят по его нейриту на другой нейрон. Передача импульса осуществляется через синаптические окончания на отростках или теле *эффекторного нейрона*. Последний может быть *двигательным (моторным)* или *секреторным* в зависимости от того, к какой реагирующей ткани подходит его нейрит — к мышечной или железистой. По эффекторному нейрону возбуждение достигает органа, вызывая специфическую реакцию, двигательную или секреторную.

Все ответные реакции организма, наступающие в ответ на раздражение рецепторов и происходящие при участии нервной системы, называют *рефлексами*. Совокупность нейронов, по которым осуществляется рефлекс, формирует *рефлекторную дугу*. Рефлекторные дуги бывают двух типов — *цереброспинального*, или соматического, и *автономного*, или вегетативного. По рефлекторным дугам первого типа главным образом осуществляется управление работой скелетной мускулатуры. По дугам второго типа регулируется в основном произвольное сокращение гладкой мускулатуры внутренних органов и сосудов, секреция желез.

Описанная связь рецепторного и эффекторного нейронов — пример

двухнейронной рефлекторной дуги. В теле человека по такой дуге могут осуществляться сухожильно-мышечные рефлексы (например, коленный). Подобные рефлекторные дуги встречаются довольно редко. В большинстве случаев реакции протекают по более сложной схеме, включающей целый ряд *вставочных нейронов* между рецепторным и эффекторным нейронами. С их помощью информация от рецепторов с периферии передается в вышележащие отделы ЦНС, где происходит ее обработка и формируется ответная реакция. Цепь вставочных нейронов рефлекторной дуги может распространять импульс центростремительно до коры больших полушарий, а затем центробежно до эффекторного нейрона. Существующие на нейритах боковые ответвления — *коллатерали*, которые оканчиваются на соседних с данной цепью вставочных нейронах, передают импульс в стороны от его прямого пути. Это приводит к вовлечению в процесс возбуждения большого количества нейронов, расположенных на разных уровнях центральной нервной системы. Однако роль отдельных нейронов этого сложного «ансамбля», согласованно регулирующего функцию, неодинакова.

Таким образом, нейроны, связанные между собой синаптическими контактами, участвуют в переработке информации. Благодаря этому в мозгу формируются *сети нейронов*, по которым передается информация, происходит ее объединение и обработка. Наличие на теле и отростках одного нейрона огромного количества синапсов свидетельствует о том, что на одном нейроне сходится информация от различных отделов мозга, или, наоборот, этот нейрон посылает сигналы к нейронам разных областей ЦНС. Так образуется *локальная сеть нейронов*, или микросеть. На следующем уровне организа-

ции в сети объединяются удаленные друг от друга нейроны. Они могут располагаться как в одной области мозга, так и включать нейроны нескольких областей. Каждая такая система нейронов оказывается связанной со многими соседними системами. При последовательном соединении нескольких областей формируются *проводящие пути*. Если они передают информацию с периферии в центр, говорят о восходящих путях (сенсорные системы), если, наоборот, от центра на периферию — о нисходящих путях (моторные системы). Как было установлено, осуществляющиеся по цепи нейронов (рефлекторной дуге) ответные реакции находятся под контролем рецепторов рабочего органа. Например, степень растяжения мышцы контролируют рецепторы растяжения — мышечные веретена. Таким образом устанавливается обратная связь рабочего органа с нервными центрами.

Выдающийся русский ученый И.М. Сеченов ввел в физиологию понятие об анализаторах. В дальнейшем оно было развито и экспериментально обосновано И.П. Павловым. *Анализатор*, по И.П. Павлову, состоит из периферического отдела, воспринимающего изменения среды; проводникового отдела, представленного чувствительным нейроном и всей восходящей цепью вставочных нейронов, и центрального отдела, находящегося в коре больших полушарий. Анализатор охватывает, следовательно, лишь часть рефлекторной дуги.

По этому учению, рецепторы органов чувств и тканей — периферический отдел различных анализаторных систем. Возбуждение, в которое трансформируется воспринятое рецепторами раздражение, поступает в мозг, где подвергается анализу и синтезу, особенно тонкому и сложному в коре больших полушарий. Последняя

наиболее высокоорганизована у человека, вследствие чего именно у него достигается самое совершенное уравновешивание организма с внешней средой.

В настоящее время анализаторы принято называть *сенсорными системами*.

### 3.1.3. Отделы нервной системы

Нервная система человека подразделяется на соматическую и вегетативную (автономную). В свою очередь соматическая нервная система представлена центральным и периферическим отделами. Она иннервирует стенки тела и конечности (сому).

Центральный отдел соматической нервной системы представлен спинным и головным мозгом и состоит из серого и белого вещества. Серое вещество образуется телами и отростками нейронов, а белое — волокнами (т. е. отростками нейронов, покрытыми миелиновой оболочкой белого цвета), объединенными в проводящие пути.

Периферический отдел включает нервы, нервные узлы (ганглии), сплетения и нервные окончания. *Периферические нервы* образованы миелинизированными (чувствительными и двигательными) и безмиелиновыми нервными волокнами. Снаружи нерв покрыт довольно толстой соединительнотканной оболочкой — *эпиневрием*. Каждый пучок нервных волокон окружен более тонкой прослойкой соединительной ткани — *периневрием*. В этих оболочках проходят кровеносные и лимфатические сосуды питающие нерв. В крупных нервах каждое волокно заключено в свою тонкую оболочку — *эндоневрий* (Атл. рис. 91). В мелких нервах последний отсутствует. Все эти оболочки продолжаются в ганглии.

Нервные узлы, или *ганглии*, — это скопления чувствительных (афферентных) нейронов вне спинного и головного мозга, расположенных по ходу периферических нервов. На уровне спинного мозга ганглии носят название *спинно-мозговых* или *спинальных*, а на уровне головного — *черепно-мозговых* или *краниальных*. Псевдоуниполярные или биполярные нейроны в ганглии окружены слоем уплощенных глиальных (мантйных) клеток (Атл. рис. 92). Один из отростков нейрона направляется на периферию и является чувствительным (дендритом) — по нему информация поступает к телу клетки. Другой отросток, называемый аксоном, связывает тело нейрона с ответствующим отделом ЦНС. Обычно оба отростка миелинизированы. В ганглии продолжаются соединительнотканые оболочки, покрывающие нервы.

Часть нервной системы, иннервирующая гладкие мышцы и железы, проводящая от мозга импульсы, которые регулируют деятельность внутренних органов и обмен веществ, называется автономной, или вегетативной. Эта система также имеет периферический и центральный отделы (см. раздел 3.5).

### 3.1.4. Оболочки мозга

Спинной и головной мозг покрыты тремя оболочками: мягкой, или сосудистой, паутинной и твердой (рис. 3.3).

*Мягкая мозговая оболочка (pia mater)*, очень тонкая, образована рыхлой соединительной тканью, содержащей сеть эластических и пучки коллагеновых волокон. Эта оболочка пронизана многочисленными кровеносными сосудами и сопровождает их в мозговой ткани. Впячиваясь в процессе развития в полости головного мозга (желудочки), мягкая

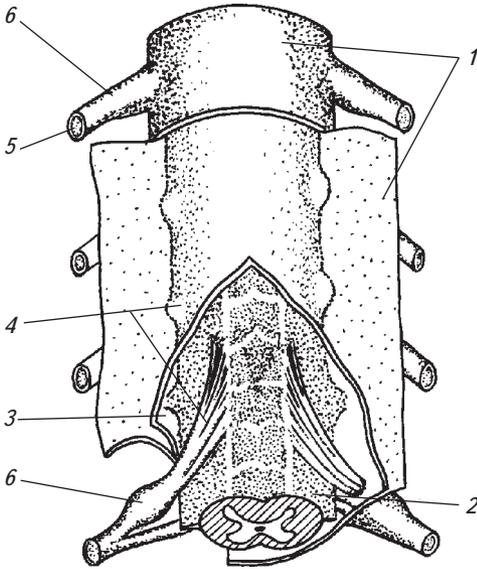


Рис. 3.3. Оболочки спинного мозга:  
1 — твердая, 2 — мягкая и 3 — паутинная мозговые оболочки; 4 — задний корешок; 5 — спинно-мозговой нерв; 6 — спинальный ганглий

оболочка образует в них *сосудистые сплетения*. Снаружи оболочка покрыта плоским эпителием, сходным с мезотелием. С поверхностью мозга оболочка спаяна с помощью глиальной мембраны. Иннервируется оболочка нервами, отходящими от вегетативных сплетений, сопровождающих внутреннюю сонную и позвоночную артерии.

*Паутинная мозговая оболочка (arachnoidea)* тонкая, не имеющая сосудов. В области спинного мозга она связана с мягкой мозговой оболочкой с помощью тонких соединительнотканых перекладок (трабекул). Как внутренняя, так и наружная поверхности оболочки покрыты непрерывным слоем уплощенных клеток. Между мягкой и паутинной оболочками расположено *субарахноидальное (подпаутинное) пространство*, заполненное цереброспинальной жидкостью. В области спинного мозга это пространство достигает 1–2 мм ширины, в головном мозге его размеры непостоянны. На по-

верхности извилин оно практически отсутствует, здесь паутинная оболочка срастается с мягкой, но не следует за ней в борозды, а перекидывается через них. Таким образом, над бороздами возникает довольно значительное пространство. В некоторых участках мозга такие пространства настолько велики, что получили название *цистерн* (Атл. рис. 93). Наиболее крупные из них расположены между мозжечком и продолговатым мозгом (мозжечково-мозговая), в латеральной борозде больших полушарий, между ножками мозга, между перекрестом зрительных нервов и лобными долями полушарий. Все субарахноидальные пространства сообщаются друг с другом, а через три отверстия в крыше IV желудочка с его полостью и полостями других желудочков. Наружная поверхность паутинной оболочки обращена к твердой оболочке. В некоторых местах образуются выросты (грануляции) паутинной оболочки в сторону твердой (см. ниже).

В каудальном отделе спинного мозга паутинная оболочка вместе с мягкой продолжается в концевую нить.

Обе оболочки вместе с лежащим между ними субарахноидальным пространством представляют собой защитно-трофическую систему вокруг мозга. Проникшие в цереброспинальную жидкость посторонние вещества и токсические продукты тканевого распада подвергаются переработке эндотелием стенок и макрофагами.

*Твердая мозговая оболочка (dura mater)* самая наружная, состоит из плотной соединительной ткани с большим количеством коллагеновых волокон. В позвоночном канале она образует вокруг спинного мозга плотный фиброзный мешок, который сверху прочно сращен с краями большого затылочного отверстия. Внизу эта оболочка окружает конский хвост

и вместе с концевой нитью прирастает к надкостнице копчика. Пространство между паутинной и твердой оболочками называется *субдуральным*. Оно заполнено жидкостью, которая не является цереброспинальной. Между твердой оболочкой и надкостницей позвоночного канала располагается эпидуральное пространство, в котором находится жировая ткань и венозное сплетение. Тонкие перекладины соединительной ткани (до 23 пар) в виде зубчатой связки натянуты по бокам между мягкой и твердой оболочками, они фиксируют спинной мозг. В межпозвоночных и черепных отверстиях отростки твердой оболочки облегают корешки спинно-мозговых и черепных нервов, срastaются с краями отверстий и продолжают в оболочки нервов.

В черепе нет субдурального пространства. Твердая мозговая оболочка прочно срастается с внутренней надкостницей костей основания черепа. В области крыши черепа твердая оболочка образует отростки, заходящие между отделами мозга и предотвращающие давление их друг на друга (Атл. рис. 94). Самый крупный из них — *серп большого мозга*, проникает в сагиттальной плоскости между большими полушариями. Он начинается спереди от петушиного гребня решетчатой кости, а сзади доходит до верхней поверхности намета мозжечка. Между полушариями мозжечка залегает *серп мозжечка*. Затылочные доли больших полушарий отделяются от мозжечка *наметом мозжечка*, который натянут между верхними краями пирамид височных костей над задней черепной ямкой. В передней части намета мозжечка располагается вырезка, в которой проходит ствольная часть мозга. К краям турецкого седла прирастает *диафрагма седла*, которая ограничивает полость, где лежит гипофиз.

В местах отхождения отростков твердая оболочка расщепляется и

формирует выстланные эндотелием каналы — *пазухи* или *синусы*, которые оставляют на внутренней поверхности черепа след в виде широких борозд (Атл. рис. 20). В пазухи впадают вены головного мозга. Неспадающие стенки сохраняют постоянными просветы пазух, что способствует свободному отведению крови и предотвращает ее застой в черепе и мозге. В венозные пазухи твердой оболочки выпячиваются *грануляции паутинной оболочки* (Атл. рис. 95). Последние обеспечивают отток цереброспинальной жидкости из подпаутинных пространств в венозные пазухи, чем поддерживается постоянно внутричерепного давления. Грануляции появляются на третьем году жизни и с возрастом увеличиваются.

По верхнему краю серпа большого мозга расположен *верхний сагиттальный синус*. По его бокам между листками твердой мозговой оболочки залегают многочисленные боковые *лакуны*, в которые выпячиваются грануляции паутинной мозговой оболочки. Задний конец синуса вливается в самый крупный из всех — *поперечный синус*, лежащий в основании мозжечкового намета в одноименной борозде затылочной кости. Поперечный синус продолжается в *сигмовидный*, который спускается к яремному отверстию и продолжается в верхнюю луковичу внутренней яремной вены (Атл. рис. 94). *Нижний сагиттальный синус* проходит по нижнему краю серпа большого мозга и вливается в *прямой синус*.

### 3.1.5. Образование и циркуляция цереброспинальной жидкости

В субарахноидальном (подпаутинном) пространстве находится цереброспинальная жидкость, которая по составу представляет собой

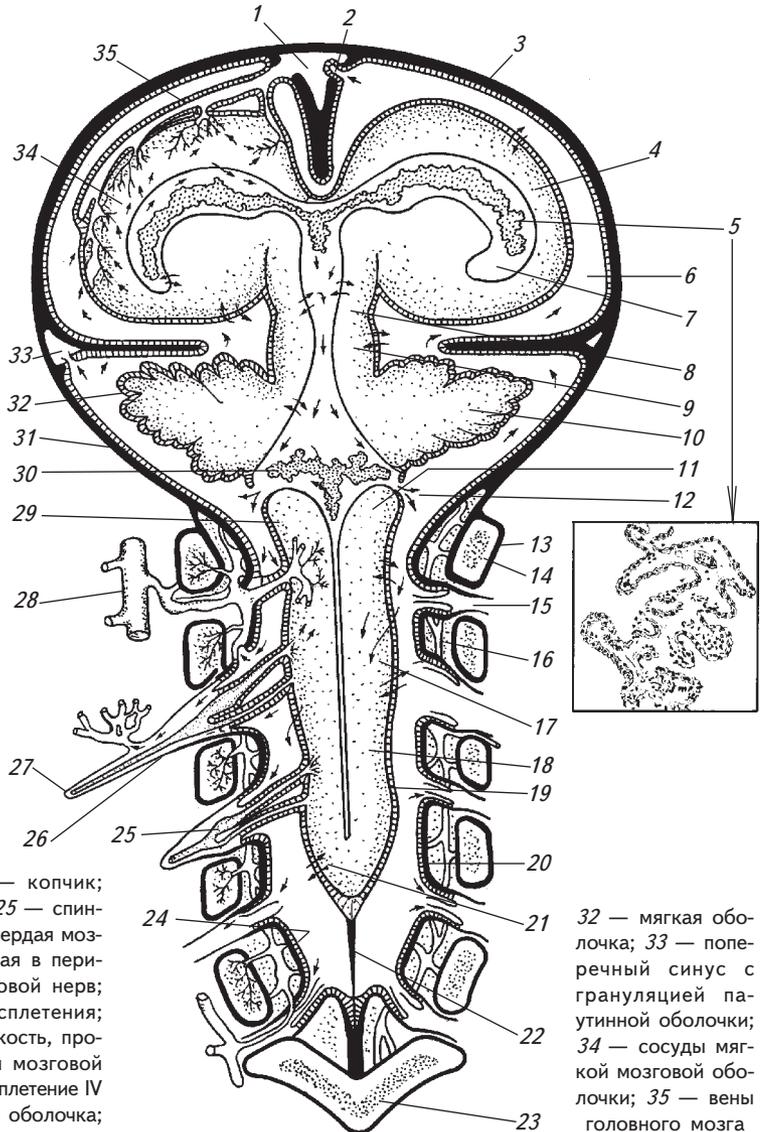
видоизмененную тканевую жидкость. Эта жидкость является амортизатором для тканей мозга. Она распределяется также по всей длине спинно-мозгового канала и в желудочках мозга. Цереброспинальная жидкость выделяется в желудочки мозга из сосудистых сплетений, образованных многочисленными капиллярами, отходящими от артериол и свисающими в виде кисточек в полость желудочка (рис. 3.4). Поверх-

ность сплетения покрыта однослойным кубическим эпителием, развивающимся из эпендимы нервной трубки. Под эпителием лежит тонкий слой соединительной ткани, который возникает из мягкой и паутинной оболочек мозга.

Цереброспинальная жидкость оттекает от боковых желудочков через третий желудочек и водопровод к четвертому желудочку. Здесь происходит

Рис. 3.4. Схема образования цереброспинальной жидкости:

1 — верхний сагиттальный синус; 2 — грануляция паутинной оболочки; 3 — твердая оболочка; 4 — передний мозг; 5 — сосудистое сплетение; 6 — подпаутинное пространство; 7 — боковой желудочек; 8 — промежуточный мозг; 9 — средний мозг; 10 — мозжечок; 11 — продолговатый мозг; 12 — латеральное отверстие IV желудочка; 13 — надкостница позвонка; 14 — позвонок; 15 — межпозвоночное отверстие; 16 — эпидуральное пространство; 17 — нисходящий ток спинно-мозговой жидкости; 18 — спинной мозг; 19 — мягкая мозговая оболочка; 20 — твердая мозговая оболочка; 21 — обмен жидкости между тканью спинного мозга и подпаутинным пространством; 22 — концевая нить; 23 — копчик; 24 — паутинная оболочка; 25 — спинно-мозговой ганглий; 26 — твердая мозговая оболочка, переходящая в периневрий; 27 — спинно-мозговой нерв; 28 — вена позвоночного сплетения; 29 — спинно-мозговая жидкость, проникающая в венылы мягкой мозговой оболочки; 30 — сосудистое сплетение IV желудочка; 31 — паутинная оболочка;



32 — мягкая оболочка; 33 — поперечный синус с грануляцией паутинной оболочки; 34 — сосуды мягкой мозговой оболочки; 35 — вены головного мозга

ее выделение через отверстия в крыше желудочка в субарахноидальное пространство. Если по какой-то причине отток жидкости нарушается, возникает ее избыток в желудочках, они расширяются, сдавливая мозговую ткань. Это состояние называют внутренней гидроцефалией.

Цереброспинальную жидкость образуют также кровеносные сосуды, проникающие в мозг. Количество этой жидкости незначительно, она выделя-

ется на поверхность мозга по мягкой оболочке, сопровождающей сосуды. С поверхности мозга цереброспинальная жидкость всасывается обратно в кровоток через грануляции паутинной оболочки — арахноидальные ворсинки, выступающие в синусы твердой оболочки. Через тонкий покров ворсинки цереброспинальная жидкость попадает в венозную кровь синуса. Лимфатические сосуды в головном и спинном мозге отсутствуют.

## 3.2. СПИННОЙ МОЗГ

### 3.2.1. Внешний вид спинного мозга

Спинальный мозг (рис. 3.5) представляет собой трубку длиной около 45 см у мужчин и 42 см — у женщин. Полость спинного мозга — *центральный канал* — почти редуцирована. Он одет тремя оболочками — твердой, паутинной и мягкой.

Спинальный мозг начинается от головного под большим затылочным отверстием и кончается на уровне I—II поясничных позвонков заострением — *мозговым конусом*. От последнего тянется вниз *концевая нить*. Она состоит из паутинной и мягкой мозговых оболочек, которые, заканчиваясь в надкостнице копчика, способствуют фиксации спинного мозга. Концевая нить окружена длинными корешками нижних сегментов мозга, образующими *конский хвост*.

Спинальный мозг состоит из 31 сегмента (невротомы): 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчикового.

В спинном мозге имеются два *утолщения*: *шейное*, особенно выраженное на уровне V—VI шейных невротомов, и *поясничное* с наибольшей шириной в области III—IV поясничных сегментов. Образование утол-

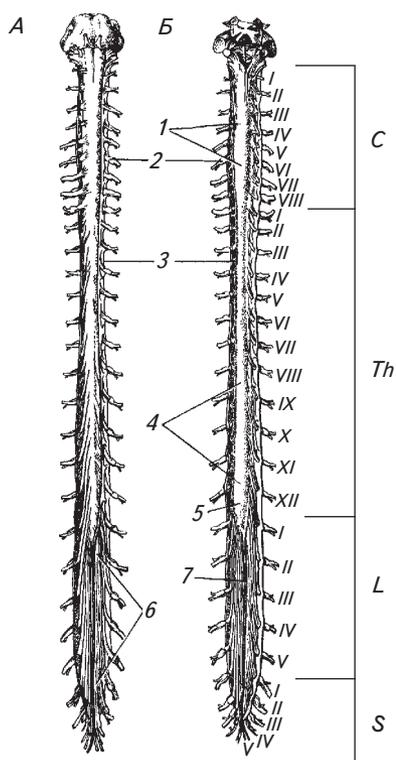


Рис. 3.5. Спинальный мозг (твердая мозговая оболочка вскрыта):  
 А — спереди; Б — сзади; С (I—VIII) — шейные; Th (I—XII) — грудные; L (I—V) — поясничные; S (I—V) — крестцовые спинно-мозговые нервы; 1 — шейное утолщение; 2 — спинно-мозговые узлы; 3 — твердая мозговая оболочка; 4 — поясничное утолщение; 5 — мозговой конус; 6 — конский хвост; 7 — концевая нить

щений объясняется скоплением в этих частях мозга большого количества клеток и волокон, иннервирующих конечности.

На переднебоковой поверхности спинного мозга из *переднелатеральной борозды* выходят *вентральные корешки*; на заднебоковой поверхности в *заднелатеральную борозду* входят *дорсальные корешки*. Последние несут утолщения — *спинно-мозговые ганглии* (узлы), располагающиеся в области межпозвоночных отверстий (Атл. рис. 92, 96).

По средней линии передней поверхности мозга тянется *передняя срединная щель*, в которую впячивается складка мягкой мозговой оболочки. Это углубление разделяет мозг на правую и левую половины, но не достигает серого вещества; между ним и дном щели находится *белая спайка*, соединяющая белое вещество обеих половин мозга. На задней поверхности спинного мозга видна задняя срединная борозда. Ее стенки сращены, а от поверхности через всю толщу белого вещества проходит глиальная перегородка.

### 3.2.2. Серое вещество

Серое вещество занимает центральное положение и на поперечном срезе имеет вид «бабочки» или буквы Н. В нем выделяют передние (вентральные) и задние (дорсальные) рога, а в грудном и поясничном отделах еще и боковые (латеральные) рога. На периферии располагается белое вещество (Атл. рис. 97).

В центральной части серого вещества лежит узкая полость — остаток полости нервной трубки, называемая центральным каналом спинного мозга, он содержит *цереброспинальную* (спинно-мозговую) *жидкость*. Вверху канал сообщается с IV желудочком головного мозга, а внизу — переходит

в *терминальный желудочек* — расширенную часть полости в области мозгового конуса. С возрастом, после 40 лет диаметр центрального канала уменьшается, и он практически полностью зарастает.

Центральный канал окружен *центральным студенистым веществом*, состоящим в основном из нейроглии и небольшого числа нейронов. Вокруг центрального студенистого вещества находится *центральное промежуточное серое вещество*, к которому спереди примыкает *белая спайка*.

Вершина заднего рога серого вещества окружена *губчатым веществом* (*substantia spongiosa*), под которым расположено *студенистое вещество* (*substantia gelatinosa*). Последняя образована мелкими нейронами с разветвленными отростками, которые связывают между собой соседние сегменты спинного мозга, а также идут к мотонейронам передних рогов того же сегмента. Часть аксонов переходит в студенистое вещество противоположной стороны.

Нейроны серого вещества спинного мозга образуют скопления (ядра), имеющие постоянную локализацию (Атл. рис. 98) и веретеновидную форму, они обычно занимают несколько сегментов. Нервные волокна входят в каждое ядро и выходят из него по нескольким спинно-мозговым корешкам. Крупные ядра, образованные мотонейронами, лежат в переднем роге, их аксоны выходят в составе передних корешков. Ядра заднего рога и промежуточного вещества образованы в основном вставочными нейронами. В боковых рогах в грудном и крестцовом отделах располагаются ядра вегетативной нервной системы (латеральное промежуточное вещество). В основании заднего рога находится значительных размеров *дорсальное ядро*, нейроны которого посылают свои аксоны в соседние 2–3 сегмента спинного мозга, а

также формируют задний спинно-мозжечковый путь. Между ядрами диффузно расположены отдельные нейроны, отростки которых идут к клеткам своей (*ассоциативные пучки*) или противоположной (*комиссуральные пучки*) половины мозга. Аксоны нейронов, идущие к вышележащим отделам ЦНС, являются *проеекционными* волокнами.

Серое вещество спинного мозга принято также разделять на слои (пластины), параллельные дорсальной поверхности мозга (Атл. рис. 98). I–IV пластины являются первичной сенсорной областью. Здесь оканчивается большая часть афферентных волокон от туловища и конечностей. Их аксоны образуют восходящие проводящие пути, идущие в головной мозг. Так, нейроны I пластины получают ноцицептивную (болевою) информацию, их аксоны идут в спинно-таламический тракт своей и противоположной стороны (через переднюю белую спайку) (см. Атл.). Нейроны студенистого вещества формируют II и III пластины. Аксоны нейронов IV и VI пластин также проходят в спинно-таламическом тракте, но проводят импульсацию других модальностей (кроме ноцицептивной). Аксоны нервных клеток, лежащих в V–VI пластинах, образуют спинно-мозжечковые тракты и проецируются в ретикулярную формацию (см. ниже). В VII пластине оканчиваются волокна от костно-суставного аппарата и висцеральные, а также волокна, связывающие спинной мозг со средним и мозжечком. Пластина IX — первичная моторная область. В ее медиальной части находятся нейроны, иннервирующие мышцы туловища, а в латеральной — конечностей.

Между передним и задним рогом перекладины серого вещества проникают в белое, образуя сетеподобную структуру — *ретикулярную формацию*.

### 3.2.3. Белое вещество

Белое вещество спинного мозга разделяется на три парных канатика (столба). Передний канатик расположен между срединной щелью и выходом вентральных корешков, задний — между глиальной перегородкой и дорсальными корешками, а боковой — между передней и задней латеральными бороздами.

Белое вещество спинного мозга образовано миелиновыми нервными волокнами — аксонами нейронов, лежащих в спинальных ганглиях или, основная часть, в сером веществе спинного мозга. Пучки нервных волокон, прилегающие непосредственно к серому веществу, образуют *сегментарный аппарат спинного мозга*. Они относятся к филогенетически более древним волокнам и соединяют соседние сегменты спинного мозга, не выходя за его пределы. К таким пучкам относятся передние, боковые и задние *собственные пучки* (Атл. рис. 98, 99). Они могут, например, связывать центры нижней конечности с центрами верхней. Начавшись от клеток ретикулярной формации и вставочных нейронов, волокна проходят вверх и вниз 2–3 сегмента и оканчиваются на мотонейронах передних рогов. Основная функция этих путей — обеспечение врожденных рефлексов.

Волокна спинальных ганглиев, проникающие в мозг в составе дорсальных корешков, продолжают свой путь по различным направлениям. Одни из волокон оканчиваются на мотонейронах переднего рога своего сегмента, на вставочных нейронах задних рогов своей или противоположной стороны, на нейронах боковых рогов (автономная нервная система) и на клетках ретикулярной формации. В результате на уровне спинного мозга осуществляются простейшие (безусловные) рефлексy в ответ на раздражения кожи и мышц всех

сегментов тела и внутренних органов. Другие волокна поднимаются вверх, входя в состав задних канатиков; они относятся к восходящим проводящим путям спинного мозга (Атл. рис. 99).

*Проводящие пути* спинного мозга расположены снаружи от его основных пучков. Они образованы аксонами вставочных нейронов спинного мозга или чувствительных нейронов спинальных ганглиев. Эти пути появляются в филогенезе позднее собственного аппарата мозга и развиваются параллельно с формированием головного мозга. По путям проходят импульсы в восходящем направлении от чувствительных и вставочных нейронов в головной мозг и в нисходящем — от клеток вышележащих нервных центров к мотонейронам спинного мозга.

К восходящим путям спинного мозга относятся тонкий и клиновидный пучки, дорсальный и вентральный спинно-мозжечковые, латеральный и вентральный спинноталамические и другие пути (Атл. рис. 99).

*Тонкий (fasciculus gracilis) и клиновидный (f. cuneatus) пучки* проходят в заднем канатике и образованы нейритами чувствительных нейронов спинальных ганглиев. Пучки проводят возбуждение в продолговатый мозг от проприорецепторов мышц и суставов, а также от экстерорецепторов кожи. Тонкий пучок проводит импульсы от рецепторов нижних конечностей и нижней половины тела (до V грудного сегмента); клиновидный пучок — от верхних конечностей и верхней половины тела, поэтому ниже V грудного сегмента он отсутствует.

*Задний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris dorsalis (posterior))* лежит в боковых канатиках. Он берет начало от клеток дорсального ядра, которое находится в основании заднего рога одноименной стороны.

*Передний спинно-мозжечковый путь (tractus spinocerebellaris ventralis (anterior))* лежит в боковых канатиках и состоит из отростков вставочных

нейронов задних рогов (V—VI пластины серого вещества). После перекреста на средней линии мозга волокна входят в состав боковых канатиков противоположной стороны.

Оба пути проводят проприоцептивные импульсы к мозжечку.

*Латеральный спинно-таламический путь (tractus spinothalamicus lateralis)* находится также в боковых канатиках и состоит из перекрещенных волокон вставочных нейронов основания заднего рога (IV, VI пластины). По волокнам этого пути проводятся импульсы болевой и температурной чувствительности к промежуточному мозгу.

*Передний спинно-таламический путь (tractus spinothalamicus ventralis (anterior))* проходит в переднем канатике и проводит импульсы тактильной чувствительности.

Перекрест восходящих проводящих путей, совершаемый обычно волокнами вставочных нейронов на уровне своего или соседнего сегмента, приводит к тому, что импульс попадает в полушарие, противоположное той стороне тела, от которой идет возбуждение.

Нисходящие пути представлены волокнами, идущими от различных отделов головного мозга к ядрам спинного мозга. Это красноядерно-спинно-мозговой, латеральный и передний корково-спинно-мозговой, текто-спинно-мозговой, преддверно-спинно-мозговой, медиальный продольный пучок и др. (Атл. рис. 99).

*Красноядерно-спинно-мозговой путь (руброспинальный)\* (tractus rubrospinalis)* начинается в среднем мозге (от нейронов красного ядра), спускается по боковому канатику противоположной стороны спинного

\* Здесь и далее *курсивом* дано название проводящих путей и структур по Международной анатомической номенклатуре; *полужирным курсивом* — общепринятое в современной морфологической и физиологической литературе название.

мозга и оканчивается на двигательных нейронах передних рогов. Проводит импульсы, управляющие тонусом скелетных мышц и произвольными (автоматическими) движениями.

*Латеральный корково-спинно-мозговой (латеральный кортико-спинальный) путь (пирамидный) (tractus corticospinalis (piramidalis) lateralis)* лежит в боковом канатике и состоит из нейритов пирамидных клеток коры больших полушарий. Волокна его оканчиваются на мотонейронах противоположной стороны, переходя туда в составе передней спайки спинного мозга. Путь постепенно истончается, так как в каждом сегменте спинного мозга часть его волокон заканчивается на клетках передних рогов. Путь проводит от коры произвольные двигательные импульсы, стимулирующие и тормозные.

*Передний корково-спинно-мозговой (передний кортико-спинальный) путь (пирамидный) (tractus corticospinalis (piramidalis) ventralis (anterior))*, как и боковой, состоит из волокон клеток коры больших полушарий, но лежит в переднем канатике. Волокна оканчиваются на мотонейронах своей стороны спинного мозга. Этот путь имеет ту же функцию, что и латеральный кортико-спинальный.

Интересно, что кортикоспинальные пути оканчиваются на мотонейронах спинного мозга лишь у человека и приматов, в то время как у субприматов, а иногда и у приматов между ними включается вставочный нейрон. Функциональное обоснование этому явлению пока не найдено.

*Покровщечно-спинно-мозговой (текто-спинальный) путь (tractus tectospinalis)* лежит также в переднем канатике, начинается от верхних и нижних бугорков четверохолмия (крыши среднего мозга) и оканчивается на клетках передних рогов спинного мозга противоположной стороны.

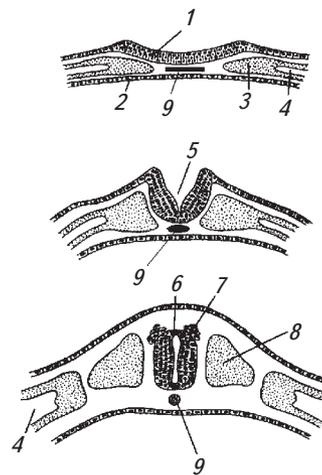
*Преддверно-спинно-мозговой (вестибуло-спинальный) путь (tractus vestibulospinalis)* лежит между передним и боковым канатиками. Он идет от продолговатого мозга к передним рогам и проводит импульсы, обеспечивающие равновесие тела.

*Медиальный продольный пучок* лежит в переднем канатике и состоит в основном из нисходящих волокон; берет начало на ядрах ствола мозга и оканчивается на клетках передних рогов. Пучок представляет собой очень древнюю систему волокон, которая у низших позвоночных служит важнейшим ассоциативным путем

### 3.2.5. Развитие спинного мозга

Нервная система закладывается у зародыша человека чрезвычайно рано, примерно в возрасте около 2,5 недели. На дорсальной стороне тела, от переднего до заднего его конца, образуется продольное утолщение эктодермы, называемое *нервной пластинкой* (рис. 3.6). Вскоре эта

Рис. 3.6. Последовательные стадии развития нервной трубки:  
 1 — нервная пластинка; 2 — энтодерма; 3 — мезодерма; 4 — целом; 5 — нервный желобок; 6 — нервная трубка; 7 — нервный гребень; 8 — сомит; 9 — хорда



головного мозга. В его состав входят и восходящие к стволу мозга волокна.

*Ретикулярно-спинно-мозговой (ретиколо-спинальный) путь (tractus reticulospinalis)* лежит в переднем канатике и содержит волокна, спускающиеся от ретикулярной формации ствола головного мозга к мотонейронам спинного мозга.

Большинство нисходящих и восходящих путей совершает перекрест на разных уровнях центральной нервной системы. В результате импульс проходит на протяжении всего пути два перекреста (в восходящем и нисходящем направлениях) и возвращается на сторону, где происходит раздражение.

### 3.2.4. Кровоснабжение спинного мозга

Спинной мозг питается из сегментарных *межреберных, поясничных* и

*подключичных* артерий, главным образом через *позвоночные* артерии. Войдя в полость черепа через большое затылочное отверстие, позвоночные артерии отдают две парные *передние* и *задние спинно-мозговые артерии* (Атл. рис. 100). Передние вскоре соединяются в непарный ствол, идущий вниз вдоль передней срединной щели; задние спускаются по линии вхождения в спинной мозг его задних корешков. Все три артерии связаны друг с другом многочисленными анастомозами и получают подкрепление из указанных выше сегментарных сосудов. Вглубь мозга артерии посылают тонкие веточки; серое вещество снабжается кровью лучше, чем белое. Кровоотток из спинного мозга осуществляется по венам, сопровождающим артерии и впадающим в *венозное сплетение* эпидурального пространства (Атл. рис. 101).

### Контрольные вопросы

1. Оболочки головного и спинного мозга.
2. Как образуется и какова функция цереброспинальной жидкости?
3. Каково внешнее строение спинного мозга? Где расположено и из чего состоит серое и белое вещество спинного мозга?
4. Строение серого вещества спинного мозга.
5. Восходящие и нисходящие проводящие пути спинного мозга. Какую функцию они выполняют?
6. Как осуществляется кровоснабжение спинного мозга?
7. Как развивается спинной мозг?

пластинка прогибается по центральной линии и превращается в желобок, ограниченный по краям нервными валиками.

В дальнейшем желобок смыкается в *нервную трубку* и обособляется от кожной эктодермы. В месте отделения нервной трубки от эктодермы выделяются два тяжа клеток, называемых *нервными гребнями*. Передняя часть нервной трубки начинает утолщаться и превращается в головной мозг. Частично он лежит над передним концом хорды, но главным образом впереди нее. Полость трубки в области головного мозга расширяется и превращается в мозговые желудочки. Из остальной, большей части нервной трубки развивается спинной мозг; полость ее остается здесь суженной. Клетки, входящие в состав нервных гребней, мигрируют

и образуют в области спинного мозга спинальные ганглии, ганглии автономной нервной системы, клетки хромафинной ткани (мозговое вещество надпочечников) и другие структуры. В головной области из этой закладки образуются ганглии черепных нервов и вегетативной системы.

Стенки нервной трубки состоят из клеточных элементов — нейробластов и спонгиобластов. Из первых развиваются нейроны, из вторых — клетки макроглии.

Часть нервной трубки, расположенной непосредственно за развивающимся головным мозгом, превращается в спинной мозг. На начальных стадиях развития нервная трубка на уровне спинного мозга состоит из трех слоев: эпандимного, мантийного и краевого (рис. 3.7).

### 3.2.6. Спинно-мозговые нервы

**Общие сведения.** Каждому метамеру тела соответствует пара спинно-мозговых нервов. У различных животных количество нервов различно, так как неодинаково число сегментов, входящих в состав их тела. Каждый нерв разделяется на дорсальную и вентральную ветви, содержащие как двигательные, так и чувствительные волокна.

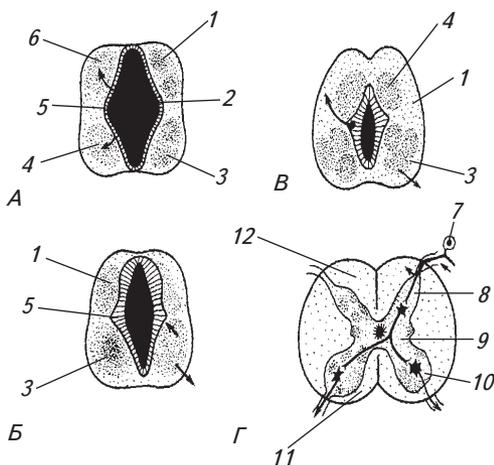
У рыб дорсальная ветвь иннервирует спинную мускулатуру, вентральная — брюшную. У наземных позвоночных дорсальная ветвь снабжает мышцы, образовавшиеся из спинной мускулатуры рыб, вентральная — развившиеся из брюшной мускулатуры, следовательно, и мышцы конечностей. Кроме того, от вентральной ветви отходит соединительная веточка к автономной нервной цепочке. Чувствительные нервы, отходящие от обеих ветвей, иннервируют кожу (дерматомы) сегментов. Двигательные нервы снабжают мышечные сегменты (миотомы).

Парные конечности иннервируются вентральными ветвями спинно-мозговых нервов, связанных с метамерами, из которых конечности развились.

Эти нервы образуют сплетения, в филогенезе формирующиеся постепенно, в связи с усложнением строения конечностей. У рыб существует общее шейно-плечевое сплетение; у амфибий начинается его разделение, завершающееся в дальнейшем полным обособлением шейного сплетения от плечевого. Одновременно три самые первые передние ветви шейного сплетения обособляются от него и, перемещаясь в череп, образуют подъязычный нерв. Удлинение шеи ведет к тому, что плечевое сплетение все больше перемещается назад. У млекопитающих в его состав входят передние ветви четырех последних шейных сегментов и I грудного.

У рыб имеется общее пояснично-крестцовое сплетение, у амфибий начинается его разделение, у млекопитающих оно полностью распадается на поясничное и крестцовое сплетения. Редукция, равно как и атрофия конечностей, ведет к утрате сплетений.

У человека 31 пара спинно-мозговых (*спинальных*) нервов, каждый из них отходит от спинного мозга двумя корешками: передним и задним. В области межпозвоночного отверстия, на заднем корешке, находится утолщение — *спинальный*, или спинно-



Из эпендимного слоя нейробласты и спонгиобласты мигрируют в поверхностные слои трубки и образуют четыре скопления. Два из них, расположенные дорсолатерально, формируют *крыльчатые пластинки*, а два вентролатеральных — *базальные пластинки*. Эти две пластинки

Рис. 3.7. Последовательные стадии развития спинного мозга зародыша:

А — 5,5 нед.; Б — 6,5 нед.; В — 8 нед.; Г — новорожденный; 1 — крыльчатая пластинка; 2 — эпендимный слой; 3 — базальная пластинка; 4 — мантийный слой; 5 — пограничная борозда; 6 — краевой слой; 7 — спинальный ганглий; 8 — задний рог; 9 — боковой рог; 10 — передний рог серого вещества; 11 — передний канатик; 12 — задний канатик

мозговой, *ганглий*. Дистальнее его оба корешка соединяются в смешанный спинальный нерв, состоящий из двигательных эфферентных и чувствительных афферентных волокон. Нерв может содержать и аксоны клеток боковых рогов, относящихся к автономной нервной системе.

Спинно-мозговым нервам присваивается название соответствующих отделов позвоночного столба. Нумерация нервов во всех отделах идет по вышележащему позвонку. Исключение представляет шейный отдел, где нерв получает номер по нижележащему позвонку. Так, I шейный нерв выходит между затылочной костью и атлантом, VIII шейный — между VII шейным позвонком и I грудным. В грудном отделе 12 пар нервов, причем первый выходит между I и II грудными позвонками; в поясничном отделе 5; в крестцовом — 5; в копчиковом — 1 пара нервов.

По выходе из межпозвоночного отверстия спинно-мозговой нерв распадается на концевые ветви (рис. 3.8 и Атл.). Две из них длинные — задняя и передняя, две короткие — оболочечная и соединительная.

*Задние (дорсальные) ветви* (Атл. рис. 102) сохраняют во всех отделах те-

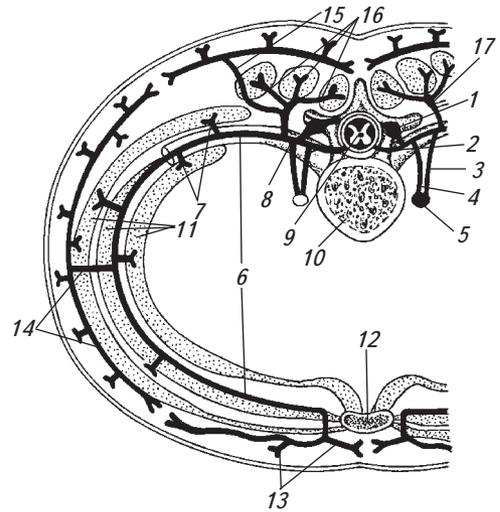


Рис. 3.8. Спинно-мозговой нерв:

- 1 — задний корешок; 2 — передний корешок; 3 — белая и 4 — серая соединительные ветви; 5 — симпатическая цепочка; 6 — передняя ветвь; 7 — мышечные ветви; 8 — спинно-мозговой нерв; 9 — спинной мозг; 10 — тело грудного позвонка; 11 — мышцы; 12 — грудина; 13 — передняя и 14 — латеральная кожные ветви; 15 — кожная и 16 — мышечные части задней ветви (17)

ла сегментарный характер распределения (Атл. рис. 159). По выходе из межпозвоночного или заднего крестцового

разделяет *пограничная борозда (sulcus limitans)*.

Базальная пластинка доходит только до уровня среднего мозга. Из нее впоследствии разовьются двигательные нейроны спинного мозга и ствола головного мозга. В начале второго месяца количество нейронов в базальной пластинке увеличивается, образуются их скопления. Позднее отростки глубоко расположенных нейронов переходят на противоположную сторону в составе передней комиссуры спинного мозга. Клетки передних рогов группируются по сегментам, их нейриты покидают мозг, образуя его вентральные, двигательные корешки.

Из крыльной пластинки развиваются вставочные нейроны задних рогов спинного мозга, ствола, а также промежуточный и конечный мозг.

Нейробласты мантийного слоя крыльной пластинки развиваются медленнее, чем базальной. Только к середине второго месяца внутриутробного развития образуется массивное клеточное скопление, которое позже разделяется на несколько ядер. Отростки некоторых нейронов выходят в краевой слой и образуют межсегментные связи спинного мозга. Длинные проекционные волокна проводящих путей возникают в строго упорядоченной последовательности. Так, например, спинозжечковые волокна, занимающие наиболее латеральное положение, появляются позднее, чем волокна, лежащие медиальнее.

Тот факт, что нейроны базальной пластинки формируются раньше, чем крыльной, подтверждают наблюдения за становлением двигательной активности. Самыми первыми появляются

отверстия каждая из них делится на медиальную и латеральную ветви, которые иннервируют соответствующие сегменты мускулатуры дорсального происхождения (глубокие мышцы спины), а также кожу затылка, спины, поясницы, ягодичной области.

*Передние (вентральные) ветви* отличаются от задних тем, что по сегментное распределение их в теле сохраняется лишь в грудном отделе, где их называют межреберными нервами. Во всех других отделах тела передние ветви, соединяясь друг с другом в форме петель, образуют *шейное, плечевое, поясничное и крестцовое сплетения*.

*Оболочечная ветвь* сразу же возвращается в позвоночный канал и иннервирует оболочку спинного мозга.

*Соединительная ветвь* чаще отходит от передней ветви и идет к соответствующему узлу симпатического ствола. В составе соединительной ветви проходят как эфферентные волокна клеток боковых рогов спинного мозга, так и афферентные волокна от внутренних органов.

**Межреберные нервы** (*nn. intercostales*) представляют собой передние ветви грудных спинно-мозговых нервов. В количестве 12 пар они проходят по сегментно в межреберных

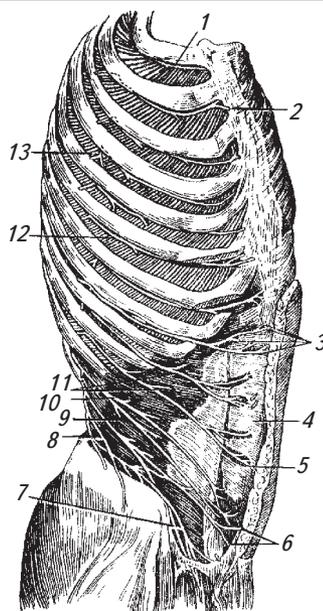


Рис. 3.9. Межреберные нервы (наружные межреберные и косые мышцы живота удалены):

1 и 12 — I и VI межреберные нервы; 2 и 3 — передние кожные ветви II и VIII межреберных нервов; 4 — влагалище прямой мышцы живота (вскрыто по ходу нервов); 5 — прямая мышца живота; 6 — передние кожные ветви XII межреберного нерва (10); 7 и 8 — нервы поясничного сплетения; 9 — поперечная мышца живота; 11 — мышечные ветви; 13 — боковая кожная ветвь IV межреберного нерва

спонтанные движения эмбриона, тогда как рефлекторный ответ на раздражение возникает позже. Это свидетельствует о более позднем формировании чувствительных нейронов и образовании связей между ними и мотонейронами вентральной части спинного мозга.

Аксоны нейронов передних рогов и спинальных ганглиев, а также их единственный дендрит, который подрастает к иннервируемой ткани, покрываются миелиновой оболочкой. Аксоны клеток спинальных ганглиев растут в направлении спинного мозга и вступают в него, складываясь по сегментно в дорсальные, чувствительные корешки. Между передними и задними рогами серого вещества, в области пограничной борозды развиваются вставочные нейроны автономной нервной системы, объединяющиеся в боковые рога.

В начале пятой недели эмбриональной жизни вентральная и дорсальная стенки спинного мозга, отставшие в развитии от боковых, вдаются вглубь и образуют переднюю срединную щель и заднюю срединную борозду. Они разделяют мозг на две симметричные половины. Поперечный отрезок спинного мозга, соответствующий паре вентральных и паре дорсальных корешков, образует сегмент — *невротом*. Спинной мозг человека состоит из 31 сегмента.

В первые три месяца пренатального развития спинной мозг располагается на протяжении всего позвоночного канала, но позднее занимает только часть его длины, так как растет медленнее позвоночного столба. Поэтому корешки спинно-мозговых нервов, появляющиеся из мозга вначале на уровне межпозвоночных отверстий

промежутках, ниже межреберных артерий (рис. 3.9). Шесть нижних нервов, достигнув переднего конца межреберных промежутков, продолжают в передней стенке живота. Дойдя до прямой мышцы, нервы пронизывают ее и выходят под кожу в виде *передней кожной ветви*. Кроме того, все межреберные нервы отдают по *боковой* (латеральной) *кожной ветви*.

Таким образом, межреберными нервами иннервируются кожа груди, живота и мышцы: наружные и внутренние межреберные, поперечная груди, мышцы, поднимающие ребра, задние зубчатые, косые мышцы живота — наружная и внутренняя, поперечная и прямая мышцы живота и пирамидальная, т. е. все мышцы вентрального происхождения, расположенные на туловище.

**Шейное сплетение** (*plexus cervicalis*) образуется передними ветвями четырех верхних шейных нервов и веткой от пятого. Оно лежит на глубоких мышцах шеи, сбоку от поперечных отростков позвонков, и слагается в три петли, от которых отходят кожные и мышечные нервы (Атл. рис. 103).

*Кожные нервы* выходят из-под заднего края грудино-ключично-сосцевидной мышцы (Атл. рис. 104, 105) и

идут вверх, вперед и вниз, иннервируя кожу затылка, ушной раковины, шеи и верхней части груди.

*Мышечные нервы* снабжают своими ветвями мышцы шеи вентрального происхождения: глубокие мышцы, лежащие на позвоночнике, лестничные мышцы, передние мышцы, расположенные ниже подъязычной кости.

*Диафрагмальный нерв* (*n. phrenicus*), отходящий от сплетения, проникает в грудную полость, проходит впереди корня легкого и достигает диафрагмы вблизи ее сухожильного центра. Иннервация диафрагмы шейным сплетением объясняется первоначальной закладкой этой мышцы в области шеи.

**Плечевое сплетение** (*plexus brachialis*) образовано передними ветвями четырех нижних шейных нервов и веткой от I грудного. Оно спускается позади ключицы в подкрыльцовую яму (Атл. рис. 103). В сплетении различают надключичную и подключичную части.

*Надключичная часть* дает ряд относительно коротких нервов, которые снабжают мышцы верхней конечности, расположенные на туловище и лопатке: ромбовидную, мышцу, поднимающую

соответствующего сегмента, оказываются впоследствии выше своих отверстий и по выходе из мозга тянутся на некотором протяжении вниз внутри позвоночного канала. Особенно большое расстояние проходят корешки поясничного и крестцового отделов спинного мозга — из них образуется так называемый конский хвост.

Вес спинного мозга по отношению к весу тела уменьшается в процессе эмбрионального и постнатального развития (от 0,35% у плода до 0,08% у новорожденного). Объем белого вещества увеличивается с возрастом больше (в 14 раз), чем серого (в 5 раз). Это обусловлено интенсивно нарастающей миелинизацией проводниковых систем в постнатальном онтогенезе. Миелинизация волокон задних, а затем и передних корешков спинного мозга начинается у 5-месячных

плодов. У новорожденных миелинизирована большая часть волокон восходящих путей спинного мозга. Из нисходящих наиболее рано (к 6 месяцам эмбриогенеза) миелинизируются волокна вестибулоспинального, а затем — руброспинального трактов. Волокна пирамидного тракта у новорожденного миелиновой оболочки еще не имеют. Их миелинизация начинается лишь после рождения, во втором полугодии жизни, а заканчивается она лишь к 4 годам.

С возрастом изменяется и количество клеток в спинальных ганглиях. Так, в грудных сегментах оно составляет в 30—39 лет 33 тысячи. В 40—49 лет их число максимально — 37 тысяч, с 50 лет начинает уменьшаться до 33 тысяч, а после 60 лет — до 26 тысяч и остается стабильным до конца жизни.

лопатку, переднюю зубчатую, большую и малую грудные, большую круглую, широчайшую мышцу спины, подлопаточную, надостную и подостную.

*Подключичная часть* образует в подкрыльцовой яме три крупных ствола — верхний, нижний и средний. От них начинаются длинные нервы верхней конечности. Верхний ствол дает начало мышечно-кожному нерву и одному из корешков срединного нерва. Из нижнего ствола, помимо корешка к срединному нерву, берут начало кожные нервы плеча и предплечья и локтевой нерв. Из среднего

ствола начинаются лучевой и подкрыльцовый нервы.

*Мышечно-кожный нерв* (*n. musculocutaneus*), прободая обычно клюво-плечевую мышцу, иннервирует сгибатели, расположенные на плече: клюво-плечевую, плечевую и двуглавую мышцы (рис. 3.10, А). Выходя на предплечье, нерв снабжает кожу его боковой поверхности.

*Срединный нерв* (*n. medianus*) начинается двумя корешками: латеральным и медиальным (рис. 3.10, Б). На плече нерв сопровождает плечевую артерию, не отдавая ветвей. На предплечье он

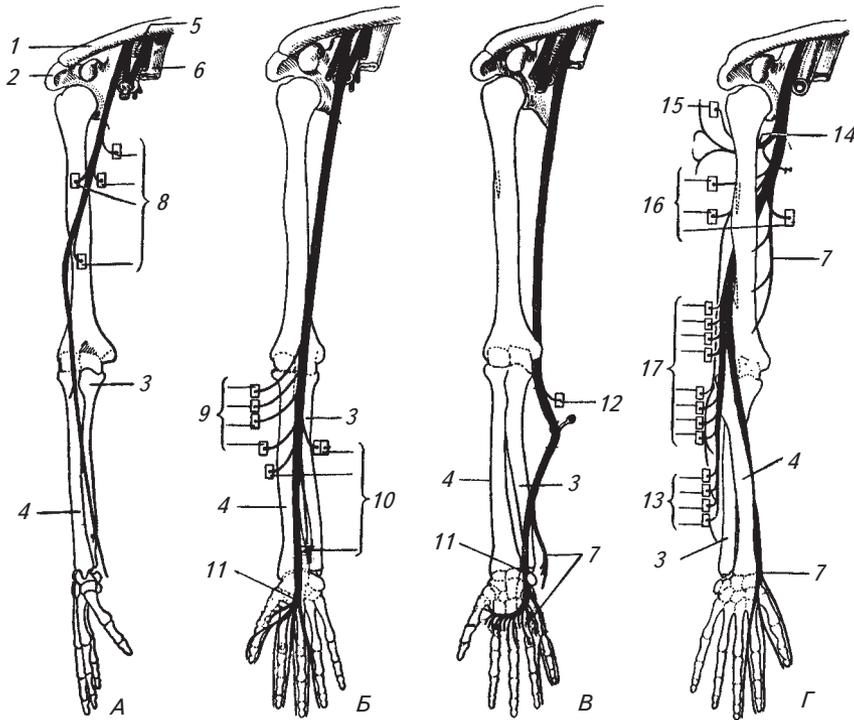


Рис. 3.10. Подключичная часть плечевого сплетения (схема):

А — мышечно-кожный, Б — срединный, В — локтевой и Г — лучевой нервы; 1 — ключица; 2 — лопатка; 3 — локтевая и 4 — лучевая кости; 5 и 6 — подкрыльцовые артерия и вена; 7 — кожные ветви; 8 — ветви к передней группе мышц плеча; 9 — ветви к поверхностному слою передней группы мышц предплечья и 10 — ветви к ее глубокому слою; 11 — ветвь к коже и мышцам кисти; 12 — ветвь к локтевому сгибателю запястья; 13 — ветви к глубокому слою задней группы мышц предплечья; 14 — подкрыльцовый нерв; 15 — ветвь к дельтовидной мышце; 16 — ветви к трехглавой мышце

располагается между поверхностным и глубоким сгибателями пальцев. Через канал запястья срединный нерв выходит на ладонь, где делится на три ветки, иннервирующие пальцы. Таким образом, срединный нерв иннервирует пронаторы, почти все сгибатели, расположенные на предплечье, некоторые мышцы кисти, а также кожу ладони и пальцев.

**Локтевой нерв** (*n. ulnaris*), как и срединный, на плече ветвей не дает (рис. 3.10, В). Выйдя на предплечье между локтевым отростком и медиальным надмыщелком плечевой кости, он иннервирует локтевой сгибатель запястья. Вблизи гороховидной кости нерв

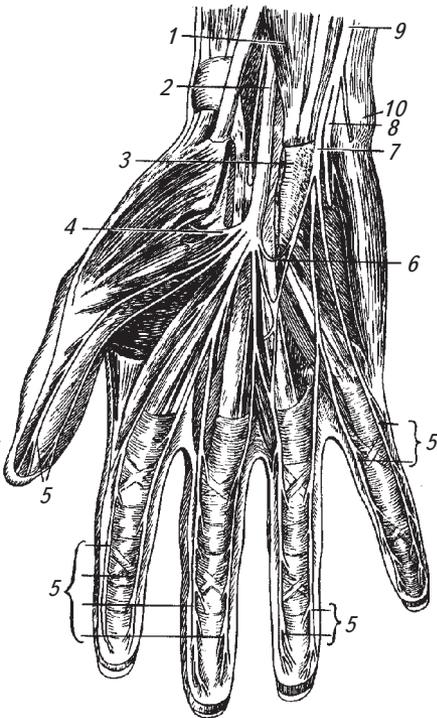


Рис. 3.11. Нервы кисти (со стороны ладони): 1 — поверхностный сгибатель пальцев; 2 — срединный нерв с отходящими от него мышечными ветвями (4); 3 — поперечная связка (перерезана); 4 — пальцевые ладонные нервы; 5 — соединительная ветвь между срединным и локтевым нервами; 6 — поверхностная и 7 — глубокая ветви локтевого нерва (9); 8 — глубокая ветвь локтевого нерва (9); 10 — гороховидная кость

делится на концевые ветви, иннервирующие почти все мышцы кисти и ее кожу (рис. 3.11).

**Лучевой нерв** (*n. radialis*) — самый толстый в плечевом сплетении (рис. 3.10, Г). Вначале он располагается позади плечевой артерии, затем входит в толщу трехглавой мышцы плеча, иннервирует саму мышцу, покрывающую ее кожу, а также кожу задней поверхности предплечья. Обогнув спирально плечевую кость, нерв попадает в локтевую ямку, в глубине которой делится на глубокую и поверхностную ветви. Глубокая ветвь снабжает все мышцы задней группы предплечья. Поверхностная ветвь идет вместе с лучевой артерией, распространяясь в коже кисти.

**Подкрыльцовый нерв** (*n. axillaris*) иннервирует дельтовидную и малую круглую мышцы, плечевой сустав и кожу плеча (рис. 3.10, Г).

**Поясничное сплетение** (*plexus lumbalis*) образовано передними ветвями трех верхних поясничных нервов и ветками от IV поясничного и XII грудного нервов (рис. 3.12) и лежит в толще поясничной мышцы.

**Короткие нервы** сплетения иннервируют пояснично-подвздошную мышцу и квадратную мышцу поясницы.

**Длинные нервы** (кроме запирающего) выходят из-под наружного края поясничной мышцы. Два верхних иннервируют нижнюю часть передней стенки живота, а также кожу наружных половых органов. Остальные длинные нервы представлены латеральным кожным нервом бедра, бедренным и запирающим нервами.

**Латеральный кожный нерв бедра** (*n. cutaneus femoris lateralis*), прободая стенку живота, на уровне передневерхней ости подвздошной кости выходит на бедро. Здесь этот нерв иннервирует кожу латеральной стороны бедра (рис. 3.13).

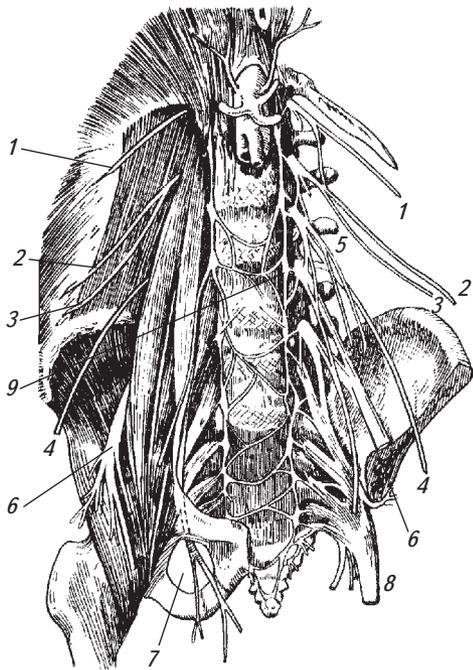


Рис. 3.12. Поясничное и крестцовое сплетения (слева мышцы удалены):  
1 — XII межреберный нерв; 2, 3 и 5 — нервы поясничного сплетения к стенкам тела; 4 — латеральный кожный нерв бедра; 6 — бедренный нерв; 7 — запирающий нерв; 8 — седалищный нерв; 9 — симпатический ствол

*Бедренный нерв (n. femoralis)* — самый толстый в поясничном сплетении (рис. 3.13). Выходя на бедро под паховой связкой (вместе с подвздошно-поясничной мышцей), он сразу же распадается на концевые мышечные и кожные ветви. Мышечные ветви иннервируют портняжную мышцу и все головки четырехглавой, кожные — кожу передней поверхности бедра. Самая длинная кожная ветвь — *скрытый нерв* — сопровождает большую скрытую вену, иннервируя кожу медиальной поверхности голени и стопы.

*Запирающий нерв (n. obturatorius)* направляется в малый таз, по стенке которого достигает запирающего отверстия и через него выходит

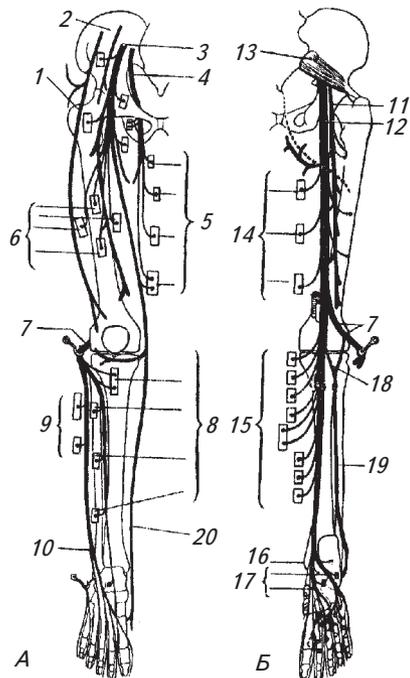


Рис. 3.13. Длинные ветви поясничного и крестцового сплетения (схема):  
А — спереди; Б — сзади; 1 — латеральный кожный нерв бедра; 2 — подвздошная кость; 3 — бедренный нерв; 4 — запирающий нерв и 5 — его ветви к медиальной группе мышц бедра; 6 — ветви бедренного нерва к четырехглавой мышце; 7 — общий малоберцовый нерв; 8 — мышечные ветви глубокого малоберцового нерва; 9 — мышечные ветви поверхностного малоберцового нерва; 10 — ветвь к тылу стопы; 11 — задний кожный нерв бедра; 12 — седалищный нерв; 13 — грушевидная мышца; 14 — ветви к задней группе мышц бедра; 15 — ветви большеберцового нерва к задней группе мышц голени; 16 — медиальная лодыжка; 17 — ветви к мышцам подошвы; 18 — медиальный кожный нерв голени; 19 — икроножный нерв; 20 — скрытый нерв

на медиальную сторону бедра (рис. 3.13, А). Он иннервирует кожу медиальной поверхности бедра, тазобедренный сустав и все приводящие мышцы.

*Крестцовое сплетение (plexus sacralis)* образовано передними ветвями

V поясничного, трех крестцовых нервов и ветвями от IV поясничного нерва.

В малом тазу крестцовое сплетение складывается в мощные петли на поверхности грушевидной мышцы (рис. 3.12). От сплетения начинаются короткие и длинные нервы.

*Короткие нервы* разветвляются в мышцах — вращателях бедра, в ягодичных мышцах, мышце, напрягающей широкую фасцию, в коже и мышцах промежности и в коже наружных половых органов.

*Длинные нервы* представлены седалищным и задним кожным нервом бедра.

*Задний кожный нерв бедра* (*n. cutaneus femoris posterior*), выйдя из таза через большое седалищное отверстие, снабжает своими ветвями кожу задней поверхности бедра и подколенной области (рис. 3.13).

*Седалищный нерв* (*n. ischiadicus*), складывающийся из всех передних ветвей крестцового сплетения, — самый крупный у человека (рис. 3.13). Из таза выходит вместе с задним кожным нервом бедра и отдает ветви главным образом мышцам задней группы бедра. Не доходя до подколен-

ной ямы, седалищный нерв делится на большеберцовый (толстый) и общий малоберцовый нервы.

*Большеберцовый нерв* (*n. tibialis*) на голени проникает между поверхностным и глубоким слоями сгибателей, иннервируя их и коленный сустав; здесь он отдает длинный *медиальный кожный нерв голени* (рис. 3.13). Последний, соединившись с латеральным кожным нервом голени ветвью общего малоберцового нерва, иннервирует кожу задней стороны голени (икроножный нерв). Обогнув сзади медиальную лодыжку, большеберцовый нерв выходит на подошву и иннервирует голеностопный сустав, все мышцы стопы, кожу подошвы и пальцев.

*Общий малоберцовый нерв* (*n. peroneus communis*) огибает подколенную яму с латеральной стороны и на уровне головки малоберцовой кости делится на поверхностный и глубокий малоберцовые нервы (рис. 3.13).

*Поверхностный малоберцовый нерв* иннервирует малоберцовые мышцы, а также кожу стопы и пальцев.

*Глубокий малоберцовый нерв* снабжает переднюю группу мышц голени.

### Контрольные вопросы

1. Что такое спинно-мозговой нерв, какие ветви он образует?
2. Какие области тела иннервируют нервы, выходящие из шейного, плечевого, поясничного и крестцового сплетений?

## 3.3. ГОЛОВНОЙ МОЗГ

### 3.3.1. Отделы головного мозга

В головном мозге по происхождению, структурным особенностям и функциональному значению могут быть выделены три больших отдела: ствол, подкорковый отдел и кора больших полушарий. Ствол мозга состоит из производных третьего и второго пузырей трехпузырной стадии развития головного мозга, в то время

как подкорковый отдел и кора развиваются из первого пузыря (см. 3.3.6). Последние два отдела, имея общее происхождение, отличаются друг от друга строением и функциями.

*Ствол мозга* представлен *продолговатым мозгом, мостом, мозжечком и средним мозгом* (рис. 3.14, 3.15). В стволе, развивающемся над передним концом хорды, обнаруживаются присущие спинному мозгу признаки

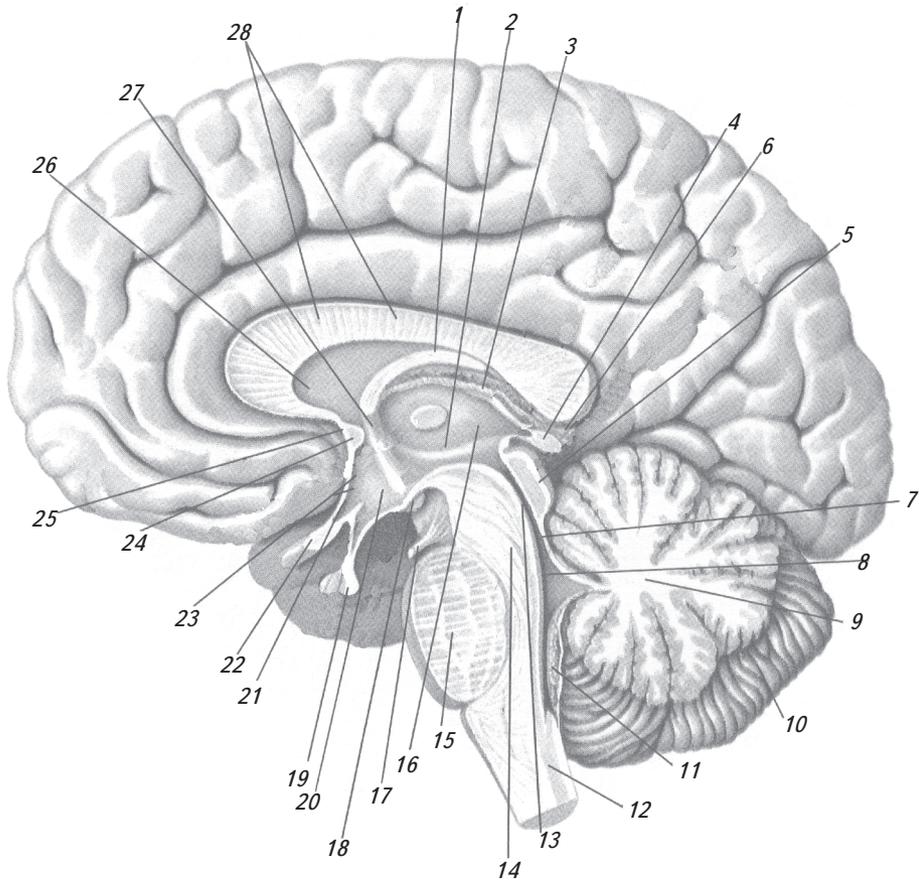


Рис. 3.14. Головной мозг. Медиальная поверхность правого полушария:

1 — тело свода; 2 — гипотамическая борозда; 3 — сосудистое сплетение III желудочка; 4 — эпифиз; 5 — четверохолмие; 6 — валик мозолистого тела; 7 — передний мозговой парус; 8 — IV желудочек; 9 — червь мозжечка; 10 — мозжечок; 11 — сосудистое сплетение IV желудочка; 12 — продолговатый мозг; 13 — водопровод среднего мозга; 14 — ножки мозга; 15 — мост; 16 — таламус; 17 — глазодвигательный нерв; 18 — мамиллярные тела; 19 — гипофиз; 20 — воронка гипоталамуса; 21 — хиазма; 22 — зрительный нерв; 23 — межталамическое сращение; 24 — передняя спайка; 25 — клюв мозолистого тела; 26 — прозрачная перегородка; 27 — колонка свода; 28 — ствол мозолистого тела

сегментарности. Они выражаются в последовательном расположении ядер черепных нервов и отхождении их корешков. Под *пограничной бороздой*, продолжающейся сюда из спинного мозга, дифференцируются двигательные нейроны продолговатого мозга, моста и мозговых ножек. Выше их, в области самой борозды, закладываются нейроны автономной нервной

системы продолговатого и среднего мозга. Остальные структуры ствола развиваются из крыльной пластинки.

**Подкорковый отдел** (ближайшая подкорка, по И.П. Павлову) состоит из структур промежуточного мозга и базальных ганглиев полушарий. Здесь уже нет производных основной пластинки, которая закончилась вместе с пограничной бороздой в среднем

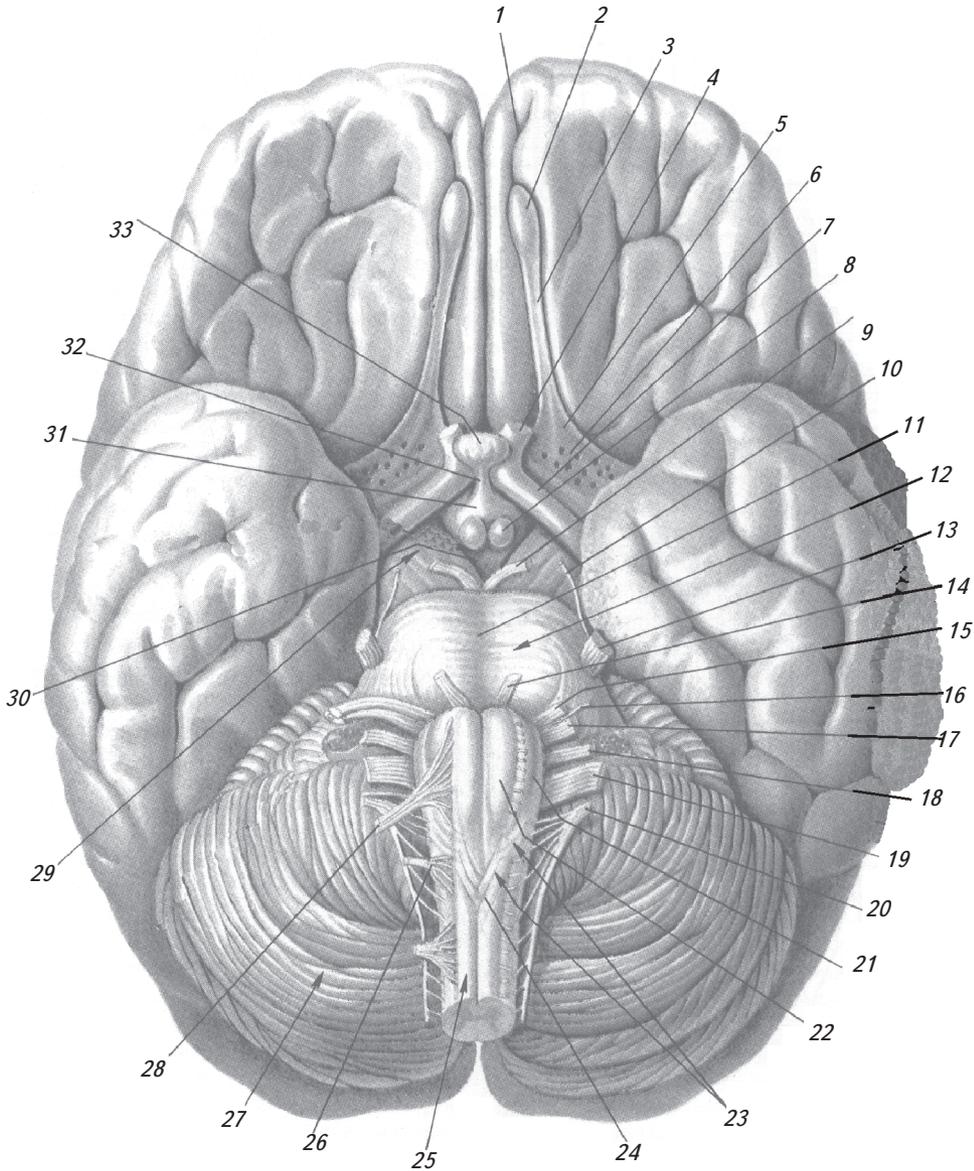


Рис. 3.15. Головной мозг (вид снизу):

1 — обонятельная борозда; 2 — обонятельная луковица; 3 — обонятельный тракт; 4 — зрительный нерв; 5 — обонятельный треугольник; 6 — переднее продырявленное вещество; 7 — зрительный тракт; 8 — мамиллярные тела; 9 — глазодвигательный нерв; 10 — блоковый нерв; 11 — базальная борозда; 12 — мост; 13 — тройничный нерв; 14 — отводящий нерв; 15 — лицевой нерв; 16 — промежуточный нерв; 17 — преддверно-улитковый нерв; 18 — языкоглоточный нерв; 19 — блуждающий нерв; 20 — добавочный нерв; 21 — олива; 22 — пирамида; 23 — продолговатый мозг; 24 — перекрест пирамид; 25 — спинной мозг; 26 — 1-ый спинно-мозговой нерв; 27 — мозжечок; 28 — подъязычный нерв; 29 — ножки мозга; 30 — заднее продырявленное вещество; 31 — серый бугор и 32 — воронка гипоталамуса; 33 — гипофиз

мозге. Подкорковый отдел развивается из крыльной пластинки и лежит топографически уже впереди переднего конца хорды. Здесь нет больше признаков сегментарности, нервные клетки группируются в форме скоплений — ядер.

**Кора больших полушарий** также целиком развивается из крыльной пластинки. Но ее клетки группируются не в ядра, а располагаются послойно.

Во всех трех отделах мозга имеются филогенетически старые и новые структуры; одни из них развиваются, другие подвергаются значительной перестройке и лишь немногие испытывают редукцию. Филогенетически наиболее молодой и прогрессивно развивающейся частью головного мозга является кора больших полушарий. Ее развитие вызывает сильное разрастание больших полушарий, которые составляют основную массу головного мозга человека (рис. 3.14). Базальные ганглии и промежуточный мозг (за небольшим исключением) окружены веществом полушарий, ствольные отделы покрыты полушариями сверху и с боков и видны лишь с нижней стороны (рис. 3.15). Оба полушария разделены глубокой *сагиттальной щелью мозга*, в ее глубине лежит *мозолистое тело*, состоящее из поперечных волокон, которые соединяют оба полушария.

### 3.3.2. Стволовая часть головного мозга

**Продолговатый мозг** (*medulla oblongata*) расположен на скате основания черепа. Верхней границей продолговатого мозга является горизонтальная борозда, отделяющая его от моста, а нижней — перекрест пирамид и место выхода корешка первой пары спинно-мозговых нервов (рис. 3.16). Продолговатый мозг представляет со-

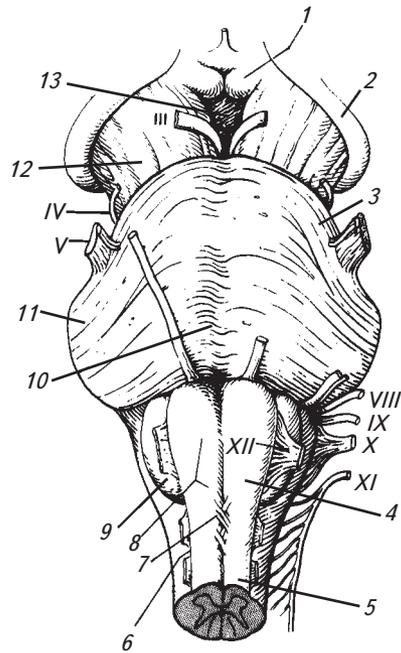


Рис. 3.16. Продолговатый мозг, мост и средний мозг (вид снизу):

1 — мамиллярное тело; 2 — зрительный тракт; 3 — мост; 4 — продолговатый мозг; 5 — передняя срединная щель; 6 — переднелатеральная борозда; 7 — перекрест пирамид; 8 — пирамида; 9 — олива; 10 — базальная борозда; 11 — средняя ножка мозжечка; 12 — ножка мозга; 13 — межножковая ямка. Римскими цифрами обозначены черепно-мозговые нервы

бой продолжение спинного мозга и в нижней части имеет весьма сходные с ним форму и строение (Атл. рис. 106). По нему тянутся со спинного мозга передняя срединная щель, задняя срединная борозда и передние и задние латеральные борозды, внутри находится центральный канал. Как от спинного мозга отходят вентральные и дорсальные корешки спинно-мозговых нервов, так от продолговатого мозга отходят корешки IX—XII черепных нервов (рис. 3.17). Борозды и корешки нервов расчленяют продолговатый мозг на три пары канатиков: передние, боковые и задние.

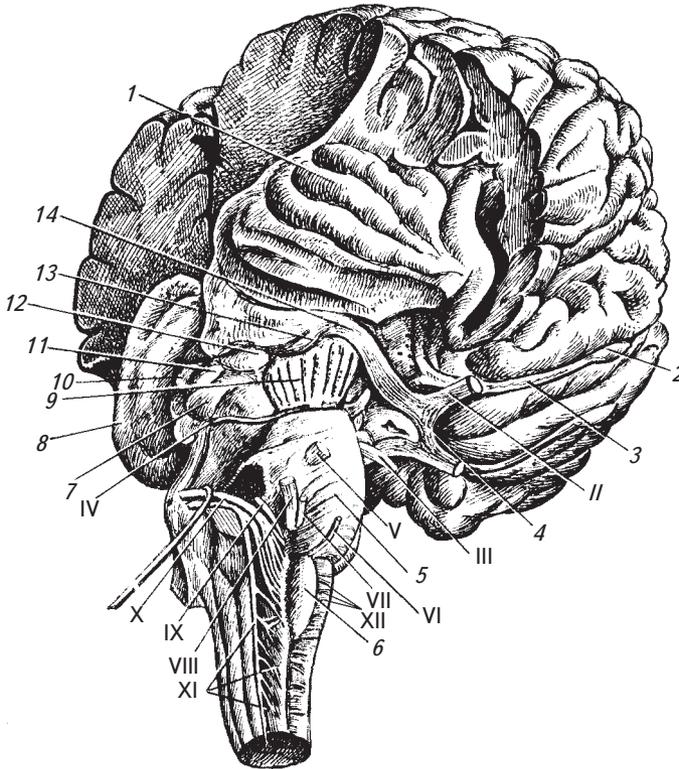


Рис. 3.17. Ствол мозга и часть больших полушарий сбоку и снизу:

1 — островок; 2 — обонятельные луковицы и 3 — путь; 4 — перекрест зрительных нервов; 5 — мост; 6 — олива; 7 — нижнее и 11 — верхнее двухолмия; 8 — зрительный бугор; 9 — ножка мозга; 10 — эпифиз; 12 — медиальное и 13 — латеральное коленчатые тела; 14 — зрительный тракт. Римскими цифрами обозначены черепные нервы

Передние канатики лежат по обе стороны передней срединной щели. Они образованы выпуклыми белыми тяжами — *пирамидами*, которые состоят из волокон еще общего здесь нисходящего кортикоспинального (пирамидного) тракта. Пирамиды суживаются книзу, так как около 2/3 их волокон постепенно переходят на противоположную сторону, образуя перекрест пирамид и ниже — боковой кортикоспинальный путь (Атл. рис. 106–108). Меньшая часть волокон остается на той же стороне, продолжаясь в передние канатики спинного мозга в виде переднего кортикоспинального пути.

У низших позвоночных пирамидные пути отсутствуют, они появляются только в связи с развитием новой коры головного мозга и максимального развития достигают у человека.

К передней поверхности каждой пирамиды примыкает *дугообразное ядро*.

Латеральное пирамид, из передне-латеральной борозды на поверхность выходит подъязычный нерв (XII), корешки которого располагаются соответственно вентральным корешкам спинного мозга.

Латеральные канатики занимают боковые поверхности продолговатого мозга. Их вентральную часть составляют

оливы, дорсальную — нижние ножки мозжечка. *Оливы* (нижние ядра олив) имеют овальную форму и состоят из нервных клеток. На поперечном разрезе видно, что они изогнуты таким образом, что их ворота открыты медиально вверх (см. Атл.). Нейроны олив образуют связи с мозжечком и функционально связаны с поддержанием тела в вертикальном положении. *Нижние ножки мозжечка* — массивные волокнистые тяжи. Расходясь кверху в стороны, они ограничивают с боков нижний угол дна четвертого желудочка — ромбовидную ямку (рис. 3.18).

Из боковых канатиков продолговатого мозга последовательно выходят корешки добавочного (XI), блуждающего (X) и языкоглоточного (IX) черепных нервов, располагающихся соответственно дорсальным корешкам спинного мозга (рис. 3.15).

Задние канатики находятся по обе стороны от задней срединной борозды и состоят из поднимающихся сюда из спинного мозга тонкого и клиновидного пучков (рис. 3.18). Первый из них утолщается здесь в тонкий, а второй — в клиновидный бугорок. Утолщения образованы ядрами — скоплениями вставочных нейронов, на которых

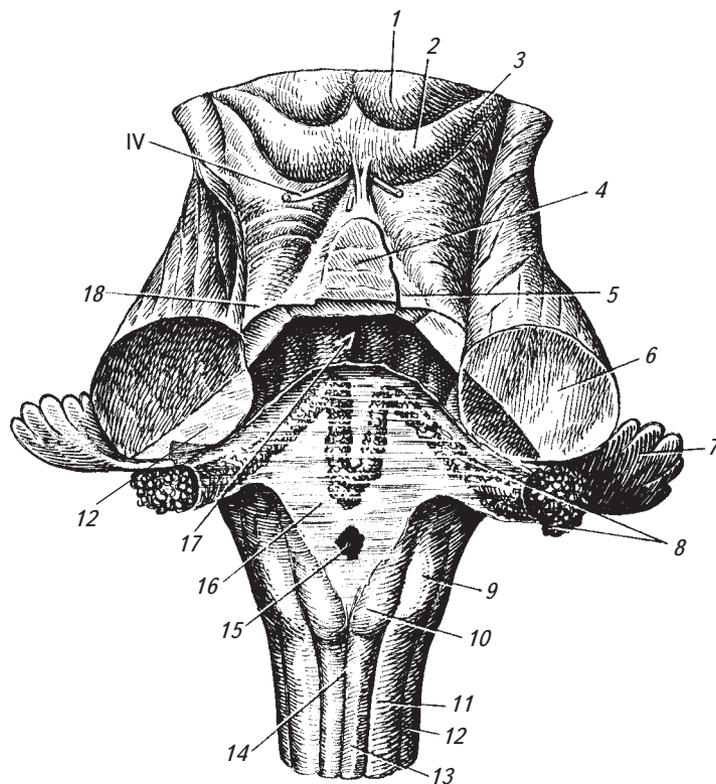


Рис. 3.18. Ствол мозга (вид сверху):

1 — верхнее и 2 — нижнее двухолмия; 3 — ручки нижнего холмика; 4 — язычок червя мозжечка; 5 — передний мозговой парус; 6 — средние, 12 — нижние и 18 — верхние ножки мозжечка (перерезаны); 7 — клочок мозжечка; 8 — сосудистое сплетение; 9 — клиновидный и 10 — тонкий бугорки; 11 — клиновидный и 13 — тонкий пучки; 14 — задняя срединная борозда; 15 — среднее отверстие заднего мозгового паруса (16); 17 — четвертый желудочек

оканчиваются волокна пучков. Волокна клеток тонкого и клиновидного ядер идут в двух направлениях: под названием *наружных дугообразных волокон* — по периферии продолговатого мозга в состав нижних ножек мозжечка противоположной стороны. Другие, под названием *внутренних дугообразных волокон*, перекрещиваются перед центральным каналом, между оливами и образуют *медиальную петлю*, которая принимает восходящее направление (Атл. рис. 107, 108).

Передняя, расширенная часть продолговатого мозга своей дорсальной поверхностью участвует в формировании каудальной части *ромбовидной ямки* на дне четвертого желудочка — полости заднего мозга.

Все образования, расположенные между ямкой и пирамидами, относятся к покрывке. Латеральнее медиальной петли, в покрывке, расположена особенно мощно развитая в продолговатом мозге *ретикулярная формация* (Атл. рис. 107, 108), являющаяся продолжением подобной структуры спинного мозга. Раньше считалось, что эта формация несет лишь функцию аппарата местного значения, т. е. связывает между собой различные нейроны ядер черепных нервов (IX—XII и др.) продолговатого мозга, в частности вставочные и эффекторные нейроны, лежащие в области дна четвертого желудочка. В последнее время ретикулярной формации стали придавать большее значение. В частности, с ретикулярной формацией ствола связывают регуляцию возбудимости вышерасположенных отделов мозга, имеющих отношение к объединенной (интегративной) их деятельности (рис. 3.19). Влияет ретикулярная формация ствола и на изменение возбудимости спинного мозга. В ретикулярной формации расположены жизненно важные центры: регуляции сердечно-сосудистой системы, дыхания и защитных дыхательных

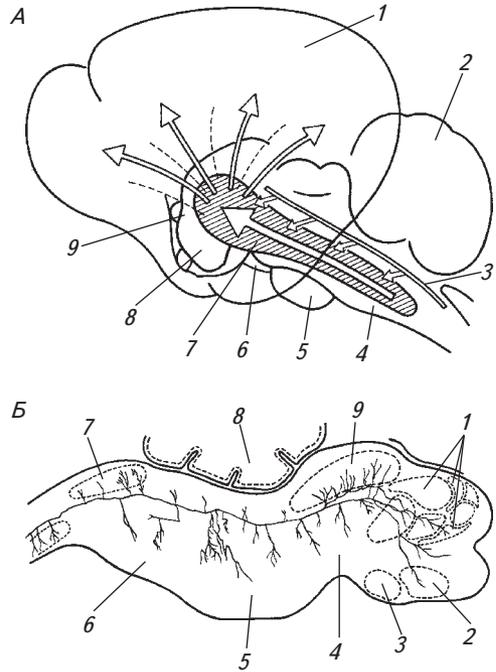


Рис. 3.19. Ретикулярная формация ствола мозга:

А — схема активирующих связей ретикулярной формации: 1 — кора большого мозга; 2 — мозжечок; 3 — афферентные коллатерали; 4 — продолговатый мозг; 5 — мост; 6 — средний мозг; 7 — восходящая активирующая ретикулярная система ствола мозга; 8 — гипоталамус; 9 — таламус; Б — разветвления аксона отдельного крупного ретикулярного нейрона продолговатого мозга (сагиттальный срез мозга 2-дневной крысы): 1 — ядра таламуса; 2 — вентромедиальное ядро гипоталамуса; 3 — сосцевидное тело; 4 — средний мозг; 5 — мост; 6 — продолговатый мозг; 7 — ядро тонкого пучка; 8 — мозжечок; 9 — центральное серое вещество среднего мозга

рефлексов, центры деятельности пищеварительного тракта и др.

Ретикулярная формация ствола тесно связана с различными сенсорными системами и не только влияет на их деятельность, но и сама подвержена воздействиям с их стороны.

Из черепных нервов, ядра которых расположены в продолговатом мозге,

особое значение имеет блуждающий (X), иннервирующий органы дыхания, пищеварения, кровообращения и другие. Повреждения продолговатого мозга, непосредственно связанного с основными жизненно важными функциями организма, ведет к смерти.

Помимо клеточных структур, в покрышке продолговатого мозга расположены медиальный продольный пучок, рубро-спинальный, передний спинно-мозжечковый, спинно-таламический, вестибулоспинальный и другие восходящие и нисходящие пути. Таким образом, продолговатый мозг служит и проводниковым отделом головного мозга.

В процессе эволюции продолговатый мозг возник и усложнялся в связи с развитием органов статики и акустики, жаберного аппарата, совершенствовании систем кровообращения и дыхания. В нем находятся нервные центры, связанные с аппаратом равновесия и координацией движений.

**Мост** (*pons*) расположен над продолговатым мозгом в виде поперечного белого вала (рис. 3.14, 3.15, 3.16, 3.17).

В латеральном конце борозды, разделяющей продолговатый мозг и мост, расположены корешки преддверно-улиткового (VIII) нерва, состоящего из волокон, идущих от рецепторных клеток улитки и преддверия, и корешки лицевого с промежуточным (VII) нервов. В медиальной части борозды между мостом и пирамидой отходят корешки отводящего нерва (VI).

Спереди мост резко отграничен от ножек мозга, а латерально соединен с мозжечком посредством средних ножек мозжечка. Границей моста и средних ножек мозжечка является место выхода чувствительного и двигательного корешков тройничного нерва (V).

По средней линии моста проходит продольная борозда, в которой лежит

основная (базилярная) артерия мозга. На поперечном срезе моста выделяются вентральная часть, выступающая на нижней поверхности мозга, — основание моста и дорсальная — покрывка, лежащая в глубине. Поверхность основания по обе стороны от продольной борозды выпуклая благодаря проходящим здесь кортикоспинальным путям и поперечно исчерчена волокнами клеток основания моста (Атл. рис. 106, 109). Эти *поперечные волокна* (*мосто-мозжечковые волокна*), образуют *средние ножки мозжечка*, проникают в мозжечок и доходят до его коры. Они проводят импульсы, воспринятые клетками *собственных ядер основания моста* от коры больших полушарий. Таким образом, в основании моста расположены филогенетически новые структуры: ядра основания, связанные с корой больших полушарий кортико-мостовым путем, и кортикоспинальный (*пирамидный*) путь.

Филогенетически старая покрывка моста служит прямым продолжением покрывки продолговатого мозга, вместе с передним отделом которой она участвует в образовании дна четвертого желудочка. В покрывку моста распространяется из продолговатого мозга *ретикулярная формация*, в которой лежат ядра черепных нервов (V—VIII) (Атл. рис. 109), волокна *медиальной петли* и другие филогенетически старые восходящие пути. Кроме того, ядра ретикулярной формации связаны с ядрами и корой мозжечка, а также с выше- и нижележащими отделами мозга. От ядер нерва преддверия (часть VIII нерва) здесь берет начало *медиальный продольный пучок*, несущий импульсы, обеспечивающие поддержание телом равновесия. Здесь начинается и *тройничная петля* от переключательных ядер тройничного нерва, проводящая импульсы кожной чувствительности от лица.

На границе между покрывкой и основанием лежит перекрест волокон одного из ядер нерва улитки (часть VIII нерва) — *трапецевидное тело*, продолжением которого служит *латеральная петля* — путь, несущий слуховые импульсы. Между волокнами трапецевидного тела расположены *переднее* и *заднее ядра трапецевидного тела*. Среди ядер моста особый интерес представляет *ядро верхней оливы*. Тела нейронов в этом ядре расположены в виде латинской буквы *S*. Сигналы от слуховых рецепторов внутреннего уха передаются на нейроны ядра верхней оливы в соответствии с их распределением на витках улитки: конфигурация ядра обеспечивает осуществление звукопической проекции. Так как рецепторные клетки, находящиеся в верхних витках улитки, воспринимают низкочастотные звуковые колебания, а рецепторы в основании улитки, напротив, более высокие звуки, то соответствующая звуковая частота передается определенным нейронам ядра верхней оливы.

**Мозжечок** (*cerebellum*) располагается сзади от моста и продолговатого мозга (рис. 3.14). Он отделяется от переднего мозга глубокой щелью, в которую врастает намет мозжечка. Нижняя поверхность мозжечка обращена к продолговатому мозгу. В средней части на верхней поверхности хорошо заметна непарная часть мозжечка — *червь* (рис. 3.20, атл. рис. 113). По бокам от него лежат парные *полушария*. Полушария мозжечка развиваются параллельно с корой больших полушарий и достигают у человека значительных размеров. Червь с нижней стороны погружен глубоко между полушариями; верхняя его поверхность переходит в полушария постепенно.

Кора полушарий и червя изрезана бороздками, которые делят ее на извилины, группирующиеся в доли, разделенные постоянными, более глу-

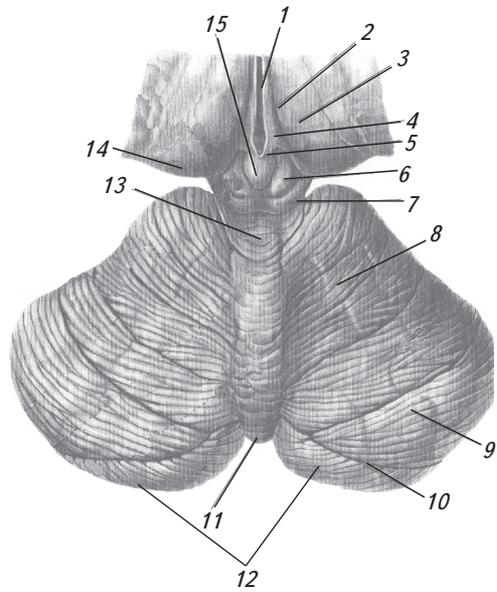


Рис. 3.20. Мозжечок, вид сверху и сзади: 1 — III желудочек; 2 — бороздка поводка; 3 — таламус; 4 — треугольник поводка; 5 — комиссура поводка; 6 — верхние и 7 — нижние бугорки четверохолмия; 8 — четырехугольная долька; 9 — верхняя полулунная долька; 10 — горизонтальная щель; 11 — червь мозжечка; 12 — полушария мозжечка; 13 — центральная долька; 14 — подушка таламуса; 15 — эпифиз

бокими бороздами. Борозды переходят с одного полушария на другое через червь. В полушариях мозжечка выделяют три доли — переднюю, заднюю и клочково-узелковую. Клочок несколько обособлен, он прилегает к средним ножкам мозжечка (рис. 3.18, 3.21, атл. рис. 113).

На поверхности полушарий расположено серое вещество. Белое вещество лежит в мозжечке под корой. В черве оно представлено тонким слоем, форму которого на сагиттальном разрезе древние анатомы называли *древом жизни*, так как находили в нем сходство с зубчатым листом туи, или «древа жизни», названного так за его вечно зеленый цвет.

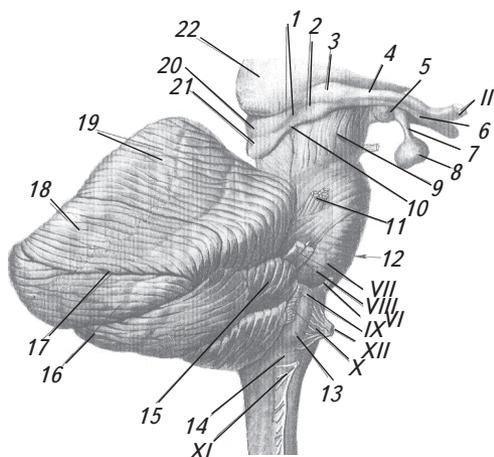


Рис. 3.21. Мозжечок (вид справа):  
 1 — ручки верхних холмиков; 2 — медиальное и 3 — латеральное коленчатые тела; 4 — зрительный тракт; 5 — мамиллярное тело; 6 — хиазма; 7 — воронка; 8 — гипофиз; 9 — ножки мозга; 10 — ручки нижних холмиков; 11 — тройничный нерв; 12 — мост; 13 — олива; 14 — наружные дугообразные волокна; 15 — клочок; 16 — нижняя полулунная доля; 17 — горизонтальная щель; 18 — верхняя полулунная доля; 19 — четырехугольная доля; 20 — верхние и 21 — нижние бугорки четверохолмия; 22 — подушка таламуса. Римскими цифрами обозначены корешки черепно-мозговых нервов

В толще белого вещества располагаются скопления нервных клеток, образующие четыре пары ядер мозжечка (рис. 3.22). В области червя лежит *ядро шатра*; латеральнее его, уже в полушариях, находятся *шаровидное* и *пробковидное ядра* и затем самое крупное — *зубчатое ядро*. На клетках последнего оканчиваются волокна ганглиозных клеток коры полушарий мозжечка. Ядра шатра посылают волокна к вестибулярным ядрам и ретикулярной формации продолговатого мозга. От последней начинается ретикулоспинальный путь. Аксоны шаровидного и пробковидного ядер идут в средний мозг (к красному ядру),

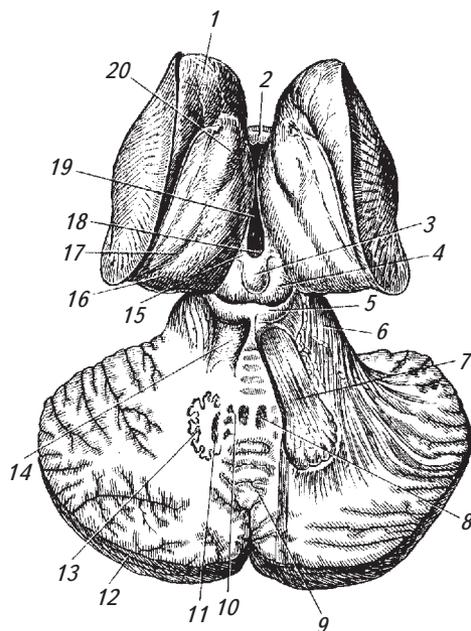


Рис. 3.22. Ствол мозга и подкорковые образования сверху (горизонтальным разрезом раскрыты ядра мозжечка):

1 — хвостатое ядро; 2 — колонки свода; 3 — эпифиз; 4 — верхнее и 5 — нижнее двухолмия; 6 — волокна средней ножки мозжечка; 7 — проводящий путь верхней ножки мозжечка (отпрепарирован); 8 — ядро шатра; 9 — червь; 10 — шаровидное, 11 — пробковидное и 13 — зубчатое ядра; 12 — кора полушарий мозжечка; 14 — верхняя ножка мозжечка; 15 — треугольник поводка; 16 — подушка таламуса; 17 — зрительный бугор; 18 — задняя спайка; 19 — третий желудочек; 20 — переднее ядро зрительного бугра

а зубчатого ядра — к вентролатеральному ядру таламуса (см. ниже), а отсюда в моторную область коры больших полушарий и к базальным ядрам (рис. 3.23). Таким образом, мозжечок имеет хорошо развитые связи со всеми моторными системами.

Серое вещество лежит в мозжечке поверхностно, образуя его кору, в которой клетки расположены в три слоя (рис. 3.24). Первый слой, наружный, *молекулярный*, широкий, состоит

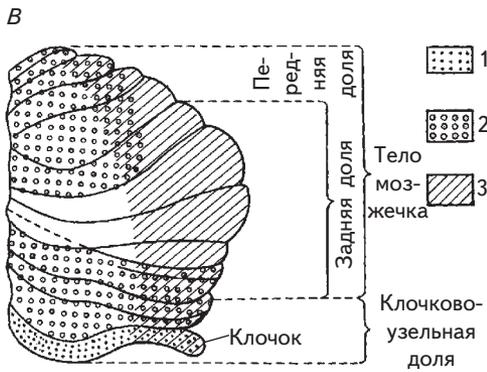
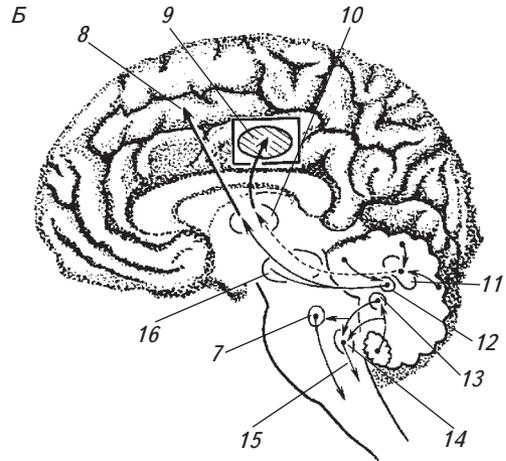
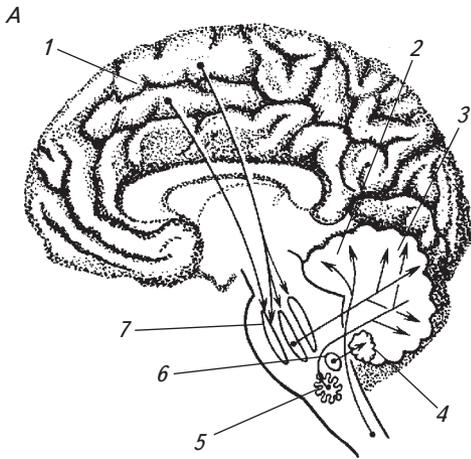


Рис. 3.23. Аfferентные (А) и эfferентные (Б) системы мозжечка и проекции в кору мозжечка (В):

А, Б: 1 — кора больших полушарий; 2 — клочок; 3 — кора мозжечка; 4 — клочок; 5 — нижняя олива; 6 — вестибулярное ядро; 7 — ядра моста; 8 — моторная кора; 9 — базальные ганглии; 10 — таламус (вентролатеральный); 11 — зубчатое ядро; 12 — пробочковидное ядро; 13 — ядро шатра; 14 — ретикулярная формация ствола; 15 — ретикуло-спинальный путь; 16 — красное ядро; В: 1 — вестибуломозжечковые связи; 2 — спинно-мозжечковые связи; 3 — корково-мозжечковые связи

из звездчатых, веретенообразных и корзинчатых клеток. Второй слой, *ганглиозный*, образован телами клеток Пуркинье (рис. 3.25). Эти клетки имеют сильно разветвленные дендриты, которые выходят в молекулярный слой. Дендритное дерево образует уплотненную структуру. Тело и начальный сегмент аксона клеток Пуркинье оплетены отростками корзинчатых клеток. При этом одна клетка Пуркинье может контактировать с 30 такими клетками. Аксоны ганглиозных клеток выходят за пределы коры мозжечка и оканчиваются на нейронах зубчатого ядра. Волокна ганглиозных клеток коры червя и клочка оканчива-

ются на других ядрах мозжечка (рис. 3.26). Самый глубокий слой — *гранулярный*, образован многочисленными зернистыми клетками (клетки-зерна). От каждой клетки отходит несколько дендритов (4–7); аксон поднимается вертикально вверх, доходит до молекулярного слоя и ветвится Т-образно, образуя параллельные волокна. Каждое такое волокно контактирует с более чем 700 дендритами клеток Пуркинье. Между клетками-зернами находятся единичные, более крупные звездчатые нейроны.

На клетках Пуркинье образуют синаптические контакты волокна, идущие от нейронов нижних олив

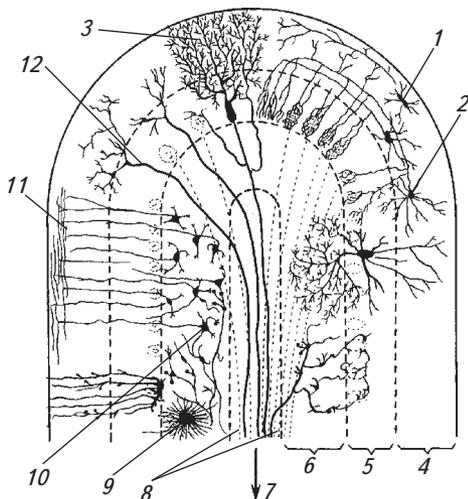


Рис. 3.24. Кора мозжечка:

1 — звездчатая клетка; 2 — корзинчатая клетка; 3 — клетка Пуркинью; 4 — молекулярный слой; 5 — ганглиозный и 6 — гранулярный слои; 7 — к ядрам мозжечка; 8 — мшистые волокна; 9 — звездчатая клетка (клетка Гольджи); 10 — клетки-зерна; 11 — параллельные и 12 — лазающие волокна

продолговатого мозга. Эти волокна называются *лазающими*; они оказывают на клетки возбуждающее действие. Второй вид волокон, входящих в кору мозжечка в составе спинно-мозжечковых путей, это *мшистые* (моховидные) волокна. Они образуют синапсы на клетках-зернах и таким образом влияют на активность клеток Пуркинью. Было установлено, что клетки-зерна и лазающие волокна возбуждают клетки Пуркинью, находящиеся непосредственно над ними. При этом соседние клетки оказываются заторможенными корзинчатыми и веретенообразными нейронами. Этим достигается дифференцированная реакция на раздражение различных участков коры мозжечка. Преобладание по численности тормозных клеток в коре мозжечка предотвращает длительную циркуляцию импульсов по

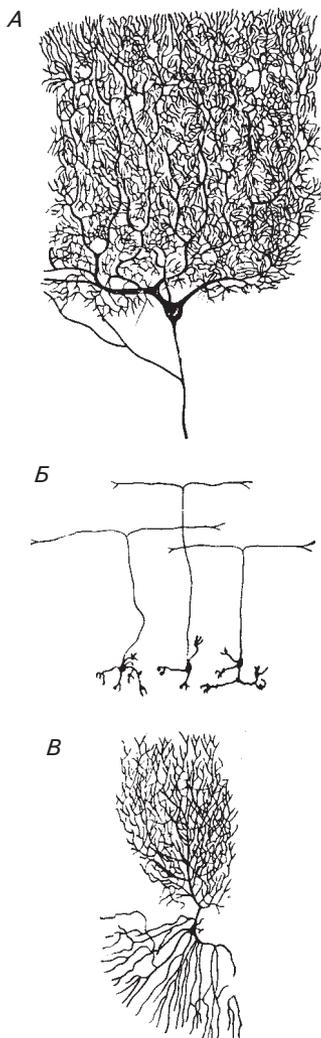


Рис. 3.25. Нейроны коры мозжечка: А — клетка Пуркинью; Б — клетки-зерна; В — клетка Гольджи

нервным сетям. Благодаря этому мозжечок может участвовать в управлении движениями.

Проводящие пути мозжечка, связывающие его с другими частями центральной нервной системы, складываются в три пары ножек (см. Атл. с. 110).

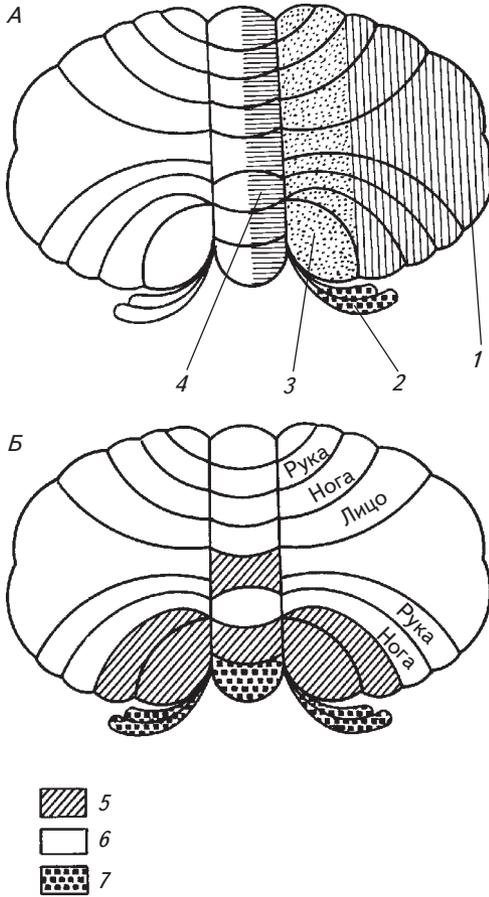


Рис. 3.26. Схема проекций коры мозжечка на ядра (А) и соматотопические проекции в коре мозжечка (Б):

1 — зубчатое ядро; 2 — вестибулярные ядра; 3 — шаровидное и пробковидное ядра; 4 — ядро шатра; 5 — слуховые и вестибулярные проекции; 6 — соматосенсорные проекции; 7 — вестибулярные проекции

Нижние и верхние ножки существуют на всех стадиях филогенеза; средние появляются лишь у млекопитающих в связи с развитием мощного моста и коры больших полушарий.

Нижние ножки мозжечка содержат задний спинно-мозжечковый путь, наружные дугообразные волокна, исходящие из тонкого и клиновидного ядер, волокна клеток оливы и другие,

главным образом афферентные пути, волокна которых оканчиваются на клетках коры червя. Таким образом, червь — филогенетически старая часть мозжечка — получает в основном проприорецептивные импульсы со всего тела (рис. 3.26, Б). Кроме того, в нижних ножках проходят восходящие и нисходящие пути, связывающие ядра преддверия с мозжечком.

Средние ножки мозжечка — самые массивные — соединяют с ним мост. Они охватывают мост с боков и входят в полушария мозжечка в области глубокой горизонтальной щели, идущей вдоль его заднего края. По средним ножкам поперечные волокна основания моста идут к нейронам коры полушарий мозжечка. На клетках основания моста оканчиваются волокна корково-мостового пути от коры больших полушарий. Таким образом осуществляется влияние коры больших полушарий на мозжечок.

Верхние ножки мозжечка, развивающиеся из перешейка ромбовидного мозга, лежат наиболее дорсально и близко от срединной линии. В виде белых тяжей они идут от мозжечка к среднему мозгу, где располагаются вдоль ножек мозга, тесно с ними соприкасаясь. Верхние ножки мозжечка состоят главным образом из отростков нейронов из его ядер, и служат основными путями, проводящими импульсы от мозжечка (рис. 3.22; 3.23) к красному ядру, таламусу, гипоталамусу и др.

Мозжечок, получая импульсы от мышечно-суставных рецепторов тела, ядер преддверия, от коры больших полушарий и др., участвует в координации всех двигательных актов, включая произвольные движения, и оказывает влияние на мышечный тонус.

Филогенетически старое образование — червь мозжечка — связано с движениями осевых структур тела —

туловища, шеи и головы; филогенетически молодые полушария — с работой парных частей тела — конечностей (рис. 3.26, Б). Этим объясняется исключительное развитие полушарий мозжечка у человека. Работами отечественных и зарубежных физиологов установлено значение мозжечка как важного центра автономной нервной системы.

В процессе эволюционного развития четко прослеживается изменение строения мозжечка в зависимости от совершенствования способов локомоции. У примитивных водных животных (круглоротые), передвигавшихся с помощью змеевидных движений тела, мозжечок представлен так называемым клочком, который функционально связан с вестибулярным аппаратом.

У более высокоорганизованных животных — ганоидных и костистых рыб — в связи с появлением конечностей (плавников) большую роль в передвижении играют попеременные сокращения мышц-антагонистов. У этих животных, под влиянием поступающих проприорецептивных импульсов от скелетных мышц, помимо клочка возникает другое образование — червь мозжечка.

У наземных животных в связи с развитием конечностей, обеспечивающих передвижение на суше, развивается новая часть мозжечка — полушария. Они образовались в результате разрастания массы мозжечка. Особенно развиты полушария мозжечка у человека в связи с его прямохождением и осуществлением тонких движений и кисти руки при манипулировании в трудовых операциях.

**Четвертый желудочек** (*ventriculus quartus*) происходит из полости ромбовидного пузыря зародыша, поэтому его ограничивают продолговатый мозг и мост, образующие дно — *ромбовидную ямку*, и мозжечок, входящий

в состав крыши желудочка (Атл. рис. 131). Спереди IV желудочек через водопровод мозга сообщается с III желудочком (промежуточный мозг). Переход центрального канала спинного мозга в полость четвертого желудочка происходит в результате раскрытия канала с дорсальной стороны. Это приводит к тому, что левая и правая части крыльней пластинки расходятся в стороны и располагаются латеральнее основной пластинки, вместе с которой образуют дно четвертого желудочка.

*Ромбовидная ямка* имеет форму, соответствующую ее названию. Снизу и с боков она ограничена нижними ножками мозжечка, сверху — его верхними ножками (Атл. рис. 110). Латеральные углы ямки вытянуты в *латеральные карманы*, которые образованы верхними, средними и нижними ножками мозжечка. Верхний и нижний углы образованы соответственно верхними и нижними ножками мозжечка. По дну ямки от одного латерального угла к другому проходят мозговые полоски. *Срединная борозда* разделяет ямку на две симметричные части. В верхней части ямки лежит парное *медиальное возвышение*, переходящее снизу в *лицевой бугорок*. Латеральнее них лежит *пограничная борозда*. Между пограничной бороздой и верхней ножкой мозжечка находится *голубоватое место*, названное так из-за содержания в его клетках небольших количеств пигмента. В нижней части ямки по бокам от срединной борозды расположены треугольники подъязычного и блуждающего нервов.

Крыша четвертого желудочка образована спереди *передним мозговым парусом*, который представляет собой пластинку белого вещества, натянутую между обеими верхними ножками мозжечка и его червем. Сзади крыша состоит из тонкой эпителиальной пластинки. Это недоразвитая стенка

мозгового пузыря, носящая название *задний мозговой парус* (рис. 3.18). С последним прочно соединена сосудистая оболочка мозга, впячивающаяся в процессе развития внутрь желудочка и образующая в нем сосудистое сплетение. Задний мозговой парус приращен по бокам к нижним ножкам мозжечка, а сверху — к мозжечку; от прикосновения к последнему он легко разрывается, вследствие чего вскрывается полость желудочка. В заднем парусе находятся три маленьких *отверстия*, через которые цереброспинальная жидкость полостей мозга переходит в подоболочечные пространства мозга (в мозжечково-мозговую цистерну). Место соединения переднего и заднего мозговых парусов с червем мозжечка образует верушку шатра. Из переднего мозгового паруса на поверхности мозга появляются корешки самого тонкого из черепно-мозговых нервов — блокового (IV пара) (рис. 3.17), который, обогнув ножку мозга, достигает его основания.

Ромбовидная ямка выстлана эпендимой, под которой расположены окруженные ретикулярной формацией ядра черепных нервов от V до XII (Атл. рис. 110, 111). Вследствие своего развития ядра черепных нервов закладываются в ромбовидной ямке следующим образом.

Срединное положение занимают развившиеся из основной пластинки *двигательные ядра*, нейроны которых гомологичны мотонейронам передних рогов спинного мозга. Наиболее латеральное место принадлежит *переключательным ядрам*, так называемым сенсорным или чувствительным, развившимся из крыльной пластинки; они образованы вставочными нейронами и являются гомологами задних рогов спинного мозга. Между двигательными и переключательными закладываются ядра характерных для головы структур, происшедших из висцерального аппарата, например

двигательные ядра V и VII черепных нервов. В области пограничной борозды располагаются ядра *автономной нервной системы*, гомологичные боковым рогам спинного мозга.

На границе передней и средней трети ромбовидной ямки, в небольшом углублении медиальнее голубоватого места, лежит двигательное ядро тройничного нерва (V). Латеральное двигательное ядро в области медиального возвышения расположено *верхнее сенсорное ядро* этого нерва. Вверх от него, по бокам стенки водопровода среднего мозга, тянется *ядро мезенцефалического пути* тройничного нерва, а вниз, вдоль продолговатого мозга и задних рогов шейной части спинного мозга, — *ядро спинального пути* этого нерва.

Недалеко от середины ромбовидной ямки в лицевого бугорке лежит двигательное *ядро отводящего нерва* (VI). Двигательное *ядро лицевого нерва* (VII) располагается в покрывке моста глубже и латеральнее (см. Атл.). К ядрам лицевого нерва относятся также чувствительное ядро одиночного пути и вегетативное *верхнее слюноотделительное ядро*. Латеральный карман ромбовидной ямки занят на большом протяжении *ядрами преддверно-улиткового нерва* (VIII пара). К ним относятся четыре вестибулярных ядра и два улитковых. Улитковые ядра занимают более латеральное положение. От нейронов заднего улиткового ядра к срединной борозде по поверхности ромбовидной ямки проходят волокна, образующие мозговые полоски.

*Ядра языкоглоточного нерва* (IX пара) лежат в продолговатом мозге несколько глубже поверхности. К ним относятся двигательное двойное ядро, чувствительное ядро одиночного пути и вегетативное нижнее слюноотделительное ядро. В двигательном ядре лежат также мотонейроны *блуждающего*

нерва (X пара). Чувствительным его ядром является ядро одиночного пути. Вегетативное заднее ядро блуждающего нерва имеет двустороннюю связь с внутренними органами. Эти ядра лежат в области треугольника блуждающего нерва. В суженном заднем конце ромбовидной ямки содержится двигательное ядро *подъязычного нерва* (XII пара). Оно лежит в одноименном треугольнике.

Ядра некоторых нервов, лежащих на дне четвертого желудочка, находятся глубже поверхности и на ней не обнаруживаются. Это, например, вентральное улитковое ядро VIII нерва, двойное ядро X и IX нервов, ядро одиночного пути — чувствительное ядро VII, IX и X нервов.

В переключательных ядрах оканчиваются афферентные волокна, приходящие в составе черепных нервов от кожи лица (V), органа вкуса (VII и IX), органов слуха и равновесия (VIII), дыхательных путей, легких, сердца, сосудов, пищеварительного тракта (X). От клеток двигательных ядер в составе черепных нервов проходят волокна к мускулатуре лица (V, VII нервы), сердцу, дыхательным путям и почти всем органам пищеварения (X), языку (XII). На дне ромбовидной ямки замыкаются рефлекторные дуги, по которым осуществляется регуляция дыхания, пищеварения, кровообращения, положения тела и т. д.

**Средний мозг** (*mesencephalon*) развивается из среднего мозгового пузыря и входит в состав ствола мозга. С вентральной стороны к нему примыкает задняя поверхность сосцевидных тел спереди и передний край моста сзади (рис. 3.14, 3.15). На дорсальной поверхности передней границей среднего мозга является уровень задней спайки и основание шишковидного тела (эпифиза), а задней — передний край мозгового паруса. В состав среднего мозга входят ножки

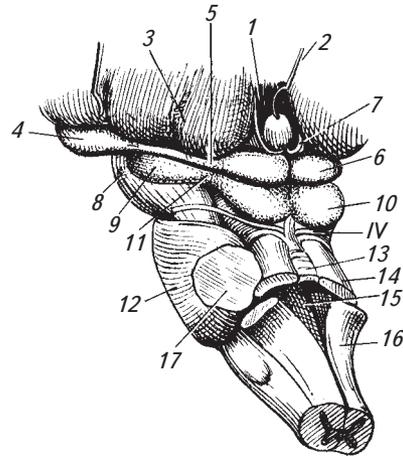


Рис. 3.27. Ствол мозга сбоку и сверху (мозжечок удален):

1 — третий желудочек; 2 — эпифиз (оттянут); 3 — подушка таламуса; 4 — латеральное коленчатое тело; 5 — ручка верхнего двуххолмия (6); 7 — поводок; 8 — ножка мозга; 9 — медиальное коленчатое тело; 10 — нижнее двуххолмие и 11 — его ручка; 12 — мост; 13 — верхний мозговой парус; 14 — верхняя ножка мозжечка; 15 — четвертый желудочек; 16 — нижние ножки мозжечка; 17 — средняя ножка мозжечка; IV — корешок черепно-мозгового нерва

мозга и крыша среднего мозга (рис. 3.27; Атл. рис. 112). Полостью этого отдела ствола мозга является *водопровод мозга* — узкий канал, который снизу сообщается с четвертым желудочком, а сверху — с третьим (рис. 3.27). В среднем мозге находятся подкорковые зрительные и слуховые центры и проводящие пути, связывающие кору больших полушарий с другими образованиями мозга, а также проводящие пути, проходящие транзитом через средний мозг и собственные пути.

**Четверохолмие**, или *крыша среднего мозга* (*tectum mesencephali*) (рис. 3.27) перпендикулярными друг другу бороздами делится на верхние и нижние холмики. Они прикрыты валиком мозолистого тела и большими полушариями. На поверхности холмиков

находится слой белого вещества. Под ним в верхнем двуххолмии лежат слои серого вещества, а в нижнем серое вещество образует ядра. На нейронах серого вещества заканчиваются и от них начинаются некоторые проводящие пути. Правый и левый холмики в каждом двуххолмии соединены спайками. От каждого холмика латерально отходят *ручки холмиков*, которые достигают коленчатых тел промежуточного мозга.

*Верхнее двуххолмие* включает в себе центры ориентировочных рефлексов на зрительные раздражения. Волокна зрительного тракта доходят до латеральных коленчатых тел, а затем часть из них по *ручкам верхних холмиков* продолжается в верхние бугорки четверохолмия, остальная часть волокон уходит в таламус.

*Нижнее двуххолмие* служит центром ориентировочных рефлексов на слуховые раздражения. От холмиков вперед и наружу идут ручки, оканчивающиеся у медиальных коленчатых тел. Холмики принимают часть волокон *латеральной петли*, остальные ее волокна идут в составе ручек нижних холмиков к медиальному коленчатому телу.

От крыши среднего мозга берет начало *текстспинальный путь*. Его волокна после *перекреста* в покрывке среднего мозга идут к двигательным ядрам головного и к клеткам передних рогов спинного мозга. Путь проводит эфферентные импульсы в ответ на зрительные и слуховые раздражения.

На границе среднего и промежуточного мозга лежат *предкрышечные* (претектальные) *ядра*, имеющие связи с верхним двуххолмием и парасимпатическими ядрами глазодвигательного нерва. Функция этих ядер заключается в синхронной реакции обоих зрачков при освещении сетчатки одного глаза.

*Ножки мозга* (*pedunculi cerebri*) занимают переднюю часть среднего

мозга и расположены над мостом. Между ними на поверхности появляются корешки глазодвигательного нерва (III пара). Ножки состоят из основания и покрывки, которые разделяются сильно пигментированными клетками черной субстанции (Атл. рис. 112).

В *основании ножек* проходит пирамидный путь, состоящий из *кортико-спинального*, направляющегося через мост в спинной мозг, и *корково-ядерного*, волокна которого доходят до нейронов двигательных ядер черепных нервов, расположенных в области четвертого желудочка и водопровода, а также *корково-мостовой путь*, оканчивающийся на клетках основания моста. Поскольку основание ножек состоит из нисходящих путей от коры полушарий, эта часть среднего мозга является таким же филогенетически новым образованием, как и основание моста или пирамиды продолговатого мозга.

*Черная субстанция* разделяет основание и покрывку ножек мозга. Ее клетки содержат пигмент меланин. Этот пигмент существует только у человека и появляется в возрасте 3—4 лет. Черная субстанция получает импульсы от коры головного мозга, полосатого тела и мозжечка и передает их нейронам верхнего двуххолмия и ядрам ствола, а далее — на мотонейроны спинного мозга. Черная субстанция играет существенную роль в интеграции всех движений и в регуляции пластического тонуса мышечной системы. Нарушение структуры и функции этих клеток вызывает паркинсонизм.

*Покрывка ножек* продолжает покрывку моста и продолговатого мозга и состоит из филогенетически древних структур. Верхняя ее поверхность служит дном водопровода мозга. В покрывке расположены ядра *блокового* (IV) и *глазодвигательного* (III) *нервов*. Эти ядра развиваются

в эмбриогенезе из основной пластинки, лежащей под пограничной бороздой, состоят из двигательных нейронов и гомологичны передним рогам спинного мозга. Латеральное водопроводящее вещество вдоль всего среднего мозга тянется *ядро мезенцефалического пути* тройничного нерва. Оно принимает проприоцептивную чувствительность от жевательных мышц и мышц глазного яблока.

Под серым веществом, окружающим водопровод, от нейронов *промежуточного ядра* начинается филогенетически старый путь — *медиальный продольный пучок*. В его составе проходят волокна, связывающие ядра глазодвигательного, блокового и отводящего нервов. К пучку также присоединяются волокна, начинающиеся от ядра нерва преддверия (VIII) и несущие импульсы к ядрам III, IV, VI и XI черепных нервов, а также нисходящие — к мотонейронам спинного мозга. Пучок переходит в мост и продолговатый мозг, где лежит под дном четвертого желудочка около средней линии, а далее в передний столб спинного мозга. Благодаря таким связям при раздражении аппарата равновесия приводятся в движение глаза, голова и конечности.

В области ядер III пары нервов лежит парасимпатическое ядро; оно развивается на месте пограничной борозды и состоит из вставочных нейронов автономной нервной системы. В верхней части покрышки среднего мозга проходит дорсальный продольный пучок, связывающий таламус и гипоталамус с ядрами ствола мозга.

На уровне нижнего двухолмия совершается *перекрест* волокон верхних ножек мозжечка. Большая их часть заканчивается в лежащих впереди массивных клеточных скоплениях — *красных ядрах (nucleus ruber)*, а меньшая часть проходит сквозь красное ядро и продолжается к таламусу, образуя *зубчато-таламический путь*.

В красном ядре оканчиваются также волокна из больших полушарий. От его нейронов идут восходящие пути, в частности, к таламусу. Основной нисходящий путь красных ядер — *рубро-спинальный (красноядерно-спинно-мозговой)*. Его волокна, сразу по выходе из ядра совершающие перекрест, направляются вдоль покрышек ствола головного мозга и бокового канатика спинного мозга к мотонейронам передних рогов спинного мозга. У низших млекопитающих этот путь передает им, а затем мускулатуре тела переключенные в красном ядре импульсы, главным образом от мозжечка. У высших млекопитающих красные ядра функционируют под контролем коры больших полушарий. Они являются важным звеном экстрапирамидной системы, регулирующей мышечный тонус и оказывающей тормозное действие на структуры продолговатого мозга.

Красное ядро состоит из крупноклеточной и мелкоклеточной частей. Крупноклеточная часть развита в значительной степени у низших млекопитающих, в то время как мелкоклеточная — у высших и у человека. Прогрессивное развитие мелкоклеточной части идет параллельно с развитием переднего мозга. Эта часть ядра является как бы промежуточным узлом между мозжечком и передним мозгом. Крупноклеточная же часть у человека постепенно редуцируется.

Латеральное красное ядро в покрышке расположена *медиальная петля*. Между ней и серым веществом, окружающим водопровод, лежат нервные клетки и волокна *ретикулярной формации* (продолжение ретикулярной формации моста и продолговатого мозга) и проходят восходящие и нисходящие пути.

Средний мозг развивается в процессе эволюции под влиянием зрительной афферентации. У низших

позвоночных, у которых почти отсутствует кора больших полушарий, средний мозг сильно развит. Он достигает значительных размеров и вместе с базальными ганглиями выполняет функции высшего интегративного центра. Однако в нем развито только верхнее двухолмие. У млекопитающих в связи с развитием слуха, помимо верхних развиваются и нижние бугорки. У высших млекопитающих и, в особенности, у человека в связи с развитием коры больших полушарий высшие центры зрительных и слуховых функций переходят в кору. При этом соответствующие центры среднего мозга оказываются в подчиненном положении.

### 3.3.3. Черепно-мозговые нервы

**Общие сведения.** У млекопитающих, в том числе у человека, 12 пар черепно-мозговых (черепных) нервов, у рыб и амфибий — 10, так как у них XI и XII пары нервов отходят от спинного мозга.

В составе черепно-мозговых нервов идут афферентные (чувствительные) и эфферентные (двигательные) волокна периферической нервной системы. *Чувствительные нервные волокна* начинаются концевыми рецепторными окончаниями, которые воспринимают изменения, возникающие во внешней или внутренней среде организма. Эти рецепторные окончания могут входить в органы чувств (органы слуха, равновесия, зрения, вкуса, обоняния), или, как, например, рецепторы кожи, образовывать инкапсулированные и неинкапсулированные окончания, чувствительные к тактильным, температурным и другим стимулам. По чувствительным волокнам импульсы поступают в ЦНС. Аналогично спинно-мозговым нервам, в черепно-мозговых нервах чувствительные нейроны

лежат за пределами ЦНС в ганглиях. Дендриты этих нейронов уходят на периферию, а аксоны следуют в головной мозг, в основном в ствол мозга, и доходят до соответствующих ядер.

*Двигательные волокна* иннервируют скелетную мускулатуру. Они образуют на мышечных волокнах нейромышечные синапсы. В зависимости от того, какие волокна преобладают в нерве, он называется чувствительным (*сенсорным*) или двигательным (*моторным*). Если нерв содержит волокна обоих типов, он носит название *смешанного* нерва. Кроме этих двух типов волокон в некоторых черепно-мозговых нервах присутствуют волокна вегетативной нервной системы, ее парасимпатического отдела.

**I пара** — *обонятельные нервы* (*n. olfactorii*) и **II пара** — *зрительный нерв* (*n. opticus*) занимают особое положение: их относят к проводниковому отделу анализаторов и описываются вместе с соответствующими органами чувств. Они развиваются как выросты переднего пузыря головного мозга и представляют собой проводящие пути (тракты), а не типичные нервы.

III—XII черепные нервы отличаются от спинно-мозговых в силу того, что условия развития головы и головного мозга иные, чем условия развития туловища и спинного мозга. Вследствие редукции миотомов в области головы остается мало и нейротомов. При этом черепные нервы, иннервирующие миотомы, гомологичны неполному спинно-мозговому нерву, слагающемуся из вентрального (двигательного) и дорсального (чувствительного) корешков. Каждый соматический черепной нерв включает волокна, гомологичные одному из этих двух корешков. Ввиду того, что в формировании головы принимают участие производные жаберного аппарата, в состав черепных нервов, кроме того, входят и волокна,

которые иннервируют образования, развивающиеся из мускулатуры висцеральных дуг.

III, IV, VI и XII пары черепно-мозговых нервов — глазодвигательный, блоковый, отводящий и подъязычный — являются двигательными и соответствуют вентральным, или передним, корешкам спинно-мозговых нервов. Однако, помимо двигательных волокон, они содержат и афферентные, по которым поднимаются проприоцептивные импульсы от опорно-двигательного аппарата. III, IV и VI нервы разветвляются в мышцах глазного яблока, происходящих из трех передних (предушных) миотомов, а XII в мышцах языка, развивающихся из затылочных миотомов.

VIII пара — преддверно-улитковый нерв состоит только из чувствительных волокон и соответствует дорсальному корешку спинно-мозговых нервов.

V, VII, IX и X пары — тройничный, лицевой, языкоглоточный и блуждающий нервы содержат чувствительные волокна и гомологичны дорсальным корешкам спинно-мозговых нервов. Как и последние, они состоят из нейритов клеток чувствительных ганглиев соответствующего нерва. В составе этих черепных нервов имеются и двигательные волокна, относящиеся к висцеральному аппарату. Волокна, проходящие в составе тройничного нерва, иннервируют мускулатуру, происшедшую из мышц I висцеральной, челюстной дуги; в составе лицевого — производные мускулатуры II висцеральной, подъязычной дуги; в составе языкоглоточного — производные I жаберной дуги, а блуждающего нерва — производные мезодермы II и всех последующих жаберных дуг.

XI пара — добавочный нерв состоит только из двигательных волокон жаберного аппарата и приобретает значение черепного нерва лишь у высших позвоночных животных. Добавочный

нерв иннервирует трапецевидную мышцу, развивающуюся из мускулатуры последних жаберных дуг, и грудино-ключично-сосцевидную мышцу, которая обособилась у млекопитающих от трапецевидной.

III, VII, IX, X черепные нервы содержат еще и безмиелиновые парасимпатические волокна автономной нервной системы. В III, VII и IX нервах эти волокна иннервируют гладкую мускулатуру глаза и железы головы: слюнные, слезные и слизистые. X нерв несет парасимпатические волокна к железам и гладкой мускулатуре внутренних органов шеи, грудной и брюшной полостей. Такая протяженность области разветвления блуждающего нерва (отсюда и его название) объясняется тем, что иннервируемые им органы на ранних этапах филогенеза лежали вблизи головы и в области жаберного аппарата, а затем в течение эволюции постепенно отодвинулись назад, оттянув за собой нервные волокна.

**Разветвления черепно-мозговых нервов.** Все черепные нервы, за исключением IV, отходят от основания головного мозга (рис. 3.15).

**III пара — глазодвигательный нерв** (*n. oculomotorius*) образован нейритами клеток ядра глазодвигательного нерва, лежащего впереди центрального серого вещества водопровода (Атл. рис. 150). Кроме того, этот нерв имеет добавочное (парасимпатическое) ядро. Нерв смешанный, он выходит на поверхность мозга возле переднего края моста между ножками мозга и через верхнеглазничную щель проникает в глазницу. Здесь глазодвигательный нерв иннервирует почти все мышцы глазного яблока и верхнего века (Атл. рис. 114). Парасимпатические волокна после входа нерва в глазницу покидают его и направляются к ресничному узлу (Атл. рис. 149). В составе нерва проходят также симпа-

тические волокна от внутреннего сонного сплетения.

**IV пара** — *блоковый нерв* (*n. trochlearis*) состоит из волокон ядра блокового нерва, расположенного спереди водопровода. Аксоны нейронов этого ядра переходят на противоположную сторону, образуют нерв и выходят на поверхность мозга из переднего мозгового паруса (рис. 3.27). Нерв огибает ножку мозга и через верхнеглазничную щель попадает в глазницу, где иннервирует верхнюю косую мышцу глаза (Атл. рис. 114).

**V пара** — *тройничный нерв* (*n. trigeminus*) появляется на поверхности мозга между мостом и средними ножками мозжечка двумя корешками: большим — чувствительным и малым — двигательным (Атл. рис. 115).

*Чувствительный корешок* состоит из нейритов чувствительных нейронов *тройничного узла*, который располагается на передней поверхности пирамиды височной кости, вблизи ее вер-

шины. Войдя в мозг, эти волокна оканчиваются в трех переключательных ядрах, расположенных: в покрывке моста, вдоль продолговатого мозга и шейного отдела спинного, по бокам водопровода. Дендриты клеток тройничного узла образуют три основные ветви тройничного нерва (отсюда и его название): *глазничный, верхнечелюстной и нижнечелюстной нервы*, которые иннервируют кожу лба и лица, зубы, слизистую оболочку языка, полостей рта и носа (Атл. рис. 115; рис. 3.28). Таким образом, чувствительный корешок V пары нервов соответствует дорсальному чувствительному корешку спинномозгового нерва.

*Двигательный корешок* содержит отростки клеток двигательного ядра, которое лежит в покрывке моста, медиальнее переключательного верхнего сенсорного ядра. Дойдя до тройничного узла, двигательный корешок минует его, входит в состав нижнечелюстного нерва, выходит из черепа через

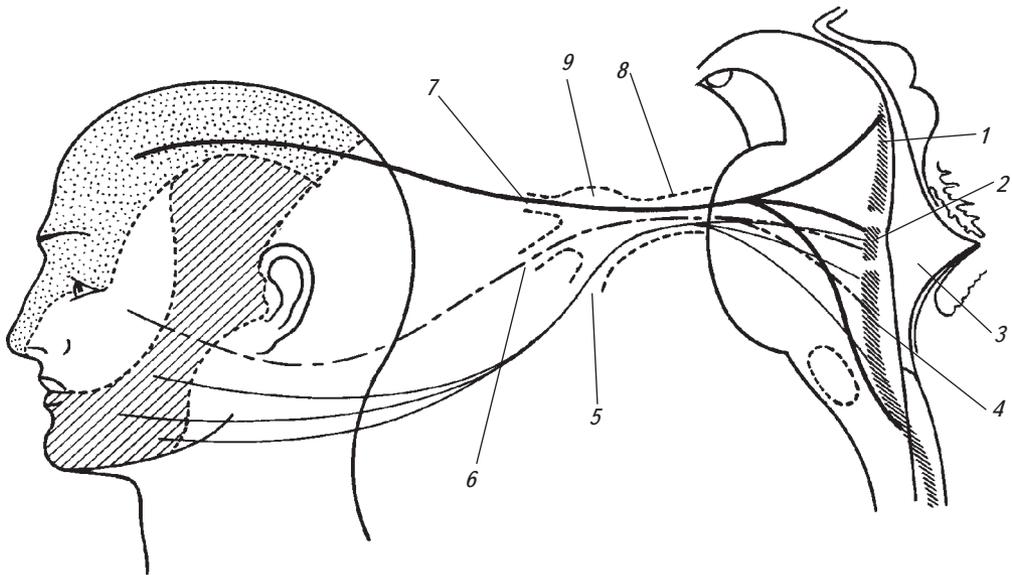


Рис. 3.28. Тройничный нерв (чувствительный корешок):

1 — мезенцефалическое ядро; 2 — главное сенсорное ядро; 3 — IV желудочек; 4 — спинальное ядро; 5 — нижнечелюстной нерв; 6 — верхнечелюстной нерв; 7 — глазничный нерв; 8 — сенсорный корешок; 9 — тройничный ганглий

овальное отверстие и снабжает своими волокнами все жевательные и другие мышцы, развивающиеся из челюстной дуги. Таким образом, двигательные волокна этого корешка имеют висцеральное происхождение.

**VI пара** — *отводящий нерв* (*n. abducens*), состоит из волокон клеток одноименного ядра, лежащего в ромбовидной ямке. Нерв выходит на поверхность мозга между пирамидой и мостом, проникает через верхнеглазничную щель в глазницу, где иннервирует наружную прямую мышцу глаза (Атл. рис. 114).

**VII пара** — *лицевой нерв* (*n. facialis*), состоит из волокон двигательного ядра, лежащего в покрывке моста. Вместе с лицевым нервом рассматривают промежуточный нерв, волокна которого присоединяются к нему. Оба нерва выходят на поверхность мозга между мостом и продолговатым мозгом, латеральнее отводящего нерва. Через внутреннее слуховое отверстие лицевой нерв вместе с промежуточным проникает в канал лицевого нерва, пронизывающий пирамиду височной кости. В канале лицевого нерва лежит *коленчатый ганглий* — чувствительный ганглий промежуточного нерва. Он получил свое название из-за изгиба (коленца), которое образует нерв в изгибе канала. Пройдя канал, лицевой нерв отделяется от промежуточного, выходит через шилососцевидное отверстие в толщу околоушной слюнной железы, где распадается на концевые ветви, образующие «большую гусиную лапку» (Атл. рис. 158). Эти ветви иннервируют все мимические мышцы, подкожную мышцу шеи и другие мышцы, производные мезодермы подъязычной дуги. Нерв относится, таким образом, к висцеральному аппарату.

*Промежуточный нерв* состоит из небольшого числа волокон, которые отходят от *коленчатого ганглия*, лежащего в начальной части лицевого

канала. Войдя в мозг, эти волокна оканчиваются в покрывке моста (на клетках ядра одиночного пучка). Дендриты клеток коленчатого узла идут в составе барабанной струны — ветви промежуточного нерва, а затем присоединяются к язычному нерву (ветвь V пары) и иннервируют вкусовые (грибовидные и листовидные) сосочки языка. Эти волокна, несущие импульсы от органов вкуса, гомологичны дорсальным корешкам спинного мозга. Остальные волокна промежуточного нерва парасимпатические, они берут начало от верхнего слюноотделительного ядра. Эти волокна достигают крылонебного узла.

**VIII пара** — *преддверно-улитковый нерв* (*n. vestibulocochlearis*), состоит из чувствительных волокон нерва улитки и нерва преддверия.

*Нерв улитки* проводит импульсы от органа слуха и представлен нейритами клеток *спирального узла*, лежащего внутри костной улитки.

*Нерв преддверия* несет импульсы от вестибулярного аппарата; они сигнализируют о положении головы и тела в пространстве. Нерв представлен нейритами клеток *преддверного узла*, расположенного на дне внутреннего слухового прохода.

Нейриты нерва преддверия и нерва улитки соединяются во внутреннем слуховом проходе в общий преддверно-улитковый нерв, который входит в мозг рядом с промежуточным и лицевым нервами латеральнее оливы продолговатого мозга.

Волокна нерва улитки оканчиваются в дорсальном и вентральном слуховых ядрах покрывки моста, волокна нерва преддверия — в вестибулярных ядрах ромбовидной ямки (Атл. рис. 154, 155).

**IX пара** — *языкоглоточный нерв* (*n. glossopharyngeus*), появляется на поверхности продолговатого мозга, снаружи от оливы, несколькими корешками (от 4 до 6); из полости черепа вы-

ходит общим стволом через яремное отверстие. Нерв состоит преимущественно из чувствительных волокон, которые иннервируют желобовидные сосочки и слизистую оболочку задней трети языка, слизистую оболочку глотки и среднего уха (Атл. рис. 116). Эти волокна — дендриты клеток чувствительных узлов языкоглоточного нерва, расположенных в области яремного отверстия. Нейриты клеток этих узлов оканчиваются в переключательном ядре (одиночного пучка), под дном четвертого желудочка. Часть волокон проходит к заднему ядру блуждающего нерва. Описанная часть языкоглоточного нерва гомологична дорсальным корешкам спинно-мозговых нервов.

Нерв является смешанным. В его составе проходят и двигательные волокна жаберного происхождения. Они начинаются от двигательного (двойного) ядра покрышки продолговатого мозга и иннервируют мышцы глотки. Эти волокна представляют нерв I жаберной дуги.

Парасимпатические волокна, входящие в состав нерва, берут начало от нижнего слюноотделительного ядра.

**X пара** — *блуждающий нерв* (*n. vagus*), самый длинный из черепно-мозговых, выходит из продолговатого мозга позади языкоглоточного несколькими корешками и покидает череп через яремное отверстие вместе с IX и XI парами. Вблизи отверстия располагаются ганглии блуждающего нерва, дающие начало его *чувствительным волокнам* (Атл. рис. 116, 117). Спустившись по шее в составе ее сосудисто-нервного пучка, нерв располагается в грудной полости вдоль пищевода (Атл. рис. 119), причем левый постепенно смещается на переднюю, а правый — на заднюю его поверхность, что связано с поворотом желудка в эмбриогенезе. Пройдя вместе с пищеводом через диафрагму в брюшную по-

лость, левый нерв ветвится на передней поверхности желудка, а правый входит в состав *чревного сплетения*.

Чувствительные волокна блуждающего нерва иннервируют слизистую оболочку глотки, гортани, корня языка, а также твердую оболочку головного мозга и являются дендритами клеток его чувствительных ганглиев. Дендриты клеток оканчиваются в ядре одиночного пучка. Это ядро, как и двойное ядро, является общим для нервов IX и X пар.

*Двигательные волокна* блуждающего нерва отходят от клеток двойного ядра покрышки продолговатого мозга. Волокна принадлежат нерву II жаберной дуги; они иннервируют производные ее мезодермы: мышцы гортани, небных дужек, мягкого неба и глотки.

Основную массу волокон блуждающего нерва составляют парасимпатические волокна, берущие начало от клеток заднего ядра блуждающего нерва и иннервирующие внутренности.

**XI пара** — *добавочный нерв* (*n. accessorius*), состоит из волокон клеток двойного ядра (общего с IX и X нервами), залегающего в продолговатом мозге снаружи от центрального канала, и волокон своего спинно-мозгового ядра, которое располагается в передних рогах спинного мозга на протяжении 5—6 шейных сегментов. Корешки спинно-мозгового ядра, сложившись в общий ствол, входят через большое затылочное отверстие в череп, где присоединяются к корешкам черепно-мозгового ядра. Последние в количестве 3—6 выходят позади оливы, располагаясь непосредственно за корешками X пары.

Из черепа добавочный нерв выходит вместе с языкоглоточным и блуждающим нервами через яремное отверстие. Здесь волокна его *внутренней ветви* переходят в состав блуждающего нерва (Атл. рис. 118).

*Наружная ветвь* XI пары, представленная *двигательными волокнами*,

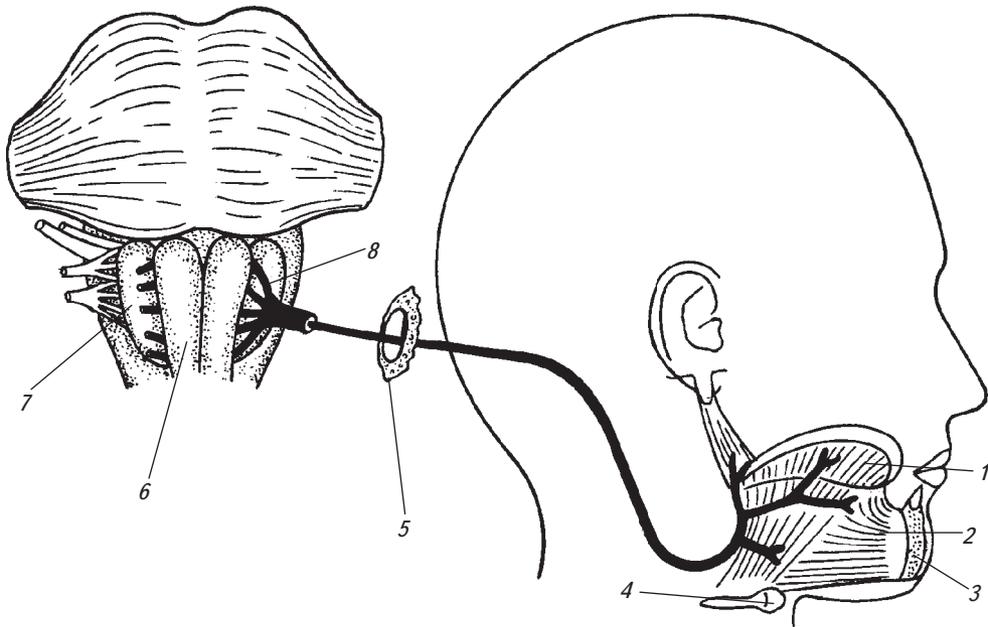


Рис. 3.29. Подъязычный нерв:

1 — собственные и 2 — скелетные мышцы языка; 3 — нижняя челюсть; 4 — подъязычная кость; 5 — канал подъязычного нерва; 6 — пирамида; 7 — нижняя олива; 8 — корешки подъязычного нерва

входит в шейное сплетение и иннервирует трапециевидную и грудинно-ключично-сосцевидную мышцы — дериваты жаберного аппарата.

**XII пара** — *подъязычный нерв* (*n. hypoglossus*), *двигательный*, состоит из волокон клеток одноименного ядра ромбовидной ямки; из мозга выходит

многочисленными корешками между пирамидой и оливой, которые соединяются в единый ствол. От него отходят ветви к твердой мозговой оболочке. Из черепа нерв выходит через канал подъязычного нерва; иннервирует собственные и скелетные мышцы языка (рис. 3.29).

### Контрольные вопросы

1. Из каких отделов состоит головной мозг?
2. Какие отделы головного мозга относятся к стволу мозга?
3. Продолговатый мозг, его расположение, строение, проводящие пути и ядра.
4. Мост, его расположение и строение. Проводящие пути и ядра моста.
5. Ромбовидная ямка. Какие ядра черепно-мозговых нервов в ней расположены?
6. Мозжечок, его расположение и строение.
7. Проводящие пути, ядра и связи мозжечка.
8. Средний мозг, его расположение, строение, проводящие пути и ядра.
9. Ретикулярная формация ствола головного мозга и ее связь с ретикулярной формацией спинного мозга.
10. Желудочки ствола мозга и их взаимосвязь.
11. Перечислите черепно-мозговые нервы. Какие из них относятся к чувствительным, двигательным и смешанным?
12. Какие черепно-мозговые нервы иннервируют структуры глазницы?
13. Какие образования головы иннервируются тройничным и лицевым нервами?
14. Какие нервы иннервируют структуры ротовой полости?
15. Перечислите особенности блуждающего нерва.

### 3.3.4. Передний мозг

**Промежуточный мозг (diencephalon)** (рис. 3.14, 3.15) в основном скрыт полушариями. В нем различают следующие образования: парные зрительные бугры (таламус), латеральные и медиальные коленчатые тела, подбугорную (гипоталамус) и надбугорную (эпиталамус) области. Полостью промежуточного мозга является третий желудочек.

**Таламус (thalamus opticus)**, или зрительный бугор, — крупное эллипсоидное тело (рис. 3.22). Снизу он сливается с подбугорной областью, от которой отделен *гипоталамической бороздой*. Латерально таламус граничит с базальными ганглиями больших полушарий, эти структуры разделяет

*пограничная борозда* (рис. 3.30). Медиальная поверхность зрительных бугров образует боковую стенку III желудочка. Эта поверхность отделена от верхней *мозговой полоской*, которая расширяется в каудальной части, образуя *треугольник поводка*. Медиальные поверхности двух зрительных бугров соединены *межталамическим сращением*. На верхней поверхности таламуса в передней его части отчетливо виден передний бугорок, а в основании — утолщение, называемое *подушкой (pulvinar)*. Вентральнее подушки расположены *медиальное и латеральное коленчатые тела* (рис. 3.27).

Основная пластинка мозговой трубки эмбриона в среднем мозге заканчивается и зрительный бугор (вместе со всем передним мозгом) оказывается

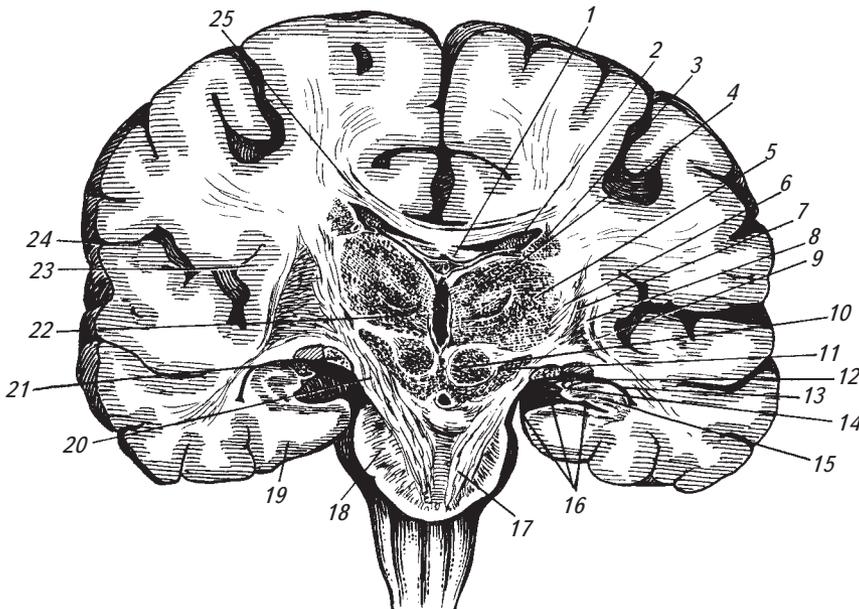


Рис. 3.30. Фронтальный разрез головного мозга в области ножек мозга:

1 — свод; 2 — сосудистое сплетение в средней части бокового желудочка; 3 — хвост хвостатого ядра; 4 — медиальное и 5 — латеральное ядра таламуса; 6 — внутренняя капсула; 7 — чечевицеобразное ядро; 8 — наружная капсула; 9 — ограда; 10 — красное ядро; 11 — черная субстанция; 12 — сосудистое сплетение нижнего рога бокового желудочка (13); 14 — бахромка свода; 15 — гиппокамп; 16 — гиппокампова борозда; 17 — кортико-спинальный путь; 18 — мост; 19 — парагиппокампова извилина; 20 — основание ножки мозга; 21 — зрительный путь; 22 — вентральное ядро таламуса; 23 — островок; 24 — боковая борозда; 25 — мозолистое тело

производным крыльной пластинки, где нет двигательных нейронов.

Таламус состоит из серого вещества, группирующегося в ядра (рис. 3.30). Различают пять основных групп ядер таламуса: передние, интраламинарные (внутрипластинчатые), срединные (медиальные), латеральные и задние (Атл. рис. 120). В каждую из этих групп входит по 5–6 и более ядер. Группы ядер разделены V-образной *медуллярной (мозговой) пластинкой (laminae medullares)*, внутри которой также лежат скопления нейронов, называемые интраламинарными ядрами. В *переднем ядре* оканчивается *мамиллоталамический путь*, приносящий многокомпонентные импульсы из гипоталамуса. На каудальном полюсе таламуса, в так называемой *подушке*, оканчивается часть волокон зрительного тракта (Атл. рис. 122).

Наряду с морфологической (по месту локализации) существует функциональная классификация ядер таламуса. Ядра таламуса, нейроны которых направляют аксоны в кору больших полушарий, относят к *проекционным* или *релейным (специфическим)*. На их нейронах оканчиваются аксоны нейронов восходящих сенсорных систем, кроме обонятельной. Например, в нижней части таламуса лежат основные ядра системы кожной чувствительности и чувствительности опорно-двигательного аппарата — *вентро-латеральное* и *вентро-медиальное ядра*, в которых оканчиваются *спинно-таламический путь*, *медиальная петля*, *тройничная петля*, волокна *верхних ножек мозжечка* и другие пути, проводящие импульсы от кожи и проприорецепторов. К ядрам этой группы могут быть отнесены латеральное и медиальное коленчатые тела. В них происходит переключение импульсов соответственно зрительной и слуховой сенсорных систем. Разрушение проекционных ядер приводит

к полному выпадению соответствующего вида чувствительности, что указывает на отсутствие иного пути для сенсорной информации в кору.

Проекционные ядра имеют *точечную организацию*. Это означает, что каждая точка рецептивного (чувствительного) поля данной сенсорной системы проецируется в определенную группу нейронов этих ядер. Чем больше плотность рецепторных окончаний на данном участке поверхности, тем большее число нейронов в ядрах таламуса получает импульсы от этих рецепторов. Поверхность, менее насыщенная рецепторными окончаниями, имеет меньшее представительство. Та же картина повторяется и в коре больших полушарий. Наряду с передачей чувствительности в кору эти ядра выполняют сложную переработку сенсорной информации.

Среди проекционных ядер выделяются и такие, которые получают афферентные импульсы от мозжечка и базальных ганглиев, и передают эфферентные сигналы в моторные области коры (Атл. рис. 121, 122). Кроме того, афферентация может приходиться к этим ядрам от других подкорковых структур, а проецироваться в лимбические области коры.

Другие ядра, как, например, латеральные и большая часть подушки, передают возбуждение на межанализаторные или ассоциативные области коры; эти ядра относят к *ассоциативным*. Для них характерно наличие множественных источников афферентации. Информация к этим ядрам поступает от коленчатых тел, других ядер таламуса, миндалевидного комплекса и т. д. Нарушение нейронов ассоциативных ядер и их связей с темменно-затылочными областями коры (таламо-париетальная система) приводит к нарушению распознавания речи, расстройству внимания. Эти ядра образуют также проекции в лобные

области коры (таламо-фронтальная система), благодаря которым осуществляется контроль эмоционального состояния, воспринимается пространство, время и т. д. Ассоциативные ядра таламуса считаются филогенетически молодыми, так как возникают и дифференцируются они в связи с формированием ассоциативных областей новой коры.

Как и в стволовой части мозга, в таламусе есть образования, сходные по функции с *ретикулярной формацией*. К ним относятся срединные и интраламинарные ядра, а также некоторые ядра латеральной группы (Атл. рис. 120). Они оказывают на кору больших полушарий неспецифическое влияние, вызывая не только возбуждающий, но и отчетливый тормозной эффект, и потому получили название *неспецифических*. Подобно ретикулярной формации ствола неспецифические ядра таламуса не несут каких-либо особых высших интегративных функций, но в известной мере участвуют в регуляции различных афферентных влияний, идущих по восходящим путям сенсорных систем. Эта группа ядер получает афферентацию от большого числа подкорковых структур (красного ядра, черной субстанции, ядер мозжечка, гиппокампа, миндалина и других подкорковых ядер), они не имеют четко организованных проекций в кору. Эти ядра участвуют в организации реакций сон—бодрствование, эмоциональных состояний и т. д.

Отростки нейронов таламуса образуют *таламическую лучистость* (лучистый венец). Волокна ее направляются к большим полушариям, где они заканчиваются главным образом в коре, а также на клетках базальных ганглиев.

*Латеральное коленчатое тело* (*corpus geniculatum laterale*) (рис. 3.27; атл. рис. 150) расположено вблизи подушки таламуса и зрительного тракта, волокна которого в нем оканчиваются.

Состоит латеральное коленчатое тело из дорсального и вентрального ядер. *Дорсальное ядро* имеет слоистое строение, в него поступают афферентные волокна латерального корешка зрительного тракта и ручек переднего двуххолмия. Афферентные волокна идут к 17, 18, 19 полям затылочной доли коры. *Вентральное ядро* получает афференты от переднего двуххолмия, мозжечка и зрительного тракта, афферентные волокна проходят к интраламинарным ядрам таламуса, переднему двуххолмию, покрывке мозжечка и ретикулярной формации среднего мозга. Прямых выходов на кору это ядро не имеет.

*Медиальное коленчатое тело* (*corpus geniculatum mediale*) лежит на уровне поперечной бороздки четверохолмия (рис. 3.27; атл. рис. 154). Оно образовано несколькими ядрами. Афферентные волокна приходят в составе латеральной петли и ручек нижнего двуххолмия. Афферентные волокна в составе *слуховой лучистости* направляются к коре больших полушарий в 41 и 42 поля.

*Гипоталамус* (*hypothalamus*), или подбугорная область, — часть промежуточного мозга, состоящая из сосцевидных тел, серого бугра, воронки и зрительного перекреста. Гипоталамус лежит ниже таламуса и заметен на основании головного мозга между его ножками. Заднюю часть гипоталамуса образуют два *сосцевидных тела* (*corpora mamillaria*) (рис. 3.14, 3.31). В них оканчиваются *колонки свода* — пути от старой коры конечного мозга. Афферентные волокна сосцевидных тел образуют *сосцевидно-таламический* (*мамилло-таламический*) путь, по которому импульсы достигают передних ядер таламуса (Атл. рис. 125). В последнее время сосцевидные тела, как и передние ядра таламуса, связывают с *лимбической системой* и организацией поведенческих реакций.

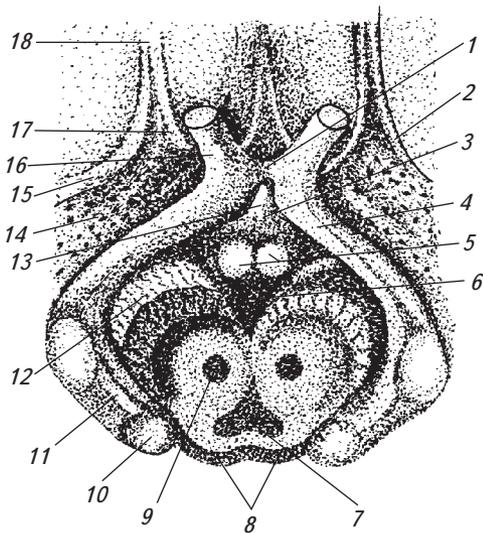


Рис. 3.31. Промежуточный и средний мозг (вид снизу):

- 1 — хиазма; 2 — обонятельный треугольник;
- 3 — серый бугор; 4 — зрительный тракт; 5 — мамиллярные тела; 6 — заднее продырявленное вещество; 7 — водопровод среднего мозга; 8 — четверохолмие; 9 — красное ядро; 10 — латеральное и 11 — медиальное коленчатые тела; 12 — ножки мозга; 13 — воронка; 14 — переднее продырявленное вещество; 15 — латеральная обонятельная полоска; 16 — зрительный нерв; 17 — медиальная обонятельная полоска; 18 — обонятельный тракт

Спереди от сосцевидных тел лежит *серый бугор (tuber cinereum)*. Суживаясь, он переходит в *воронку (infundibulum)*, проникающую в ямку турецкого седла сквозь его диафрагму. На воронке как бы подвешен *гипофиз*. Впереди серого бугра зрительные нервы (II пара) образуют *перекрест (хиазму) (chiasma opticus)*, после которого получают название *зрительных путей (трактов)*. Зрительные пути, обогнув ножки мозга, делятся на медиальный и латеральный корешки. Медиальный направляется к верхнему двуххолмию и таламусу, латеральный (большой) идет к латеральному коленчатому телу.

В гипоталамусе различают переднюю, промежуточную, заднюю и верхнюю области (Атл. рис. 123). В них располагаются скопления ядер (32 пары), нейроны которых участвуют в регуляции функций автономной нервной системы и таким образом влияют на поддержание гомеостаза и на приспособление внутренней среды организма к условиям внешней среды (Атл. рис. 124). Они посылают импульсы к соответствующим ядрам среднего, продолговатого и спинного мозга, регулируя их деятельность.

Гипоталамус осуществляет связь нервной и эндокринной систем организма. Аксоны *супраоптического* и *паравентрикулярного* ядер по гипоталамо-гипофизарному тракту, расположенному в гипофизарной ножке, направляются в заднюю долю гипофиза (нейрогипофиз), где контактируют с кровеносными капиллярами. Путем экзоцитоза из этих аксонов выделяются гормоны, которые разносятся с кровью. Нейроны других ядер посылают аксоны в переднюю долю гипофиза (аденогипофиз) и выделяют рилизинг-гормоны. Последние регулируют образование и выделение гормонов эндокринными клетками аденогипофиза.

Гипоталамус связан многочисленными проводящими путями с различными отделами мозга (Атл. рис. 125). Таким образом достигается взаимосвязь центральной и автономной нервной систем. Так, например, волокна, связывающие гипоталамус с латеральными коленчатыми телами, обеспечивают поступление сигналов от сетчатки к ядрам гипоталамуса, что необходимо для регуляции биоритмов. Многочисленными трактами гипоталамус связан со структурами лимбической системы мозга. Проекция гипоталамуса в кору опосредована ядрами таламуса. Через весь гипоталамус тянется *медиальный пучок переднего мозга*, который доходит до ретикулярной формации ствола.

**Эпиталамус** (*epithalamus*), или надбугорная область, входит в состав стенок III желудочка и состоит из *мозговых полосок*, сзади расширяющихся в *поводковые треугольники* (рис. 3.22). От последних отходят назад белые тяжи — *поводки*, соединяющие их с эндокринной железой — шишковидным телом, или *эпифизом*. Нижней стороной эпифиз прилежит к загибающейся назад *задней спайке*. Нисходящие волокна поводковых ядер, лежащих в одноименных треугольниках, идут к ядрам среднего мозга. Эти ядра также напрямую связаны с таламусом и гипоталамусом. Эпиталамус связан также с обонятельной системой.

**Третий желудочек** (*ventriculus tertius*) имеет вид вертикальной щели (рис. 3.22; Атл. рис. 131). Его боковые стенки образованы медиальными поверхностями таламусов и гипоталамусов. Последний ограничивает желудочек и снизу. В состав его задней стенки входит *задняя спайка*, под которой расположено отверстие водопровода. Переднюю стенку желудочка образуют *колонки (столбы) свода* и проходящая спереди от них *передняя спайка*, относящиеся к конечному мозгу. Между колонками свода и зрительными буграми расположены *межжелудочковые отверстия*, соединяющие полость третьего желудочка с боковыми желудочками больших полушарий. Верхняя стенка третьего желудочка состоит из эпителиальной пластинки (остаток стенки мозгового пузыря) и сосудистой оболочки, образующих *сосудистое сплетение* третьего желудочка.

**Полушария переднего мозга.** Промежуточный мозг вместе со стволom мозга прикрыт сверху и с боков *большими полушариями* — конечным мозгом. Полушария состоят из подкорковых узлов (базальных ганглиев), белого вещества и имеют полости — боковые желудочки. Снаружи полушария покрыты корой (плащом).

**Базальные ганглии**, или *подкорковые узлы, (nuclei basales)* — образования филогенетически более древние, чем кора. Свое название базальные ганглии получили из-за того, что они лежат как бы в основании больших полушарий, в их базальной части. К ним относится хвостатое и чечевицеобразное ядра, объединяемые в полосатое тело (стриатум), ограда и миндалевидное тело (Атл. рис. 134).

**Хвостатое ядро** (*nucleus caudatus*) вытянуто в сагиттальной плоскости и сильно изогнуто (рис. 3.22; 3.32; 3.33). Его передняя, утолщенная часть — *головка* — помещается впереди зрительного бугра, в латеральной стенке переднего рога бокового желудочка, сзади оно постепенно суживается и переходит в *хвост*. Хвостатое ядро охватывает зрительный бугор спереди, сверху и с боков.

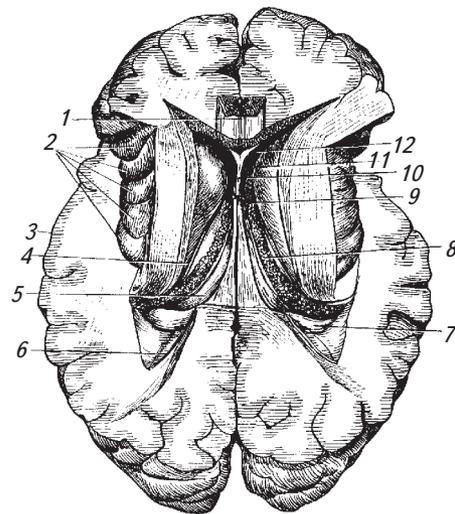


Рис. 3.32. Головной мозг — горизонтальный срез через боковые желудочки:

- 1 — мозолистое тело; 2 — островок; 3 — кора; 4 — хвост хвостатого ядра; 5 — свод; 6 — задний рог бокового желудочка; 7 — гиппокамп; 8 — сосудистое сплетение; 9 — межжелудочковое отверстие; 10 — прозрачная перегородка; 11 — голова хвостатого ядра; 12 — передний рог бокового желудочка

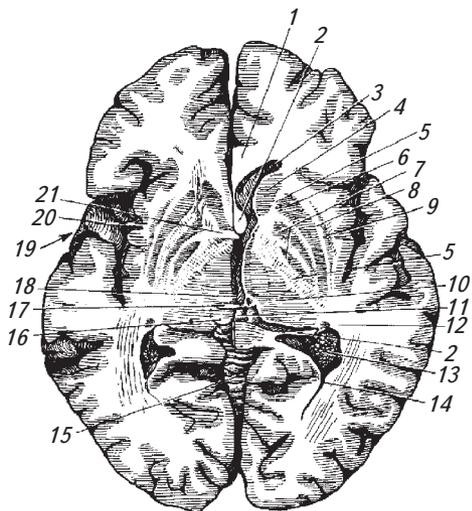


Рис. 3.33. Горизонтальный срез больших полушарий на уровне базальных ганглиев:  
 1 — мозолистое тело; 2 — свод; 3 — передний рог бокового желудочка; 4 — голова хвостатого ядра; 5 — внутренняя капсула; 6 — скорлупа; 7 — бледный шар; 8 — наружная капсула; 9 — ограда; 10 — таламус; 11 — эпифиз; 12 — хвост хвостатого ядра; 13 — сосудистое сплетение бокового желудочка; 14 — задний рог бокового желудочка; 15 — червь мозжечка; 16 — четверохолмие; 17 — задняя спайка; 18 — полость третьего желудочка; 19 — яма боковой борозды; 20 — островок; 21 — передняя спайка

**Чечевицеобразное ядро (*nucleus lentiformis*)** располагается снаружи от зрительного бугра, на уровне островка. Форма ядра близка к трехгранной пирамиде, обращенной своим основанием наружу. Ядро отчетливо делится прослойками белого вещества на более темноокрашенную латеральную часть — *скорлупу* и медиальную — *бледный шар*, состоящий из двух сегментов: внутреннего и наружного (рис. 3.33; 3.34).

**Скорлупа (*putamen*)** по генетическим, структурным и функциональным признакам близка к хвостатому ядру. Оба эти образования имеют более сложное строение, чем бледный шар. К ним подходят волокна главным обра-

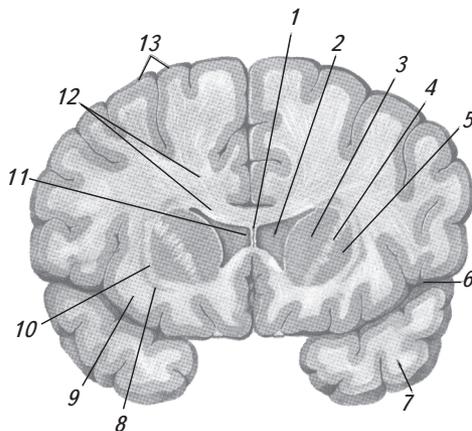


Рис. 3.34. Фронтальный срез через большие полушария мозга на уровне базальных ганглиев:  
 1 — мозолистое тело; 2 — боковой желудочек; 3 — хвостатое ядро (головка); 4 — внутренняя капсула; 5 — чечевицеобразное ядро; 6 — латеральная борозда; 7 — височная доля; 8 — ограда; 9 — островок; 10 — наружная капсула; 11 — прозрачная перегородка; 12 — лучистость мозолистого тела; 13 — кора головного мозга

зом от коры больших полушарий и таламуса (рис. 3.35).

**Бледный шар (*globus pallidus*)** в основном связан с проведением импульсов по многочисленным нисходящим путям в нижерасположенные структуры мозга — красное ядро, черную субстанцию и др. Волокна от нейронов бледного шара идут к тем же ядрам таламуса, которые связаны с мозжечком. От этих ядер многочисленные пути направляются в кору больших полушарий. Бледный шар получает импульсы от хвостатого ядра и скорлупы.

**Полосатое тело (*corpus striatum*)** (*стриатум*), объединяющее хвостатое и чечевицеобразное ядра, относится к эфферентной *экстрапирамидной системе*. Дендриты нейронов стриатума покрыты многочисленными шипиками. На них оканчиваются волокна от нейронов коры, таламуса и черной субстанции (рис. 3.35). В свою очередь,

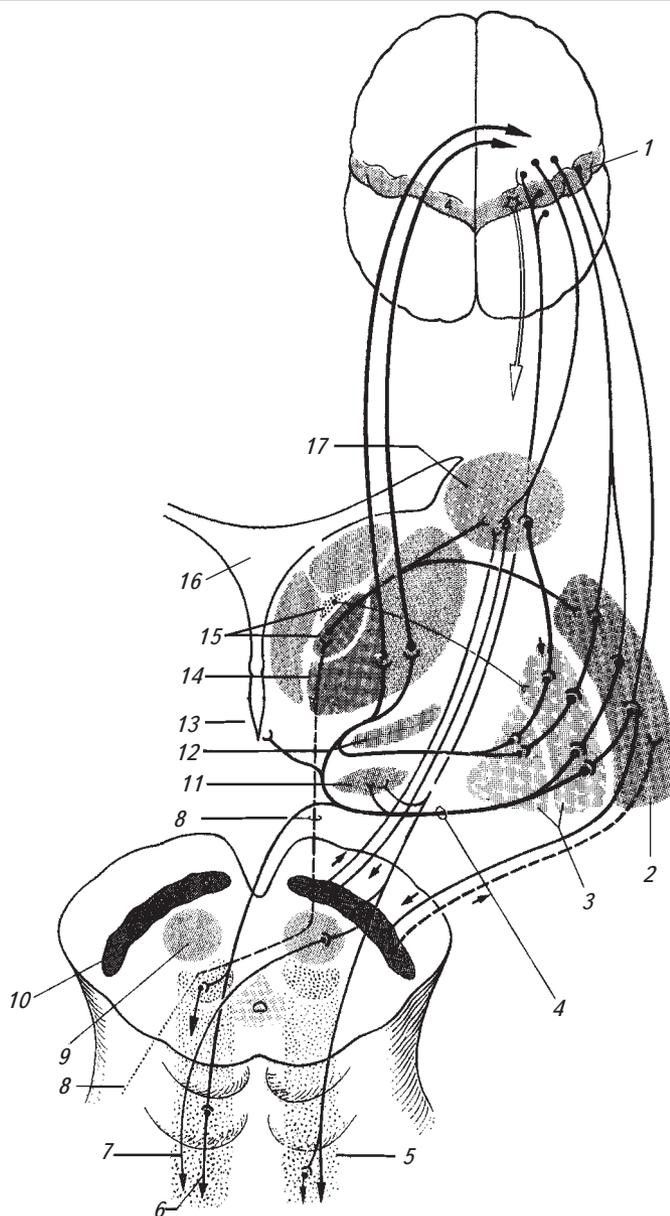


Рис. 3.35. Афферентные и эфферентные связи базальных ганглиев:

1 — прецентральная извилина; 2 — скорлупа; 3 — наружный и внутренний сегменты бледного шара; 4 — чечевицеобразная петля; 5 — ретикулярная формация; 6 — ретикулоспинальный тракт; 7 — руброспинальный тракт; 8 — мозжечковоталамический тракт (от зубчатого ядра мозжечка); 9 — красное ядро; 10 — черная субстанция; 11 — субталамическое ядро; 12 — Zona incerta; 13 — гипоталамус; 14 — вентролатеральные, 15 — интраламнарные и центромедианное ядра таламуса; 16 — III желудочек; 17 — хвостатое ядро

нейроны стриатума посылают аксоны к интраламинарным, передним и латеральным ядрам таламуса. От них волокна идут к коре, и таким образом замыкается петля обратной связи между корковыми нейронами и стриатумом.

В процессе филогенеза эти ядра надстроились над ядрами среднего мозга. Получая импульсы от таламуса, полосатое тело принимает участие в осуществлении таких сложных автоматических движений, как ходьба, лазанье, бег. В ядрах полосатого тела замыкаются дуги сложнейших безусловных, т. е. врожденных, рефлексов. Экстрапирамидная система филогенетически более древняя, чем пирамидная. У новорожденного последняя еще недостаточно развита и импульсы к мышцам доставляются от подкорковых ганглиев по экстрапирамидной системе. Вследствие этого движения ребенка в первые месяцы жизни характеризуются обобщенностью, недифференцированностью. По мере развития коры больших полушарий аксоны их клеток подрастают к базальным ганглиям, и деятельность последних начинает регулироваться корой. Подкорковые ганглии связаны не только с двигательными реакциями, но и с вегетативными функциями — это высшие *подкорковые центры* автономной нервной системы.

Хвостатое ядро, чечевицеобразное ядро и таламус отделены друг от друга белым веществом — *внутренней капсулой*.

**Ограда** (*claustrum*) — тонкая пластинка серого вещества, прилегающая снаружи к скорлупе, от которой отделяется тонким слоем белого вещества — *наружной капсулой* (рис. 3.30, 3.33). Таким же тонким слоем белого вещества ограда отделена и от коры островка.

Базальные ганглии играют важную роль в регуляции движений и senso-

моторной координации. Клинические данные показали, что повреждения скорлупы и бледного шара приводят к возникновению медленных стереотипных движений, а при дегенерации нейронов стриатума появляются резкие непроизвольные движения и т. д.

**Миндалевидное тело** (*corpus amygdaloideum*) (*амигдала*) — скопление клеток в белом веществе височной доли. При помощи *передней спайки* оно соединяется с одноименным телом другой стороны. Миндалевидное тело принимает импульсы из разнообразных афферентных систем, в том числе обонятельной, имеет отношение к эмоциональным реакциям (рис. 3.36).

**Поверхность полушарий.** *Кора больших полушарий (плащ)* у человека представлена пластинкой серого вещества, отделенной от полости желудочков белым веществом. Это в основном *новая кора*, которая почти полностью вытесняет кору низших позвоночных; последняя остается у человека лишь в виде небольших участков *древней* и *старой коры*. Прогрессивно развиваясь у млекопитающих, новая кора достигает у человека огромных размеров, сложного строения и подчиняет себе функции всех нижерасположенных отделов мозга.

*Продольная щель большого мозга* делит его на два полушария — правое и левое. В каждом полушарии различают три *поверхности*: *верхнелатеральную*, прилегающую к внутренней поверхности крыши черепа (Атл. рис. 126, 128); *нижнюю*, передняя и средняя части которой лежат на основании черепа, а задняя — на намете мозжечка (Атл. рис. 127); *медиальную*, обращенную в продольную щель мозга (Атл. рис. 129). В месте перехода одной поверхности в другую образуются *края полушария* — верхний, нижнелатеральный и нижнемедиальный. В каждом полушарии имеются также лобный, височный и затылочный *полюсы*.

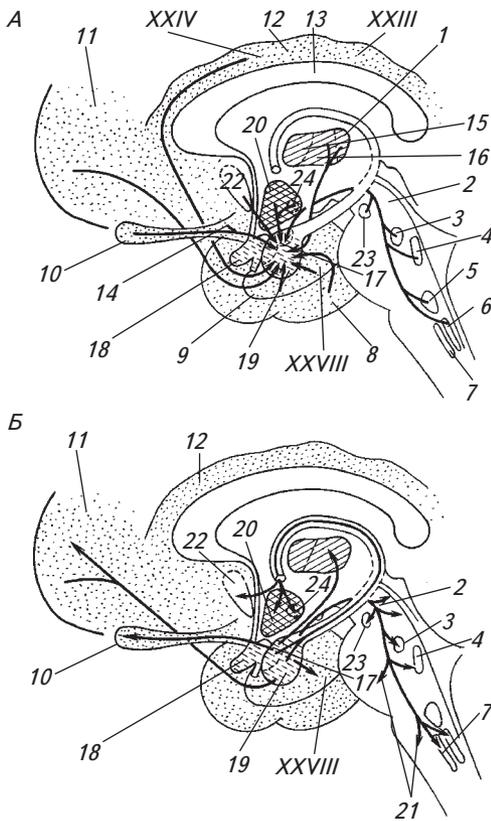


Рис. 3.36. Структуры головного мозга, связанные с миндалиной: афферентные (А) и эфферентные (Б) связи миндалины: 1 — ядра таламуса; 2 — околосерозное вещество; 3 — парабрахиальное ядро; 4 — голубое пятно; 5 — ядра шва; 6 — ядро одиночного пути; 7 — досальное ядро X нерва; 8 — височная кора; 9 — обонятельная кора; 10 — обонятельная луковица; 11 — лобная кора; 12 — поясная извилина; 13 — мозолистое тело; 14 — обонятельное ядро; 15 — передне-вентральное и 16 — дорсомедиальное ядра таламуса; 17 — центральное, 18 — кортикальное и 19 — базолатеральное ядра миндалины; 20 — гипоталамус; 21 — ретикулярная формация; 22 — перегородка; 23 — черная субстанция; 24 — вентромедиальное ядро гипоталамуса; XXIII, XXIV, XXVIII — поля коры

На всем своем протяжении кора углубляется в многочисленные борозды (*sulci cerebri*), которые делят поверх-

ность полушария на выпуклые *извилины* и *доли*. Выделяют борозды первичные, вторичные и третичные. *Первичные борозды* — наиболее глубокие и постоянные по своей конфигурации, они первыми закладываются в пренатальном онтогенезе. Некоторые из них называются щелями (например, боковая борозда или щель, шпорная борозда или щель). *Вторичные борозды* менее глубокие, имеют более изменчивый рисунок. Они также образуются пренатально, но позднее, чем первичные. *Третичные борозды* более короткие, неглубокие, еще более изменчивы по форме и возникают в конце внутриутробного развития и в постнатальном онтогенезе. Именно эти борозды придают поверхности полушария мозга особый неповторимый вид, благодаря чему каждый человек обладает индивидуальным специфическим рисунком борозд. Даже оба полушария мозга одного и того же человека асимметричны.

В каждом полушарии различают шесть долей: лобную, теменную, височную, затылочную, краевую и островок. Их разделяют латеральная, центральная, теменно-затылочная, поясная и коллатеральная борозды.

*Латеральная борозда (sulcus lateralis)* начинается у основания полушария значительным углублением, дно которого образует покрытый бороздами и извилинами островок (рис. 3.37). Боковая борозда выходит на латеральную поверхность полушария, по которой идет полого назад и вверх, отделяя височную долю от вышерасположенных долей: лобной — спереди и теменной — сзади. От начала боковой борозды отходят две ветви: вверх — *восходящая* и вперед — *передняя* (Атл. рис. 127, 128).

*Центральная борозда (sulcus centralis)* обычно пререзает медиальный край полушария приблизительно на середине его протяжения и тянется

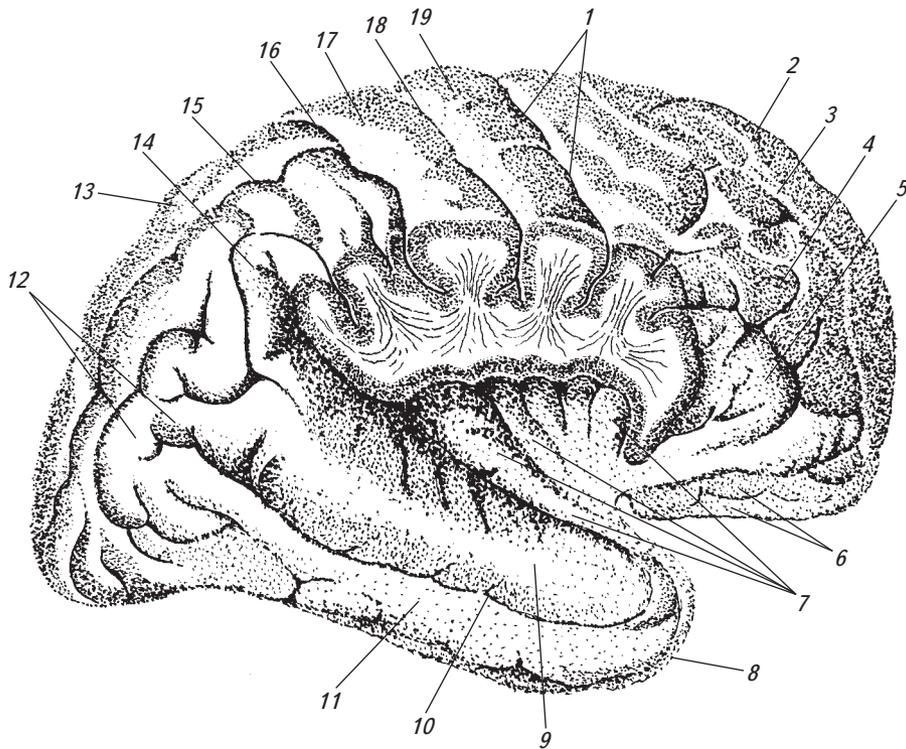


Рис. 3.37. Верхнелатеральная поверхность полушария. Островок:

1 — прецентральная борозда; 2 — верхняя лобная извилина; 3 — верхняя лобная борозда; 4 — средняя и 5 — нижняя лобные извилины; 6 — глазничная часть лобной доли; 7 — борозды и извилины островка; 8 — височный полюс; 9 — верхняя височная извилина; 10 — верхняя височная борозда; 11 — средняя височная и 12 — угловая извилины; 13 — верхняя теменная долька; 14 — надкраевая извилина; 15 — межтеменная и 16 — постцентральная борозды; 17 — постцентральная извилина; 18 — центральная борозда; 19 — прецентральная извилина

по верхнелатеральной поверхности вниз и вперед, чаще всего не доходит до боковой борозды. Центральная борозда отделяет лобную долю от теменной (Атл. рис. 126, 128).

*Теменно-затылочная борозда (sulcus parietooccipitalis)* проходит вертикально по медиальной поверхности полушария, отделяя теменную долю (*предклинье*) от затылочной. На верхнелатеральной поверхности полушария границей между этими долями считается воображаемая линия, соединяющая верхний конец теменно-затылочной борозды с *предзатылочной вырезкой* (след давления на нижний

край полушария пирамиды височной кости).

*Поясная борозда (sulcus cinguli)* проходит по медиальной поверхности полушария параллельно мозолистому телу, отделяя лобную и теменную доли от поясной извилины (краевой доли). Борозда оканчивается вертикальной ветвью (Атл. рис. 129).

*Коллатеральная борозда (sulcus collateralis)* отделяет на нижней поверхности полушария височную долю от краевой и затылочной (Атл. рис. 127, 129).

На нижней поверхности полушария, в его передней части, расположена

обонятельная борозда (*sulcus olfactorius*), которая доходит до *переднего продырявленного вещества* (*substantia perforata anterior*). В обонятельной борозде лежит *обонятельная луковица* (*bulbus olfactorius*), которая продолжается в *обонятельный тракт* (*tractus olfactorius*). Сзади он раздваивается на *латеральную* и *медиальную обонятельные полоски*, образующие *обонятельный треугольник*. В центре его лежит переднее продырявленное вещество.

**Доли полушария. Лобная доля** (*lobus frontalis*) сзади ограничена *центральной бороздой* (*sulcus centralis*) и расположенными впереди и параллельно ей верхней и нижней *прецентральной бороздами* (*sulcus precentralis*). Последние ограничивают *переднюю центральную (прецентральную) извилину* (*gyrus precentralis*), которая на медиальной поверхности полушария переходит в переднюю часть *парацентральной доли*. От обеих прецентральных борозд отходят вперед почти под прямым углом две параллельные борозды — *верхняя лобная* и *нижняя лобная*, которые обособляют три лобные извилины. *Верхняя лобная извилина* (*gyrus frontalis superior*) заходит на медиальную поверхность полушария, где снизу ограничивается *попоясной бороздой* (*sulcus cinguli*). *Средняя лобная извилина* (*gyrus frontalis medius*) расположена между верхней и нижней лобными бороздами. *Нижняя лобная извилина* (*gyrus frontalis inferior*) делится на три части: *покрышечную (оперкулярную) часть* (*pars opercularis*) — между нижней прецентральной бороздой сзади, нижней лобной бороздой сверху и восходящей ветвью боковой борозды спереди; *треугольную (триангулярную) часть* (*pars triangularis*) — между восходящей и передней ветвями боковой борозды и *глазничную (орбитальную) часть* (*pars orbitalis*) — ниже передней

ветви боковой борозды, которая распространяется на нижнюю поверхность лобной доли. Наиболее выдающуюся вперед часть лобной доли называют *лобным полюсом*.

**Теменная доля** (*lobus parietalis*) в своей передней части, между центральной и параллельной ей *постцентральной бороздой* (*sulcus postcentralis*), содержит *постцентральную извилину* (*gyrus postcentralis*). На медиальной поверхности полушария она переходит в заднюю часть *парацентральной доли* (*lobulus paracentralis*). Перпендикулярно постцентральной борозде, назад и параллельно медиальному краю полушария идет *межтеменная борозда* (*sulcus intraparietalis*), разделяющая заднюю часть теменной доли на верхнюю и нижнюю теменные доли. *Верхняя доля* заходит на медиальную поверхность полушария — это *предклинье* (*precuneus*). В нижнюю теменную долю вдаются задние концы латеральной борозды и лежащей под ней верхней височной борозды. Часть этой доли, окружающая конец латеральной борозды, называется *надкраевой извилиной* (*gyrus supramarginalis*), а часть, окружающая конец верхней височной борозды, — *угловой извилиной* (*gyrus angularis*). От затылочной теменная доля отделяется частью *теменно-затылочной борозды* (*sulcus parieto-occipitalis*).

**Височная доля** (*lobus temporalis*) отделена от лобной и теменной долей латеральной бороздой. На верхнелатеральной ее поверхности лежат три параллельные борозды. *Верхняя височная борозда* (*sulcus temporalis superior*) лежит непосредственно под латеральной и ограничивает *верхнюю височную извилину* (*gyrus temporalis superior*). *Нижняя височная борозда* (*sulcus temporalis inferior*), состоящая обычно из отдельных отрезков, ограничивает снизу *среднюю височную извилину*

(*gyrus temporalis medius*). *Нижняя височная извилина* (*gyrus temporalis inferior*) с медиальной стороны ограничена нижнелатеральным краем полушария. На нижней поверхности височной доли расположены *медиальная* и *латеральная височно-затылочная извилины* (*gyrus occipitotemporalis medialis et lateralis*), разделенные одноименной бороздой. От краевой доли медиальную височно-затылочную извилину отделяет *коллатеральная борозда* (*sulcus collateralis*). Спереди височная доля закругляется в *височный полюс*.

**Затылочная доля** (*lobus occipitalis*) в верхней части верхнелатеральной и на медиальной поверхности отделена от теменной доли теменно-затылочной бороздой. На верхнелатеральной поверхности она не имеет постоянных борозд. Ее основная, *шпорная борозда* (*sulcus calcarinus*) расположена горизонтально на медиальной поверхности и идет от затылочного полюса до теменно-затылочной борозды, с которой сливается в один ствол. Между этими бороздами лежит треугольной формы извилина — *клин* (*cuneus*). Шпорная борозда и задняя часть коллатеральной ограничивают *медиальную височно-затылочную извилину*. Нижняя поверхность затылочной доли лежит на мозжечковом намете. На заднем конце доля суживается в *затылочный полюс*.

**Краевая доля** располагается на медиальной и нижней поверхностях полушария. В нее входят поясная и парагиппокампальная извилины. *Поясная извилина* (*gyrus cinguli*) ограничивается снизу *бороздой мозолистого тела*, а сверху — *поясной бороздой*, отделяющей ее от лобной и теменной долей. *Парагиппокампальная извилина* (*gyrus parahippocampalis*) ограничивается сверху *гиппокампальной бороздой* (*sulcus hippocampi*), служащей продолжением вниз и вперед заднего конца борозды мозолистого тела. Снизу

извилины отделена коллатеральной бороздой от височной доли.

Передний конец парагиппокампальной извилины охватывает передний конец гиппокампальной борозды, образуя *крючок* (*incisus*).

**Белое вещество** находится под корой больших полушарий, образуя выше мозолистого тела сплошную массу. Ниже белое вещество прерывается скоплениями серого (базальными ганглиями) и располагается между ними в виде прослоек или капсул (рис. 3.33).

В составе белого вещества различают ассоциативные, комиссуральные и проекционные волокна.

*Ассоциативные волокна* связывают различные участки коры одного и того же полушария. Короткие волокна (дугообразные волокна) проходят на дне борозд и соединяют кору соседних извилин, а длинные — извилины различных долей (рис. 3.38). К длинным ассоциативным волокнам относятся:

— *верхний продольный пучок* — соединяет нижнюю лобную извилину с нижнетеменной долькой, височной и затылочной долями; он имеет форму дуги, огибающей островок, и тянется вдоль всего полушария;

— *нижний продольный пучок* — соединяет височную долю с затылочной;

— *лобно-затылочный пучок* — соединяет лобную долю с затылочной и островком;

— *поясной пучок* — соединяет переднее продырявленное вещество с гиппокампом и крючком, расположен в форме дуги в поясной извилине, огибая сверху мозолистое тело;

— *крючковидный пучок* — соединяет нижнюю часть лобной доли, крючок и гиппокамп.

*Комиссуральные волокна* связывают кору симметричных частей обоих полушарий. *Мозолистое тело* (*corpus callosum*) — самая крупная

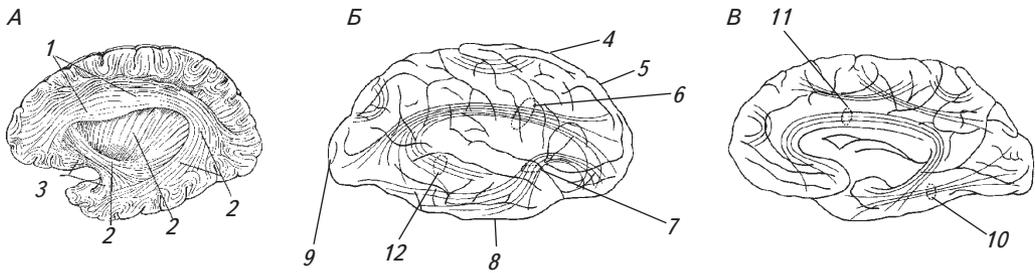


Рис. 3.38. Системы ассоциативных волокон полушарий:

*А* — препарат, приготовленный методом расщепления; *Б, В* — схемы (по С.П. Дзугаевой); 1 — короткие ассоциативные (дугобразные); 2 — длинные ассоциативные; 3 — проекционные; 4 — теменная доля; 5 — лобная доля; 6 — верхний продольный пучок; 7 — лобно-затылочный пучок; 8 — височная и 9 — затылочная доли; 10 — нижний продольный и 11 — поясной пучки; 12 — лобно-височный пучок

комиссуральная система, соединяющая одноименные участки новой коры правого и левого полушарий (рис. 3.39). Оно расположено в глубине продольной щели и представляет собой упло-

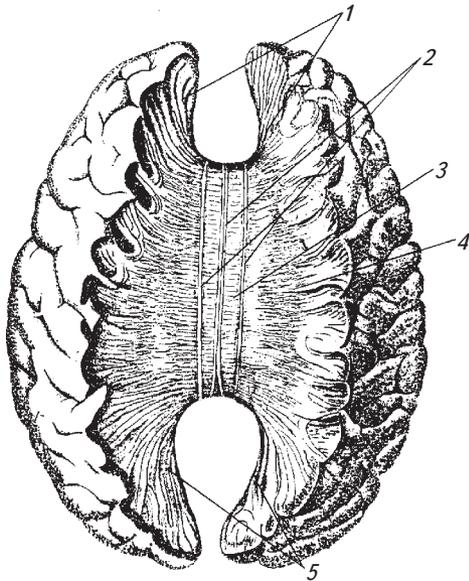


Рис. 3.39. Мозолистое тело:

1 — лучистость мозолистого тела (лобная часть); 2 — медиальные и латеральные полосы серого вещества; 3 — мозолистое тело; 4 — лучистость мозолистого тела (теменная часть); 5 — лучистость мозолистого тела (затылочная часть)

щенное вытянутое образование (рис. 3.14). Передний отдел мозолистого тела загнут вперед и вниз и заканчивается суженой частью — клювом и концевой пластинкой. Средняя часть — ствол — наиболее длинная, выпуклая. Задний отдел — валик — нависает над пластинкой четверохолмия и эпифизом. Поверхность мозолистого тела покрыта тонким слоем серого вещества, которое образует четыре продольные полосы. Сзади оно переходит в виде зубчатой извилины на парагиппокампальную, а спереди — в паратерминальную извилину. Расходящиеся от мозолистого тела волокна образуют его лучистость. В ней различают лобную, теменную, височную и затылочную части.

Для филогенетически древней коры системами комиссуральных волокон служат передняя и задняя спайки. *Передняя спайка (comissura anterior)* связывает крючки височных долей и парагиппокампальные извилины, а также серое вещество обонятельных треугольников (рис. 3.14).

*Проекционные волокна* выходят за пределы полушарий в составе проекционных путей. По ним осуществляется двусторонняя связь коры с нижележащими отделами центральной

нервной системы, вплоть до спинного мозга.

Все проекционные пути полушарий, как восходящие, так и нисходящие, проходят во *внутренней капсуле*. Она является продолжением основания ножек мозга (рис. 3.30; см. Атл.). Между внутренней капсулой и корой проекционные пути располагаются веерообразно, образуя *лучистый венец*.

Во внутренней капсуле различают переднюю и заднюю ножки и колено. Нисходящие проекционные пути, проходящие через капсулу, связывают различные зоны коры с нижележащими структурами. В передней ножке проходят: лобно-мостовой путь (часть корково-мостового пути) и передняя таламическая лучистость. В колене идут волокна кортико-ядерного пути, а в верхней части задней ножки — кортико-спинальные, кортико-красноядерные, кортико-ретикулярные пути, а также волокна таламической лучистости (таламо-париетальные волокна). В наиболее удаленной части задней ножки проходят кортико-тектальные, височно-мостовые волокна и волокна таламической лучистости, идущие к затылочным и височным областям коры в зрительные и слуховые зоны. Здесь же идет теменно-затылочно-мостовой пучок.

Нисходящие проекционные пути, идущие от коры, объединяются в *пирамидный путь*, состоящий из кортико-ядерного и кортикоспинального путей.

Особое место в системе волокон больших полушарий занимает *свод* (*forix*). Он представляет собой изогнутый тяж, в котором различают тело, ножки и столбы (рис. 3.14, 3.40). *Тело свода* расположено под мозолистым телом и срастается с ним. Спереди тело свода переходит в *столбы свода*, которые загибаются вниз, и каждый из них переходит в мамиллярное тело гипоталамуса. Передняя

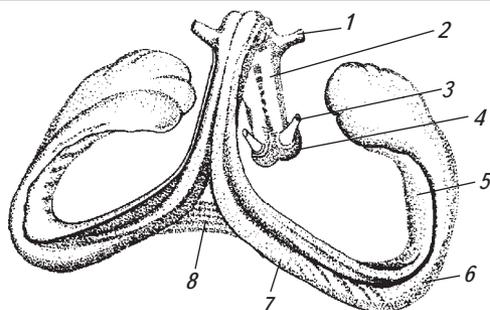


Рис. 3.40. Свод (по Сапину):

1 — передняя спайка; 2 — столбы свода; 3 — мамиллоталамический пучок; 4 — мамиллярное тело; 5 — бахрома гиппокампа; 6 — гиппокамп; 7 — ножка свода; 8 — комиссура свода

часть тела свода и частично столбы срастаются с *прозрачной перегородкой* (*septum pellucidum*), которая состоит из двух параллельных пластинок, натянутых между телом и столбами свода сзади и мозолистым телом сверху, спереди и снизу. Пластинки прозрачной перегородки служат медиальными стенками боковых желудочков переднего мозга. Столбы свода расположены над передними отделами таламусов. Между каждым столбом и таламусом имеется щель — межжелудочковое отверстие. Спереди от столбов свода, срастаясь с ними, лежит *передняя спайка*. Сзади тело свода продолжается в парные *ножки свода*, которые уходят латерально вниз, отделяются от мозолистого тела и срастаются с гиппокампом, образуя его бахромку. Оканчивается бахромка гиппокампа в крючке, одна из ее сторон обращена в просвет бокового желудочка. Правый и левый гиппокампы связаны между собой через *комиссуру свода*, расположенную между ножками. Таким образом, с помощью свода височная доля полушария соединяется с мамиллярными телами промежуточного мозга. Кроме того, часть волокон свода направляется от гиппокампа к таламусу, миндалине и древней коре.

**Боковые желудочки** (*ventriculi laterales*) полушарий состоят из центральной части и трех отходящих от нее рогов (рис. 3.32).

**Центральная часть** содержит *сосудистое сплетение*, в виде узкой горизонтальной щели она расположена на уровне теменной доли полушария, над таламусом и хвостатым ядром. Сверху центральная часть бокового желудочка ограничена лучистостью мозолистого тела, а медиальной ее стенкой является тело свода. На границе таламуса и хвостатого ядра проходит *концевая полоска*, включающая волокна, связывающие миндалевидное тело с прозрачной перегородкой, ядрами гипоталамуса и передним продырявленным веществом.

**Передний рог**, имеющий треугольное сечение, помещается в лобной доле (Атл. рис. 131). От переднего рога другого полушария он отделен *прозрачной перегородкой*, расположенной между мозолистым телом и столбом свода. Его латеральная и часть нижней стенки образованы головкой хвостатого ядра. Сзади средняя часть бокового желудочка значительно расширяется и переходит в центральную часть бокового желудочка. Здесь также находится межжелудочковое отверстие, связывающее боковые и третий желудочки.

**Задний рог**, углубляющийся в затылочную долю, мал; на его внутренней стенке помещается выступ — *птичья шпора*, — образованный вдавлением глубокой шпорной борозды; нижняя стенка также несколько приподнята коллатеральной бороздой.

**Нижний рог** проходит в толще височной доли вперед и вниз. Его дно приподнято коллатеральной бороздой; медиальная стенка сильно втячена вглубь гиппокамповой борозды и образует здесь *гиппокамп*. Последний состоит из сместившейся в желудочек старой коры (нижних позвоночных).

Получая импульсы от многих анализаторов, он связан с регуляцией обобщенных движений всего тела и эмоциями.

**Межжелудочковые отверстия** открываются в боковые желудочки между их средней частью и передним рогом. Через эти отверстия переходят друг в друга сосудистые сплетения третьего и обоих боковых желудочков.

**Архитектоника коры.** Под архитектурой коры больших полушарий понимают особенности ее микроскопического строения. Различают цитоархитектонику (клеточное строение) и миелоархитектонику (волокнистое строение коры) (рис. 3.41). Начало изучения архитектуры коры больших полушарий относится к концу XVIII века, когда в 1782 г. Дженнари впервые обнаружил неоднородность строения коры в затылочных долях полушарий. В 1868 г. Мейнерт разделил

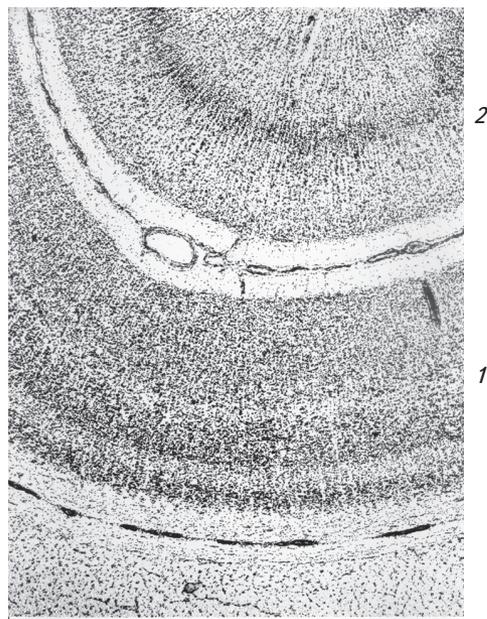


Рис. 3.41. Цитоархитектоника коры головного мозга (поле 17 (1) и 19 (2))

поперечник коры полушарий на слои. В России первым исследователем коры был В.А. Бец (1874). Во второй половине XX века изучение архитектоники коры достигло наибольшего расцвета, что нашло отражение в трудах нейроморфологов и физиологов всего мира.

Серое вещество, расположенное на поверхности больших полушарий, представлено в основном *новой корой* (*neocortex*). Она занимает у человека 96%. Филогенетически более ранние корковые структуры — древняя, старая и промежуточная кора — у человека выражены незначительно.

*Древняя кора* (*paleocortex*) представлена главным образом прозрачной перегородкой боковых желудочков, передним продырявленным веществом и латеральной обонятельной полоской.

К *старой коре* (*archeocortex*) относятся медиальная обонятельная полоска, гиппокамп, крючок парагиппокамповой извилины и полоска серого вещества в глубине борозды мозолистого тела.

За исключением крючка поверхность парагиппокамповой извилины имеет строение, переходное от старой коры к новой, и выделяется в качестве *промежуточной коры* (*mesocortex*). Подобная кора в очень незначительном количестве сохранилась у человека и между древней и новой корой.

Толщина *новой коры* неодинакова в различных участках и равна в среднем 2–3 мм. В верхних участках пре- и постцентральных извилин и парацентральной дольки она достигает 5 мм, тогда как в глубине борозд она значительно меньше. Образующие кору нервные клетки и волокна расположены в виде слоев (рис. 3.42). Последние отличаются по толщине, густоте расположения, форме и величине клеток, направлению, густоте и диаметру волокон. В моторных областях коры выделяют шесть таких слоев.

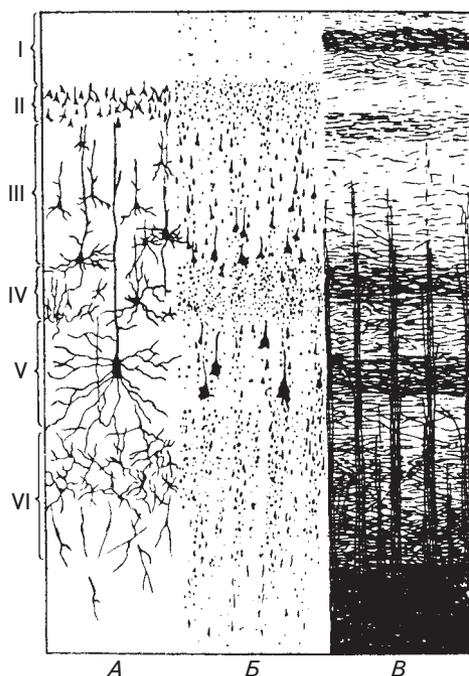


Рис. 3.42. Клеточные (А, Б) и волокнистое (В) строения коры больших полушарий на поперечном срезе (по Рамон—Кахалу, Бродману и Фохту). (I—VI — слои коры)

Слой I — *молекулярный*, содержит немногочисленные, очень мелкие горизонтальные клетки, их аксоны расположены параллельно поверхности мозга (тангенциально) (рис. 3.43). Эти клетки осуществляют местную регуляцию активности эфферентных нейронов. Слой является общим для новой, старой, древней и промежуточной коры.

Слой II — *наружный зернистый*, содержит преимущественно мелкие нейроны неправильной формы (округлой, звездчатой, пирамидной). Дендриты, а также аксоны некоторых нейронов поднимаются в молекулярный слой, где контактируют с горизонтальными нейронами. Большая часть аксонов уходит в белое вещество. Слой беден миелиновыми волокнами.

Слой III — *пирамидный*, состоит из клеток пирамидной формы, размеры

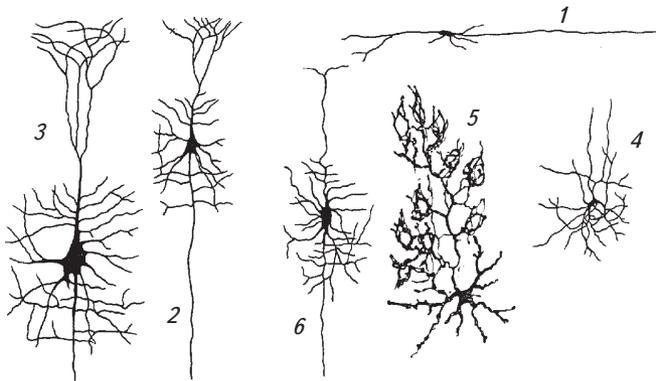


Рис. 3.43. Типы нейронов коры:

горизонтальные нейроны I слоя (1); пирамидные нейроны II, III (2) и V (3) слоев; звездчатый нейрон II и III слоев (4); корзинчатый нейрон IV слоя (5); веретенообразный нейрон VI слоя (6)

которых увеличиваются от 10 до 40 мкм по направлению вглубь. Обычно они располагаются колонками, между которыми проходят проекционные волокна. От вершины пирамидного нейрона отходит главный дендрит, который достигает молекулярного слоя. Остальные дендриты, начинающиеся на боковых поверхностях тела нейрона и его основании, образуют синапсы с соседними клетками слоя. Аксон всегда отходит от основания тела клетки. Аксоны мелких нейронов остаются в пределах коры, а крупных — формируют ассоциативные и комиссуральные волокна белого вещества. Наряду с пирамидными, в этом слое встречаются и звездчатые клетки.

Слой IV — *внутренний зернистый*, образован часто расположенными звездчатыми и корзинчатыми клетками и густым скоплением горизонтально направленных миелиновых волокон. На нейронах этого слоя оканчивается большинство проекционных афферентных волокон, приходящих в кору, а их аксоны проникают в ниже- и вышележащие слои, таким образом происходит переключение афферентных импульсов на эфферентные нейроны III и V слоев. В различных зонах коры он имеет не-

одинаковую толщину — в прецентральной извилине он почти не выражен, а в зрительной коре развит достаточно хорошо.

Слой V — *ганглиозный*, включает в себе пирамидные клетки, среди которых встречаются очень крупные — клетки Беца. Их высота достигает 120 мкм, а ширина — 80 мкм. Аксоны этих нейронов формируют пирамидные тракты. От аксонов, образующих тракт, еще до выхода из коры отходит большое количество коллатералей, по которым проходят тормозные импульсы к соседним нейронам. После выхода из коры коллатерали этих волокон доходят до полосатого тела, красного ядра, ретикулярной формации, ядер моста и нижних олив. Два последних передают сигналы в мозжечок. Кроме того, существуют нейроны, посылающие свои аксоны непосредственно к хвостатому ядру, красному ядру и ядрам ретикулярной формации ствола мозга. Пирамидные нейроны получают также большое количество афферентных входов из различных отделов нервной системы. Они поступают по радиальным и горизонтальным волокнам. Афферентные синапсы покрывают тело клетки и дендриты. На последних синаптические контакты

образуются преимущественно на шипиках — выростах на поверхности дендрита. Количество шипиков увеличивается в процессе созревания коры и образования новых связей.

Слой VI — *полиморфный*, с большим количеством веретенообразных клеток; отличается изменчивостью в распределении и густоте клеток и волокон. Во внешней части слоя клетки крупнее, тогда как в глубоких его частях размеры нейронов уменьшаются, а расстояние между ними увеличивается. Аксоны веретеновидных нейронов образуют эфферентные пути, а короткие верхушечные дендриты уходят в молекулярный слой или заканчиваются синапсами на нейронах V и IV слоев.

По мере удаления от поверхности коры слой VI переходит в белое вещество, в нем значительно возрастает количество волокон и снижается доля клеток. Иногда эту переходную зону выделяют в VII слой коры.

Все клетки коры — вставочные нейроны. По строению среди них различают длинноаксонные и короткоаксонные нейроны. Они выполняют различную функциональную нагрузку.

*Клетки с длинным аксоном* представлены *пирамидными* и *веретенооб-*

*разными клетками* (рис. 3.43). Это основные клеточные элементы V—VI слоев. Длинный нисходящий аксон этих клеток отдает многочисленные коллатерали на всем своем пути и, выходя из коры, продолжается в белое вещество как нисходящее проекционное волокно. Последнее оканчивается в подкорковых ганглиях, двигательных ядрах ствола или на мотонейронах спинного мозга. Восходящий дендрит пирамидных клеток поднимается до первого слоя коры и образует здесь густое конечное ветвление. На своем пути он отдает, как и другие дендриты пирамидных нейронов, веточки к нейронам всех слоев, через которые проходит. Таким образом, пирамидные клетки собирают импульсы со всех слоев коры.

В верхних слоях длинные аксоны имеют пирамидные клетки III слоя. Аксоны этих клеток входят в состав белого вещества преимущественно в качестве ассоциативных волокон, по которым осуществляется связь между различными участками коры, а также в виде комиссуральных волокон, связывающих кору двух полушарий.

*Клетки с коротким аксоном* отличаются тем, что последний не выходит за пределы коры. Это клетки глав-

### 3.3.6. Развитие головного мозга в онтогенезе

Мозг человека развивается из эмбриональной эктодермы, лежащей над хордой. С 11-го дня внутриутробного развития, начиная с головного конца зародыша, происходит закладка *нервной пластинки*, которая впоследствии (к 3 неделе) замыкается в трубку. *Нервная трубка* отшнуровывается от эктодермального слоя и оказывается погруженной под него. Одновременно с образованием нервной трубки под слоем эктодермы закладываются парные полоски, из которых формируются ганглионарные пластинки (*нервные гребни*).

Первой смыкается та часть нервной трубки, из которой образуется задний мозг. Смыкание трубки в переднем направлении происходит мед-

леннее, чем в заднем, из-за ее большей толщины. Последним закрывается отверстие на переднем конце нервной трубки. Сформированная нервная трубка расширяется на переднем конце, на месте формирования будущего головного мозга.

В первичной закладке головного мозга появляются два перехвата и образуются *три первичных мозговых пузыря*: *передний (prosencephalon)*, *средний (mesencephalon)* и *задний (rhombencephalon)* (рис. 3.49, А). У трехнедельного эмбриона намечается разделение первого и третьего пузыря еще на две части, в связи с чем наступает следующая, *пятипузырная стадия* развития (рис. 3.49, Б). Из переднего пузыря выпячивается вперед и в стороны парный вторичный пузырь — *конечный мозг*

ным образом звездчатой и корзинчатой формы. У человека их больше, чем у животных, они разнообразнее по форме и встречаются во всех слоях коры. В IV слое это главные элементы. Их роль заключается в восприятии афферентных импульсов и распределении их на пирамидные клетки III и V слоев. Звездчатыми клетками осуществляется, кроме того, круговая циркуляция импульсов в коре. Передавая импульс от одной звездчатой клетки к другой, эти нейроны объединяются в *нейронные сети*. Восприняв нервный импульс, они могут длительно пребывать в состоянии скрытой, не выявляющейся во внешних реакциях активности даже после того, как прекратилось действие раздражителя. Это и есть одна из форм материального субстрата памяти, анатомо-функциональные предпосылки для динамической фиксации следов возбуждения, удержания и эффективного использования информации, запасаемой человеком на протяжении всей его жизни.

Согласно современным представлениям, кора головного мозга построена из взаимодействующих функциональных блоков — модулей или локальных сетей. Они могут быть представлены

пластинами или колонками (Атл. рис. 139). Наиболее четко такая организация выражена в сенсорных областях коры (зрительной, слуховой, соматосенсорной). Колонки представляют собой вертикальные модули диаметром примерно 300 мкм. Основой для организации данного модуля служит входящее в кору волокно. Такие волокна могут быть отростками нейронов таламуса, латерального колленчатого тела и т. д. Они (волокна) оканчиваются синаптически на звездчатых нейронах IV слоя и на базальных дендритах пирамидных нейронов. Отсюда возбуждение распространяется на выше- и нижележащие нейроны. Таким образом, информация от небольшой группы подкорковых нейронов поступает в локальный участок коры. Этим достигается точность обработки сенсорных сигналов. Кортико-кортикальные волокна образуют контакты с нейронами всех слоев и могут выходить за пределы данного модуля. За счет этого происходит более сложная обработка информации, поступившей от различных рецепторов.

По характеру составляющих слоев нейронов кора может быть разделена на верхний и нижний этажи. *Нижний этаж*, представленный V—VI слоя-

(*telencephalon*), из которого развиваются большие полушария и некоторые базальные ядра, а задняя часть переднего пузыря получает название *промежуточного мозга (diencephalon)*. С каждой стороны промежуточного мозга вырастает глазной пузырь, в стенке которого формируются нервные элементы глаза. Из заднего пузыря развивается *задний мозг (metencephalon)*, включающий мозжечок и мост, и *добавочный (myelencephalon)*. Средний мозг сохраняется как единое целое, но в процессе развития в нем происходят значительные изменения, связанные с образованием специализированных рефлекторных центров, имеющих отношение к зрению и слуху, а также к тактильной, температурной и болевой чувствительности.

Первичная полость мозговой трубки тоже изменяется. В области конечного мозга полость расширяется в парные *боковые желудочки*; в промежуточном мозге превращается в узкую сагиттальную щель — *третий желудочек*; в среднем мозге остается в форме канала — *водопровода мозга*; в ромбовидном пузыре она не делится при переходе в пятипузырную стадию и превращается в общий для заднего и добавочного мозга *четвертый желудочек*. Полости мозга выстланы эпендимой (разновидностью нейроглии) и заполнены церебро-спинальной жидкостью.

Вследствие быстрого и неравномерного роста отдельных частей конфигурация головного мозга сильно усложняется. Он образует три изгиба: передний — *теменной изгиб* — в области среднего мозга и задний — *затылочный* —

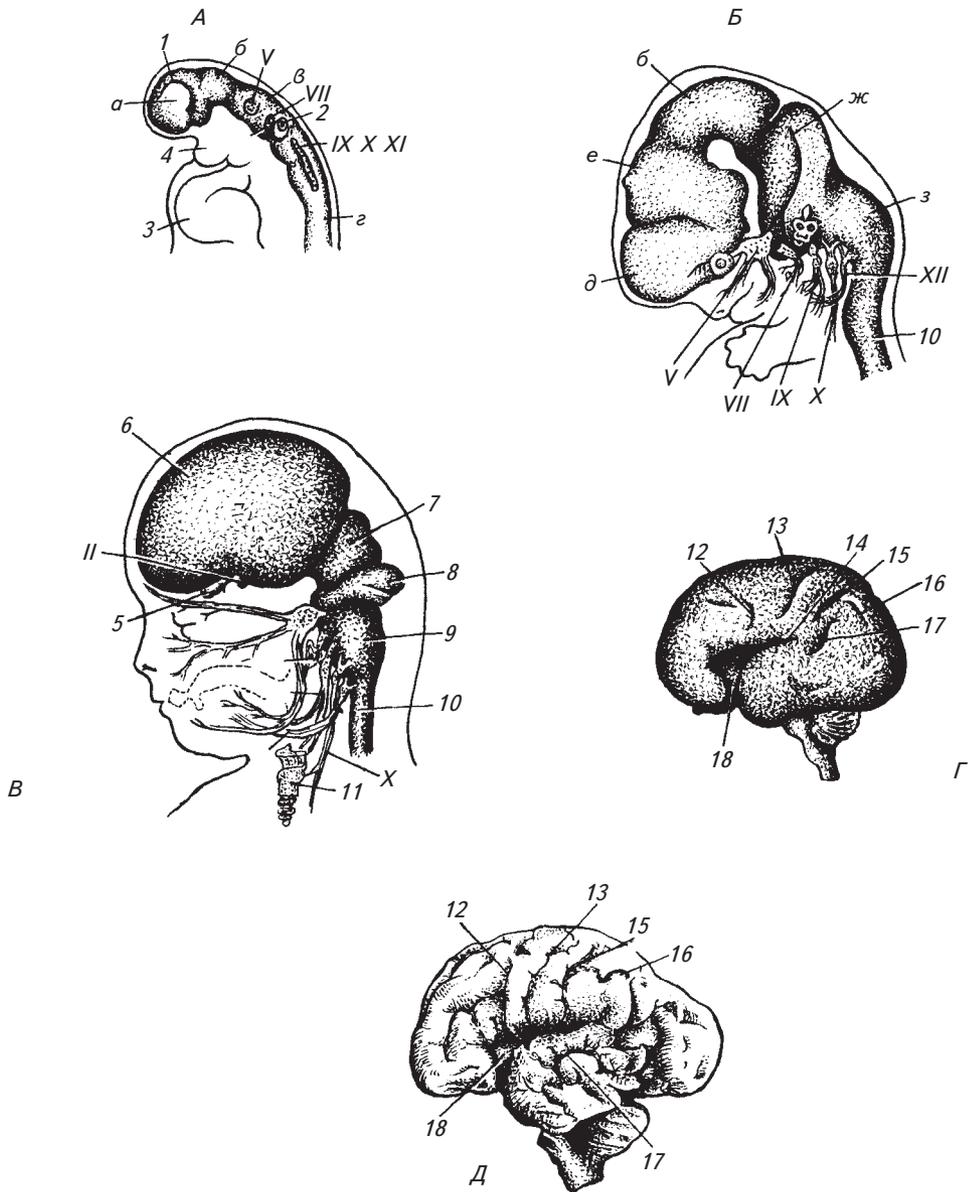


Рис. 3.49. Развитие головного мозга в пренатальный период:

А — 3 недели; Б — 5 недель; В — 5 месяцев; Г — 6 месяцев; Д — новорожденный; а — передний, б — средний и в — задний пузыри; г — спинной мозг; д — конечный, е — промежуточный, ж — задний и з — добавочный мозг; 1 — глазной пузырек; 2 — слуховой пузырек; 3 — сердце; 4 — нижнечелюстной отросток; 5 — обонятельный бугорок; 6 — большое полушарие; 7 — средний мозг; 8 — мозжечок; 9 — продолговатый мозг; 10 — спинной мозг; 11 — гортань; 12 — нижняя прецентральная, 13 — центральная, 14 — латеральная, 15 — постцентральная, 16 — межтеменная и 17 — верхняя височная борозды; 18 — островок. Римскими цифрами обозначены черепные нервы

ми, несет проекционную функцию, отдавая нисходящие волокна к двигательным ядрам головного и спинного мозга. *Верхний этаж*, состоящий из II—IV слоев, распространяет по коре импульсы, поступающие по восходящим волокнам от подкорковых структур, и посылает ассоциативные и комиссуральные волокна ко всем областям коры, т. е. имеет отношение к более сложным функциям. Верхний этаж коры в онто- и филогенезе развивается позже нижнего; у человека он выражен лучше, чем у животных.

Считается, что сложность и совершенство строения коры больших полушарий человека по сравнению с ее организацией у животных зависит, главным образом, от увеличения количества клеток с коротким нейритом, а значительное увеличение площади коры человека связано с ростом ассоциативных волокон.

По ширине слоев, форме, величине и густоте расположения клеток кору делят на области и поля (Атл. рис. 132). Области появляются в онтогенезе раньше и характеризуются более общими признаками, чем поля, выделяющиеся в результате более поздней структурной дифференцировки.

в области добавочного (на границе со спинным мозгом) выпуклостью обращены назад и появляются к 4 неделе. Средний — *мостовой изгиб* — в области заднего мозга обращен выпуклостью вперед, формируется в течение 5 недели.

В области *продолговатого мозга* сначала формируется структура, сходная со спинным мозгом. В период образования мостового изгиба (6-я неделя) крыльчатая и базальная пластинки раскрываются наподобие книжки, крыша растягивается и становится очень тонкой. В нее впячивается сосудистое сплетение четвертого желудочка. Из части клеток, расположенных в области дна IV желудочка, образуются ядра черепно-мозговых нервов (подъязычного, блуждающего, языкоглоточного, лицевого, тройничного и преддверно-улиткового). При образо-

*Затылочная, височная и островковая области* совпадают с соответствующими долями полушария. *Теменные, верхняя, нижняя и постцентральная области* входят в состав теменной доли. Первые покрывают одноименные доли и отделены от постцентральной области постцентральной бороздой. *Переднецентральная и лобная области* занимают лобную долю. Граница между ними более или менее соответствует верхней и нижней переднецентральной бороздам. С поясной извилиной совпадает *лимбическая область*, входящая в состав лимбической системы.

Возникновение цитоархитектонических областей предшествует образованию борозд и извилин на поверхности полушарий. Причина образования борозд и извилин заключается в неравномерном росте отдельных частей коры, что влечет за собой смещение некоторых ее участков и возникновение на поверхности полушарий углублений и выпячиваний.

Расположение борозд и извилин на поверхности полушария, распространение архитектурных структур, их относительная величина, форма и качественные особенности неодинаковы у людей. На этом основании некоторые ученые строили выводы

вании изгибов нервной трубки некоторые из ядер могут перемещаться от места своей первоначальной закладки.

На 7 неделе начинается формирование ядер *моста*, к которым впоследствии подрастут аксоны нейронов коры, образующие корково-мостовую и другие пути. В этот же период происходит развитие мозжечка и связанных с ним проводящих путей, функцией которых является управление двигательными реакциями.

На уровне *среднего мозга* в области базальной пластинки к концу 3 месяца эмбрионального развития оказывается хорошо выраженным большое скопление клеток — ядро глазодвигательного нерва. В дорсальной части закладки возникают верхние и нижние бугорки четверохолмия. К этому времени формируются ретикулярные

о превосходстве одной расы над другой. Дальнейшие исследования показали, что индивидуальные различия в соотношении борозд и извилин, в распределении, строении и величине архитектурных формаций коры настолько велики в пределах каждой расы, что ни один из этих признаков не может считаться типичным для той или иной из них.

**Локализация функций.** Кора больших полушарий является наиболее высокоорганизованной материей, с которой связаны высшая нервная деятельность и регуляция функций всех органов. Павлов считал, что даже самые малые детали строения коры рано или поздно найдут свое объяснение в свете рефлекторной теории.

При изучении деятельности коры как места сложнейшего анализа и синтеза разнообразных раздражений необходимо учитывать локализацию в ней функций. Уже Гален знал, что функции органов связаны с мозгом. Более ста лет назад Гален указал на зависимость психической деятельности от коры больших полушарий. Он говорил о связях между характером развития определенных участков мозга и внешней формой черепа. Его наивные умозрительные представления

были первыми попытками соотнести функции организма со структурой мозга.

Взгляды названных ученых не помешали в дальнейшем еще в течение долгого времени считать кору однородной в структурном и функциональном отношении. Изучение архитектуры коры широко развернулось лишь в начале XX столетия. В первых работах западноевропейских ученых (Бродман, Экономо, Фогт и др.) в противоположность прежним взглядам делались попытки отнести локализацию функций даже к отдельным архитектурным полям.

И только трудами Павлова и его школы на основании экспериментов создано учение о *динамической локализации функций*. Согласно этому учению кора больших полушарий представляет собой совокупность мозговых концов анализаторов. Каждому периферическому рецепторному аппарату соответствует в коре область, которая названа Павловым *ядерной зоной анализатора*, или, по современной терминологии, *корковая зона сенсорной системы*, проекционная зона (Атл. рис. 133).

*Корковая зона соматосенсорной чувствительности*, воспринимающая раздражения проприорецепторов суставов,

и красные ядра и черная субстанция. Последняя до 3 лет не содержит темного пигмента. В более поздний период на вентральной поверхности среднего мозга появляются два крупных тяжа волокон (основания ножек мозга), которые начинаются в коре и представляют собой нисходящие двигательные пути. В результате роста мозговой ткани полость среднего мозга значительно уменьшается в размере, образуя водопровод мозга.

*Передний мозг* в начальной стадии формирования представлен коротким закругленным концом нервной трубки. В каудальной части переднего мозгового пузыря формируется *промежуточный мозг*. Крыша промежуточного мозга становится крышей третьего желудочка, над ней лежит сосудистое сплетение, постепенно вдавли-

вающее пластинку крыши в полость желудочка. По бокам от той части, где развивается промежуточный мозг, отходят *глазные пузыри*. Стенка первичного мозгового пузыря, соответствующая конечному мозгу, выпячивается в дорсолатеральном направлении и образует два мозговых пузыря, которые, разрастаясь, превращаются в полушария мозга и покрывают промежуточный мозг. Полости этих пузырей образуют боковые желудочки полушарий. На ранних стадиях развития их стенка очень тонкая, центральный канал сильно расширен. С ростом пузырей пластинка крыши сильно растягивается и заворачивается в складку, которая будет стенкой сосудистого сплетения бокового желудочка.

Дно конечного мозга, обращенное вентрально, утолщается очень рано в результате

скелетных мышц и сухожилий, расположена в прецентральной и постцентральной областях, главным образом в полях 3 и 4, где оканчиваются восходящие проекционные волокна вентральных ядер таламуса. В поле 4 от гигантских пирамидных клеток V слоя начинается большинство волокон самых мощных нисходящих путей коры — кортикоспинального и кортикоядерного. Оканчиваются волокна этих путей на мотонейронах передних рогов спинного мозга и нейронах двигательных ядер черепных нервов.

*Зона кожной чувствительности*, связанная с температурной, болевой и тактильной рецепцией, занимает главным образом постцентральную область (поля 3, 1, 2). Основная масса волокон, приходящих сюда из вентрального ядра таламуса, оканчивается в поле 3.

Внутри корковых зон соматосенсорной системы происходит закономерное проецирование различных частей тела. Так, в участки обеих центральных извилин и парацентральной дольки, расположенные вблизи медиального края полушария, поступают импульсы от нижней конечности; в нижерасположенные участки извилин — импульсы от туловища;

в еще более низкие — от верхней конечности, и, наконец, в самые нижние части центральных извилин проецируются язык, гортань, глотка, лицо.

*Корковая зона зрительной сенсорной системы* находится в затылочной области (поля 17, 18, 19). Основная масса волокон зрительной лучистости оканчивается в поле 17, на стенках и дне шпорной борозды.

*Корковая зона слуховой сенсорной системы* располагается в височной области (поля 41, 42, 20, 21, 22). В полях 41 и 42 верхней височной извилины оканчивается большинство волокон слуховой лучистости.

*Корковая зона обонятельной сенсорной системы* связана с древней и старой корой обонятельного треугольника, прозрачной перегородки, крючка парагиппокамповой извилины, гиппокампа и др.

Помимо проекционных областей коры, воспринимающих импульсы главным образом от одной сенсорной системы, в коре больших полушарий можно выделить *межанализаторные*, так называемые *ассоциативные* области, принимающие импульсы от многих систем. В них, например в теменных и лобной областях, происходит перекрытие проекций различных сенсорных

быстро деления клеток и образует *полосатое тело*, которое делится на *хвостатое ядро*, *скорлупу* и *бледный шар*, а также *миндалину*. По мере того, как разрастаются полушария конечного мозга, полосатое тело смещается, располагается вблизи промежуточного мозга, с которым сливается на 10 неделе развития. На 6 неделе с полосатым телом сливается и тонкая дорсальная стенка конечного мозга. Толщина кортикального слоя полушарий постепенно увеличивается в течение 3—4 месяцев. На нижней поверхности полушарий выпячиваются *обонятельные пути* и *луковичи*.

Формирование корковой пластинки происходит довольно рано. Сначала стенка нервной трубки напоминает многорядный эпителий, в котором происходит интенсивное клеточное деле-

ние в вентрикулярной зоне (возле просвета трубки). Клетки, вышедшие из митотического цикла, перемещаются в вышележащий слой и образуют *промежуточную зону* (рис. 3.50). Самая поверхностная *краевая зона* на ранних стадиях развития содержит только отростки клеток, а затем здесь появляются одиночные нейроны, и она превращается в I слой коры. Следующая клеточная популяция проходит промежуточную зону и образует *корковую пластинку*. Клетки, пришедшие в зону пластинки раньше, занимают в ней более глубокое положение. Так, нейроны V и VI слоев дифференцируются на 6 месяце, а нейроны, образовавшиеся в более позднее время — на 8 месяце внутриутробного развития, образуют поверхностные слои коры (II—IV). На самой поздней стадии в вентрикулярной зоне

систем, и осуществляются высшие интегративные функции.

Участки проекционных областей коры, в которых оканчивается главная масса восходящих волокон анализаторов (рис. 3.44), выделяются как *центральные*, или *первичные, поля*.

Они характеризуются специфическим строением. Так, кора полей 3, 17, 41 отличается исключительной многоклеточностью, обилием мелких зернистых клеток, с хорошо развитым IV слоем. Исключение представляет поле 4. Здесь зернистые клетки у взрослого человека рассеяны по всему поперечнику коры. Это связано с тем, что поле одновременно служит и началом мощной системы нисходящих волокон пирамидных кортико-спинального и кортико-ядерного путей.

Если главная масса восходящих к проекционной области волокон оканчивается в ее центральном поле, то к ее *периферическим* или *вторичным* полям 1 и 2, 18 и 19, 22 и др. подходит меньше афферентных волокон, чем к центральному, однако помимо афферентных, подходят и волокна от центрального поля (рис. 3.45). В периферических полях зернистых клеток значительно меньше и преобладают пирамиды различных размеров.

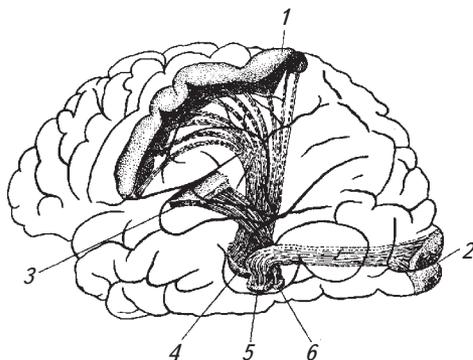


Рис. 3.44. Восходящие проекционные системы волокон к первичным сенсорным полям: 1 — постцентральная извилина (соматосенсорная система) приподнята, чтобы показать входящие в нее нервные волокна; 2 — шпорная борозда (зрительная система); 3 — верхняя височная извилина (слуховая система); 4 — вентральное ядро таламуса; 5—6 — латеральное и медиальное колленчатые тела

Описанные структурно-функциональные особенности коры И.П. Павлов относит к *первой сигнальной системе действительности*, общей у человека с животными.

Помимо полей, хорошо выраженных и в коре мозга животных, у человека достигает мощного развития ряд других, филогенетически молодых полей.

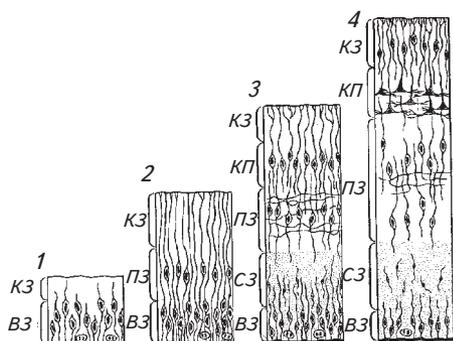


Рис. 3.50. Развитие корковой пластинки: 1—4 — последовательные стадии; ВЗ — вентрикулярная зона; СЗ — субвентрикулярная зона; ПЗ — промежуточная зона; КП — корковая пластинка; КЗ — краевая зона

остается только слой эпендимных клеток, выстилающих просвет мозговых желудочков. В промежуточной зоне развиваются волокна, составляющие белое вещество полушарий.

Миграция нейронов при формировании корковой пластинки происходит при участии клеток радиальной глии (рис. 3.51). Последние направляют свои отростки от вентрикулярного слоя, где лежит тело клетки, к поверхностному слою. По этим отросткам мигрируют нейроны и занимают свое место в коре. Раньше всего созревают крупные пирамидные нейроны, а затем мелкие нейроны, образующие локальные сети. Процесс созревания связан не только с увеличением размера тела нейрона, но и с усилением разветвленности дендритов и образованием на них все большего количества шипиков

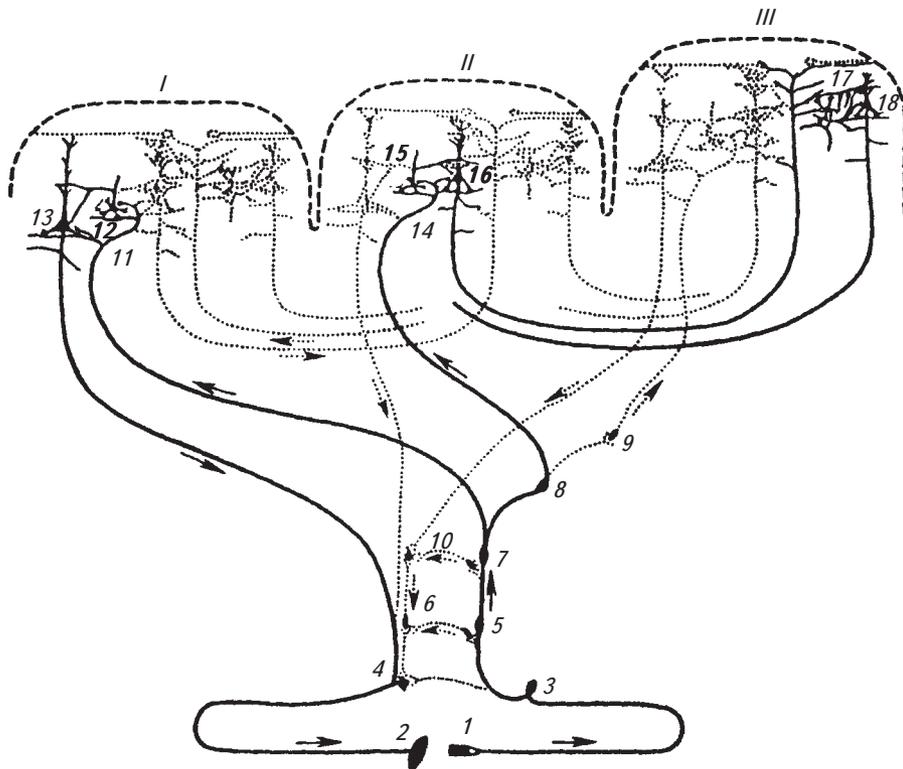


Рис. 3.45. Система связей между полями коры мозга человека (по Полякову): I — первичные (центральные) поля; II — вторичные (периферические) поля; III — третичные (ассоциативные) поля (зоны перекрытия анализаторов). Жирными линиями выделены: система проекционных (корково-подкорковых) связей коры; система проекционно-ассоциативных связей коры; система ассоциативных связей коры. 1 — рецептор; 2 — эффектор; 3 — нейрон чувствительного ганглия; 4 — двигательный нейрон; 5—6 — переключающие нейроны спинного мозга и ствола; 7—10 — переключающие нейроны подкорковых образований; 11, 14 — афферентное волокно из подкорки; 13 — пирамида V слоя; 16 и 18 — пирамиды слоя III; 12, 15, 17 — звездчатые клетки коры

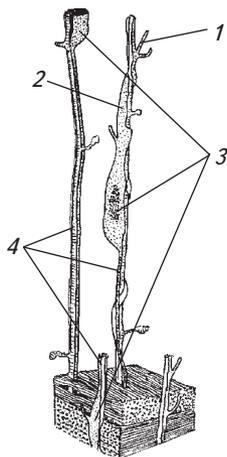


Рис. 3.51. Схема взаимоотношения нейрона и клетки радиальной глии (по Rakic, 1978): 1 — псевдоподии; 2 — аксон; 3 — нейроны на различных стадиях миграции; 4 — волокна радиальной глии

(рис. 3.52, 3.53). Это свидетельствует об установлении новых связей между нейронами и усложнении имеющихся нейрональных сетей.

Скорость созревания нейронов в разных участках коры различна. Первыми развиваются двигательные зоны, затем сенсорные и, наконец, ассоциативные области. Растущие аксоны пирамидных клеток начинают покидать кору примерно на 8 неделе развития. Часть волокон заканчивается в промежуточном мозге и полосатом теле. Однако большая их часть направляется каудально к расположенным ниже центрам ствола и спинного мозга. Они огибают средний мозг, образуя ножки мозга, проходят сквозь структуру моста и располагаются на ventральной поверхности продолговатого мозга в виде *пирамид*. Так формируются нисходящие

Примером может быть поле 40 нижнетеменной области, занимающее надкраевую извилину. С ним связано регулирование выработанных в течение жизни и направленных к определенной цели движений. Поражение его ведет к утрате способности выполнять сложные координированные двигательные акты.

**Локализация речевых функций.**

В процессе исторического развития человеческого общества в коре больших полушарий мозга усовершенствовались структурно-функциональные особенности, стоящие в зависимости от трудовой деятельности и связанной с ней речи.

Такие структуры коры мозга человека, которые воспринимают возбуждение, приходящее от речевых органов, относятся уже ко *второй сигнальной системе действительности*. Это поля 44 и 45, занимающие покрышечную и треугольную части нижней лобной извилины (зона Брока) (рис. 3.46). В своей деятельности они тесно связаны с нижней частью прецентральной извилины, в которую поступают проприорецептивные импульсы от мышц языка, губ, щек и гортани.

Участок коры, связанный с устной речью, расположен впереди того отдела

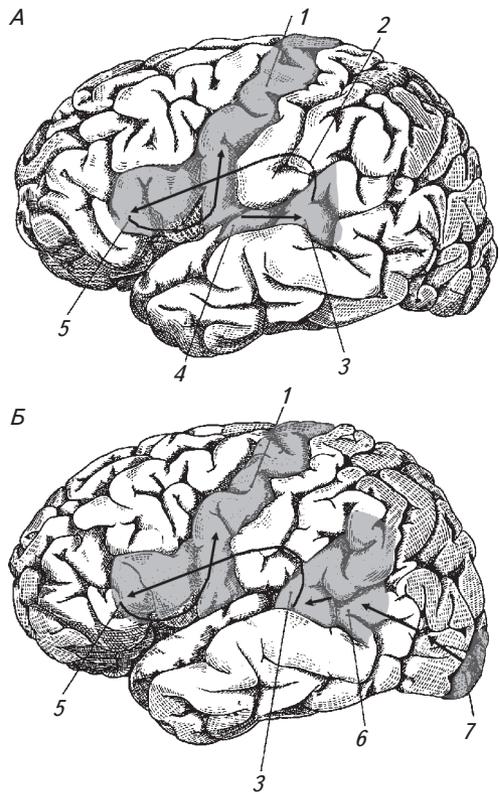


Рис. 3.46. Области коры, связанные с речью (по Гершвинду):

А — восприятие слова; Б — чтение слова; 1 — моторная кора; 2 — дугообразный пучок; 3 — зона Вернике; 4 — первичная слуховая кора; 5 — зона Брока; 6 — угловая извилина; 7 — первичная зрительная кора



Рис. 3.52. Изменение пирамидных нейронов в пре- и постнатальном онтогенезе

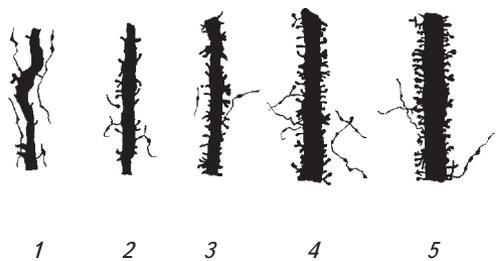


Рис. 3.53. Увеличение числа шипиков на апикальных дендритах пирамидных нейронов V слоя коры:

1 — 5-месячный плод; 2 — 7-месячный плод; 3 — новорожденный; 4 — 2-месячный ребенок; 5 — 8-месячный ребенок

коры, в котором оканчиваются пути, приносящие проприоцептивные импульсы от головы (поле 4). Расположенная в заднем отделе средней лобной извилины часть поля 6 связана с письменной речью и лежит впереди отдела поля 4, который принимает проприоцептивные импульсы от руки. Совместная деятельность этих ядерных зон связана со сложными двигательными актами, необходимыми при письме. Повреждение этой части поля 6 приводит к нарушению тонких движений, которые совершает рука при начертании букв.

Другие участки коры, особенно тесно связанные с речью, сформировались недалеко от анализаторов зрения и слуха. С полем 39, занимающим угловую извилину нижнетеменной области (зона Вернике) и тесно примыкающим к ядерной зоне зрительного анализатора, связано зрительное восприятие письменных знаков. При поражении поля 39 утрачивается способность складывать из букв слова и фразы. В поле 22, расположенном в задней части верхней височной извилины, при участии полей 41 и 42 (ядерная зона слухового анализатора) происходит слуховое восприятие речи. При нарушении этого участка поля 22 теряется способность понимать слова.

пирамидные тракты. Выходя из коры, большие группы волокон пронизывают полосатое тело, разделяя его на части (группы ядер), которые можно видеть у новорожденного и у взрослого. Эти волокна идут между основанием конечного мозга и таламусом, формируя *внутреннюю капсулу*. Другие кортикальные волокна не выходят за пределы полушарий и образуют ассоциативные пучки, которые начинают выявляться в конце 2-го месяца.

В начале 4 месяца появляется *мозолистое тело*, которое представляет собой пучок комиссуральных волокон, связывающих кору обоих полушарий. Оно быстро растет — к нему присоединяются новые волокна от интенсивно развивающихся областей коры. У новорожденного мозолистое тело короткое и тонкое. Оно

Филогенетически новые участки коры, особенно тесно связанные с речью, асимметричны, и у правой представлены в левом, а у левой — в правом полушарии.

В настоящее время показано, что и второе полушарие небезразлично к речевым функциям (воспринимает интонации голоса и придает речи интонационное окрашивание). Специализация полушарий проявляется, кроме того, в характере организации памяти и в регуляции эмоциональных состояний.

Наличие у человека полей, разрушение которых ведет к выпадению речевых функций, не значит, что последние связаны только с определенными участками коры. Здесь, как и при локализации в первой сигнальной системе, некоторые поля имеют лишь преобладающее значение. Речь наиболее сложно локализована и осуществляется при участии всей коры. В соответствии с выработкой нового опыта речевые функции могут перемещаться и в другие области коры (чтение слепых, письмо ногой у безруких и т. п.).

**Лимбическая система** включает филогенетически древние структуры: гиппокамп, обонятельные луковицы;

значительно утолщается и удлиняется в течение первых пяти лет, но только к 20 годам достигает окончательных размеров.

Комиссуральные волокна располагаются также в *передней спайке*, связывающей обонятельные луковицы, ядра миндалины и участки коры височных долей полушарий. Из гиппокампа волокна направляются в промежуточный и средний мозг в составе *свода*, который начинает закладываться в конце 3 месяца.

**Возрастные изменения коры больших полушарий.** С пятого месяца внутриутробного развития поверхность полушарий начинает покрываться бороздами. Это ведет к увеличению поверхности коры, вследствие чего с пятого пренатального месяца до взрослого состояния она увеличивается примерно в 30 раз. Первыми

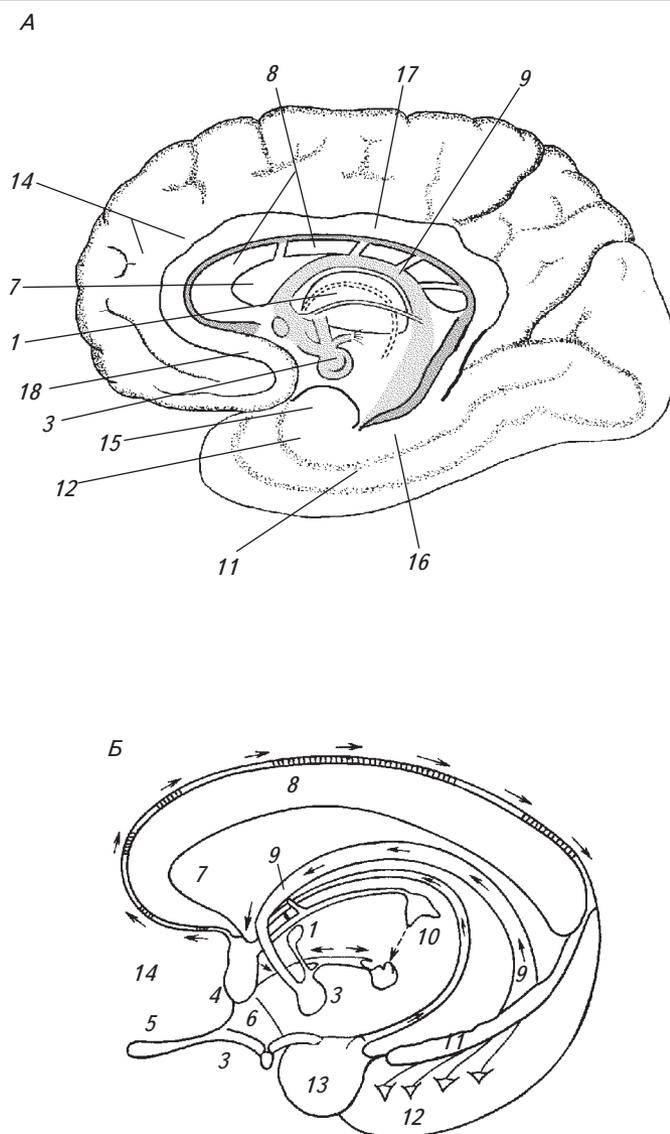


Рис. 3.47. Лимбическая система:

А — лимбические области коры на медиальной поверхности полушарий; Б — схема строения лимбической системы: 1 — переднее таламическое ядро; 2 — латеральная обонятельная полоска; 3 — мамиллярное тело; 4 — медиальная обонятельная полоска; 5 — обонятельная луковица; 6 — обонятельный треугольник; 7 — прозрачная перегородка; 8 — мозолистое тело; 9 — свод; 10 — ствол мозга; 11 — зубчатая извилина; 12 — гиппокамп; 13 — миндалина; 14 — лобная доля; 15 — крючок; 16 — парагиппокам-пальная извилина; 17 — поясная извилина; 18 — подмозолистое поле

и более молодые образования: лимбическую область коры (область на медиальной поверхности полушария, включающую поясную и парагиппокампальную извилины и извилину мозолистого тела). Кроме того, к лимбической системе относят миндалину, перегородку, сосцевидные тела, передние таламические ядра, свод и центральное серое вещество среднего мозга (рис. 3.47, А, Б). Объединение этих структур в целостную систему происходит через гипоталамус. Эта система имеет большое значение в обеспечении сложного комплекса разнообразных мотивационно-эмоциональных и адаптивных реакций. Нейроанатом Пейпетц дал описание взаимосвязанных структур, обеспечивающих возникновение и протекание эмоций. Это так называемый «эмоциональный круг Пейпетца»: гиппокамп — мамиллярные (сосцевидные) тела — передние ядра таламуса — поясная извилина — гиппокамп (рис. 3.47, В). Лимбическая система связана также с интерорецепторами и регуляцией эндокринных и вегетативных функций, участвует в поддержании гомеостаза, обучении и памяти, регуляции цикла «сон—бодрствование».

закладываются очень глубокие борозды, так называемые *щели* (например, шпорная, латеральная), которые втягивают стенку полушария вглубь бокового желудочка. У шестимесячного плода (рис. 3.49) полушария значительно нависают над отдельными частями мозга, щели сильно углубляются, на дне латеральной щели становится заметным так называемый *островок*. Позднее появляются менее глубокие *первичные борозды* (например, центральная) и *вторичные*. В течение первых лет жизни ребенка образуются еще и *третичные борозды* — это в основном ответвления от первичных и вторичных борозд (рис. 3.54). На медиальной поверхности полушария раньше всех появляются гиппокамповая и поясная извилины. После этого формирование борозд и извилин протекает очень быстро.

Человек отличается значительной **морфофункциональной асимметрией мозга**, которая изучена достаточно хорошо. Так, показано, что двигательный центр речи у правой руки находится в левом полушарии в полях 44 и 45 нижней лобной извилины. В соответствии с этим, установлено, что у правой руки именно в левом полушарии область речеслухового центра в верхней височной извилине больше по площади, чем в правом (рис. 3.48).

Известно, что люди с доминированием левого полушария отличаются рациональным аналитическим мышлением, развитой речью, способностью к точным наукам, в музыкальном восприятии они легче усваивают ритм, чем мелодию и т. д. Люди с доминированием правого полушария обладают более образным мышлением, художественным складом ума, отличаются музыкальностью, более эмоциональны.

Морфологическая асимметрия мозга выражена в строении борозд и извилин, а также на микроскопическом уровне в степени развития отдельных слоев и размеров клеток. Вместе с тем, наиболее значительно она выражена в филогенетически более молодых и функционально более сложных

Хотя все основные извилины уже существуют к моменту рождения, рисунок борозд еще не достигает высокой степени сложности. Спустя год после рождения появляются индивидуальные различия в распределении борозд и извилин и происходит усложнение их строения. В результате неравномерного роста отдельных участков коры в процессе онтогенеза в некоторых областях наблюдается как бы оттеснение определенных отделов вглубь борозд за счет наплыва над ними соседних, функционально более важных. Примером этого является постепенное погружение островка вглубь латеральной борозды за счет мощного разрастания соседних отделов коры, развивающихся с развитием членораздельной речи ребенка. Это — так называемая, лобная покрывка и височная покрывка (речедвигательный

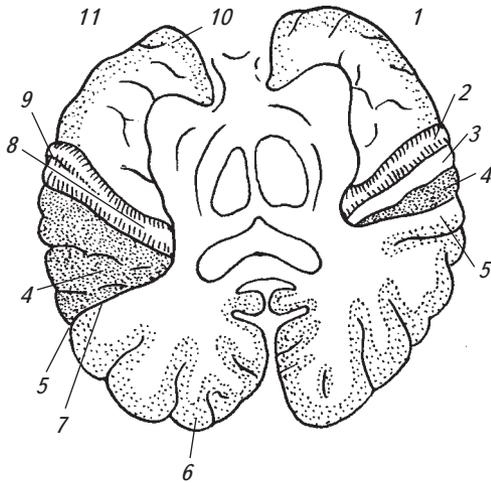


Рис. 3.48. Асимметрия мозга человека: Горизонтальный разрез головного мозга человека. Асимметрия верхней поверхности височной доли; размеры так называемой височной площадки (*planum temporale*) слева больше (по Geschwind, 1981):

1 — правая сторона; 2 — поперечная извилина 1; 3 — поперечная извилина 2; 4 — *planum temporale*; 5 — задний край; 6 — затылочная доля; 7 — латеральная борозда; 8 — поперечная извилина; 9 — промежуточная борозда; 10 — височный полюс; 11 — левая сторона

отделах коры, например, в области речедвигательного, речеслухового, речезрительного центров и центра письменной речи.

### 3.3.5. Кровоснабжение головного мозга

Головной мозг получает артериальную кровь из двух источников: внутренних сонных и позвоночных артерий.

*Внутренняя сонная артерия* (*a. carotis interna*) на уровне перекреста зрительных нервов делится на две конечные ветви (Атл. рис. 135–137). Одна из них — *средняя мозговая артерия* (*a. cerebri media*) — мощная, уходит в глубь боковой борозды, васкуляризируя (кровооснабжая) большую часть полушария. Она ложится в латеральную борозду и ее ветви снабжают кровью островок, переднюю и заднюю центральные, нижнюю и среднюю лобную, теменную, верхнюю и среднюю височную извилины. Другая ветвь — *передняя мозговая артерия* (*a. cerebri anterior*) — тянется по мозолистому телу назад и питает извилины медиальной поверхности полушария. Передние мозговые артерии обеих сторон соединяются друг с другом вблизи своего начала при помощи короткой *передней соединительной артерии* (*a. communicans anterior*). Каждая внутренняя сонная артерия соединяется *задней соединительной артерией* (*a. communicans posterior*) с *задней мозговой артерией* (*a. cerebri posterior*) (ветвью позвоночной ар-

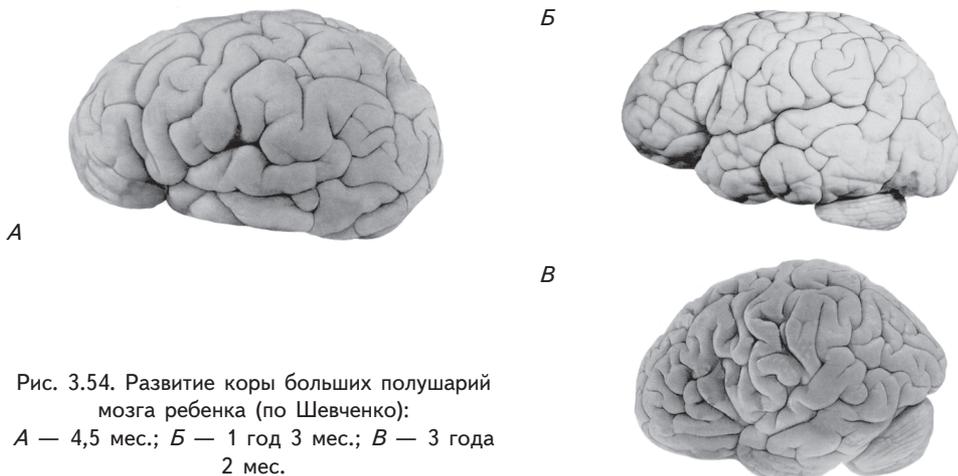


Рис. 3.54. Развитие коры больших полушарий мозга ребенка (по Шевченко):  
 А — 4,5 мес.; Б — 1 год 3 мес.; В — 3 года 2 мес.

терии) своей стороны. В результате в области гипофиза образуется «артериальный круг» («Виллизиев круг»).

*Позвоночные артерии* (*a. vertebralis*), входят в череп через большое затылочное отверстие и у заднего края моста сливаются в непарную *основную артерию* (базиллярную артерию) (*a. basilaris*) (см. Атл. рис. 135А). Располагаясь на нижней поверхности моста, она отдает артерии, питающие его и мозжечок. У переднего края моста основная артерия разделяется на две *задние мозговые артерии* (*a. cerebri posterior*), снабжающие заднюю часть полушарий. Из артериального круга, а также из трех мозговых артерий берут начало многочисленные и тонкие *центральные артерии*, погружающиеся в мозговую ткань. Короткие артерии снабжают верхние три слоя коры, длинные — медулярные — нижние ее слои. Пройдя кору, последние входят в белое вещество. Наибольший процент кровоизлияний наблюдается при патологических изменениях стенок центральных артерий мозга.

Кровоотток от головного мозга происходит по венам, впадающим в веноз-

ные пазухи (Атл. рис. 138). Кровь из последних изливается через *сигмовидную пазуху* во *внутреннюю яремную вену* (*v. jugularis interna*). Через непостоянные отверстия в костях мозгового черепа — выпускники — кровь венозных пазух проходит и в подкожные вены головы.

В венозные пазухи вливается также цереброспинальная жидкость, которая несет функцию гидростатической и барьерной защиты мозга. Вырабатываемая в сосудистых сплетениях, она омывает стенки полостей мозга и через специальные отверстия в заднем мозговом парусе проникает в подпаутинное пространство. Ее отток происходит через грануляции паутинной оболочки в венозные пазухи, по лимфатическим сосудам в этой оболочке и особенно в оболочках нервов.

Интенсивность кровотока в различных отделах головного мозга не является постоянной и зависит от многих факторов. Современные методы исследования позволяют наблюдать ее изменение в соответствующих областях мозга при умственной нагрузке, выполнении определенных манипуляций и т. д.

и речеслуховой центры). Восходящая и горизонтальная передние ветви латеральной борозды образуются из наплыва треугольной извилины лобной доли и развиваются у человека на самых поздних стадиях пренатального развития. Борозды образуются в следующей последовательности: к 5-му месяцу эмбриогенеза появляется центральная и поперечно-затылочная борозды, к 6-ти месяцам — верхняя и нижняя лобные, краевая и височные борозды, к 7-ми месяцам — верхние и нижние пре- и постцентральные и межтеменная, к 8-ми месяцам — средняя лобная и т. д.

В возрасте до пяти лет сильно изменяются форма, топография, размеры борозд и извилин полушарий. Этот процесс продолжается и после пяти лет, но значительно медленнее.

Мозг отличается от других органов человека ускоренным развитием. *Древняя и старая кора* имеет у новорожденного в общем то же строе-

ние, что и у взрослых людей. В то же время *новая кора* и связанные с ней подкорковые и стволовые образования продолжают свой рост и развитие вплоть до взрослого состояния. Численность нервных клеток в коре с возрастом не увеличивается. Однако сами нейроны продолжают развиваться: они растут, количество дендритов увеличивается, а их форма усложняется. Происходит процесс быстрой миелинизации волокон (табл. 3.1).

Различные области коры миелинизируются в онтогенезе не одновременно. Первыми в последние месяцы внутриутробной жизни получают миелиновую оболочку волокна проекционных областей, в которых оканчиваются восходящие или берут начало нисходящие корковые пути. Ряд путей миелинизируется в течение первого месяца после рождения. И, наконец, на втором — четвертом месяцах жизни этот процесс охватывает наиболее филогенетически новые

Таблица 3.1

Сроки миелинизации основных путей в ЦНС (по Бадалян)

Миелинизация структур нервной системы	Возраст																
	Месяцы												Годы				
	Плод					Ребенок											
	5	6	7	8	9	1	2	3	6	9	12	2	3	4	7	18	25
Двигательные корешки	[filled triangle]																
Пирамидные тракты						[filled trapezoid]											
Прецентральная извилина						[filled trapezoid]											
Чувствительные корешки	[filled triangle]																
Медиальная петля	[filled triangle]																
Постцентральная извилина	[filled triangle]																
Зрительный тракт						[filled trapezoid]											
Слуховые пути						[filled trapezoid]											
Спинно-мозжечковый путь	[filled triangle]																
Нижние ножки мозжечка	[filled triangle]																
Верхние и средние ножки мозжечка	[filled triangle]																
Лобно-мостовой путь						[filled trapezoid]											
Полосатое тело						[filled trapezoid]											
Ретикулярная формация						[filled trapezoid]											
Ассоциативные пути						[filled trapezoid]											

### Контрольные вопросы

1. Какие отделы выделяют в переднем мозге?
2. Какие структуры входят в промежуточный мозг?
3. Морфо-функциональная классификация ядер таламуса, их связи.
4. Дайте характеристику ядер гипоталамуса и их связей.
5. Базальные ганглии, их характеристика и связи.
6. Белое вещество полушарий: дайте характеристику волокон, ходящих в его состав.
7. Кора больших полушарий головного мозга. Борозды, извилины и доли коры больших полушарий.
8. Архитектоника коры. Опишите нейроны различных слоев коры и их связи.
9. Распределение функций в коре больших полушарий.
10. Какие структуры входят в состав лимбической системы?
11. Характеристика кровоснабжения головного мозга.

## 3.5. АВТОНОМНАЯ (ВЕГЕТАТИВНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА

**Общие сведения.** В отличие от соматической автономная (вегетативная) часть нервной системы иннервирует гладкую мускулатуру внутренних органов, сосудов и кожи, мышцы сердца и железы. Кроме того, ее волокна оканчиваются и в скелетных мышцах. Однако в отличие от импульсов, идущих по двигательным соматическим нервам, импульсы, поступающие по автономной нервной системе, не вызывают изменения в напряжении мышц, но, влияя на обмен веществ, тем самым воздействуют на их работоспособность (трофическое влияние). Иннервируя рецепторы, автономная нервная систе-

ма изменяет их состояние. Она также оказывает воздействие на все органы и ткани, включая ЦНС. Эти влияния носят адаптационно-трофический характер, поддерживают постоянство внутренней среды организма. Есть данные, указывающие на то, что волокна автономной нервной системы оканчиваются непосредственно на нейронах мозга.

По строению автономная нервная система отличается от соматической. Это касается, прежде всего, расположения нейронов ее рефлекторной дуги (Атл. рис. 90). В центральной нервной системе расположены отдельные ядра автономной нервной системы. Они

области, развитие которых особенно характерно для полушарий конечного мозга человека. Тем не менее кора полушарий ребенка в отношении миелинизации еще значительно отличается от коры взрослого. Одновременно развиваются двигательные функции. Уже в первые дни жизни ребенка появляются пищевые и оборонительные рефлексы на запахи, световые и другие раздражители. Начавшаяся во внутриутробной жизни миелинизация проводящих путей зрительной, вестибулярной и слуховой сенсорных систем заканчивается в первые месяцы после рождения. Вследствие этого простейшие движения трехмесячного ребенка обогащаются рефлекторным по-

воротам глаз и головы к источнику света и звука. Шестимесячный ребенок тянется к предметам и схватывает их, контролируя свои действия зрением.

Структуры мозга, обеспечивающие моторные реакции, также созревают постепенно. На 6—7 неделе пренатального периода созревает красное ядро среднего мозга. Оно играет важную роль в организации мышечного тонуса и в осуществлении установочных рефлексов при согласовании позы при поворотах туловища, рук, головы. К 6—7 месяцам происходит созревание полосатых тел, которые становятся регулятором тонуса мышц при разных положениях и произвольных движениях.

локализованы в спинном и продолговатом мозге, мосте, таламусе, гипоталамусе, базальных ганглиях. Адапционно-трофическую роль играет также и мозжечок. Он способствует активации резервов организма для выполнения мышечной работы, согласовывает вегетативные функции в период мышечной активности. Было показано, что мозжечок влияет на работу сердца, артериальное давление, региональный кровоток, функцию органов пищеварения, дыхания, обмен веществ и терморегуляцию. В коре больших полушарий до сих пор не обнаружены специализированные участки, ответственные за регуляцию функций автономной нервной системы. На корковых и таламических нейронах происходит конвергенция (объединение) сигналов вегетативной и соматической природы. Основные регуляторные центры автономной нервной системы локализованы в лимбических областях мозга.

В автономной нервной системе эфферентная связь между мозгом и рабочим органом осуществляется не одним, а двумя нейронами. *Эфферентные нейроны* всегда лежат вне пределов центральной нервной системы, в большем или меньшем удалении от нее.

Движения новорожденного неточны и недифференцированы. Они обеспечиваются системой волокон, идущих от полосатых тел (стриатарной системой). В первые годы жизни ребенка к полосатым телам от коры прорастают нисходящие волокна. В результате экстрапирамидная система становится под контроль пирамидной — деятельность полосатых тел начинает регулироваться корой. Движения становятся более точными и целенаправленными.

В дальнейшем постепенно усиливаются и уточняются такие двигательные акты, как выпрямление туловища, сидение, стояние. К концу первого года жизни миелинизация распространяется на большие полушария. Ребенок учится сохранять равновесие и начинает ходить. Процесс миелинизации оканчивается к двум годам. Одно-

Они собраны в *ганглии* автономной системы. В эфферентной части автономной рефлекторной дуги различают два участка — преганглионарный и постганглионарный. *Преганглионарная* часть является отростком вставочного нейрона, тело которого расположено внутри центральной нервной системы. Этот отросток, как и аксоны двигательных клеток мозга, покрыт миелиновой оболочкой и имеет белый цвет; выйдя из мозга, он оканчивается на теле эфферентного нейрона. *Постганглионарная* часть образована отростком эфферентного нейрона, расположенного в одном из периферических ганглиев автономной нервной системы. Он не покрыт миелиновой оболочкой, имеет сероватый цвет, оканчивается в органах (мышцах, железах). Только *вставочные нейроны* (один или несколько) находятся внутри мозга, поэтому и называются *центральными*. Аксоны этих нейронов выходят за пределы центральной нервной системы. К вставочному нейрону подходит аксон *рецепторного нейрона* спинальных ганглиев или одного из гомологичных им ганглиев черепных нервов, или нисходящие волокна от вышерасположенных центров автономной системы. В автономной нервной системе чувствительный, вста-

ременно у ребенка развивается речь, представляющая специфически человеческую форму высшей нервной деятельности.

Отдельные области коры до рождения и после него растут неодинаково, что связано с их филогенетическим происхождением и функциональными особенностями.

Помимо обонятельной сенсорной системы, связанной в основном с древней корой, в новой коре раньше других приближаются к строению мозга взрослого корковые отделы соматосенсорной системы, а также лимбическая область. Затем дифференцируются корковые отделы зрительной и слуховой систем и ассоциативная верхнетеменная область, имеющая отношение к тонкой кожной чувствительности — узнаванию предметов на ощупь.

вочный и двигательный нейроны могут формировать местные рефлекторные дуги. С их помощью рефлекторные реакции организма осуществляются без участия центральных структур.

В автономной нервной системе полностью отсутствует сегментарность иннервации, которая четко выражена в соматической нервной системе.

Вегетативные нервы образуют экстраорганные и интраорганные сплетения. В *экстраорганных сплетениях* присутствуют симпатические постганглионарные и парасимпатические преганглионарные волокна, а также волокна соматической нервной системы. Эти сплетения в большинстве случаев располагаются вокруг крупных кровеносных сосудов. *Интраорганные сплетения* лежат в стенках полых органов, или в их паренхиме. Их образуют симпатические постганглионарные волокна, парасимпатические внутриорганные (*интрамуральные*) ганглии, постганглионарные и преганглионарные волокна и соматические чувствительные волокна — отростки нейронов спинальных ганглиев.

Периферические волокна автономной нервной системы тоньше волокон соматической (7 мкм и 12—14 мкм

соответственно), а скорость проведения импульсов по ним значительно меньше. По этой причине при возбуждении автономной нервной системы эффект развивается медленно и длительно не угасает.

На основании некоторых морфологических и физиологических различий всю автономную часть нервной системы делят на симпатический и парасимпатический отделы. Морфологическое различие между ними заключается в местонахождении их центральных и эффекторных нейронов. Функционально эти два отдела находятся в некотором антагонизме, обеспечивая регуляцию работы внутренних органов и систем без участия сознания человека (табл. 3.2). Многие органы имеют двойную иннервацию — симпатической и парасимпатической системами.

Таким образом, два отдела автономной нервной системы отличаются и распространением своих периферических волокон. В то время как симпатическими волокнами иннервируются, по-видимому, все органы и ткани, парасимпатическими волокнами не снабжаются гладкая мускулатура кожи и скелетные мышцы, надпочечники, селезенка.

При этом на протяжении всего постнатального развития относительная площадь поверхности одной из более старых областей — затылочной — сохраняется постоянной (12%). Значительно позднее приближаются к строению мозга взрослого такие эволюционно новые, ассоциативные области, как лобная и нижнетеменная, связанные с несколькими сенсорными системами. При этом, в то время как у новорожденного лобная область составляет 20,6—21,5% поверхности всего полушария, у взрослого она занимает 23,5%. Нижнетеменная область занимает у новорожденного 6,5% поверхности всего полушария, а у взрослого — 7,7%. Филогенетически наиболее новые ассоциативные поля 44 и 45, «специфически человеческие», имеющие преимущественное отношение к речедвигательной системе, диф-

ференцируются на более поздних этапах развития, этот процесс продолжается и после семи лет.

В процессе развития ширина коры увеличивается в 2,5—3 раза. Прогрессивно растут и отдельные ее слои, особенно слой III, и наиболее интенсивно в ассоциативных полях коры. В течение развития наблюдается уменьшение числа клеток на единицу площади, т. е. их более разреженное расположение (рис. 3.55, А). Это связано со значительным ростом и усложнением отростков нервных клеток, особенно дендритов, рост которых ведет к раздвиганию тел нейронов (рис. 3.55, Б).

Большой скачок в степени зрелости коры мозга ребенка по сравнению с корой мозга новорожденного наблюдается через 14 дней после

Таблица 3.2

**Влияние симпатического и парасимпатического отделов автономной нервной системы  
на внутренние органы**

Орган	Действие симпатической системы	Действие парасимпатической системы
Глаз — зрачок	Расширение	Сужение
— цилиарные мышцы	Расслабление, фиксация отдаленных предметов	Сокращение, фиксация близко расположенных предметов
— мышца, расширяющая зрачок	Сокращение	—
Слезные железы	—	Возбуждение секреции
Артерии	Сужение	—
Сердце	Увеличение силы и ускорение сокращений	Уменьшение силы и замедление сокращений
Бронхи	Расширение	Сужение
Пищеварительный тракт	Ослабление моторики	Усиление моторики
— сфинктеры	Сокращение	Расслабление
Слюнные железы	Выделение вязкого секрета	Выделение водянистого секрета
Поджелудочная железа	—	Усиление секреции
Печень	Высвобождение глюкозы	—
Желчные пути	Расслабление	Сокращение
Мочевой пузырь	Расслабление	Сокращение
— сфинктер	Сокращение	Расслабление

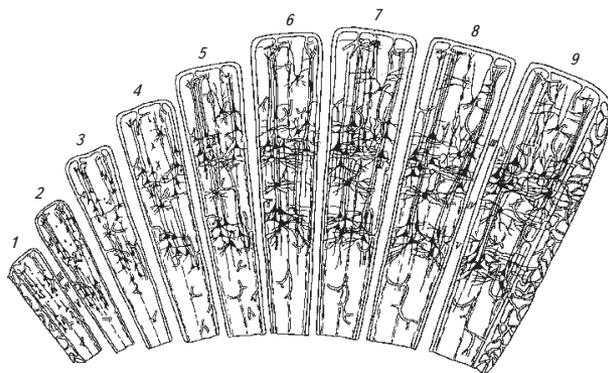


Рис. 3.55. Изменение цитоархитектоники коры ребенка (III слоя поля 37):  
1 — новорожденный; 2 — ребенок 3 мес.; 3 —

6 мес.; 4 — 1 год; 5 — 3 года; 6 — 5—6 лет;  
7 — 9—10 лет; 8 — 12—14 лет; 9 — 18—20 лет

В *симпатическом отделе* центральный (вставочный) нейрон лежит в боковых рогах спинного мозга между VIII грудным и II—III поясничным сегментами (Атл. рис. 140). Нейриты этих нейронов (преганглионарные волокна) выходят из мозга в составе переднего корешка и попадают в смешанный спинно-мозговой нерв, от которого вскоре отделяются в виде *соединительной (белой) ветви*, направляющейся к *симпатическому стволу* (Атл. рис. 90). Эффекторный нейрон лежит или в *паравертебральных ганглиях симпатического ствола*, или в ганглиях автономных нервных сплетений — *сердечного, чревного, верхнего и нижнего брюжеечных, подчревного* и др. Эти ганглии называют *превертебральными*, ввиду того, что они располагаются впереди позвоночного столба. Большинство аксонов оканчивается на эффекторных нейронах симпатического ствола (цепочки). Меньшая часть аксонов проходит через ганглий симпатической цепочки транзитом и доходит до нейрона превертебрального ганглия.

*Симпатический ствол (truncus sympaticus)* состоит из ганглиев, расположенных по сегментам по сторонам позвоночника. Друг с другом эти ганглии соединяются горизонтальными

и вертикальными межузловыми ветвями. В грудном, поясничном и крестцовом отделах ствола число ганглиев почти соответствует числу сегментов спинного мозга. В шейном отделе вследствие происшедшего слияния существуют только три узла. При этом нижний из них часто сливается с I грудным узлом в *звездчатый узел (ganglion stellatum)*. Симпатические стволы сливаются вниз в общий непарный копчиковый узел.

Постганглионарные волокна от симпатического ствола в виде *серых соединительных ветвей* (Атл. рис. 90) входят в состав близлежащих спинно-мозговых нервов. Вместе с последними они достигают гладкой и поперечно-полосатой мускулатуры стенок тела. Вместе с ветвями черепных нервов (блуждающего и языкоглоточного) симпатические волокна подходят к гортани, глотке и пищеводу и входят в состав сплетений их стенки (Атл. рис. 119). Кроме того, от симпатического ствола начинаются и самостоятельные симпатические нервы. От шейных узлов отходит по одному *сердечному нерву*, которые входят в состав сердечного сплетения; от верхних грудных — постганглионарные волокна к бронхам и легким, аорте, сердцу и др. Органы головы получают симпатичес-

рождения. Особенно интенсивно увеличивается поверхность полушарий и их отдельных областей в первые два года жизни. Это связано с формированием сложных, целенаправленных действий, быстрым развитием речи и первыми признаками становления абстрактного мышления. Дальнейшее качественное совершенствование коры больших полушарий и изменение количественных показателей особенно резко выявляются в 4 года и 7 лет, когда процессы психической деятельности становятся богаче, разнообразнее и сложнее. Возраст 7 лет можно считать критическим в развитии ребенка, и по морфологическим данным, и по физиологическим показателям.

Вес мозга в пре- и постнатальном онтогенезе изменяется. Мозг ребенка очень рано приоб-

ретает размеры, близкие к мозгу взрослых людей, и уже к семи годам масса его у мальчиков в среднем достигает 1260 г, а у девочек — 1190 г. Максимальной массы мозг достигает в возрасте от 20 до 30 лет, а затем она начинает медленно уменьшаться, в основном за счет увеличения глубины и ширины борозд, уменьшения массы белого вещества и расширения просветов желудочков (рис. 3.56). Масса головного мозга взрослого человека равна в среднем 1275—1375 г. При этом индивидуальный диапазон очень велик (от 960 до 2000 г) и коррелирует с массой тела. Объем мозга составляет 91—95% емкости черепа.

В антропологии принято учитывать «индекс церебрализации» — степень развития мозга при исключенном влиянии массы тела. По этому

кую иннервацию от *верхнего шейного узла* — внутренний сонный нерв, который образует сплетение вокруг внутренней сонной артерии, и от *нижнего шейного узла*, образующего сплетение вокруг позвоночной артерии. Распространяясь с ветвями этих артерий, симпатические волокна иннервируют сосуды и оболочку мозга, железы головы, а внутри глаза — мышцу, расширяющую зрачок.

Некоторые преганглионарные волокна не оканчиваются на клетках узлов симпатического ствола. Одни из них, миновав эти узлы, образуют *большой и малый чревные нервы*, которые проходят через диафрагму в брюшную полость, где оканчиваются на клетках превертебральных узлов чревного сплетения. Другие преганглионарные волокна спускаются в малый таз и оканчиваются на нейронах ганглиев подчревного сплетения.

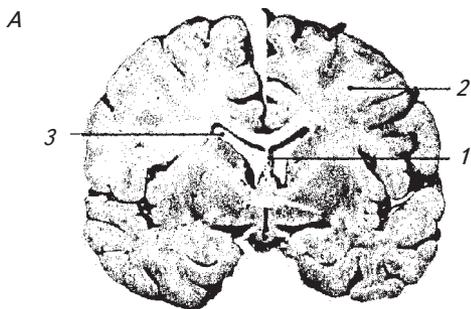
*Чревное сплетение (plexus coeliacus)* — самое большое в автономной нервной системе, расположено между надпочечниками и окружает начало чревного ствола и верхней брыжеечной артерии (Атл. рис. 141). В состав сплетения входят большие парные *чревные ганглии* и непарный — *верхнебрыжеечный*. Постганглионарные симпатические во-

локна, отходящие от клеток этих ганглиев, образуют вторичное сплетение вокруг ветвей аорты и по сосудам расходятся к органам брюшной полости. Волокна иннервируют надпочечники, половые железы и поджелудочную железу, почки, желудок, печень, селезенку, тонкий и толстый кишечник до нисходящей ободочной кишки.

*Нижнебрыжеечное сплетение (plexus mesentericus inferior)* лежит на аорте и, распространяясь по ветвям нижнебрыжеечной артерии, иннервирует нисходящую ободочную кишку, сигмовидную и верхнюю части прямой.

*Подчревное сплетение (plexus hypogastricus)* окружает конец брюшной аорты. Постганглионарные волокна сплетения, распространяясь по ветвям внутренней подвздошной артерии, иннервируют нижнюю часть прямой кишки, мочевого пузыря, семявыносящий проток, предстательную железу, матку, влагалище.

В *парасимпатическом отделе* центральный нейрон лежит в продолговатом мозгу, мосте или в среднем мозгу в составе вегетативных ядер черепных нервов, а также в крестцовом отделе спинного мозга (Атл. рис. 140). Нейриты клеток, расположенных в головном мозге, покидают его в составе *глазодви-*



индусу человек резко отличается от животных. Весьма существенно, что на протяжении онтогенеза можно выделить особый период в развитии ребенка, который отличается максимальным



Рис. 3.56. Изменение ткани мозга с возрастом: А — мозг человека 45—50 лет; Б — мозг пожилого человека (после 70 лет); 1 — прозрачная перегородка; 2 — белое вещество; 3 — передний рог бокового желудочка

гательного, лицевого, языкоглоточного и блуждающего нервов. Эффекторные парасимпатические нейроны образуют или *околоорганные* (экстрамуральные) ганглии, расположенные вблизи органов (ресничный, крылонебный, ушной, подъязычный и др.), или *внутриорганные* (интрамуральные) ганглии, лежащие в стенках полых (желудочно-кишечный тракт) или в толще паренхиматозных органов.

В спинном мозге парасимпатические нервные клетки расположены в области II–IV крестцового сегмента в составе парасимпатического крестцового ядра. Преганглионарные волокна проходят в составе вентральных корешков крестцовых нервов и соматического крестцового сплетения; отделившись от него, образуют *тазовые внутренностные нервы* (*nn. splanchnici pelvini*). Большинство их ветвей входит в состав подчревного сплетения и оканчивается на клетках интрамуральных ганглиев в стенках органов малого таза. Постганглионарные парасимпатические волокна иннервируют гладкие мышцы и железы нижней части кишечного тракта, мочевыделительные, внутренние и наружные половые органы.

В стенках этих органов залегают интрамуральные нервные сплетения. В

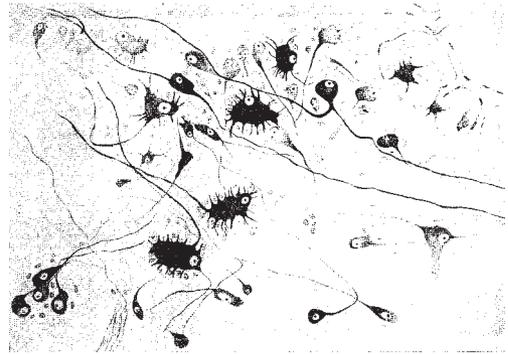


Рис. 3.59. Интрамуральное нервное сплетение (по Колосову)

их состав входят ганглии или отдельные нейроны и многочисленные волокна (рис. 3.59), в том числе волокна симпатической нервной системы. Нейроны интрамуральных сплетений различаются по функции. Они могут быть эфферентными, рецепторными и ассоциативными и образовывать местные рефлекторные дуги. Благодаря этому становится возможным осуществление элементов регуляции функции данного органа без участия центральных структур. На местном уровне регулируются такие процессы, как активность гладкой мускулатуры, всасывающего и секреторного эпителия,

«индексом церебрализации». Этот период соответствует не стадии новорожденности, а периоду раннего детства — от 1 года до 4 лет. После этого периода индекс снижается. Указанный факт соответствует многим нейростологическим данным. Так, например, количество синапсов на единице площади в теменной коре после рождения бурно увеличивается только до 1 года, затем несколько уменьшается до 4 лет и резко падает после 10 лет жизни ребенка. Это доказывает, что именно период раннего детства заключает в себе огромное количество возможностей, заложенных в нервной ткани мозга, от реализации которых во многом зависит дальнейшее интеллектуальное развитие человека.

Вес мозга взрослого мужчины — 1150—1700 гр. На протяжении всей жизни у мужчин

сохраняется более высокая масса мозга, чем у женщин. Индивидуальная вариабельность веса мозга очень велика, но при этом она не является показателем уровня развития умственных способностей человека. Так, мозг Тургенева весил 2012 г, Кювье — 1829 г, Байрона — 1807 г, Шиллера — 1785 г, Бехтерева — 1720 г, Павлова — 1653 г, Менделеева — 1571 г, Анатоля Франса — 1017 г.

#### 3.4. ФИЛОГЕНЕЗ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

**Ранние стадии филогенеза.** Нервная система возникла на ранних стадиях эволюции в связи с появлением многоклеточных животных. Она обеспечивает взаимодействие частей орга-

локального кровотока и т. д. Это дало основание А.Д. Ноздрачеву выделить интрамуральные нервные сплетения в третий отдел автономной нервной системы — *метасимпатическую нервную систему*.

Главная масса парасимпатических волокон, выходящих из продолговатого мозга, покидает его в составе *блуждающего нерва*. Волокна начинаются от клеток его *дорсального ядра*, расположенного в *треугольнике блуждающего нерва* на дне ромбовидной ямки. *Преганглионарные волокна* распространяются на шею, в грудной и брюшной полостях тела (Атл. рис. 158). Они оканчиваются в *экстра- и интрамуральных ганглиях* щитовидной, околотитовидной и вилочковой желез, в сердце, бронхах, легких, пищеводе, желудке, кишечном тракте до селезеночного изгиба, в поджелудочной железе, печени, почках. От нейронов этих ганглиев отходят *постганглионарные волокна*, которые иннервируют эти органы. Внутриорганные парасимпатические ганглии сердца отдают волокна в синусно-предсердный и предсердно-желудочковый узлы сердечной мышцы, которые ими и возбуждаются в первую очередь. В стенках пищеварительного тракта залегают два сплетения, узлы которых образованы

эффекторными парасимпатическими клетками: *межмышечное* — между продольными и круговыми мышцами кишечника и *подслизистое* — в его подслизистом слое.

В продолговатом мозге скопление парасимпатических нейронов образует *нижнее слюноотделительное ядро*. Его преганглионарные волокна идут в составе языкоглоточного нерва и оканчиваются в *ушном узле*, расположенном под овальным отверстием клиновидной кости (Атл. рис. 158). Постганглионарные секреторные волокна этого узла подходят к околоушной слюнной железе и обеспечивают ее секреторную функцию. Они иннервируют также слизистую оболочку щек, губ, зева и корня языка.

В мосте лежит *верхнее слюноотделительное ядро*, преганглионарные волокна которого идут сначала в составе промежуточного нерва, затем часть их отделяется и по барабанной струне переходит в язычный нерв (ветвь нижнечелюстного нерва V пары), в составе которого достигает *подъязычного* и *подчелюстного узла*. Последний лежит между язычным нервом и подчелюстной слюнной железой. Постганглионарные секреторные волокна подчелюстного узла иннервируют подчелюстную и

низма между собой, а также взаимосвязь организма с внешней средой. Эволюция нервной системы у животных шла параллельно с усложнением этих отношений. По мере развития организации нервная система также усложнялась, проходя при этом ряд стадий. У кишечнорастных на поверхности тела выделились специализированные чувствительные клетки. Так возникла *диффузная или сетевидная нервная система*. Расположенные в эктодерме и энтодерме тела нервные клетки соединены отростками, которые связаны с рецепторными клетками эктодермы и мышечными клетками. Всякое раздражение, воспринятое рецепторными клетками при непосредственном соприкосновении с ними раздражителя, нервные клетки передают мышечным. Возникают примитивные движения всего тела. Следо-

вательно, уже на самых ранних стадиях развития нервная система закладывается как связующее звено между рецепторами и рабочими органами.

В дальнейшем разбросанные по всей поверхности тела рецепторные клетки концентрируются в определенных местах: в области ротового отверстия, на щупальцах и т. д. (черви и др.). Одновременно происходит функциональная дифференциация рецепторных клеток: они начинают отвечать возбуждением только на определенные — адекватные — раздражения, например одни — на световые, другие — на механические и т. д. На этой стадии рецепторы возбуждаются и на расстоянии. В строении нервной системы происходит *централизация*: ее клетки скапливаются в ганглии, соединенные продольными и поперечными тяжами. Так

подъязычную слюнные железы. Другая часть парасимпатических волокон промежуточного нерва, отделяясь от него, достигает *крылонебного узла*, расположенного в одноименной ямке. Постганглионарные волокна узла иннервируют слезную железу, слизистые железы полостей рта и носа и верхнего отдела глотки.

Еще одно парасимпатическое ядро (добавочное ядро глазодвигательного

нерва) находится на дне водопровода среднего мозга. Преганглионарные волокна его нейронов идут в составе глазодвигательного нерва к *ресничному узлу* в задней части глазницы, латеральнее зрительного нерва. Постганглионарные, эффекторные волокна иннервируют мышцу, суживающую зрачок, и ресничную мышцу глаза.

## 3.6. СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ

### 3.6.1. Общие закономерности строения сенсорных систем

Каждая сенсорная система (анализатор, по Павлову) включает в себя несколько отделов. В *периферическом отделе* сигнал из внешней или внутренней среды превращается в электрический процесс — нервный импульс. Это происходит при помощи специальных структур — рецепторных образований. Импульсы с периферии по нервным волокнам поступают в головной и спинной мозг, а затем в кору больших полушарий, которая является *центральной*, или *корковым отделом* любой сенсорной системы, в котором происходит окончательная

обработка сигналов. Пути, связывающие рецепторный и корковый отделы, относят к *проводниковому отделу* сенсорной системы (анализатора).

Раздражители, воздействующие на рецепторы, могут быть разных модальностей: световые, звуковые, механические, химические и т. д. Каждая модальность воспринимается своим видом рецепторов и передается по строго определенным нервным путям. В связи с этим говорят о наличии определенных сенсорных систем: зрительной, слуховой, вестибулярной, соматосенсорной, вкусовой, обонятельной.

**Рецепторами** являются специализированные для восприятия определенного вида раздражения клетки или

возникает *ганглиозная нервная система*. Нервные ганглии становятся рефлекторными центрами для тех частей тела, в которых они расположены: двигательные реакции оказываются дифференцированными.

Позднее рецепторы, воспринимающие раздражение на расстоянии, концентрируются на переднем конце тела, который в первую очередь входит в соприкосновение с внешней средой. Здесь образуются органы зрения, обоняния и других чувств. Расположенный спереди нервный ганглий увеличивается и начинает осуществлять координацию движений всех частей тела. Так происходит процесс *цефализации*, сопровождающийся развитием головы.

У хордовых появляется качественно новая форма нервной системы — *трубчатая*. Обра-

зование у них головного мозга, как и возникновение головного ганглия у беспозвоночных, вызывается скоплением на переднем конце тела важнейших органов чувств: равновесия (вестибулярного), обоняния, вкуса, зрения и слуха. У переходной формы от беспозвоночных к позвоночным — ланцетника, не имеющего развитых дистанционных рецепторов и воспринимающего лишь светотень, головной мозг находится в зачаточном состоянии. В дальнейшем в головном мозге позвоночных прогрессивно развиваются большие полушария. Одновременно происходит специализация сенсорных систем и координация их деятельности с двигательными реакциями.

**Эволюция спинного и головного мозга позвоночных.** Спинной мозг круглоротых занимает

окончания нейрона. Если раздражение воспринимается специализированным окончанием дендрита афферентного нейрона, такой рецептор называется *первичночувствующим*. Таковыми являются рецепторы кожи, реагирующие на механическую стимуляцию. Если же рецептор представлен специализированной клеткой, на которой афферентное нервное волокно образует синаптический контакт, такой рецептор носит название *вторичночувствующего*. Примером могут служить рецепторные клетки вкусовой, слуховой, вестибулярной сенсорной систем.

Если рецепторы воспринимают раздражение из внешней среды, они называются *экстерорецепторами*. Среди них различают дистантные (зрительные, слуховые) и контактные (вкусовые, тактильные) рецепторы. *Интерорецепторы* сигнализируют о состоянии внутренних органов, изменениях химического состава крови, тканевой жидкости, состава содержимого желудочно-кишечного тракта. *Проприорецепторы* передают информацию о состоянии опорно-двигательного аппарата. Таким образом, рецепторы обладают специфичностью — наиболее эффективно они возбуждаются стимулом определенной модальности.

Каждое афферентное волокно образует контакты со многими рецепторами. Поверхность, с которой собирает информацию данное волокно, называется его *рецептивным полем*. Такие поля соседних волокон перекрываются, чем обеспечивается большая надежность рецепторной функции.

Тела афферентных нейронов, как правило, лежат в чувствительных спинно-мозговых или черепно-мозговых ганглиях. Исключение составляют зрительная и обонятельная системы, где чувствительные нейроны находятся непосредственно в сетчатке (ганглиозные клетки) или обонятельной луковице соответственно. Отростки этих нейронов входят в спинной или головной мозг, где происходит переключение на нейрон следующего порядка. Далее по сети нейронов сигнал распространяется в восходящем направлении. Для большинства сенсорных систем, кроме обонятельной, предпоследний нейрон лежит в специфических ядрах таламуса. Отсюда информация поступает в соответствующие проекционные и ассоциативные зоны коры, где в обработку сигнала включаются процессы памяти. Было замечено, что в первичные, проекционные зоны коры импульсы от рецепторов

все протяжение позвоночного канала. Белое вещество построено примитивно и состоит из безмякотных волокон. Серое вещество концентрируется вокруг центрального канала (как у ланцетника), но передних и задних рогов еще не образует. В связи с развитием жаберного аппарата самым обширным отделом головного мозга является продолговатый мозг. Мозжечок развит очень слабо. В среднем мозге намечается разделение на два бугра — зрительные доли (переднее двуххолмие млекопитающих). В промежуточном мозге уже имеются его три отдела; хорошо развиты надбугорная и особенно гипоталамическая области, связанные с обонянием и интерорецепцией. Небольшой конечный мозг состоит из серого вещества, окружающего полость желудочка и покрытого эпителиальным плащом.

В спинном мозге селяхий серое вещество разделяется на передние и слабовыраженные задние рога; нервные волокна миелинизированы. В продолговатом мозге, который связан с иннервацией ротовой полости и внутренних органов, ядра нервов велики и выдаются на поверхности. Мозжечок большой, что связано с быстрой движением в воде (рис. 3.57, А). В его состав входят тело и парные ушковидные доли (гомологичные клочкам полушарий мозжечка млекопитающих). В среднем мозге хорошо выражено двуххолмие, функционирующее как высший регуляторный центр, к которому подходят проводники всех видов чувствительности. В промежуточном мозге особенно велика гипоталамическая область и все еще мал зрительный бугор. Конечный мозг имеет непарный желудочек

А

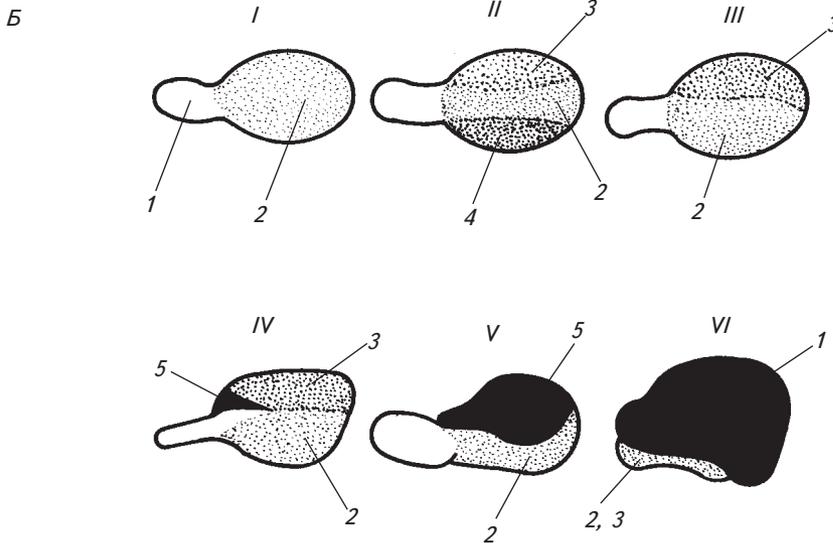
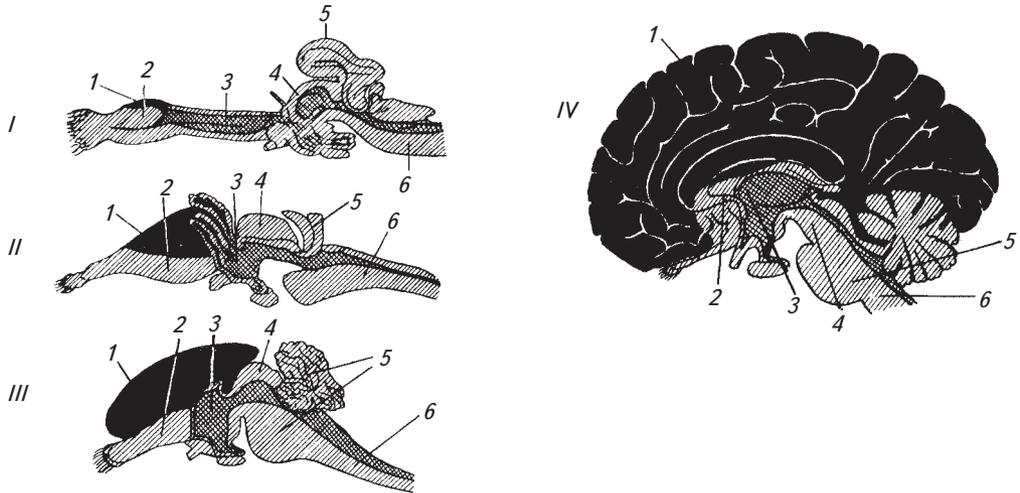


Рис. 3.57.

А — строение головного мозга позвоночных: I — акулы; II — ящерицы; III — кролика; IV — человека; 1 — плащ и кора и 2 — базальные ганглии; 3 — промежуточный мозг; 4 — средний мозг; 5 — задний мозг; 6 — продолговатый мозг; Б — прогрессивная дифференцировка коры больших полушарий в процессе эволюции: I — primitive рыбы; II — амфибии; III — primitive рептилии; IV — высшие рептилии; V — primitive млекопитающие; VI — высшие млекопитающие; 1 — обонятельная луковица; 2 — древняя кора; 3 — старая кора; 4 — базальные ядра; 5 — новая кора

попадают кратчайшим путем, в то время как активация ассоциативных зон происходит несколько позже ввиду вовлечения в этот процесс полисинаптических нервных сетей (см. рис. 3.45). Проекция сенсорных систем в головном мозге носят топический характер, т. е. определенная область тела или группа рецепторов связана с локальной группой нейронов в ЦНС. При прохождении импульса по описанному пути сохраняется модальность сигнала и происходит его частичная обработка. Этот путь носит название *специфического*. При прохождении по нему информация от рецепторов сортируется, часть ее тормозится («отфильтровывается»), и к высшим центрам доходит только наиболее важная часть сигнала.

Наряду с этим имеется масса *неспецифических* путей, при прохождении по которым модальность сигнала утрачивается. Афферентная импульсация, независимо от места возникновения, по коллатерали аксонов обязательно попадает в ретикулярную формацию ствола мозга и вызывает ее активацию. Ретикулярная формация связана с неспецифическими таламическими ядрами, которые, в свою очередь, передают диффузные возбуждающие влияния на кору (рис. 3.19, Б). Благодаря этому ней-

роны коры переходят в возбужденное состояние, что способствует восприятию ими информации, приходящей по специфическим путям. Переход ретикулярной формации в возбужденное состояние сопровождается также развитием вегетативных реакций и двигательной активности.

### 3.6.2. Зрительная сенсорная система

Периферический отдел зрительной сенсорной системы представлен рецепторами, расположенными в сетчатке глаза. Но прежде чем изучать строение сетчатки, рассмотрим устройство самого глазного яблока.

**Внешний вид глаза.** Глазное яблоко расположено в глазнице черепа. У детей оно имеет шаровидную форму, у взрослых его переднезадний размер несколько превышает поперечный и вертикальный и составляет примерно 24 мм. Различают *передний* и *задний полюсы глаза* (Атл. рис. 142). Линия, соединяющая оба полюса глазного яблока, называется его осью. Зрительный нерв входит в глазное яблоко несколько медиальнее его заднего полюса.

и спереди переходит в парные обонятельные доли. На нижней поверхности плаща появляются нервные клетки, образующие *древнюю кору*. Она слабо отделена от базальных ганглиев и получает импульсы от обонятельных долей.

С выходом позвоночных животных на сушу в их нервной системе произошли большие изменения, обеспечившие приспособления к новым условиям существования. Особое значение в преобразовании мозга сыграли два обстоятельства: переход ведущей роли от органов обоняния и вкуса к органам зрения и слуха и замена характерного для живущих в воде рыб передвижения при помощи всего тела более совершенным — при помощи конечностей. Перестройка мозга коснулась главным образом больших полушарий, в плаще которых около

250 млн лет назад началось усиленное развитие коры.

В спинном мозге рептилий хорошо выражены задние и особенно передние рога серого вещества. Они делят лежащее снаружи белое вещество на канатики: передние, боковые и задние. В продолговатом мозге развиваются тонкий и клиновидный бугорки, а также верхнее сенсорное ядро тройничного нерва. В мозжечке (рис. 3.57, Б) хорошо развиты тело и ушковидные доли. В среднем мозге у некоторых ящериц и змей позади зрительных долей выдаются еще два бугра (заднее двухолмие млекопитающих). В покрывке ножек впервые появляется красное ядро. В промежуточном мозге зрительный бугор относительно велик и уже делится на ряд ядер. Одновременно развиваются связи их с корой.

Глазное яблоко окружено тремя оболочками: наружной — фиброзной, средней — сосудистой и внутренней — сетчатой (Атл. рис. 142, 148). В центре глазного яблока находится ядро, которое состоит из хрусталика, стекловидного тела и водянистой влаги — это преломляющие среды глаза. Впереди хрусталика лежит передняя камера глаза, также заполненная жидкостью.

**Оболочки глазного яблока.** *Фиброзная оболочка* (*tunica fibrosa bulbi*) наружная и самая прочная, благодаря ей глазное яблоко поддерживает свою форму. Она представлена двумя отделами. Передний, занимающий 1/5 ее поверхности, образует прозрачная, сильно вогнутая роговица, обладающая светопреломляющим свойством; задний — белочная оболочка — склера, по цвету напоминающая белок вареного куриного яйца.

*Роговица* (*cornea*) состоит в основном из плотной соединительной ткани (прозрачное собственное вещество роговицы). Спереди она покрыта многослойным плоским неороговевающим эпителием, а сзади, со стороны наружной камеры глаза, выстлана однослойным эпителием — эндотелием. Раздражение нервных окончаний, которыми пронизан наружный эпителий рогови-

цы, вызывает рефлекторное моргание и слезотечение. Кровеносные сосуды в роговице отсутствуют.

*Склера* (*sclera*) покрывает задний, больший отдел глазного яблока. Она также образована плотной соединительной тканью, но не прозрачна из-за большого количества коллагеновых и эластических волокон и несколько иного состава межклеточного вещества. В передней части склера переходит в роговицу (Атл. рис. 143). Границей между ними является тонкий полупрозрачный ободок — *лиimbus* (край) роговицы. На границе между роговицей и склерой проходит *венозный синус*, по которому из глаза оттекает венозная кровь и лимфа. Эпителий роговицы переходит здесь в *конъюнктиву*, выстилающую переднюю часть белочной оболочки. В задней части глаза в области выхода волокон зрительного нерва в склере образуются многочисленные отверстия (*решетчатая пластинка*). По ее краям склера наиболее массивна и переходит в соединительнотканную оболочку нерва. Утолщение склеры наблюдается также впереди экватора глазного яблока, где к ней прикрепляются четыре прямые мышцы глаза. Кровеносные сосуды проходят через склеру к сосудистой оболочке и цилиарному телу.

Конечный мозг большинства рептилий состоит главным образом из базальных ганглиев. Кроме древней развивается *старая кора*, которая хорошо отделена уже от базальных ганглиев и представляет собой переход от древней к более высокоразвитой новой коре. Начав свое развитие у амфибий на медиальной поверхности полушария, старая кора распространяется у рептилий и на дорсальную поверхность. Однако вся эта филогенетически ранняя кора продолжает оставаться связанной главным образом с обонятельными и интерорецептивными импульсами. В то же время у рептилий на латеральной поверхности полушария появляется зачаток еще слабо развитой *новой коры* в виде так называемой «боковой коры». С ее появлением конечный мозг начинает принимать импульсы от всех

органов чувств, приобретает общие корреляционные функции.

Спинальный мозг млекопитающих укорочен и оканчивается тонкой концевой нитью. В местах отхождения корешков спинно-мозговых нервов конечностей он утолщен. В нем особенно развиты передние канатики, где прогрессивно увеличивается количество волокон передних кортико-спинальных путей; становится немного больше и перекрещенных волокон и в кортико-спинальных путях боковых канатиков. У собаки волокна этих пирамидных путей составляют около 7% всего белого вещества спинного мозга, у обезьян — 20% и у человека — 30%. Эти волокна, соединяя кору больших полушарий с двигательными нейронами передних рогов, все более подчиняют ее влиянию работу мышц.

**Сосудистая оболочка** (*tunica vasculosa bulbi*) состоит из трех различных по структуре и функциям частей: собственно сосудистой оболочки, ресничного тела и радужки.

**Собственно сосудистая оболочка** (*chorioidea*) рыхло соединяется со склерой. Между ними располагаются лимфатические щели. Оболочка тонкая (до 0,2 мм), состоит из трех слоев (пластинок). Самый наружный слой — **надсосудистая пластинка** — образован эндотелием, эластическими волокнами, соединенными со склерой, между которыми расположены многочисленные пигментные клетки и контактирующие с ними нервные волокна. **Сосудистая пластинка** занимает среднюю часть оболочки. В ней располагаются крупные сосуды, преимущественно вены, между которыми лежат соединительнотканые волокна и пигментные клетки. В глубоком слое сосудистой оболочки — **хориокапиллярной пластинке** — залегают крупные капилляры синусоидного типа. Их сеть особенно хорошо развита в области желтого пятна сетчатки (Атл. рис. 144). Строение капилляров таково, что кровь быстро переходит из артериального русла в венозное. На границе с сетчаткой лежит полупроницаемая базальная мембрана (стекловидная пере-

родка, мембрана Бруха), которая содержит эластические волокна.

На экваторе сосудистая оболочка прободается четырьмя венами, выходящими на равном расстоянии друг от друга (Атл. рис. 148). В переднем отделе она без резких границ переходит в ресничное тело.

**Ресничное тело** (*corpus ciliare*), имеющее вид валика, вдаётся внутрь глазного яблока там, где белочная оболочка переходит в роговицу (Атл. рис. 143). Задний край тела переходит в собственно сосудистую оболочку, а от переднего отходит до 70 **ресничных отростков**. От них берут начало упругие тонкие волоконца, другим своим концом прикрепляющиеся к капсуле хрусталика по его экватору. Эти волоконца образуют поддерживающий хрусталик аппарат, или **ресничный пояс** (*циннову связку*). Внутри его, между волоконцами, остается пространство, окружающее хрусталик по экватору и содержащее водянистую влагу. В соединительнотканной основе ресничного тела, кроме сосудов, содержатся гладкие мышечные волокна, меридиональные, радиальные и циркулярные, составляющие **ресничную мышцу**, обеспечивающую аккомодацию.

Продолговатый мозг невелик (рис. 3.57, В). В его передних канатиках развиваются пирамиды, в боковых — оливы и нижние ножки мозжечка. В вентральной части моста появляется новая система клеток и волокон, увеличивающая основание моста, впервые появляются и средние ножки мозжечка. В мозжечке прогрессивно развиваются полушария, связанные с корой больших полушарий через основание моста. В среднем мозге вместо двухолмия развивается четверохолмие, причем наиболее сложный анализ зрительных сигналов перемещается из переднего двухолмия в латеральное коленчатое тело промежуточного мозга и затылочную область коры. Так же и в слуховой системе наиболее сложные функции передаются из ядер улиткового нерва в ромбовидной ямке и из заднего двухол-

мия в медиальное коленчатое тело и височную область коры. Прогрессивное развитие претерпевает таламус промежуточного мозга, становясь коллектором всех видов чувствительности, направляющейся в кору больших полушарий. В конечном мозге огромного развития достигает кора, разрастающаяся не только назад (затылочные доли), но и вперед (лобные доли) и вниз (височные доли). У однопроходных, сумчатых, насекомоядных и грызунов полушария еще относительно невелики и имеют гладкую поверхность. У хищных и копытных возникают борозды, сильно увеличивающие поверхность коры. В палеогене с появлением приматов (60 млн лет назад) полушария постепенно покрываются извилинами и бороздами, характерными для обезьян и человека (рис. 3.57, Г). Ведущая роль

*Радужная оболочка*, или *радужка* (*iris*), имеет вид диска с отверстием посередине — *зрачком* и находится позади прозрачной роговицы. Своим наружным краем радужка переходит в ресничное тело, а внутренним, свободным, ограничивает — *зрачок*. В ее соединительнотканной основе заложены сосуды, пигмент и гладкая мускулатура. От количества и глубины залегания пигмента зависит цвет глаз, варьирующий от светло-голубого до черного. Красноватый оттенок глаз альбиносов, совершенно лишенных пигмента, вызван просвечиванием кровеносных сосудов. Мышечные волокна радужки имеют двойное направление. По радиусам расположены волокна *мышцы, расширяющей зрачок*, вокруг зрачкового края радужки находятся круговые волокна *мышцы, суживающей зрачок*. Эти мышцы придают радужке значение диафрагмы, регулирующей поступление света в глаз (Атл. рис. 149).

*Сетчатая оболочка*, или *сетчатка* (*retina*), является внутренней оболочкой глазного яблока. Ее наружная поверхность прилежит к сосудистой оболочке, а внутренняя — к стекловидному телу. В сетчатке различают три части, из которых задняя, боль-

шая — *зрительная часть* — светочувствительная, в ней расположены рецепторные клетки. На уровне задней границы ресничного тела она переходит в ресничную часть в виде неровной линии — *зубчатой каймы*. Передняя часть сетчатки — *радужинная* — подстилает радужку. Последние две части нечувствительны к свету.

Зрительная часть сетчатки имеет сложное микроскопическое строение, она состоит из 10 слоев (Атл. рис. 145, 146, 147). Самым наружным слоем, прилегающим к сосудистой оболочке, служит пигментный эпителий. Непосредственно за ним располагается слой нейроэпителия, содержащий рецепторные клетки. Эти клетки из-за формы своих наружных сегментов получили название *палочек* и *колбочек*. Их периферические отростки, образующие второй слой сетчатки, вдаются в слой пигментного эпителия. Число рецепторов в глазу человека огромно (палочек около 130 млн., колбочек — 6–7 млн). Колбочки — рецепторы «цвета», они преобладают в средней части сетчатки; палочки, обеспечивающие сумеречное зрение и располагаются в ее боковых частях. Центральные отростки зрительных рецепторных клеток приходят в соприкоснове-

в регуляции функций переходит к новой коре, которая связана со всеми видами чувствительности и в ассоциативных областях которой (теменные, лобная) осуществляются высшие интегративные функции. Возросшая, главным образом за счет увеличения ассоциативных областей, новая кора сдвигает древнюю и старую кору на нижнюю и медиальную поверхности полушария. В ряду млекопитающих новая кора занимает: у ежа — 32%, у кролика — 56%, у собаки — 84%, у человека — 96% всей поверхности полушария.

Необычайное усложнение структуры и функций мозга за время длительного развития гоминид (1 млн лет) объясняется действием социальных факторов.

Мозг человека отличается от мозга других приматов (рис. 3.58) по следующим признакам:

- головной мозг преобладает над спинным;
- новая кора преобладает над старой;
- возросла площадь филогенетически более молодых отделов (ассоциативной коры) (например, площадь нижнетеменной коры у человека в 37 раз превышает таковую у обезьян);
- возросла глубина и степень ветвления борозд больших полушарий, появляющаяся после рождения и придающая мозгу индивидуальный рисунок; у человека до 75% коры находится в глубине борозд;
- наибольшей степени достигает морфофункциональная межполушарная асимметрия (например, зона Вернике в верхней височной

ние с *биполярными* и *горизонтальными* клетками, которые, в свою очередь, контактируют с *ганглиозными* клетками. Нейриты последних образуют зрительный нерв. В слое рецепторных клеток отсутствуют кровеносные сосуды, питательные вещества поступают сюда из хориокапиллярной пластинки сосудистой оболочки.

Таким образом, в сетчатке рецепторные клетки находятся в самом наружном слое. Световой поток проходит через стекловидное тело и попадает на глубокие слои сетчатки. Для того, чтобы достичь палочек и колбочек свет должен пройти через всю толщину сетчатки до пигментного слоя.

Количественная оценка клеточного состава сетчатки показала, что численность клеток в различных ее слоях неодинакова. Она убывает в ряду рецепторные клетки — биполярные клетки — ганглиозные клетки. Это свидетельствует о том, что на одной биполярной клетке суммируются афферентные импульсы от нескольких фоторецепторных клеток, а на одной ганглиозной клетке — от нескольких биполярных. Наряду с этим, в слое биполярных клеток присутствуют *горизонтальные* клетки, которые обра-

зуют синаптические контакты с рецепторными и биполярными клетками, а в слое ганглиозных клеток — *амакриновые* клетки, контактирующие с биполярами и ганглиозными клетками.

Все описанные клетки сетчатки, кроме пигментных, развиваются из стенки мозгового пузыря, т. е. аналогичны нейронам мозга. Кроме них в сетчатке развиваются и глиальные клетки, которые получили название *радиальных (Мюллеровых) клеток*. Это длинные узкие клетки, ядро которых располагается примерно на уровне ядер биполярных клеток. Радиальные глиальные клетки контактируют с палочками и колбочками и имеют в этой части сетчатки большое скопление филаментозного вещества. Ранее его считали мембраной и называли *наружной пограничной мембраной*. Микроворсинки на апикальной части глиальных клеток проникают между рецепторными клетками.

По данным светооптических исследований в сетчатке было выделено 10 слоев (зон) (Атл. рис. 145).

*Слой 1* образован *пигментными эпителиальными клетками*.

*Слой 2* состоит из *светочувствительных отростков* палочек и колбочек.



Рис. 3.58. Сравнение строения мозга: цитоархитектонические поля мозга медведя (А) и обезьяны (Б); внешний вид мозга павиана (В), шимпанзе (Г), человека (Д)

*Слой 3* — *наружная пограничная мембрана*, образованная отростками клеток глии (см. с. 244).

*Слой 4* — *наружный ядерный слой*, образованный частями рецепторных клеток, содержащими ядро.

*Слой 5* — *наружный сетчатый слой*, образован аксонами рецепторных и отростками биполярных и горизонтальных клеток, которые образуют синаптические контакты друг с другом.

*Слой 6* — *внутренний ядерный слой*, состоящий из содержащих ядро частей биполярных, горизонтальных и глиальных клеток.

*Слой 7* — *внутренний сетчатый слой*, образован аксонами биполярных и отростками ганглиозных клеток.

*Слой 8* — *слой ганглиозных клеток*, образованный их телами. По его наружному краю расположены амакриновые клетки и кровеносные сосуды сетчатки.

*Слой 9* — *слой нервных волокон*, состоящий из аксонов ганглиозных клеток, которые достигают внутренней части сетчатки, поворачивают под прямым углом и идут параллельно ее внутренней поверхности к месту выхода зрительного нерва. Эти волокна не покрыты миелиновой оболочкой и шванновскими клетками, что способ-

ствует прозрачности слоя. Здесь же находятся кровеносные сосуды и глиальные клетки.

*Слой 10* — *внутренняя пограничная мембрана*, образованная отростками глиальных клеток и их базальной мембраной.

В задней части сетчатки выделяют два участка — диск и желтое пятно. *Диск* — место выхода из глазного яблока зрительного нерва; здесь сетчатка не содержит светочувствительных элементов. В области диска в сетчатку вступает питающая ее артерия и выходит вена. Оба сосуда проходят внутри зрительного нерва. *Желтое пятно* находится почти точно на заднем полюсе глаза, это самое чувствительное к свету место сетчатки, так как здесь сосредоточено большое количество колбочек. Середина пятна углубляется в *центральную ямку*. Линию, соединяющую середину переднего полюса глаза с центральной ямкой, называют оптической осью глаза. Для лучшего видения глаз устанавливается так, чтобы рассматриваемый предмет и центральная ямка находились на одной оси.

Волокна зрительного нерва покрываются миелиновой оболочкой только после прохождения через решетчатую

извилине у правшей в левом полушарии больше, чем в правом);

— в мозге человека развиваются совершенно новые морфо-функциональные системы, представленные определенными корковыми центрами и объединяющими их ассоциативными волокнами; они функционируют при участии всей коры (например морфо-функциональная система членораздельной речи);

— особой тонкости достигает citoархитектоническая дифференцировка (наибольшая степень разреженности клеток вследствие максимального развития синаптических контактов и дендритных ветвлений, наивысшая степень упорядоченности и сложности колончатой организации, особенно в специфически человеческих отделах коры).

### Контрольные вопросы

1. Опишите основные стадии развития головного мозга.
2. Дайте характеристику изменениям головного мозга в эмбриональный период развития.
3. Каковы возрастные изменения коры больших полушарий?
4. Основные стадии филогенетического развития нервной системы.
5. Перечислите основные отличия нервной системы человека от млекопитающих животных.

пластинку. Диаметр нерва при этом увеличивается.

**Ядро глазного яблока.** *Хрусталик (lens)* — плотное тело в виде двояковыпуклого зерна чечевицы (Атл. рис. 142). Закругленный его край называют экватором. Хрусталик лишен сосудов и нервов, совершенно прозрачен и покрыт бесструктурной прозрачной *капсулой*. Задняя поверхность хрусталика вдается в стекловидное тело, расположенное позади него, а передняя прилежит к радужке. Хрусталик укреплен ресничным пояском. При сокращении мышечных волокон ресничного тела натяжение пояса ослабевает и хрусталик, не испытывая ограничивающего давления своей капсулы, становится более выпуклым. Это повышает его преломляющую способность. Изменение кривизны хрусталика обуславливает приспособление глаза к ясному видению разноудаленных предметов и называется *аккомодацией* (Атл. рис. 150).

Хрусталик — наиболее мощная преломляющая среда глаза (показатель преломления — 1,43). С возрастом он уплотняется и уплощается, и аккомодация ослабевает.

*Стекловидное тело (corpus vitreum)* заполняет в глазу все пространство

между сетчаткой сзади и хрусталиком спереди. Оно плотно прилегает к сетчатке, способствуя прилеганию пигментного и наружного ее слоев и содействует фиксации хрусталика. Стекловидное тело состоит из прозрачного студенистого межклеточного вещества и не имеет сосудов. Преломляющая способность его равна 1,33.

*Водянистая влага* выделяется кровеносными сосудами ресничных отростков и радужки. Она заполняет полости: *переднюю камеру глаза*, расположенную между роговицей и радужкой, и *заднюю камеру* — между радужкой и хрусталиком с его пояском. Обе эти камеры сообщаются через зрачок, и водянистая влага омывает радужку, частично ресничное тело и хрусталик. Водянистая влага очень слабо преломляет свет. Ее отток осуществляется через венозный синус.

**Вспомогательные аппараты глаза.** К вспомогательным аппаратам органа зрения относятся веки, слезная железа, мышцы глазного яблока, жировое тело орбиты и фасция (Атл. рис. 151)).

*Верхнее и нижнее веки*, ограничивая глазную щель и дополняя спереди глазницу, образуют подвижную защиту глазного яблока. Основной век служит полулунная пластинка плотной

**Развитие глаза.** На 3 неделе внутриутробного развития возникает парное выпячивание стенки переднего мозгового пузыря — образуется глазной пузырек (рис. 3.60). На 5 неделе его ножка истончается, а передняя часть, обращенная к эктодерме, начинает впячиваться. На этой стадии пузырек превращается в глазной бокал, его полость уменьшается, становится щелевидной, а затем редуцируется. В клетках наружного листка глазного бокала начинает накапливаться меланин, и вскоре они превращаются в пигментный эпителий; внутренний листок преобразуется в сетчатку. Отростки ее дифференцирующихся ганглиозных клеток прорастают по главному стебельку в сторону головного мозга и образуют зрительный нерв. К закладке глаза подрастают ветви внутренней сонной артерии,

которые кровоснабжают стенку глаза и центральную часть закладки. Из последней развивается стекловидное тело.

Хрусталик развивается из эктодермы, пришедшей в контакт с глазным пузырем. В результате индукционных взаимодействий эта эктодерма утолщается (на 4—5 неделе) и превращается в хрусталиковую плакodu. По мере углубления глазного бокала, она впячивается в него, превращаясь сначала в ямку, а затем в пузырек. В конце 5 недели пузырек полностью отшнуровывается от эктодермы, а в конце 6 недели клетки его проксимальной части начинают вытягиваться, формируя хрусталиковые волокна (рис. 3.61). Увеличение их числа происходит в течение всей последующей жизни. В них синтезируются белки кристаллины, обеспечивающие

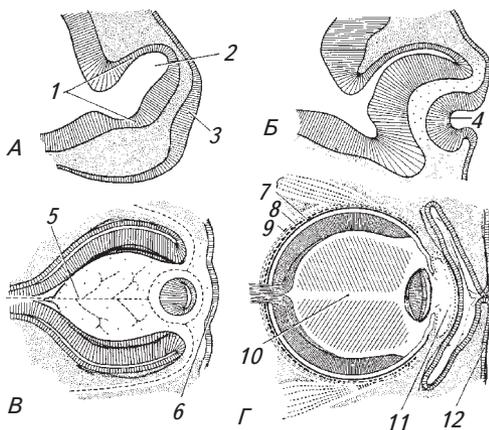
волокнистой соединительной ткани, пронизанная своеобразно измененными сальными железами. Последние открываются на свободном крае век и выделяют жирный беловатый секрет. Снаружи от пластинки расположена *вековая часть* круговой мышцы глаза, относящейся к мимическим. У свободного края век расположены влага лица корневых луковиц ресниц. Внутренняя поверхность век выстлана оболочкой — *конъюнктивой*, которая продолжается на глазном яблоке, покрывая его свободную поверхность. Конъюнктивой ограничивается конъюнктивальный мешок, который содержит слезную жидкость, омывающую свободную поверхность глаза и обладающую бактерицидным свойством.

У внутреннего угла глаза между краями век образуется пространство — *слезное озеро*; на дне его лежит маленькое возвышение — *слезное мяско*. На крае обоих век в этом месте находится по небольшому отверстию — *слезной точке*; это начало слезного канальца. Латеральное слезное мяско конъюнктива образует вертикально поставленную складочку — рудимент мигательной перепонки глаза низших позвоночных.

*Слезная железа* расположена в верхнелатеральной части глазницы, в одноименной ямке лобной кости. Выводные протоки железы (в числе 10—12) открываются в латеральной части конъюнктивального мешка. Слезная жидкость предохраняет роговицу от высыхания и смывает с нее пылевые частицы. Из конъюнктивального мешка слезная жидкость частично испаряется, а частично оттекает через *слезные канальцы*. Начинаясь слезными точками у медиального угла глаза, канальцы направляются под кожей век к *слезному мешку*, расположенному на медиальной стенке глазницы, и впадают в него. Слезный мешок, суживаясь книзу, переходит в слезно-носовый проток, который помещается в одноименном костном канале и открывается в нижний носовой ход.

Глазное яблоко приводится в движение шестью глазными мышцами: четырьмя прямыми и двумя косыми.

*Прямые мышцы* глаза берут начало от фиброзного кольца в окружности зрительного канала черепа. Мышцы прикрепляются к глазному яблоку впереди его экватора по четырем сторонам — снаружи, изнутри, сверху и снизу, соответственно чему они и называются — *латеральная, медиальная,*



прозрачность хрусталика. Дистальная часть закладки остается эпителиальной, полость по мере роста волокон уменьшается и становится щелевидной. Во внутриутробный период митотическая активность характерна для всех клеток хрусталика, в то время как после рождения она

Рис. 3.60. Развитие глаза (по Пэттену):

А—Г — последовательные стадии; 1 — глазной стебелек; 2 — первичный глазной пузырек; 3 — эктодерма; 4 — хрусталиковая плакода; 5 — гиалоидные сосуды; 6 — эпителий роговицы; 7 — наружный слой сетчатки; 8 — сосудистая оболочка; 9 — склера; 10 — канал стекловидного тела; 11 — передняя камера; 12 — эпителий века

века

верхняя и нижняя. Эти мышцы благодаря своему положению вращают глазное яблоко вокруг вертикальной и фронтальной осей. Но только латеральная и медиальная мышцы поворачивают глаз прямо наружу и внутрь; верхняя же и нижняя — не только вверх и вниз, а немного и внутрь.

*Верхняя косая мышца* тоже начинается от упомянутого выше фиброзного кольца, направляется к медиальному углу глазницы и перекидывается здесь через блок лобной кости. После этого мышца меняет направление и под острым углом подходит к верхнелатеральной стороне глазного яблока, позади экватора, где и прикрепляется. При сокращении мышца поворачивает глазное яблоко так, что зрачок обращается вниз и наружу.

*Нижняя косая мышца* начинается от глазничной поверхности верхнечелюстной кости, идет поперек глазницы, огибая снизу глазное яблоко, и прикрепляется к его наружной поверхности позади экватора. Мышца направляет зрачок вверх и наружу, вращая глаз, как и верхняя косая, по сагиттальной оси.

*Жировое тело* заполняет пространство между стенками глазницы и глазным яблоком с его мышцами. Жировое

тело образует мягкую и эластичную обкладку глазного яблока.

*Фасция* отделяет жировое тело от глазного яблока; между ними остается щелевидное пространство, которое обеспечивает подвижность глазного яблока.

**Проводниковый и центральный отделы зрительной сенсорной системы.** Проводниковый отдел начинается в *сетчатке* (рис. 3.62; Атл. рис. 150). Нейриты ее ганглиозных клеток складываются в *зрительные нервы*, которые, войдя через зрительные каналы в полость черепа, образуют перекрест. У низших позвоночных (амфибий, рептилий) в перекресте участвуют все волокна зрительных нервов, поэтому движения левого и правого глаза независимы, поля их зрения разделены, зрение монокулярное. У обезьян и человека перекрещивается около половины волокон зрительных нервов. Это обеспечивает согласованные движения глазных яблок и бинокулярное зрение. После перекреста каждый нерв называется *зрительным путем (трактом)*. В составе каждого зрительного тракта идут волокна от латеральной половины сетчатки глаза своей стороны и медиальной — другого глаза. Тракт огибает ножку мозга и разделяется на два корешка. Один из них

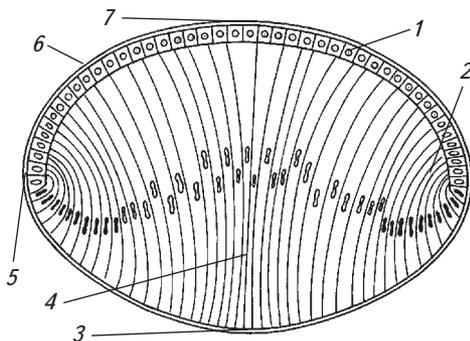


Рис. 3.61. Развитие хрусталика:

1 — эпителий хрусталика; 2 — новообразованные хрусталиковые волокна; 3 — задний полюс; 4 — первичные волокна хрусталика; 5 — экваториальный эпителий; 6 — капсула; 7 — передний полюс

сохраняется только у клеток, лежащих на экваторе. Дочерние клетки перемещаются в глубину хрусталика, перестают делиться, в них начинается синтез кристаллинов. Затем клетки утрачивают ядра и органеллы и остаются в виде волокон. Волокна, расположенные в центре хрусталика, в его ядре образовались еще во внутриутробный период. Ближе к периферии, в коре хрусталика, лежат волокна, образовавшиеся в более поздний период.

При погружении хрусталика под эктодерму, последняя наползает на него и образует радужную оболочку и ресничное тело. Вокруг закладки глаза из мезенхимы развиваются сосудистая оболочка и склера. К склере прикрепляются мышечные волокна, которые затем превращаются в мышцы глазного яблока. Эпителий, покрывающий

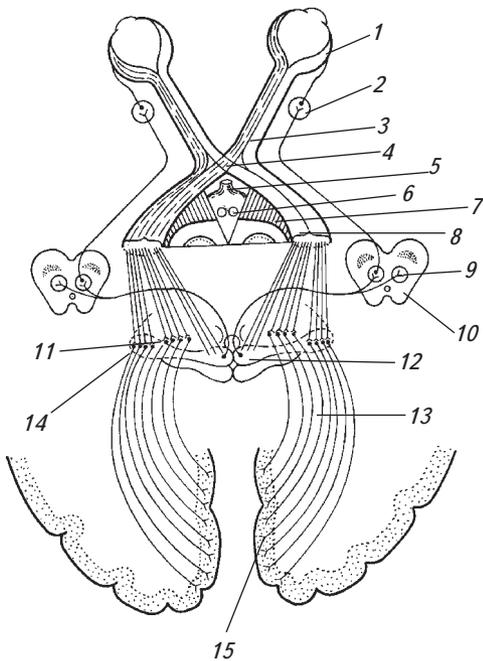


Рис. 3.62. Схема зрительных путей:

1 — сетчатка; 2 — ресничный узел; 3 — зрительный нерв; 4 — перекрест зрительных нервов (хиазма); 5 — гипоталамус; 6 — мамиллярные тела; 7 — ножка мозга; 8 — зрительный тракт; 9 — ядро глазодвигательного нерва; 10 — средний мозг; 11 — подушка таламуса; 12 — верхние бугорки четверохолмия; 13 — зрительная лучистость; 14 — латеральное колленчатое тело; 15 — зрительная область коры

заканчивается в *верхнем двухолмии*. Его волокна идут к ниже расположенным эффекторным ядрам ствола (глазодвигательного и других нервов), а также к мотонейронам спинного мозга (тектоспинальный путь). Благодаря этому осуществляются рефлекторные ответы на зрительные раздражения (например, не-

закладку снаружи, становится роговицей. В ее внутренний слой мигрируют эндотелиальные клетки из сосудистой оболочки.

На 7 неделе эмбрионального периода начинают развиваться веки. Они возникают в виде складок кожи над роговицей, соединяются друг с другом и срастаются. На 6—7 месяце пренатального развития веки раскры-

произвольные движения головы и глаз). Нейроны верхнего двухолмия участвуют в рецепции движущихся объектов. На поверхности двухолмия имеется упорядоченная проекция сетчатки (ретинотопия). В глубоких слоях серого вещества лежат мотонейроны, отвечающие за движение глаз в определенном направлении. Оба типа нейронов (чувствительные поверхностные и моторные глубокие) связаны между собой. Нейроны, занимающие центральное положение, получают проекции от слуховой системы и соматической чувствительности верхней половины тела (голова, верхние конечности).

Другой корешок направляется к *подушке зрительного бугра* и *латеральному колленчатому телу*. Нейроны латерального колленчатого тела у приматов сгруппированы в 6 слоев (рис. 3.63). К каждому слою подходят аксоны от сетчатки только одного глаза. Кроме того, каждый участок сетчатки проецируется на определенную группу нейронов. Наибольшее количество нейронов воспринимает информацию от центральной части сетчатки, в том числе желтого пятна. Таким образом, здесь проявляется топическая организация проекции различных зон сетчатки. Нейроны латерального колленчатого тела обладают также цветовой чувствительностью. В подушке и латеральном колленчатом теле зрительные импульсы переключаются на следующий нейрон, волокна которого в составе зрительной лучистости идут к коре затылочной области больших полушарий.

Центральным проекционным полем зрительной системы является *поле 17*.

ваются. Слезные железы появляются на 9 неделе.

Положение глаз на голове также меняется в процессе развития. На 6 неделе глаза расположены по бокам головы, затем, по мере роста лицевых структур, глаза перемещаются на переднюю поверхность лица и к 10 неделе располагаются на ней почти как у взрослого.

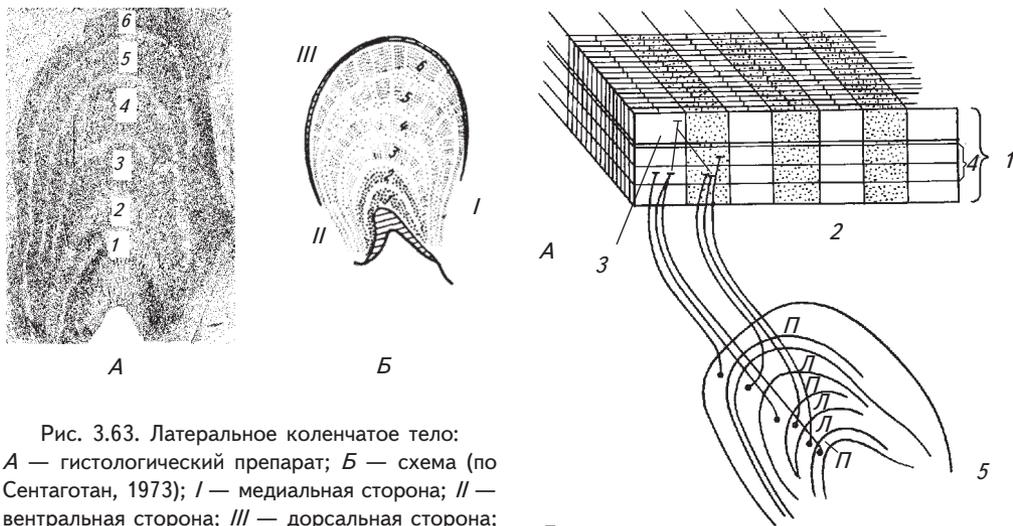


Рис. 3.63. Латеральное колленчатое тело:  
 А — гистологический препарат; Б — схема (по Сентаготан, 1973); I — медиальная сторона; II —  
 вентральная сторона; III — дорсальная сторона;  
 1—6 — слои нейронов

От него ассоциативные волокна идут к полям 18 и 19, где расположены соответственно вторичная и третичная зрительные проекции. В эти поля проецируется также часть волокон зрительной лучистости. Поле 17 связано также с полями 21 и 7, а, кроме того, с верхним двуххолмием, претектальной областью, подушкой таламуса и латеральным колленчатым телом, а поле 19 — с полями 17, 18, 21 и 7. Из поля 18 эфферентные волокна идут к претектальной области и подушке таламуса. Волокна, имеющие разную толщину и идущие от разных подкорковых структур, оканчиваются в разных слоях коры. Здесь также прослеживается четкая топическая организация; центральная часть сетчатки имеет более обширную проекцию. Электрофизиологически было установлено, что 84% нейронов зрительной коры реагируют при одновременной стимуляции сетчаток двух глаз, т. е. они ответственны за бинокулярное зрение (рис. 3.64).

Нейроны зрительной коры различаются не только по способности реагировать на моно- или бинокулярное раздражение, но и по реакции на

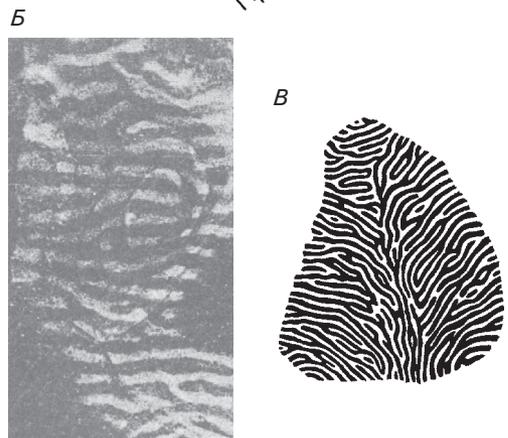
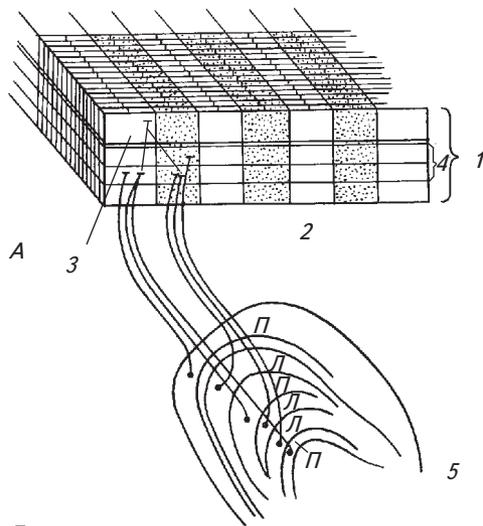


Рис. 3.64. Организация зрительной коры (по Хьюбелу, Визелю):  
 А — схема взаимоотношения между слоями латерального колленчатого тела и колонками в коре (IV слой); Б — препарат и В — схема расположения колонок глазодоминантности в слое IV на срезе, параллельном поверхности коры; 1 — IV слой зрительной коры; 2 — колонки глазодоминантности; 3 — сложные клетки (бинокулярные); 4 — простые клетки (монокулярные); 5 — латеральное колленчатое тело; Л — левый глаз, П — правый глаз

движение объекта, его размер и т. д., нейроны коры, образующие вертикальные связи друг с другом, складываются в *колонку*. Соседние колонки,

реагирующие на возбуждение одного или другого глаза, были названы *колонками глазодоминантности* (рис. 3.64). Такие колонки были продемонстрированы морфологически: введение в один глаз меченых аминокислот позволило выявить на горизонтальных (тангенциальных) срезах коры причудливо пересекающиеся полосы (рис. 3.64, Б, В). Темные полосы на этой фотографии соответствуют локализации меченой аминокислоты (3Н-пролин), введенной в один глаз. Аминокислота была доставлена из сетчатки в нейроны коры аксоплазматическим транспортом по отросткам нейронов зрительных путей. Аналогичным образом была продемонстрирована слоистая организация латерального колленчатого тела (рис. 3.63).

В зрительном восприятии принимает участие нижневисочная область коры (поле 21). С ней связывают дифференциацию предметов по форме, отношение их к определенной категории, установлению равнозначности объектов, которые проецируются в разные зоны сетчатки. На активность нейронов этой зоны оказывают влияние миндалины и гиппокамп. Поле 7 принимает участие в организации пространственного зрения.

Для полного анализа предмета (его величины, расстояния от глаз и т. д.) к ощущениям от раздражения сетчатки прибавляются ощущения от раздражения проприорецепторов аккомодационных мышц ресничного тела, мышц, суживающих и расширяющих зрачок (Атл. рис. 149, 150).

### 3.6.3. Слуховая и вестибулярная сенсорные системы

**Общие сведения.** Слуховой и вестибулярный рецепторные аппараты расположены во внутреннем ухе. Вестибулярный аппарат связан со ста-

токинетическим раздражением и возбуждается при всяком изменении в положении головы, а, следовательно, и всего тела в пространстве. Он участвует в сохранении равновесия и в поддержании определенной позы тела.

Оба рецепторных аппарата имеют в филогенезе общее происхождение. В простейшем виде они представлены пузырьком, стенки которого выстланы мерцательным эпителием. Такой пузырек имеют некоторые кишечнополостные (медузы). Он наполнен жидкостью и содержит известковое образование — *статолит*. При изменении положения тела последний перекачивается и раздражает окончания чувствительных нервов, подходящих к стенке пузырька, в результате чего организм получает ощущение своего положения в пространстве. В процессе эволюции строение этого органа значительно усложняется, и он распадается на два отдела, из которых один сохраняет статическую функцию, а другой приобретает слуховую. Оба рецепторных аппарата иннервируются волокнами, идущими в составе преддверно-улиткового нерва (VIII). Они возбуждаются механическими колебаниями: вестибулярный воспринимает сотрясения, связанные с изменениями положения тела; слуховой — воздушные колебания.

Слуховые рецепторы человека лежат в спиральном органе улитки; вестибулярные — в гребешках ампул полукружных каналов и чувствительных пятнах сферического и эллиптического мешочков. В то время как орган равновесия состоит только из структур, в которых располагаются рецепторные клетки, строение органа слуха сильно усложнено системой образований, проводящих звуковые волны к рецептору.

Слуховой орган человека состоит из трех частей: 1) улавливающего воздушные колебания *наружного уха*; 2) передающего звуковые волны *сред-*

него уха и 3) воспринимающего звук *внутреннего уха*. В последнем, помимо слуховых рецепторов, помещаются рецепторы вестибулярной системы. Органы слуха и равновесия расположены в основном в толще пирамиды височной кости.

**Наружное ухо** (*auris externa*) произошло на месте выпячивания эктодермы I висцеральной (челюстной) дуги. Оно представлено ушной раковиной и наружным слуховым проходом (Атл. рис. 152).

**Ушная раковина** (*auricula*) животных обладает свойством настораживаться и служит для улавливания звуков. У человека вследствие слабого развития ушных мышц она сохраняет незначительную подвижность.

Основу ушной раковины составляет эластический хрящ сложной формы. Внизу он дополняется кожной складкой — *мочкой*, которая заполнена жировой тканью. Свободный наружный край раковины завернут внутрь в форме *завитка*, а с ее дна параллельно ему поднимается возвышение — *противозавиток*. Медиальнее последнего располагается полость раковины, в глубине которой находится отверстие наружного слухового прохода. Спереди проход ограничивает хорошо заметный бугорок — *козелок*, сзади — *противокозелок*. Форма и величина ушной раковины индивидуально изменчивы. Иногда верхнезадняя часть завитка вытягивается в *бугорок*. Он хорошо заметен у человеческого плода и низших обезьян.

**Наружный слуховой проход** (*meatus acusticus externus*) имеет длину около 24 мм и оканчивается барабанной перепонкой. Его внешняя хрящевая треть представляет собой продолжение хряща раковины, остальные две трети, костные, располагаются в пирамиде височной кости. Слуховой проход несколько изогнут, он выстлан кожей

с тонкими волосками и видоизмененными потовыми железами, выделяющими ушную серу. Как те, так и другие защищают барабанную перепонку от неблагоприятных воздействий внешней среды, например от пыли.

**Барабанная перепонка** (*membrana tympani*) отделяет наружное ухо от среднего. Ее основу составляют коллагеновые волокна, снаружи она покрыта эпидермисом, а внутри — слизистой оболочкой. Перепонка настолько тонка, что сквозь нее просвечивает молоточек среднего уха.

**Среднее ухо** (*auris media*) состоит из барабанной полости, слуховых косточек и слуховой трубы. Барабанная полость (*cavitas tympanica*) развивается из I висцеральной щели. Полость заполнена воздухом, попадающим сюда из носоглотки через слуховую трубу, отверстие которой находится на передней стенке барабанной полости. На ее задней стенке открываются *ячейки сосцевидного отростка*, также наполненные воздухом, а на медиальной помещаются *окно преддверия* и *окно улитки*, ведущие во внутреннее ухо. *Окно улитки* затянато *вторичной барабанной перепонкой*. Внутри полости среднего уха расположены слуховые косточки (рис. 3.65; Атл. рис. 152): молоточек и наковальня — производные I висцеральной (челюстной) дуги — и стремя, развившееся из II висцеральной (подъязычной) дуги.

**Молоточек** срачен с барабанной перепонкой своей рукояткой, втягивающей ее центр внутрь, головка молоточка соединяется суставом с телом *наковальни*, длинный отросток которой, в свою очередь, сочленяется с головкой *стремени*. Основание стремени прилежит к мембране, закрывающей *окно преддверия*. Таким образом, все три косточки составляют подвижную цепь, соединяющую барабанную перепонку с внутренним ухом. Благодаря этому колебания воздуха

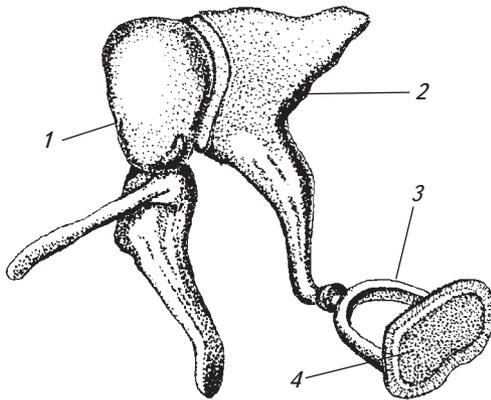


Рис. 3.65. Слуховые косточки среднего уха:  
1 — молоточек; 2 — наковальня; 3 — стремя;  
4 — основание стремени

в виде звуковых волн, воздействующие на барабанную перепонку, передаются к рецепторам внутреннего уха. При этом барабанная перепонка, воспринимающая колебания, имеет значительно большую площадь, чем окно преддверия, в которое входит головка стремени. Таким образом, можно считать, что в системе косточек среднего уха происходит концентрация стимула.

*Слуховая труба (tuba auditiva)* представляет собой длинный (3,5 см) и узкий (2 мм) канал, костный со стороны уха, где он проходит в толще пирамиды, и хрящевой на остальной, большей части своего протяжения. С нижневентральной стороны хрящ дополняется фиброзной перепонкой, к которой прикрепляются мышцы мягкого неба. Труба очень важна при выравнивании давления воздуха на барабанную перепонку. Отверстие трубы в глотке обычно находится в спавшемся состоянии, и проход воздуха в барабанную полость осуществляется при глотании и зевании, когда сокращающиеся мышцы мягкого неба оттягивают фиброзную часть стенки трубы, вследствие чего открывается ее просвет. Слизистая трубы продолжает-

ся на стенки барабанной полости и ячейки сосцевидного отростка.

*Внутреннее ухо (auris interna)*, или *лабиринт*, имеет наиболее сложное строение (Атл. рис. 152). Сложная система перепончатых трубок, заполненных *эндолимфой*, образует перепончатый лабиринт. Он как бы вставлен в костный лабиринт, который повторяет форму перепончатого. В некоторых местах перепончатый лабиринт прикреплен к надкостнице костного лабиринта.

*Костный лабиринт* заложен в толще пирамиды височной кости, между барабанной полостью и внутренним слуховым отверстием. Он состоит из трех частей: центральное положение занимает преддверие, спереди от него находится улитка, а сзади — полукружные каналы (рис. 3.66).

*Преддверие (vestibulum)* костного лабиринта сообщается с барабанной полостью посредством окна преддверия и окна улитки. Преддверие представляет собой полость овальной формы, отделенную от барабанной полости перегородкой. В перегородке имеются два отверстия: верхнее — *овальное окно* (окно преддверия), в которое входит

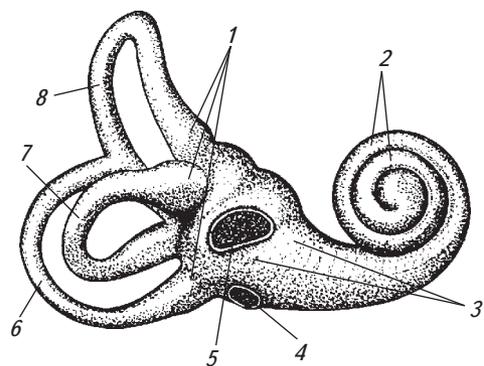


Рис. 3.66. Костный лабиринт:  
1 — ампулы полукружных каналов; 2 — улитка;  
3 — преддверие; 4 — окно улитки; 5 — окно преддверия; 6 — задний, 7 — латеральный, 8 — передний полукружные каналы

основание стремени, и нижнее — *круглое окно* (окно улитки), затянутое эластичной перепонкой. На внутренней поверхности преддверия находятся два углубления — сферическое и эллиптическое, разделенные гребнем. Стенки этих углублений, а также участок в основании улитки, пронизаны большим количеством отверстий и называются *решетчатыми пластинками*.

В преддверии открываются спиральный канал улитки, отверстия трех полукружных каналов и узкого водопровода преддверия, который наружным своим концом выходит на заднюю поверхность пирамиды височной кости.

Все части *перепончатого лабиринта* меньше, чем соответствующих отделов костного. Между их стенками находится полость, заполненная *перилимфой*, называемая *перилимфатическим пространством*. Пость перепончатого лабиринта заполнена *эндолимфой*. Его стенка состоит из трех слоев: наружного — соединительнотканного, среднего — мембранного (тонкая пластинка плотной соединительной ткани) и внутреннего — эпителиального.

Центральная часть перепончатого лабиринта преддверия состоит из двух камер. Одна из них округлая — *сферический мешочек*; другая овальная — *эллиптический мешочек*, или *маточка* (рис. 3.67; см. Атл.). Они соединяются друг с другом раздвоенным концом *эндолимфатического протока*, который проходит через пирамиду височной кости в костной щели — *водопроводе преддверия*. На ее задней поверхности в толще твердой мозговой оболочки проток заканчивается расширением — *эндолимфатическим мешком*. Кровеносные сосуды в его стенке приходят в контакт с сосудами твердой мозговой оболочки. При повышении давления эндолимфы внутри перепончатого лабиринта она оттекает по эндолимфатическому протоку

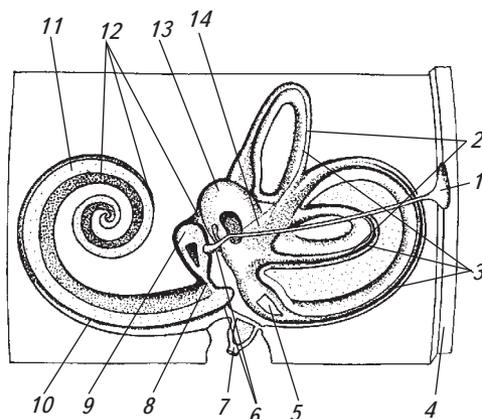


Рис. 3.67. Костный и перепончатый лабиринты: 1 — эндолимфатический мешок; 2 — полукружные каналы; 3 — полукружные протоки; 4 — твердая мозговая оболочка; 5 — ампула полукружного протока; 6 — преддверие; 7 — стремя; 8 — соединительный проток; 9 — сферический мешочек; 10 — барабанная и 11 — вестибулярная лестницы; 12 — перилимфатическое пространство; 13 — эллиптический мешочек (маточка); 14 — эндолимфатический проток

в подболобочечное пространство. В сферический мешочек при помощи *соединительного протока* открывается перепончатый проток улитки, а в эллиптический — перепончатые полукружные протоки.

*Костная улитка (cochlea)* имеет коническую форму и сложное строение (см. Атл.). Это *спиральный канал*, образующий два с половиной оборота вокруг *стержня улитки* конической формы. Ось последнего лежит почти горизонтально. От стержня отходит *костная спиральная пластинка*, не достигающая наружной стенки канала. Образован стержень губчатой костной тканью, пронизанной продольными каналами. Эти каналы заходят в спиральную пластинку.

От свободного и верхнего краев спиральной пластинки до противоположной стенки улитки натянута две мембраны — *спиральная*

и *вестибулярная*. Они ограничивают *улитковый проток*, который относится к перепончатой улитке. Этот спирально извитой проток повторяет ход канала улитки. Он начинается в области мешочка слепым концом, вблизи которого в него впадает тонкий соединительный проток от маточки. Заканчивается проток улитки также слепо на вершине костной улитки. Поперечное сечение протока улитки имеет треугольную форму, благодаря чему в нем можно выделить три стенки (Атл. рис. 153).

*Нижняя стенка*, или *спиральная (базиллярная) мембрана*, лежит в продолжении костной спиральной пластинки и сращена с ее свободным краем. Она образована плотным сплетением коллагеновых волокон. На противоположном конце спиральная мембрана прикрепляется к утолщенной надкостнице, покрывающей костную стенку улитки. Этот утолщенный участок также по спирали поднимается к вершине улитки и называется *спиральной связкой*. На этой стенке находится спиральный, или кортиев, орган, который представляет собой периферический отдел слуховой сенсорной системы.

*Наружная стенка* сращена со спиральной связкой, которая отделяет ее от костной улитки. Внутренняя поверхность улиткового протока выстлана в этом месте однослойным кубическим эпителием. Под ним лежат многочисленные кровеносные сосуды, образующие сосудистую полоску.

*Верхняя стенка*, или *вестибулярная мембрана*, натянута между наружной стенкой и верхним краем костной спиральной пластинки. Она представляет собой тонкую пластинку, образованную двумя рядами эпителиальных клеток.

Просвет улиткового протока заполнен *эндолимфой*, которая образуется при участии сосудистой полоски в наружной стенке протока.

Улитковый проток делит полость костного канала улитки на две части, или лестницы. Верхняя часть, или *лестница преддверия*, начинается от овального окна преддверия и доходит до верхушки улитки, где при помощи маленького отверстия сообщается с нижней частью полости канала, или *барабанной лестницей*. Последняя тянется от верхушки улитки до ее основания, где открывается в преддверие костного лабиринта окном улитки (круглое окно). Оно затянуто эластичной перепонкой. Вестибулярная и барабанная лестницы заполнены перилимфой.

*Спиральный орган* лежит на спиральной мембране и представляет собой довольно сложно устроенную структуру. На спиральной мембране лежит ряд клеток, включающий опорные и волосковые клетки. *Опорные* (фаланговые) клетки цилиндрической формы являются опорой для рецепторных волосковых клеток. В цитоплазме опорных клеток хорошо заметен пучок микротрубочек и фибриллярных структур, который идет от основания клетки к ее апикальной части. Один из выростов этого пучка подходит к базальной части волосковых клеток и образует подобие пластинки. Другая часть волокнистого пучка, окруженная слоем цитоплазмы, идет к апикальной поверхности клетки, где уплощается. Она образует контакты с апикальными частями рецепторных клеток. В контакте с мембраной опорных клеток располагаются и чувствительные нервные волокна, образующие окончания на рецепторных клетках.

*Рецепторные клетки* занимают верхнюю часть клеточного пласта. На их апикальной поверхности расположены выросты, представляющие собой крупные микроворсинки (*стереоцилии*). Различают наружные и внутренние волосковые клетки.

*Наружные волосковые* клетки лежат ближе к наружной стенке протока в три ряда. *Внутренние волосковые клетки* образуют только один ряд. Реснички и тех, и других рецепторных клеток соприкасаются с *покровной (текториальной) мембраной*. Эта мембрана представляет собой тонкую однородную желеобразную массу, прикрепленную одним концом к клеткам эпителия, покрывающего утолщенную надкостницу спиральной пластинки.

Между наружными и внутренними волосковыми клетками лежит *кортиев туннель*. По его краям расположены наружные и внутренние столбчатые клетки, строение которых напоминает опорные клетки.

Воздушные волны вызывают колебания барабанной перепонки, которые через цепь слуховых косточек и окно преддверия передаются перилимфе преддверия. Волны перилимфы пробегают последовательно лестницу преддверия улитки, затем барабанную лестницу, заставляя вибрировать перепончатые стенки протока улитки. Колебания перилимфы возможны благодаря тому, что ее волны в конце пути встречают податливую мембрану (вторичную барабанную перепонку) круглого окна улитки. В результате

колебаний спиральной мембраны рецепторные клетки соприкасаются своими стереоцилиями с текториальной мембраной, воспринимая звуковое раздражение.

От рецепторных клеток возбуждение передается на нервные волокна, контактирующие с их базальными частями. Эти волокна проходят в базальной мембране, подстилающей опорные клетки, а затем входят в канал (или щель), спиральной пластинки. Они идут к нейронам *спирального ганглия*, лежащего ближе к костному стержню улитки.

В физиологических экспериментах было продемонстрировано, что звуковые волны разной длины возбуждают рецепторные клетки различных участков улитки. Таким образом, нервные волокна, идущие от соседних витков спирали улитки, несут информацию о звуках разной частоты (тона) — *тонотопическая организация*.

Эллиптический и сферический мешочки преддверия соединены между собой протоком (рис. 3.67). Этот проток переходит в эндолимфатический проток. В местах вхождения нервов стенка перепончатого лабиринта жестко фиксирована к костной стенке. Сферический мешочек сообщается с улитковым

**Развитие органа слуха и равновесия в пренатальный период онтогенеза.** У зародыша человека в начале третьей недели развития по сторонам еще открытой нервной пластинки на уровне заднего мозга возникают утолщения головной эктодермы — начинается образование *слуховой ямки*. В течение четвертой недели эктодерма ямки впячивается и отшнуровывается от головной эктодермы, превращаясь в *слуховой пузырек* — закладку внутреннего уха. От него отрастает *эндолимфатический проток* (рис. 3.71). Вокруг закладки из мезодермы образуется хрящевая капсула, которая затем превращается в костную. Позже слуховой пузырек подразделяется на закладки вестибулярной части перепончатого лабиринта и улитки. В конце 6 недели в вестибулярной части закладываются

гребневидные выросты — будущие *полукружные каналы*. Каждый из трех каналов лежит в плоскости, перпендикулярной двум другим. В начале 3 месяца в преддверии обособляются эллиптический (маточка) и сферический мешочки. В них, а также в местах соединения полукружных каналов с маточкой, появляются нейроэпителиальные волосковые клетки, к которым подрастают волокна преддверно-улиткового нерва.

Из улитковой части развивается звуковоспринимающая область внутреннего уха. В течение первых 6 недель развития зародыша область улитки быстро удлиняется, ее конец загибается. В результате к 7—8 неделе образуется спираль с 2,5 оборотами. Волокна VIII нерва распределяются вдоль всей длины протока улитки.

протоком, а эллиптический — с полукруглыми протоками.

*Полукруглые протоки (ductus semicirculares)*, лежащие в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, очень точно повторяют форму *костных полукруглых каналов*, в которых находятся (рис. 3.67). *Передний*, вертикальный канал лежит во фронтальной полости, обуславливая *дугообразное возвышение* на передней поверхности пирамиды. *Задний канал*, тоже вертикальный, расположен в сагиттальной плоскости, а *боковой* — в горизонтальной. Каждый полукруглый канал, а следовательно, и проток имеют по две ножки — *простую* и расширенную, *ампулярную*. Простые ножки обоих вертикальных полукруглых каналов сливаются вместе в одну общую ножку. Поэтому в эллиптический мешочек преддверия (маточку) открываются не шесть, а пять отверстий.

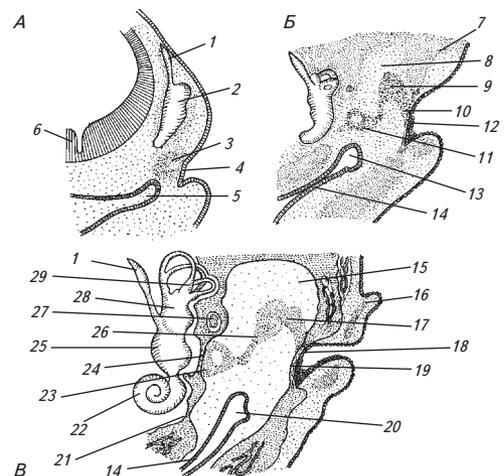
Эллиптический и сферический мешочки и полукруглые протоки функционально связаны с вестибулярной сенсорной системой. Все эти структуры внутри заполнены эндолимфой. Их перепончатая стенка состоит из фиброзной ткани, выстланной изнутри однослойным плоским эпителием.

В области уплощенных возвышений на внутренней поверхности обоих мешочков — *пятнах (макулах)* и в каждой ампуле полукруглых протоков — *гребешках* — расположены рецепторы положения тела. Эпителий макул образован рецепторными и опорными клетками. Рецепторные клетки представляют собой *волосковые клетки*, на их апикальной поверхности расположены удлиненные микроворсинки — *стереоцилии*, и одна ресничка — *киноцилия*. Поверхность клеток покрыта *студенистой мембраной*, которая содержит многочисленные микроскопические кристаллы углекислого кальция — *отолиты*. При движении, которое возникает в омывающей эпителий эндолимфе, при изменении положения головы, при линейном ускорении или изменении силы тяжести, студенистая мембрана сдвигается и раздражает волоски чувствительных клеток.

На наружной стенке полукруглых протоков, в области их ампул, лежат поперечные *гребешки (кристы)*. Они покрыты эпителием, аналогичным эпителию макул, содержащим опорные и рецепторные клетки. Поверхность гребешка покрывает желатинозная неклеточная мембрана — *купула*. Она закрывает просвет ампулы напо-

Рис. 3.71. Схема развития органа слуха (по Пэттену):

А — 4 нед.; Б — 6 нед.; В — 3 мес.; 1 — эндолимфатический проток; 2 — закладка внутреннего уха; 3 — закладка слуховых косточек; 4 — I жаберная борозда; 5 — I глоточный карман; 6 — стенка нервной трубки; 7 — закладка височной кости; 8 — мезенхима; 9 — закладка наковальни; 10 — закладка молоточка; 11 — стремечко; 12 — закладка наружного слухового прохода; 13 — зачаток полости среднего уха; 14 — евстахиева труба; 15 — мезенхима в барабанной полости; 16 — наружное ухо; 17 — молоточек; 18 — наружный слуховой проход; 19 — барабанная перепонка; 20 — барабанная полость; 21 — круглое окно; 22 — улитка; 23 — стремя; 24 — овальное окно; 25 — сферический мешочек; 26 — наковальня; 27 — лицевой нерв; 28 — эллиптический мешочек; 29 — ампулы полукруглых каналов



добие клапана. Эта мембрана не содержит кристаллов и начинает перемещаться при возникновении углового ускорения при вращении. Причиной движения мембраны является возник-

новение тока эндолимфы в полукружном протоке. Через основание гребешка к базальным частям рецепторных клеток подходят афферентные нервные волокна, которые берут начало от нейронов *вестибулярного ганглия*.

**Проводниковый и центральный отделы слуховой сенсорной системы.** Слуховая и вестибулярная сенсорные системы связаны друг с другом в одно целое и в начале проводникового отдела — в преддверно-улитковом нерве.

Проводниковый отдел слухового анализатора начинается чувствительными нейронами *спирального ганглия* (Атл. рис. 154). Последний расположен в стержне костной улитки в месте отхо-

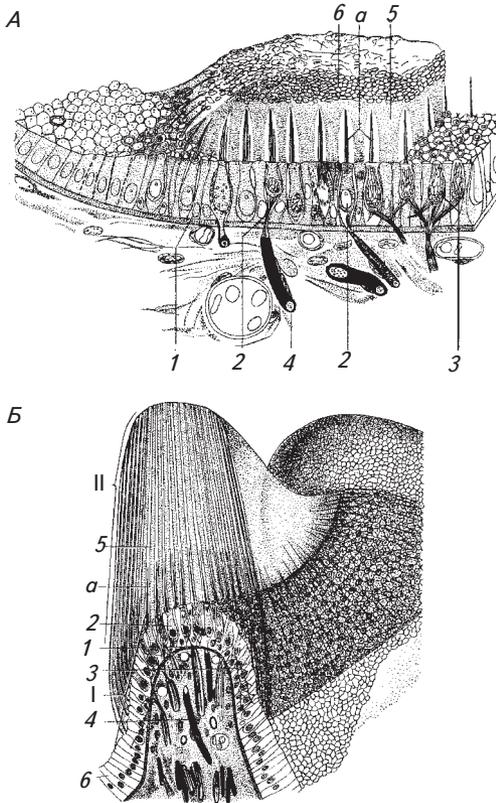


Рис. 3.68. Схема строения макулы и гребешка: А — схема строения макула: 1 — опорные эпителиальные клетки; 2 — рецепторные клетки (а — реснички); 3 — нервные окончания; 4 — мягкотные нервные волокна; 5 — студенистая мембрана; 6 — отолиты (по Кольмеру); Б — схема строения гребешка: I — гребешок; II — пограничный купол; 1 — опорные клетки; 2 — чувствительные клетки (а — волоски); 3 — нервные окончания; 4 — мягкотные нервные волокна; 5 — студенистое склеивающее вещество пограничного купола; 6 — эпителий, выстилающий стенку перепончатого канала (по Кольмеру, изменено)

Одновременно с образованием звуковоспринимающего аппарата развивается и звукопередающий механизм среднего уха. Полость среднего уха (*барабанная полость*) развивается из глубокой части жаберного кармана на 2 месяце эмбрионального развития. Из части кармана, обращенной к глотке, формируется *слуховая (евстахиева) труба*. Закладка барабанной полости окружается мезенхимой, из которой образуются хрящевые закладки *слуховых косточек*, которые позже замещаются костью. В конце внутриутробной жизни соединительная ткань, окружающая слуховые косточки, быстро рассасывается, барабанная полость расширяется. Однако ко времени рождения в полости сохраняется

некоторое количество эмбриональной соединительной ткани, что препятствует свободному движению косточек. Только через несколько месяцев после рождения косточки приобретают полную подвижность, а вызванные звуком колебания барабанной перепонки могут свободно передаваться на мембрану овального окна улитки.

Наружное ухо развивается из мезенхимы со второго месяца эмбрионального развития. За счет роста нескольких бугорков образуется ушная раковина сложной формы. Размеры и очертания ушной раковины устанавливаются к 12 годам, а после 50—60 лет ее форма сглаживается. Наружный слуховой проход у новорожденного короткий и широкий. Барабанная

ждения от него костной спиральной пластинки. Дендриты клеток спирального узла проходят по канальцам костной спиральной пластинки к рецепторам *спирального органа*, а аксоны по продольным каналам стержня выходят во внутренний слуховой проход, где они объединяются с волокнами нерва преддверия в общий корешок VIII нерва. Последний входит в мозг между нижними ножками мозжечка и мостом, его слуховые волокна направляются в покрывку моста к *дорсальному* и *вентральному улитковым (кохлеарным) ядрам*. Волокна от различных участков улитки проецируются упорядоченно на разные нейроны кохлеарных ядер. Часть волокон подходит к *ядрам оливы* своей и противоположной стороны, которые являются центрами бинауральной локализации звуков. От оливы отдельные волокна по оливо-кохлеарному пучку направляются обратно к улитке и осуществляют центробежный контроль волосковых клеток.

Большая часть волокон клеток этих ядер переходит на противоположную сторону: от дорсального ядра по дну четвертого желудочка в составе мозговых полосок, от вентраль-

полость заполнена жидкостью и клетками соединительной ткани, ее просвет мал из-за толстой слизистой оболочки. У детей 2—3 лет верхняя стенка барабанной полости тонкая, имеет широкую щель, обращенную в полость черепа, заполненную соединительной тканью с многочисленными кровеносными сосудами. При воспалении барабанной полости возможно проникновение инфекции по кровеносным сосудам в полость черепа. Хрящевая часть короткой и широкой слуховой трубы (до 2 мм) легко растягивается. Поэтому при воспалении носоглотки у детей инфекция легко проникает в барабанную полость. Форма и размеры внутреннего уха не изменяются в течение всей жизни.

ного — в составе *трапецевидного тела*. На противоположной стороне волокна образуют *латеральную петлю*. Часть ее волокон оканчивается на клетках *нижнего двухолмия*, откуда по тектоспинальному тракту идут импульсы, вызывающие двигательные реакции в ответ на звуковые раздражения. Другие волокна латеральной петли в составе ручки нижнего двухолмия подходят к *медиальному колленчатому телу*. Отростки клеток последнего образуют слуховую лучистость, оканчивающуюся в коре *верхней височной извилины*, в глубине боковой борозды (полях 41 и 42).

В нижних бугорках четверохолмия, в медиальном колленчатом теле и в слуховой коре прослеживается четкая тонотопическая проекция различных частей улитки на определенные группы

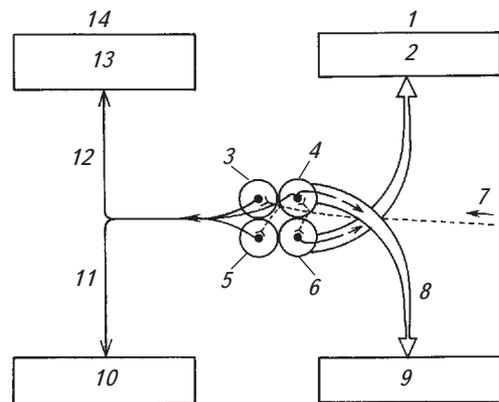


Рис. 3.69. Связи вестибулярных ядер: 1 — вестибулярно-мозжечковая система; 2 — к мозжечку; 3 — верхнее, 4 — латеральное, 5 — медиальное и 6 — нижнее вестибулярные ядра; 7 — от вестибулярных рецепторов; 8 — латеральный вестибулоспинальный тракт; 9 — к мотонейронам конечностей; 10 — к мотонейронам шеи и туловища; 11 — медиальный вестибуло-спинальный тракт; 12 — медиальный продольный пучок; 13 — к мотонейронам наружных глазных мышц (III, IV, VI); 14 — вестибулоокулярная система

нейронов. Это позволяет дифференцированно различать звуки разной частоты.

**Проводниковый и центральный отделы вестибулярной сенсорной системы.** В вестибулярной системе (Атл. рис. 155; рис. 3.69) проводниковый отдел начинается чувствительными нейронами *преддверного узла*, лежащего на дне внутреннего слухового прохода. Дендриты этих нейронов проникают к вестибулярным рецепторам в пятнах и гребешках, а аксоны образуют преддверный корешок, который соединяется с улитковым корешком, образуя преддверно-улитковый нерв (VIII пара), идущий по внутреннему слуховому проходу в полость черепа, в продолговатый мозг. Здесь большая часть волокон заканчивается на нейронах *ядер преддверия* в ромбовидной ямке. Волокна клеток этих ядер передают импульсы по трем путям. Первый из них направляется к мотонейронам спинного мозга в составе *вестибуло-спинального пути*. Эти волокна образуют две ветви — медиальную и латеральную. На нейроны вестибулярных ядер, дающие начало медиальной ветви, проецируются волокна, идущие от гребешков полукружных протоков. Медиальная ветвь входит в *медиальный продольный пучок* и в его составе подходит к мотонейронам, управляющим движениями туловища и шеи. При участии этого пути организуются рефлексы поддержания головы и шеи в нормальном положении при поворотах туловища. По латеральной ветви волокна следуют к мотонейронам, управляющим движениями мышц конечностей при поддержании равновесия. Нейроны, аксоны которых собираются в латеральный тракт, получают афферентацию в основном от макул.

Второй путь передачи импульсов от вестибулярных ядер связан с координированным движением глаз (рис. 3.70). Это необходимо для сохранения

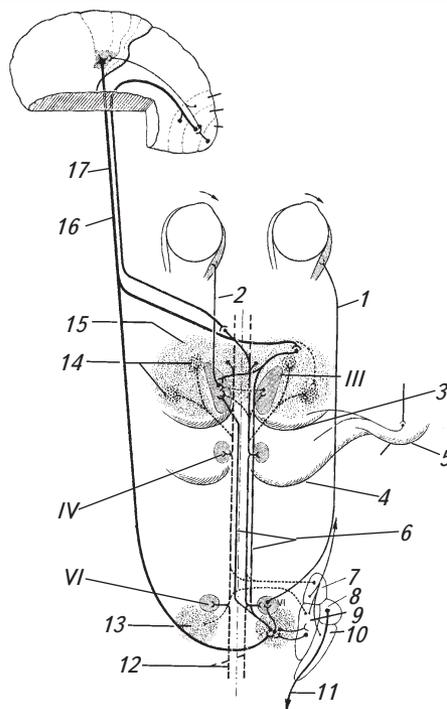


Рис. 3.70. Проводящие пути, обеспечивающие произвольные и рефлекторные содружественные движения глаз:

1 — отводящий и 2 — глазодвигательный нервы; 3 — верхние и 4 — нижние бугорки четверохолмия; 5 — латеральное колленчатое тело; 6 — медиальный продольный пучок; 7 — верхнее, 8 — латеральное, 9 — медиальное и 10 — нижнее вестибулярные ядра; 11 — латеральный вестибулоспинальный тракт; 12 — от шейного отдела спинного мозга; 13 — поле моста, обеспечивающее горизонтальное движение глаз; 14 — вегетативные ядра глазодвигательного нерва; 15 — поле крыши, обеспечивающее вертикальное движение глаз; 16 — пути произвольных и 17 — рефлекторных движений глаз. Римскими цифрами обозначены ядра черепно-мозговых нервов

стабильного изображения на сетчатке при перемещениях тела. Волокна от вестибулярных ядер следуют к ядрам двигательных нервов глазных мышц (глазодвигательный, блоковый и отводящий). Этот путь дополняется связями с ретику-

лярной формацией мозгового ствола, с чем связаны вегетативные реакции, возникающие при сильном раздражении вестибулярных рецепторов (тошнота, потливость и т. д.).

Третий путь, по которому идут волокна от вестибулярных ядер — через нижние ножки мозжечка к нейронам ядра шатра и шаровидному ядру, а также к клочку мозжечка. Отростки нейронов ядер мозжечка и коры червя возвращаются к вестибулярным ядрам. Эти пути связаны с поддержанием равновесия.

Небольшое число волокон направляется от вестибулярных ядер к заднему вентральному ядру таламуса, а оттуда — в часть соматосенсорной коры, получающей импульсы от лица и верхних конечностей, а также в поле 21 височной области. Вероятно, эта зона коры имеет отношение к осознанному восприятию равновесия и движения, определяемому вестибулярными входами. Кроме того, часть волокон уходит в лобную долю, где расположены нейроны, управляющие произвольными движениями глаз.

#### 3.6.4. Обонятельная сенсорная система

С помощью обоняния человек способен различать тысячи запахов, но тем не менее он относится к микросматикам, так как у человека эта система значительно менее развита, чем у животных, которые с ее помощью ориентируются в окружающей среде.

**Периферическим отделом** обонятельной сенсорной системы являются рецепторные клетки в эпителиальной (обонятельной) выстилке носовой полости. Она расположена в верхней носовой раковине и соответствующей части носовой перегородки, отличается желтоватым цветом (из-за присутствия пигмента в клетках) и занимает в носовой полости около 2,5–5 см<sup>2</sup>.

Слизистая оболочка носовой полости в области обонятельной выстилки несколько утолщена по сравнению с остальной слизистой. Она образована рецепторными и опорными клетками (Атл. рис. 157). *Обонятельные рецепторные клетки* представляют собой первичночувствующие клетки. В их апикальной части расположен длинный тонкий дендрит, заканчивающийся булавовидным утолщением. От утолщения отходят многочисленные реснички, имеющие обычное строение и погруженные в слизь. Эту слизь выделяют опорные клетки и железы, лежащие под эпителиальным пластом (Боуменовы железы). В базальной части клетки расположен длинный аксон. Немиелинизированные аксоны многих рецепторных клеток образуют под эпителием довольно толстые пучки, называемые обонятельными волокнами (*fila olfactoria*). Эти аксоны проходят в отверстия продырявленной пластинки решетчатой кости и направляются к *обонятельной луковице*, лежащей на нижней поверхности головного мозга (см. рис. 3.15). Возбуждение рецепторных клеток происходит при взаимодействии стимула с ресничками, затем оно по аксону передается в мозг. Хотя обонятельные клетки являются нейронами, они, в отличие от последних, способны к обновлению. Срок жизни этих клеток составляет примерно 60 дней, после чего они дегенерируют и фагоцитируются. Замена рецепторных клеток происходит за счет деления базальных клеток обонятельной выстилки.

**Проводниковый и центральный отделы обонятельной сенсорной системы.** В *обонятельной луковице* различают пять слоев, расположенных концентрически (рис. 3.72):

*1 слой* образуют волокна обонятельного нерва — отростки обонятельных рецепторных клеток;

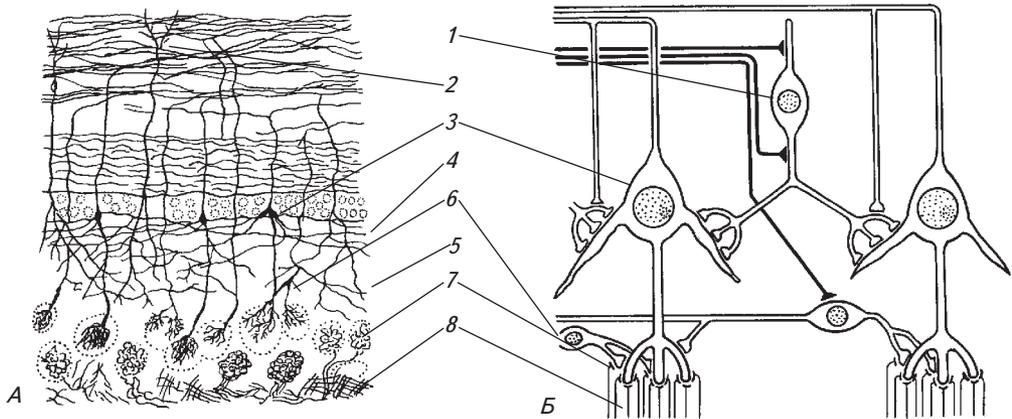


Рис. 3.72. Обонятельная луковица:

А — рисунок с гистологического препарата; Б — схема; 1 — клетки зерна; 2 — зернистый слой; 3 — митральные клетки; 4 — внутренний и 5 — наружный сетевидные слои; 6 — перигломерулярные клетки; 7 — гломерулы; 8 — отростки обонятельных рецепторных клеток

2 слой образован гломерулами диаметром 100–200 мкм, здесь происходит синаптический контакт обонятельных волокон с отростками нейронов следующего порядка;

3 слой — наружный сетевидный (плексиформный), образован перигломерулярными клетками, контактирующими с несколькими гломерулами каждая;

4 слой — внутренний сетевидный (плексиформный), содержит самые

крупные клетки обонятельной луковицы — *митральные клетки* (второй нейрон). Это крупные нейроны, апикальные дендриты которых образуют по одной гломеруле во 2 слое, а аксоны формируют обонятельный тракт. В пределах луковицы аксоны митральных клеток образуют коллатерали, контактирующие с другими клетками. Во время электрофизиологических экспериментов было установлено, что запаховая стимуляция вызывает разную

**Развитие органа обоняния в пренатальный период онтогенеза.**

На втором месяце внутриутробного развития на поверхности головы зародыша образуются эктодермальные выросты, которые затем впячиваются. Их утолщенный эпителий становится дном *обонятельной ямки*. Сначала они довольно далеко отстоят друг от друга, находясь почти по сторонам лицевой области зародыша. По краям обонятельных ямок появляются возвышения, которые превращаются в медиальные и латеральные *носовые отростки*. Одновременно с ростом верхнечелюстных выступов происходит формирование лицевых структур: глаза и носовые ямки смещаются

из исходного латерального положения к средней линии.

К концу второго месяца внутриутробного развития завершается образование верхней челюсти. На медиальных краях закладок верхнечелюстных костей появляются небные выросты, которые растут по направлению к средней линии и разделяют ротовую полость на собственно ротовую и носовые камеры. Медиальные носовые отростки срастаются друг с другом, образуя носовую перегородку. Таким образом, одновременно с отделением ротовой полости от носовой, происходит разделение последней на правую и левую половины.

активность митральных клеток. Клетки, расположенные в различных участках обонятельной луковицы, реагируют на определенные виды запахов;

5 слой — зернистый, образуют *клетки-зерна*, на которых оканчиваются эфферентные волокна, приходящие из центра. Эти клетки способны контролировать активность митральных клеток.

От обонятельной луковицы отходит *обонятельный тракт*, образованный аксонами митральных клеток. По нему обонятельные сигналы поступают в другие области мозга (Атл. рис. 156). Тракт оканчивается латеральной и медиальной обонятельными полосками. Через *латеральную обонятельную полосу* импульсы попадают главным образом в древнюю кору *обонятельного треугольника*, где лежит третий нейрон, а затем в миндалину. Волокна *медиальной обонятельной полоски* заканчиваются в старой коре подмозолистого поля, прозрачной перегородке, в клетках серого вещества в глубине борозды мозолистого тела. Обогнув последнее, они доходят до гиппокампа. Здесь берут начало волокна *свода* — проекционной системы старой коры, заканчивающегося частично в прозрачной перегородке и в *мамиллярном теле* гипоталамуса. От него начинаются *мамилло-таламический путь*, идущий к одному из ядер (переднему) таламуса, и *мамилло-тектальный путь*, оканчивающийся в межножковом ядре покрывки ножек мозга, откуда импульсы проводятся в другие эфферентные ядра центральной нервной системы. Из переднего ядра таламуса импульсы направляются в кору лимбической области. Кроме того, из

первичной обонятельной коры нервные волокна доходят до медиовентрального ядра таламуса, где имеются также входы от вкусовой системы. Аксоны нейронов этого ядра идут к фронтальной (лобной) области коры, которую рассматривают как высший интегративный центр обонятельной системы.

Гипоталамус, гиппокамп, миндалевидное тело и лимбическая область коры взаимосвязаны, они входят в состав *лимбической системы* и принимают участие в формировании эмоциональных реакций, а также в регулировании деятельности внутренних органов. Связь обонятельных путей с этими структурами объясняет участие обоняния в питании, эмоциональном статусе и т. д.

### 3.6.5. Вкусовая сенсорная система

Вкусовая и обонятельная сенсорные системы позволяют человеку оценивать химический состав пищи и окружающего воздуха. По этой причине их объединяют под названием хемосенсорные системы. Сюда же относятся внутренностные хеморецепторы (каротидного синуса, пищеварительного тракта и другие). Химическая рецепция — одна из наиболее филогенетически древних форм связи организма со средой.

Рецепторный отдел вкусовой сенсорной системы расположен в ротовой полости и представлен вкусовыми рецепторными клетками. Они собраны во *вкусовые почки*, которые на-

В крыше каждой носовой области дифференцируется *обонятельная область*. Обонятельные рецепторные клетки — биполярные нейроны — дифференцируются в самом эпителии среди длинных столбчатых клеток, называемых *опорными клетками*. Отростки рецепторных клеток, обращенные к поверхности эпителия, образуют

расширения — булавки, увенчанные пучком измененных ресничек, которые несут на своей поверхности рецепторы химических веществ. Противоположные отростки этих клеток удлиняются и устанавливают связь с нейронами в обонятельной луковице, которые передают нервные импульсы в соответствующие центры головного мозга.

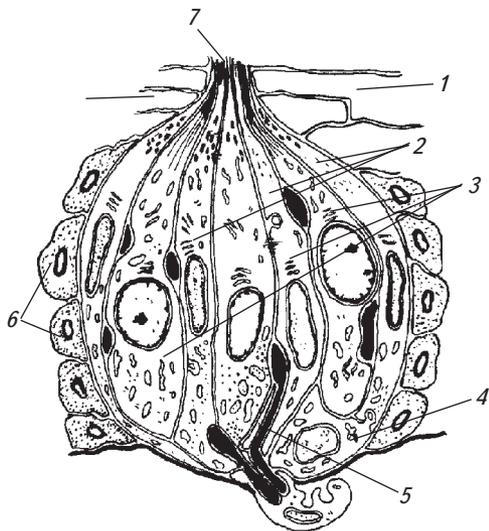


Рис. 3.73. Строение вкусовой почки:

1 — эпителиальные клетки; 2 — опорные клетки; 3 — рецепторные клетки; 4 — базальная клетка; 5 — нервные волокна; 6 — клетки окружающего эпителия; 7 — вкусовая пора

ходятся главным образом в сосочках на дорсальной поверхности языка — грибовидных, листовидных и желобовидных. Одиночные вкусовые почки рассеяны в слизистой оболочке мягкого неба, миндалин, задней стенки глотки и надгортанника. У детей область их распространения шире, чем у взрослых; к старости их количество уменьшается.

Наиболее типичное строение у человека имеют вкусовые почки желобовидных сосочков (рис. 3.73). Каждая почка представляет собой овальное образование, занимающее всю толщину эпителия и открывающееся на его поверхность *вкусовой порой*. Почка имеет около 70 мкм в высоту, 40 мкм в диаметре и образована 40–60 удлинненными клетками, располагающимися наподобие долек в апельсине. Среди клеток вкусовых почек различают рецепторные, опорные и базальные. Первые два вида клеток занимают всю длину почки

от ее базальной части до вкусовой поры. Относительно рецепторной функции этих клеток до сих пор идут споры. Предполагается, что опорные клетки также могут участвовать в рецепторном процессе.

Вкусовые рецепторные клетки являются вторичночувствующими. В их апикальную мембрану, обращенную к вкусовой поре, встроены рецепторные молекулы, с которыми связываются различные химические вещества. В результате мембрана клетки переходит в возбужденное состояние. Через синаптические контакты в базолатеральной части клетки возбуждение передается на нервное волокно, а далее в головной мозг. Человек различает четыре основных вкуса (сладкий, соленый, горький, кислый) и несколько дополнительных (металлический, щелочной и т. д.). Рецепция вкусовых веществ становится возможной тогда, когда эти вещества попадают на поверхность языка, растворяются в слюне, проходят через вкусовую пору и достигают апикальной мембраны рецепторных клеток.

Срок жизни рецепторных и опорных клеток невелик — около 10 дней. Их обновление происходит за счет митотического деления клеток в базальной части почки.

**Проводниковый и центральный отделы вкусовой сенсорной системы.** Вкусовые афферентные волокна от передних двух третей языка, от вкусовых почек грибовидных сосочков передней части языка и нескольких листовидных сосочков, проходят в составе лицевого нерва (*барабанная струна — chorda tympani*) (ветвь VII пары), а от задней трети, задних листовидных и желобовидных — в составе языкоглоточного нерва (IX пара) (рис. 3.74). Вкусовые почки задней стенки ротовой полости и глотки иннервируются блуждающим нервом (X пара). Эти волокна являются

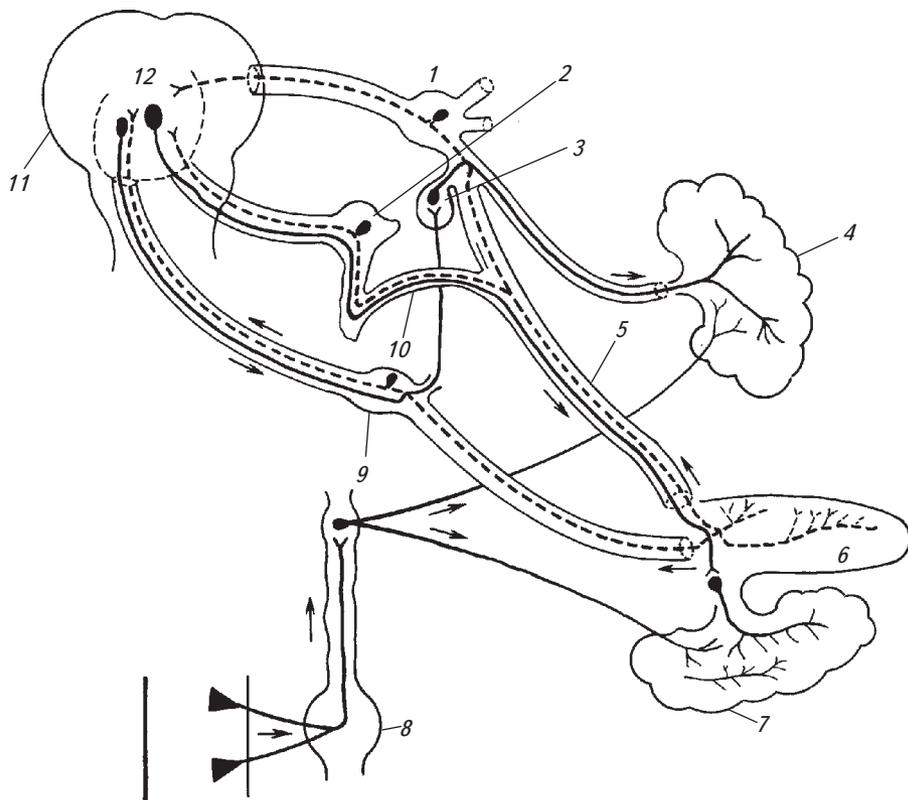


Рис. 3.74. Иннервация вкусовых почек языка и слюнных желез (прерывистая линия — волокна черепномозговых нервов; сплошная линия — волокна вегетативной нервной системы): 1 — тройничный, 2 — коленчатый и 3 — ушной ганглии; 4 — околоушная железа; 5 — язычный нерв; 6 — язык; 7 — подчелюстная железа; 8 — звездчатый и 9 — каменный ганглии; 10 — барабанная струна; 11 — продолговатый мозг; 12 — центр слюноотделения

**Развитие органа вкуса в пренатальный период онтогенеза.** У 4-недельного зародыша человека лицевая область еще только начинает формироваться. Ротовая полость в этот срок представлена эктодермальным впячиванием, примыкающим к передней кишке, но не соединенным с ней. Тонкая пластинка, состоящая из экто- и энтодермы, позднее прорывается и ротовая полость соединяется с другими отделами пищеварительного тракта. По бокам ротовой полости виды закладки верхней и нижней челюстей, которые разрастаются к средней линии рта, образуя челюсти. Увеличение относительных размеров средней области лица происходит в течение всего внутриутробного периода и продолжается после рождения.

Язык в начале своего формирования представляет собой полый вырост слизистой оболочки заднебоковых частей ротовой полости, запол-

няющийся растущими мышцами. Большая часть слизистой оболочки языка имеет эктодермальное происхождение, однако, в районе корня языка она развивается из энтодермы. Мышцы и соединительная ткань являются производными мезодермального листка. На поверхности языка формируются выросты — *вкусовые* и *тактильные сосочки*. Во вкусовых сосочках развиваются вкусовые почки, содержащие рецепторные клетки. У человека они впервые появляются на 7 неделе эмбриогенеза в результате взаимодействия между волокнами чувствительных черепномозговых нервов (VII и IX) и покровного эпителия языка. Имеются данные о том, что плод способен ощущать вкус. Предполагается, что эта функция может использоваться плодом для контроля окружающей его амниотической жидкости.

периферическими отростками нейронов, лежащих в ганглиях этих нервов: VII пара — в коленчатом ганглии, IX пара — в каменистом ганглии. Волокна всех нервов, по которым передается вкусовая чувствительность, оканчиваются в ядре одиночного пути (*nucleus tractus solitarius*). Отсюда восходящие волокна следуют к нейронам дорсальной части моста (парабрахиальное ядро) и к вентральным ядрам таламуса (рис. 3.75). От таламуса часть импульсов идет в новую кору — в нижнюю часть *постцентральной извилины* (поле 43). Предполагают, что с помощью этой

проекции происходит различение вкуса. Другая часть волокон от таламуса направляется в структуры лимбической системы (парагиппокампову извилину, гиппокамп, миндалину и гипоталамус). Эти структуры обеспечивают мотивационную окраску вкусовых ощущений, участие в ней процессов памяти, которые лежат в основе приобретаемых с возрастом вкусовых предпочтений.

В слизистой оболочке передней части языка оканчиваются также волокна тройничного нерва (V пара). Они попадают сюда в составе язычного нерва (рис. 3.74). По этим волокнам передается тактильная, температурная, болевая и другая чувствительность с поверхности языка, которая дополняет информацию о свойствах стимула в ротовой полости.

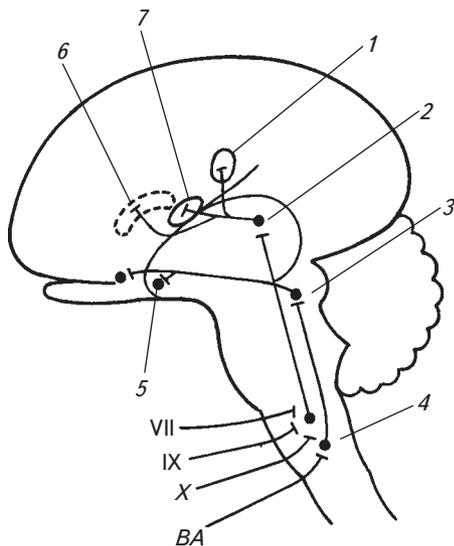


Рис. 3.75. Проводящие пути вкусовой сенсорной системы:

1 — соматосенсорная область языка (прикосновение, температура); 2 — таламус; 3 — вкусовое ядро моста; 4 — ядро одиночного пути; 5 — латеральный гипоталамус; 6 — островковая область коры (вкус, осязание, температура); 7 — соматосенсорная вкусовая область (тактильная, температурная чувствительность); VA — висцеральные афференты; VII, IX, X — черепно-мозговые нервы

### 3.6.6. Соматосенсорная система

Тело человека покрывает кожный покров. Кожа состоит из поверхностного эпителиального слоя и глубоких слоев (дермы), образованных плотной неоформленной соединительной тканью и подкожной жировой клетчаткой. Кроме того, имеются производные кожи — волосы, ногти, сальные и потовые железы. Подробно строение кожи описано в 5 главе.

Кроме покровной (защитной) кожа выполняет еще целый ряд функций. Она участвует в терморегуляции и выделении, а также несет большое количество рецепторных образований. Эти рецепторы воспринимают информацию о тактильных, болевых, температурных и других раздражениях, приложенных к различным участкам кожи. Другими словами, поверхность нашего тела (сомы) обладает чувствительностью, которая получила название *соматической*. Для проведения этой импульсации существует несколько проводящих

путей, по которым информация передается в различные отделы ЦНС, в том числе в кору больших полушарий. Для каждого вида чувствительности существуют свои проекции, соматотопическая организация которых позволяет определить, к какому участку нашего тела приложено раздражение, какова его сила и модальность (прикосновение, давление, вибрация, температурное или болевое воздействие и т. д.).

Для восприятия этих раздражителей существует несколько видов рецепторных образований. Все они относятся к первичночувствующим, т. е. представляют собой концевые разветвления чувствительных нервных волокон. В зависимости от наличия или отсутствия вокруг них дополнительных структур в виде соединительнотканых и других капсул они могут быть соответственно инкапсулированными или неинкапсулированными (свободными).

#### **Свободные нервные окончания.**

Эти окончания нервных волокон представляют собой их терминальные разветвления, лишённые миелиновой оболочки. Они располагаются в дерме и в глубоких слоях эпидермиса, поднимаясь до зернистого слоя (рис. 3.76). Такие окончания воспринимают механические стимулы, а также отвечают на нагревание, охлаждение и болевые (ноцицептивные) воздействия. Окончания образованы тонкими миелинизированными или безмиелиновыми волокнами. Так, например, при ожоге первые волокна обеспечивают быструю реакцию (отдергивание руки), а вторые — довольно продолжительное чувство жжения. Тонкие миелиновые волокна чувствительны к охлаждению, в то время как безмиелиновые — к нагреванию. В то же время, очень сильное охлаждение или нагревание может вызвать боль и последующий зуд.

Кроме того, в волосистой коже стержни и луковицы волос окружены

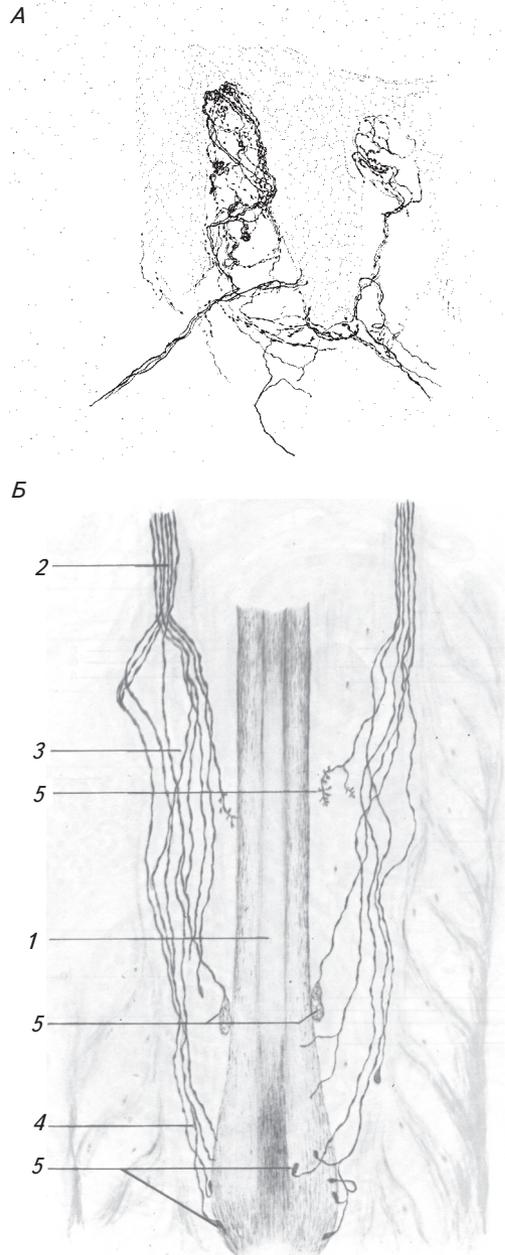


Рис. 3.76. Свободные нервные окончания

А — в коже человека (по Догелю);

Б — рецепторный аппарат волоса:

1 — корень волоса; 2 — нервный ствол; 3 — нервные волокна; 4 — разветвление вокруг волосяного фолликула; 5 — нервные окончания

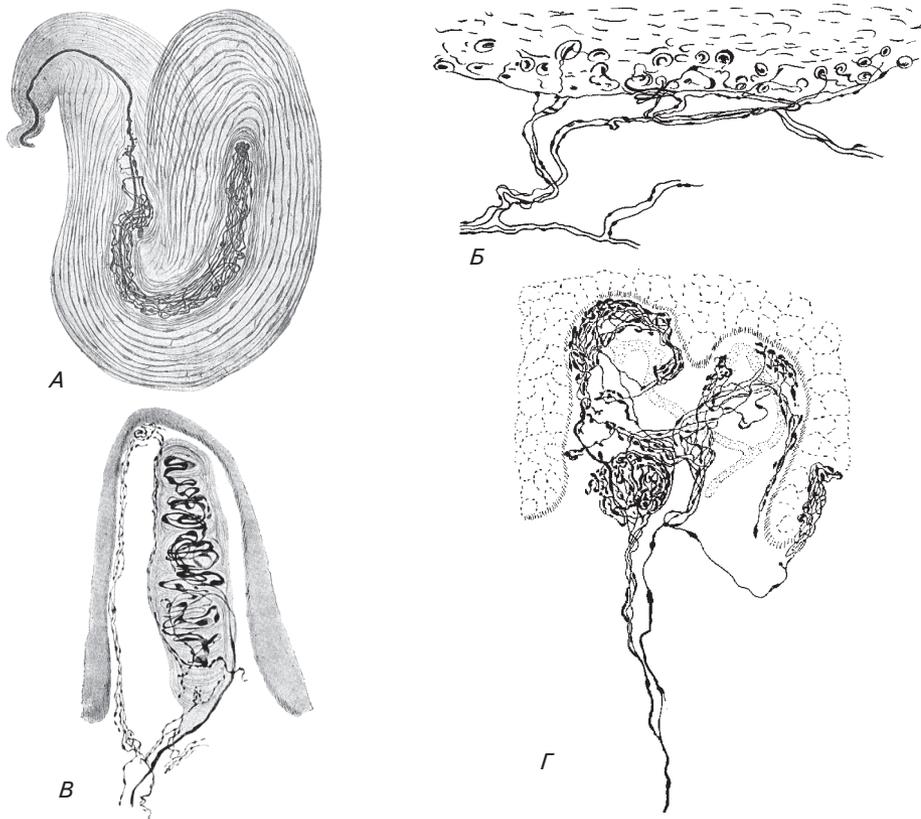


Рис. 3.77. Инкапсулированные нервные окончания (по Догелю):  
 А — тельце Пачини; Б — диски Меркеля; В — тельце Мейснера; Г — тельца Руффини

окончаниями 5–10 чувствительных волокон (рис. 3.76). Эти волокна утрачивают миелиновую оболочку и внедряются в базальную пластинку волосяного стержня. Они реагируют на малейшее отклонение волоса.

**Инкапсулированные нервные окончания** представляют собой специализированные образования для восприятия определенного вида стимула. Они являются окончаниями более толстых миелинизированных волокон, чем те, которые образуют свободные нервные окончания. Это связано с большей скоростью передачи сигнала в центральные структуры.

*Тельца Фатера-Пачини (тельца Пачини)* — одни из самых крупных ре-

цепторных структур подобного рода (рис. 3.77, А). Они расположены в глубоких слоях дермы, а также в соединительнотканых оболочках мышц, надкостнице, брыжейках и т. д. На одном полюсе в тельце проникает миелинизированное нервное волокно, которое сразу же теряет миелиновую оболочку. Волокно проходит через тельце во внутренней колбе и на конце расширяется, образуя выросты неправильной формы. Над внутренней находится наружная колба, образованная многочисленными концентрически расположенными пластинами — производными шванновских клеток, между которыми находятся коллагеновые волокна и тканевая жидкость. Снаружи тельце

покрыто соединительнотканной капсулой, которая непрерывно переходит в эндоневрий афферентного волокна. Чем глубже располагается тельце Пачини, тем большее количество слоев во внутренней и наружной колбах оно содержит. Эти окончания чувствительны к прикосновению, давлению и быстрой вибрации, что имеет значение для восприятия фактуры предмета. При нанесении раздражения, например в виде давления, слои капсулы смещаются, и в афферентном волокне возникает возбуждение.

*Диски Меркеля* лежат более поверхностно под эпителием, возле его нижней границы (рис. 3.77, Б). Они чувствительны к статическим тактильным стимулам (прикосновение, давление).

*Тельца Мейснера* лежат в основании сосочков дермы и чувствительны к легким прикосновениям и вибрации (рис. 3.77, В). Они особенно многочисленны в коже ладоней и подошв, губ, век, сосках молочных желез. Тельца Мейснера представляют собой овальные образования длиной около 100 мкм, расположенные перпендикулярно поверхности эпителия. Тельце образуют уплотненные видоизмененные шванновские клетки, наслаивающиеся друг на друга, лежащие в большинстве своем поперечно. Миелинизированное афферентное волокно подходит к тельцу Мейснера, теряет миелин и многократно ветвится. Таким образом, в тельце входит до 9 его веточек. Они располагаются по спирали в пространствах между клетками. Снаружи тельце покрыто соединительнотканной капсулой, за его пределами переходящей в эндоневрий. С помощью пучков коллагеновых волокон капсула тельца прикрепляется к нижней границе эпителия.

*Тельца Руффини* лежат в глубоких слоях дермы, они особенно многочисленны на подошвенной поверхности стопы и представляют собой овальные

тельца размером  $1 \times 0,1$  мм (рис. 3.77, Г). Толстое миелинизированное афферентное волокно подходит к тельцу, теряет оболочку и ветвится. Многочисленные терминальные волокна переплетаются с коллагеновыми волокнами, которые также образуют сердцевину тельца. При смещении коллагеновых волокон происходит возбуждение афферентов. Тонкая капсула тельца переходит в эндоневрий.

*Концевые колбы Краузе* расположены в конъюнктиве глаза, языке, наружных половых органах. Тельца окружает тонкостенная капсула. Афферентное волокно перед вхождением в капсулу утрачивает миелин и ветвится. Вероятно, эти окончания выполняют механорецепторную функцию.

Кроме того, что нервная система получает информацию о раздражителях, действующих на кожный покров, в нее поступают импульсы от опорно-двигательного аппарата, сигнализирующие о положении тела в пространстве. Раньше эту систему чувствительности называли двигательным анализатором, но в настоящее время общепринятой стала другая терминология (табл. 3.3).

Как видно из таблицы, эти три термина в некоторой степени перекрывают друг друга. *Проприорецепция* объединяет сенсорные сигналы от скелета и мышц и, следовательно, включает в себя *мышечное чувство*. *Кинестезия* — это чувство положения тела и движения конечностей, а также ощущения усилий, силы и тяжести. В ее обеспечении участвуют все рецепторы опорно-двигательного аппарата и кожи.

Рецепторные структуры, обеспечивающие эти виды чувствительности, имеют достаточно сложное строение.

Мышечные рецепторы — *мышечные веретена* — служат для определения степени растяжения мышцы. Их особенно много в мышцах, управляющих

**Виды сенсорных модальностей, связанных с движением, и соответствующие им рецепторы (по Шеперду)**

Мышечное чувство	Проприорецепция	Кинестезия
Мышечные рецепторы	Мышечные рецепторы	Мышечные рецепторы
Сухожильные рецепторы	Сухожильные рецепторы	Сухожильные рецепторы
	Суставные рецепторы	Суставные рецепторы
		Кожные рецепторы

точными движениями. Эти рецепторы представляют собой образования веретеновидной формы, заключенные в тонкую растяжимую соединительнотканную капсулу. Веретена располагаются в мышцах продольно и растягиваются при растяжении мышцы. Каждое веретено образовано несколькими волокнами (от 2 до 12), названными *интрафузальными* (от лат. *fusus* — веретено) (рис. 3.78). Эти волокна омывает тканевая жидкость. Интрафузальные волокна

бывают двух типов. В центральной части большинства волокон располагается цепочка из одного ряда клеточных ядер. Второй тип волокон в центре несет ядерное скопление (волокна с ядерной сумкой); эти волокна длиннее и толще, чем первые. Периферические концы волокон обоих типов способны растягиваться.

Интрафузальные волокна иннервируются афферентными миелинизированными нервными волокнами. При

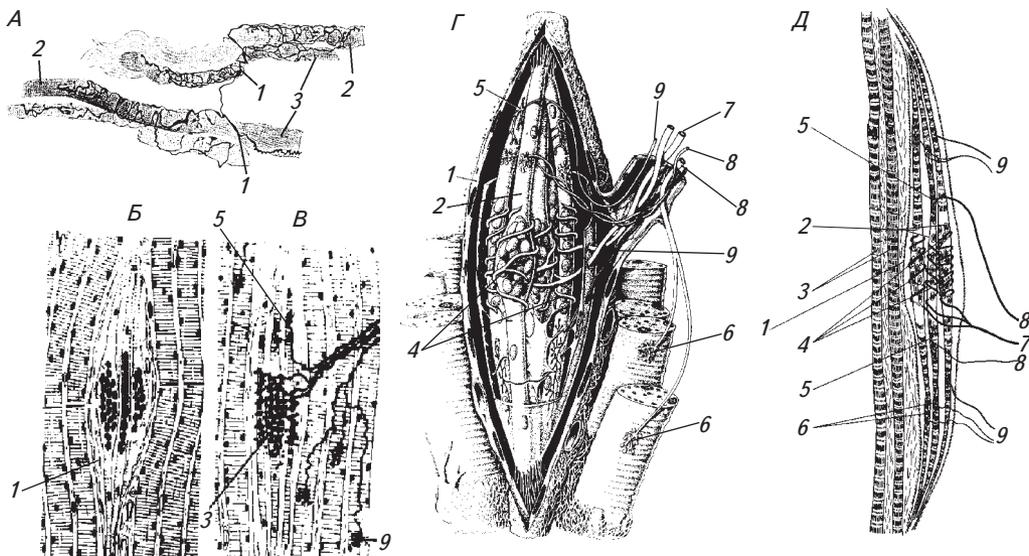


Рис. 3.78. Мышечные веретена:

А — мышечные веретена в глазных мышцах: 1 — нервное волокно; 2 — мышечное волокно; 3 — сухожилие; Б и Г — волокна с ядерной сумкой; В и Д — волокна с цепочкой ядер в центре; [А, Б, В — гистологические препараты; Г, Д — схемы]; 1 — капсула; 2 — интрафузальные волокна; 3 — экстрафузальные волокна; 4 — первичные окончания; 5 — вторичные окончания; 6 — кустовидные эфферентные окончания; 7 — первичный афферент; 8 — вторичный афферент; 9 — эфферентные нервные волокна

этом толстое нервное волокно, имеющее большую скорость проведения импульсов, подходит к центральной части интрафузального волокна и по спирали обвивает ядерную сумку или область, содержащую цепочку ядер. Такое окончание называют *первичным*. По сторонам от первичных окончаний более тонкие афферентные волокна образуют *вторичные* окончания, форма которых может быть похожа на гроздь. Первичное окончание реагирует на степень и скорость растяжения мышцы, а вторичное — только на степень растяжения и изменение положения мышцы.

При растяжении мышцы информация от нервных окончаний поступает в спинной мозг, где часть ее переключается на мотонейроны передних рогов. Их ответная рефлекторная импульсация приводит к сокращению мышцы. Другая часть импульсов переключается на вставочные нейроны и поступает в другие отделы нервной системы (см. ниже).

Мышечные веретена имеют также и эфферентную иннервацию, которая контролирует степень их растяжения. Эфферентные волокна подходят к мышечным веретенам от мотонейронов спинного мозга, но не от тех, что иннервируют саму мышцу, волокна которой называют *экстрафузальными*. Однако в некоторых случаях мышечные веретена получают моторную иннервацию по коллатералям от аксонов, идущим к мышцам. Это наблюдается, например, в мышцах глазного яблока.

Кроме рецепторных окончаний, лежащих в самих мышцах и реагирующих на степень их растяжения, существуют рецепторы в местах соединения мышц с сухожилиями. Они носят название *сухожильных органов (рецепторов) Гольджи* (рис. 3.79). Они покрыты капсулой и иннервируются толстыми миелиновыми волокнами. Оболочка волокон теряется в месте прохождения через капсулу, и воло-

но образует терминальные ветвления между пучками коллагеновых волокон сухожилия. Эти окончания возбуждаются при сдавливании их волокнами сухожилия при сокращении мышцы, тогда как мышечные веретена неактивны, и наоборот, при растяжении мышцы активность веретен возрастает, а сухожильных рецепторов снижается.

Большое количество рецепторных окончаний расположено в суставах (рис. 3.79). В суставных связках лежат рецепторы, схожие с сухожильными,

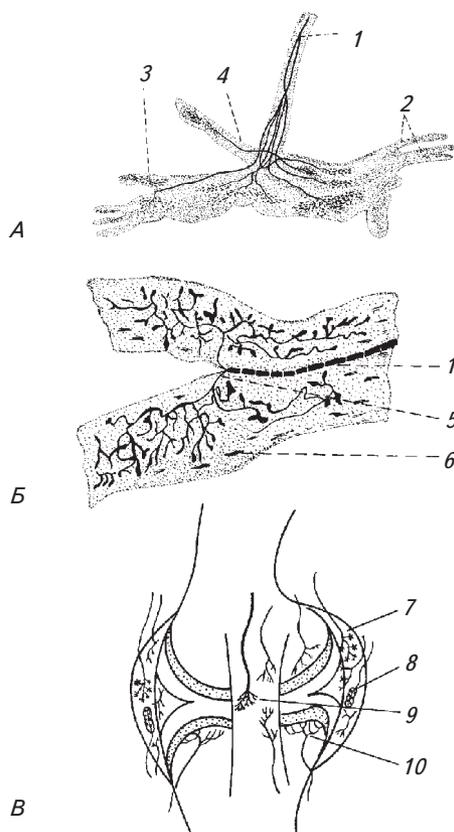


Рис. 3.79. Рецепторные окончания в сухожилиях (по Догелю):

1 — миелиновое нервное волокно; 2 — мышечные волокна; 3 — концевое разветвление; 4 — пучок коллагеновых волокон; 5 — осевой цилиндр; 6 — ядро сухожильной клетки фиброцита; 7 — тельца Руффини; 8 — тельца Пачини; 9 — рецепторы Гольджи; 10 — свободные нервные окончания

в соединительнотканых суставных сумках в большом количестве встречаются свободные нервные окончания, а также структуры, аналогичные тельцам Пачини и Руфини. Они чувствительны к растяжению и сжатию, возникающим при движении, и таким образом сигнализируют о положении тела в пространстве и движении отдельных его частей (кинестезия). Свободные нервные окончания могут, кроме того, воспринимать боль.

**Проводниковый и центральный отделы соматосенсорной системы.**

Нервные импульсы от рецепторов кожи и опорно-двигательного аппарата, кроме головы, по спинно-мозговым нервам достигают спинальных ганглиев, а затем через задние корешки поступают в спинной мозг. Афферентные волокна каждого заднего корешка проводят импульсы от определенной области тела — дерматомы (Атл. рис. 159). Поступившая в спинной мозг информация используется в двух назначениях: она участвует в местных рефlekсах, дуги которых замыкаются на уровне спинного мозга, а также передается в вышележащие отделы ЦНС по восходящим путям (Атл. рис. 160). При этом в восходящих трактах прослеживается соматотопическая организация: аксоны, присоединившиеся на более высоком уровне, располагаются со стороны серого вещества. Соответственно аксоны, идущие от нижней части тела, лежат более поверхностно.

Как говорилось выше, серое вещество спинного мозга можно представить в виде пластин. Тонкие безмиелиновые волокна, подходящие к спинному мозгу от болевых и механорецепторов, оканчиваются в поверхностных пластинках, в основном в желатинозной субстанции. Тонкие миелиновые волокна доходят в основном только до краевой зоны (рис. 3.80). Толстые миелиновые волокна огибают задний рог, отдают коллатерали к нейронам III—IV слоев и входят в задний канатик белого ве-

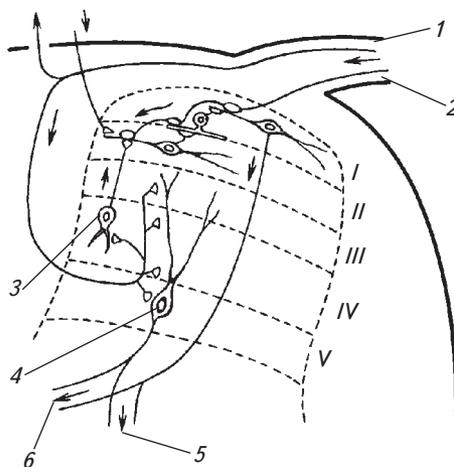


Рис. 3.80. Соматосенсорные пути в спинном мозгу (по Melzack, 1965):

1 и 2 — миелинизированные и 2 — безмиелиновые волокна от механорецепторов (1 и 2) и болевых рецепторов (2); 3 — вставочный нейрон; 4 — проекционный нейрон; 5 — к переднему рогу (сгибательный рефлекс); 6 — к спиноталамическим трактам; I—V — пластины серого вещества

щества. Как было установлено, большинство нейронов заднего рога получают афферентацию только одного типа, однако существуют нейроны, на которых сходятся импульсы от различных рецепторов. На этом может быть основано взаимодействие различных рецепторных систем. Аксоны нейронов заднего рога могут уходить в белое вещество — в восходящие тракты, или достигать мотонейронов передних рогов и участвовать в осуществлении ряда спинальных рефлексов. Так, импульсы от кожных рецепторов запускают сгибательный рефлекс. Он появляется при отдергивании конечности от болевого раздражителя (при ожоге и т. п.).

Импульсы от рецепторов соматосенсорной системы проводятся по тонкому и клиновидному пучкам, а также по спинно-таламическим и спинно-мозжечковым путям и тройничной петле.

*Тонкий пучок* несет импульсы от тела ниже V грудного сегмента,

а *клиновидный пучок* — от верхней части туловища и рук. Эти пути образованы аксонами чувствительных нейронов, тела которых лежат в спинальных ганглиях, а дендриты образуют рецепторные окончания в коже, мышцах и сухожилиях. Пройдя весь спинной мозг и заднюю часть продолговатого, волокна тонкого и клиновидного пучков оканчиваются на нейронах *тонкого и клиновидного ядер*. Аксоны нейронов этих ядер идут по двум направлениям. Одни — под названием *наружных дугообразных волокон* — переходят на противоположную сторону, где в составе *нижних ножек мозжечка* оканчиваются на клетках *коры червя* (Атл. рис. 160). Нейриты последних связывают кору червя с *ядрами мозжечка*. Аксоны нейронов этих ядер, в составе нижних ножек мозжечка, направляются к *преддверным ядрам моста*. Другая, большая часть волокон от нейронов тонкого и клиновидного ядер спереди от центрального канала продолговатого мозга, совершает перекрест и образует *медиальную петлю* или *лемниск*. Поэтому оба этих пути называют *лемнисковой системой*. Медиальная петля идет через продолговатый мозг, покрывки моста и среднего мозга и заканчивается в *латеральных и вентральных ядрах таламуса*. По пути через ствол мозга волокна медиальной петли отдают коллатерали к ретикулярной формации. Волокна нейронов таламуса проходят в составе таламической лучистости к коре *центральных областей* больших полушарий. Как ядра продолговатого мозга, так и таламические и корковые проекции тонкого и клиновидного путей имеют соматотопическую организацию. По этим путям (особенно по клиновидному пучку) передается тонкая чувствительность от верхних конечностей, благодаря чему становятся возможными тонкие и точные движения пальцев руки. Этому способствует так-

же наличие небольшого числа переключений с нейрона на нейрон — не происходит «растекания» возбуждения по структурам головного и спинного мозга.

*Спинно-таламический путь* проводит возбуждение от рецепторов, раздражение которых вызывает болевые и температурные ощущения (Атл. рис. 160). Здесь также имеются волокна от суставных и тактильных рецепторов. Тела чувствительных нейронов этого пути также залегают в спинальных ганглиях. Центральные отростки этих нейронов входят в спинной мозг в составе задних корешков, где и оканчиваются на телах вставочных нейронов задних рогов на уровне IV—VI пластин. Аксоны нейронов задних рогов частично переходят на противоположную сторону, остальные остаются на своей стороне и в глубине бокового канатика образуют спинно-таламический путь. Последний проходит спинной мозг, покрывки продолговатого мозга, моста и ножек мозга и оканчивается на клетках *вентрального ядра таламуса*. По пути через ствол мозга от волокон этого тракта отходят коллатерали к ретикулярной формации. От таламуса волокна идут в составе таламической лучистости к коре, где оканчиваются, главным образом в *постцентральной области*.

*Спинно-мозжечковые задний и передний пути* проводят возбуждение от проприорецепторов двигательного аппарата (Атл. рис. 160). Чувствительные нейроны этих путей расположены в спинальных ганглиях, а вставочные — в *задних рогах* спинного мозга. Нейриты вставочных нейронов, входящие в состав заднего спинно-мозжечкового пути, остаются на той же стороне спинного мозга в боковом канатике, а образующие передний путь переходят на противоположную сторону, где располагаются тоже в боковом канатике. Оба пути входят в

мозжечок: задний — по его нижним ножкам, а передний — по верхним. Оканчиваются они на клетках *коры червя*. Отсюда импульсы идут по тем же путям, что и проходящие по наружным дугообразным волокнам из продолговатого мозга. Благодаря спинно-мозжечковым путям осуществляется интеграция информации от мышечных и суставных рецепторов конечностей и мозжечковых механизмов, необходимых для координации движений, поддержания мышечного тонуса и позы. Это особенно важно для работы нижних конечностей в положении стоя и при движении.

*Тройничная петля* передает импульсы от механо-, термо- и болевых рецепторов головы (см. Атл.). Чувствительными нейронами служат клетки *тройничного узла*. Периферические волокна этих клеток проходят в составе трех ветвей тройничного нерва, иннервирующих кожу лица (рис. 3.28). Центральные волокна чувствительных нейронов выходят из узла в составе чувствительного корешка тройничного нерва и проникают в мост в том месте, где он переходит в средние ножки мозжечка. В мосту эти волокна делятся Т-образно на восходящие и длинные нисходящие ветви (спинальный путь), которые оканчиваются на нейронах, образующих в покрывке моста основное *сенсорное ядро тройничного нерва*, а в продолговатом и спинном мозге — его *спинальное ядро* (Атл. рис. 110, 111). Центральные волокна нейронов этих ядер совершают перекрест в верхней части моста и в качестве тройничной петли проходят по покрывке среднего мозга до таламуса, где оканчиваются самостоятельно или вместе с волокнами медиальной петли над клетками его *вентрального ядра*. Отростки нейронов этого ядра направляются в составе таламической лучистости к коре нижней части *постцентральной области*,

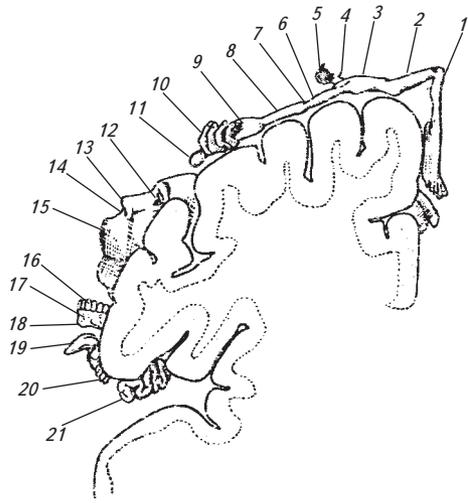


Рис. 3.81. Соматосенсорная кора:

1 — нога; 2 — бедро; 3 — туловище; 4 — шея; 5 — голова; 6 — рука; 7 — локоть; 8 — предплечье; 9 — кисть; 10 — пальцы; 11 — большой палец; 12 — глаз; 13 — нос; 14 — лицо; 15 — губы; 16 — зубы; 17 — десны; 18 — челюсть; 19 — язык; 20 — глотка; 21 — внутренние органы

где главным образом и локализуется чувствительность, приходящая от структур головы.

Соматосенсорные проекции в коре больших полушарий расположены в постцентральной извилине. Сюда подходят волокна от таламуса, приносящие импульсы от всех рецепторов кожи и опорно-двигательного аппарата. Здесь, также как и в таламусе, хорошо выражена соматотопическая организация проекций (рис. 3.81). Кроме первичной проекционной зоны, получающей афферентацию только от таламуса, существует и вторичная зона, на нейронах которой наряду с таламическими оканчиваются волокна от первичной зоны. В этой зоне происходит переработка сенсорных сигналов, отсюда они направляются в другие, в том числе и моторные области коры и подкорковые структуры.

### Контрольные вопросы

1. В чем заключаются общие закономерности строения сенсорных систем?
2. Строение глазного яблока и его вспомогательного аппарата.
3. Как развивается глаз в онтогенезе?
4. Периферический, проводниковый и корковый отделы зрительной системы.
5. В чем заключаются особенности зрительных проекций в ЦНС?
6. Строение слуховой сенсорной системы. Какие структуры ЦНС задействованы в проведении импульсов от рецепторов слуха?
7. Строение и развитие наружного, среднего и внутреннего уха.
8. Опишите строение органа равновесия. Какие структуры ЦНС участвуют в проведении информации об изменении тела в пространстве?
9. Строение и развитие обонятельной сенсорной системы. Какие структуры мозга принимают участие в проведении информации от обонятельных рецепторов?
10. Строение и развитие вкусовой сенсорной системы. Проводниковый и центральный ее отделы.
11. Какие виды рецепторов встречаются в соматосенсорной системе? Где они расположены и какие раздражения воспринимают?
12. Проводниковый и центральный отделы соматосенсорной системы. В чем заключается значение соматотопической организации ее проекций в структурах ЦНС? Приведите примеры.

### 3.7. СТРУКТУРЫ МОЗГА, УЧАСТВУЮЩИЕ В УПРАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЯМИ

Центральная нервная система получает информацию от рецепторов, обрабатывает ее и формирует ответ. В ряде случаев этот ответ носит рефлекторный характер и выражается в движении, поддержании позы или, реже, в изменении секреторной активности. Регуляция запуска и выполнения всех движений с участием скелетной мускулатуры осуществляется двигательными центрами ЦНС. Движения могут быть *автоматическими*, за их осуществление ответственны центры спинного мозга и ствола, и *произвольными*, происходящими под контролем высележащих центров (кора, базальные ганглии). Однако в случае частого повторения одного и того же вида движений в ЦНС формируется программа, управляющая этими движениями; они становятся неосознанными, автоматическими. В качестве примера можно привести некоторые профессиональные навыки: гимнастические движения, печатание на машинке и т. д.

На уровне *спинного мозга* замыкаются дуги довольно простых рефлексов, названных спинальными. К ним относится, например, коленный рефлекс, относящийся к рефлексам растяжения. Информация от мышечных и сухожильных рецепторов поступает через задние корешки в спинной мозг и в передних его рогах переключается на мотонейроны, образующие двигательные окончания в мышцах. В других случаях между чувствительным и двигательным нейронами существует один и более вставочных нейронов, передающих импульсы в соседние сегменты спинного мозга. Эти рефлексы важны для поддержания длины мышц на оптимальном уровне и тонууса мышц, участвующих в поддержании позы. При ее растяжении возбуждаются рецепторы в мышечных веретенах и сухожилиях; импульс, приходящий от мотонейронов, вызывает сокращение мышц.

Импульсы, приходящие от кожных рецепторов (болевые, тактильные)

часто возбуждают мотонейроны не только своей, но и противоположной стороны. В результате может возникнуть перекрестный разгибательный рефлекс, при котором конечность своей стороны сгибается, а противоположной — разгибается.

В спинном мозге существуют восходящие и нисходящие межсегментарные рефлекторные пути, которые никогда не покидают спинной мозг. Их называют также *проприоспинальными трактами* или собственными пучками (сегментарный аппарат) спинного мозга. Они образованы отростками вставочных нейронов, которые могут быть расположены в виде отдельных скоплений. Эти нейроны ответственны за выполнение автоматических движений. Благодаря им обеспечиваются сложные согласованные движения в ответ на сигнал с периферии или из других отделов ЦНС.

Спинальные рефлексы находятся под контролем высших отделов ЦНС (Атл. рис. 161). **Стволовые центры** регуляции движений у низших позвоночных функционируют более или менее независимо, и повреждение переднего мозга не сопровождается заметным нарушением движений. У высших позвоночных, особенно у приматов, эти центры подчинены коре больших полушарий; повреждение коры влечет за собой значительные нарушения двигательной активности. Влияние ствола головного мозга на спинной осуществляется через нисходящие проводящие пути. Они начинаются от двигательных ядер черепных нервов (в первую очередь вестибулярных), красного ядра, покрышки среднего мозга и ретикулярной формации. Кроме того, на уровне среднего мозга замыкаются круговые пути (петли), в которых участвуют кора и базальные ганглии.

В стволе мозга сходится информация от кожных, зрительных, вестибулярных рецепторов. Она помогает

адаптировать такие ритмические движения, как ходьба, к изменениям внешней среды (неровности поверхности почвы, зрительные стимулы).

От нейронов *ретикулярной формации* ствола мозга нисходящие волокна следуют в составе ретикулоспинального тракта к нейронам, отростки которых образуют сегментарный аппарат спинного мозга. Таким образом, ретикулярная формация принимает непосредственное участие в быстром управлении ритмическими движениями (ходьба, бег) и поддержании позы.

Ретикулярная формация тесно связана с комплексом *вестибулярных ядер*. На них оканчиваются также волокна, идущие от мозжечка, а от латерального ядра начинается вестибулоспинальный тракт. Медиальная часть его волокон достигает только шейного отдела спинного мозга. По ним идут импульсы к мышцам шеи, изменяющие поворот головы в зависимости от вестибулярных сигналов. Остальные волокна тракта передают импульсы на мотонейроны конечностей, стимулируя их разгибатели, что важно для поддержания позы при стоянии. От медиального вестибулярного ядра отходят волокна к медиальному продольному пучку, играющие роль в повороте глаз в ответ на вестибулярное раздражение.

От *красного ядра* в среднем мозге начинается нисходящий руброспинальный тракт, который доходит до мотонейронов мышц-сгибателей конечностей. Таким образом, вестибулярные ядра и красное ядро оказывают противоположный эффект на мускулатуру конечностей, чем обеспечивают их движение при ходьбе.

Важную роль в поддержании равновесия во время движения играет *мозжечок*. Это становится возможным благодаря его связям с ретикулярной формацией, красным ядром и латеральным вестибулярным ядром (рис. 3.23).

В червь мозжечка поступают спинальные, вестибулярные (по мшистым волокнам) и зрительные (по лазающим волокнам) сигналы, а также афферентация от системы тройничного нерва. Афферентные волокна отходят от нейронов червя мозжечка к вышперечисленным структурам. Благодаря этому червь мозжечка осуществляет регуляцию и координацию движений в ходе их выполнения. Кора мозжечка через вендролатеральное ядро таламуса связана с корой больших полушарий и участвует в программировании движений и в тонких механизмах сенсомоторной координации. Для мозжечка характерна соматотопическая организация проекций в кору больших полушарий.

**Базальные ганглии** имеют огромное значение в организации двигательных актов. На этих структурах сходится информация от коры, таламуса и других подкорковых структур. Афферентные пути от базальных ганглиев направляются к коре, в основном в лобную долю. Проекция базальных ганглиев организована топически. Активность нейронов определенных областей базальных ганглиев всегда соответствует специфическим движениям конкретных частей тела и может также определять силу, амплитуду или направление этого движения. В подобной регуляции задействованы пути, проходящие от премоторной (поле 6), моторной и сенсомоторной областей коры через скорлупу и медиальный сегмент бледного шара или черную субстанцию к двигательным ядрам таламуса, а затем назад к полю 6 коры. Было установлено, что нейроны, отвечающие за движение лица и рта, находятся в латеральной области черной субстанции.

Сигналы, поступающие от полей 7 и 8 к хвостатому ядру, медиальному сегменту бледного шара и вендролатеральной части черной субстанции,

контролируют направление взгляда. Их дальнейший путь лежит через таламус к фронтальному глазному полю (поле 8). Аксоны нейронов черной субстанции идут также к верхнему двухолмию среднего мозга. Пути, управляющие движением различных частей туловища, головы или глаз, не пересекаются на уровне базальных ганглиев. Их объединение может происходить на корковом уровне. Скорее всего, таким объединяющим полем является поле 6, которое получает входные сигналы от моторной и лобной ассоциативной коры.

Первичная **двигательная (моторная) кора** находится в прецентральной извилине, включая переднюю стенку центральной борозды, и совпадает с цитоархитектоническим полем 4. Клеточный состав этой области отличается несколькими особенностями: здесь отсутствует внутренний гранулярный слой, а пятый слой содержит крупные пирамидные клетки Беца. Эту область коры называют *агранулярной гигантопирамидной*. Участки моторной коры, отвечающие за движение определенных частей тела, расположены в строго определенных зонах прецентральной извилины (рис. 3.82). Более обширные участки коры регулируют движение тех частей тела, которые обладают наибольшей свободой движений.

Более сложные двигательные ответы возникают и при раздражении полей 1, 2, 3, 5 и 6. Так, например, стимуляция поля 6 приводит к вращению туловища и глаз и подъему противоположной руки. Это свидетельствует о том, что на нейронах поля 6 сходятся импульсы от нескольких двигательных систем (рис. 3.83). По этой причине кору поля 6 называют *вторичной моторной областью*. В ней выделяют медиальную (дополнительная моторная) и латеральную (премоторная кора) части. Недавние исследования

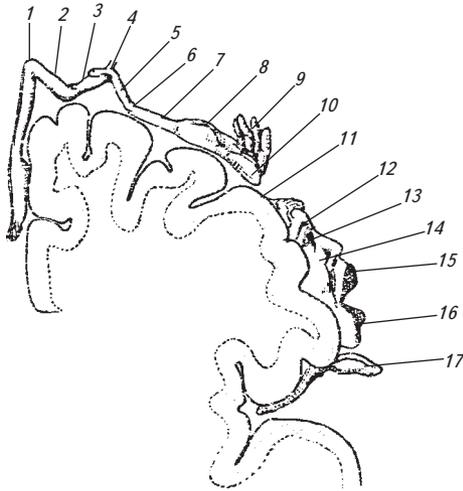


Рис. 3.82. Распределение нейронов, отвечающих за движение отдельных частей тела, в прецентральной извилине (моторная кора):

- 1 — колено; 2 — бедро; 3 — туловище; 4 — плечо; 5 — рука; 6 — локоть; 7 — запястье; 8 — кисть; 9 — пальцы; 10 — большой палец; 11 — шея; 12 — бровь; 13 — глаз; 14 — лицо; 15 — губы; 16 — челюсть; 17 — язык

доказали, что у человека поле 6 играет ведущую роль в качестве ассоциативного двигательного поля. В пользу этого говорит усиление метаболических процессов в этой зоне коры при выполнении движений. Так в области первичной моторной коры происходит усиление кровотока в той ее части, где находится представление части тела, совершающей движение. Однако еще более заметное усиление кровотока наблюдалось в области поля 6. Больше всего метаболизм усиливается в этой зоне в том случае, если движение требует повышенного внимания или испытываемого просят представить движение, не совершая его. В коре поля 6 оканчивается большинство проходящих через таламус эфферентных путей от базальных ганглиев.

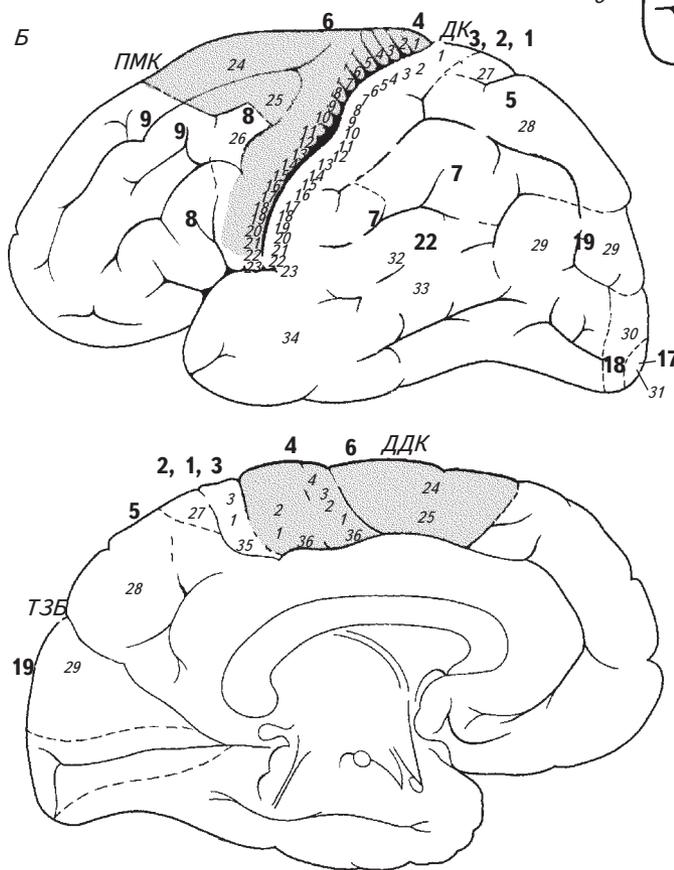
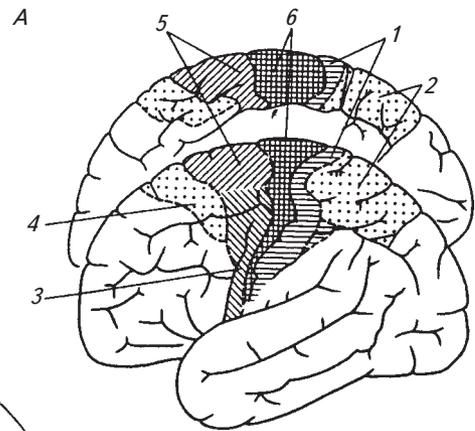
Существуют многочисленные данные об обширных связях между мо-

торной и соматосенсорной областями коры. Нейроны двигательной коры по ассоциативным волокнам получают сигналы из сенсорных областей, передающие информацию о результатах двигательного акта (помехах движению, его необходимой силе и т. д.). Некоторые из активируемых при этом нейронов — кортикоспинальные, их возбуждение влияет на активность мотонейронов спинного мозга. Следовательно, активность этих мотонейронов зависит не только от возбуждения, распространяющегося по спинальным рефлекторным дугам, но и от состояния кортикальных нейронов.

Аксоны нейронов коры образуют нисходящие кортикоспинальные (пирамидные) тракты (рис. 3.84). 40% аксонов в этих трактах начинается от клеток моторной зоны коры (поля 4), 20% — от соматосенсорной коры (поля 3, 1 и 2), а остальные 40% присоединяются к кортикоспинальным путям от других областей коры. Только 3% волокон является аксонами клеток Беца V слоя коры. Все волокна пирамидных трактов оканчиваются на нейронах противоположной половины мозга, т. е. совершают *перекрест*. Он может осуществляться на разном уровне ЦНС. Волокна пирамидных трактов проходят во внутренней капсуле и спускаются в основание ножки мозга, а далее в вентральную часть моста и продолговатого мозга. Здесь эти пути видны на вентральной поверхности в виде парных возвышений — пирамид, последние дали название всему тракту. Пирамидные тракты включают три системы волокон: корково-ядерные (кортико-бульбарные), кортикостомные и кортико-спинальные. *Корково-ядерные* волокна оканчиваются на нейронах моторных ядер черепных нервов (III, IV, V, VI, VII, IX, X, XI, XII пары) на противоположной стороне соответствующих отделов ствола мозга. Часть волокон пирамидных трактов

Рис. 3.83.

А — моторные области коры больших полушарий человека: 1 — первичная соматосенсорная кора; 2 — задняя теменная кора; 3 — премоторная кора; 4 — фронтальное глазодвигательное поле; 5 — дополнительное моторное поле; 6 — первичная моторная кора; Б — карта мозга человека, построенная на основе двигательных ответов на электрическую стимуляцию различных участков поверхности мозга во время нейрохирургических



операций. ПМК — премоторная кора, или латеральное поле 6; ДК — двигательная кора, или поле 4 (примерно соответствует прецентральной извилине); ДДК — дополнительная двигательная область коры, или медиальное поле 6; ТЗБ — теменно-затылочная борозда; 1 — пальцы ноги; 2 — стопа; 3 — голень; 4 — бедро; 5 — живот; 6 — грудь; 7 — лопатка; 8 — плечо; 9 — предплечье; 10 — кисть; 11 — палец V; 12 — палец IV; 13 — палец III; 14 — палец II; 15 — большой палец; 16 — шея; 17 — лицо, верхняя часть; 18 — лицо, нижняя часть; 19 — язык; 20 — нижняя челюсть; 21 — небо; 22 — глотка; 23 — гортань; 24 — поворот головы, глаз, туловища в противоположную сторону; 25 — синергия сгибателей и разгибателей противоположных конечностей; 26 — поворот глаз в противоположную сторону; 27 — одновременная синергия сгибателей противоположных руки и ноги с вовлечением ноги своей

стороны; вращение головы, глаз, туловища в противоположную сторону; 28 — поворот головы и глаз в противоположную сторону; синергия сгибателей противоположных конечностей; 29 — поворот глаз в противоположную сторону; сложные зрительные ощущения; 30 — зрительные ощущения; 31 — центральное зрительное поле; 32 — слуховые ощущения, поворот головы, глаз, туловища в противоположную сторону; 33 — синергия сгибателей или разгибателей противоположных конечностей; 34 — жевание, лизание, глотание, вокализация, икота; 35 — мочевого пузыря; 36 — прямая кишка;

1—22 — поля коры

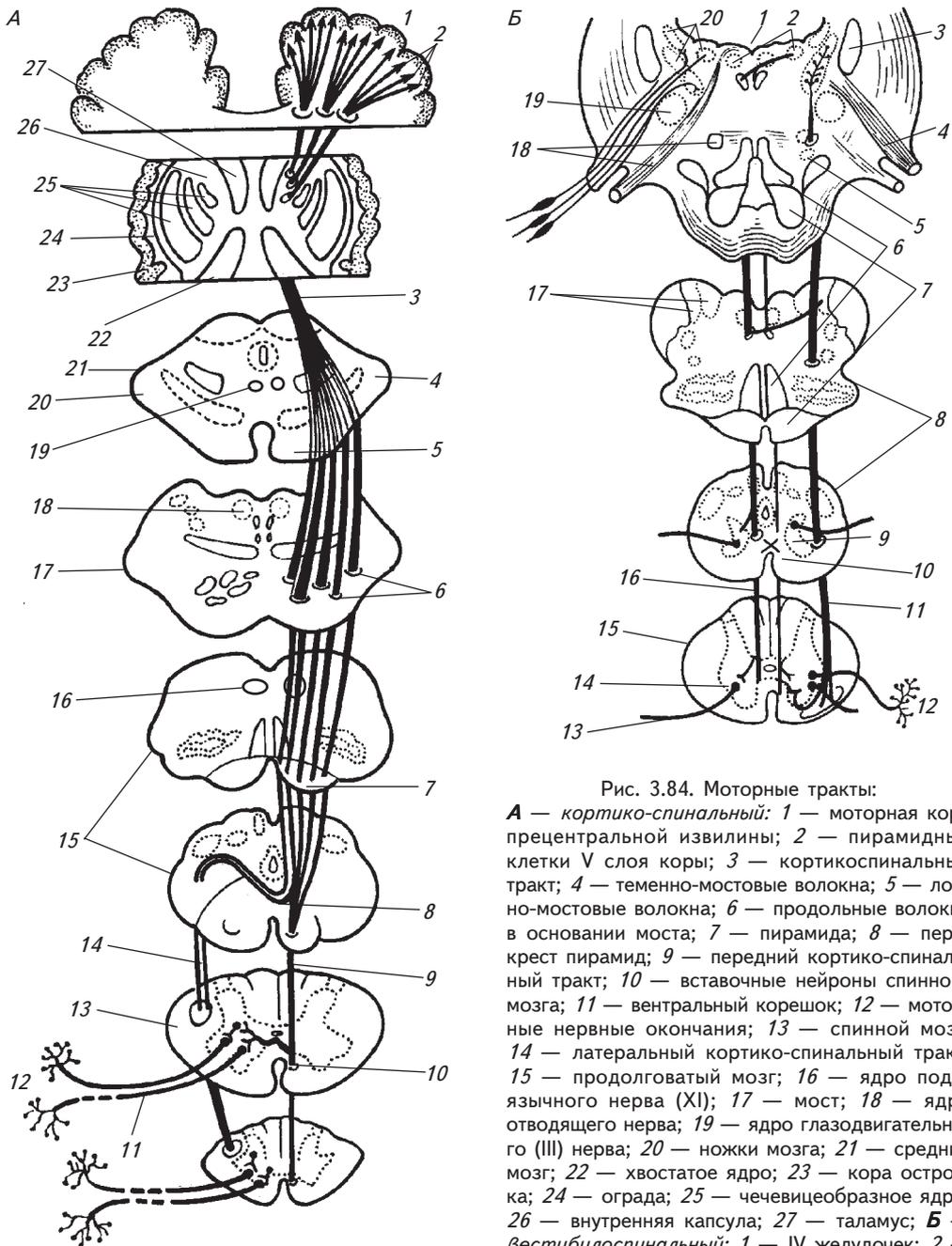


Рис. 3.84. Моторные тракты:

**А** — кортико-спинальный: 1 — моторная кора прецентральной извилины; 2 — пирамидные клетки V слоя коры; 3 — кортикоспинальный тракт; 4 — теменно-мостовые волокна; 5 — лобно-мостовые волокна; 6 — продольные волокна в основании моста; 7 — пирамида; 8 — перекрест пирамид; 9 — передний кортико-спинальный тракт; 10 — вставочные нейроны спинного мозга; 11 — вентральный корешок; 12 — моторные нервные окончания; 13 — спинной мозг; 14 — латеральный кортико-спинальный тракт; 15 — продолговатый мозг; 16 — ядро подъязычного нерва (XI); 17 — мост; 18 — ядро отводящего нерва; 19 — ядро глазодвигательного (III) нерва; 20 — ножки мозга; 21 — средний мозг; 22 — хвостатое ядро; 23 — кора островка; 24 — ограда; 25 — чечевицеобразное ядро; 26 — внутренняя капсула; 27 — таламус; **Б** — вестибулоспинальный: 1 — IV желудочек; 2 — ядро отводящего нерва; 3 — мост; 4 — вестибулярный нерв; 5 — ядро верхней оливы; 6 — медиальная петля; 7 — пирамидный тракт; 8 — продолговатый мозг; 9 — спинальное ядро добавочного нерва; 10 — перекрест пирамид; 11 — латеральный вестибулоспинальный тракт; 12 — моторные окончания в мышцах; 13 — вентральный корешок; 14 — нейроны переднего рога; 15 — спинной мозг; 16 — медиальный вестибулоспинальный тракт; 17 — вестибулярные ядра; 18 — лицевой (VII) нерв и его ядро; 19 — спинальное ядро тройничного (V) нерва; 20 — вестибулярные ядра

оканчивается на *ядрах основания моста*, образуя корково-мосто-мозжечковый путь. На уровне моста некоторые волокна оканчиваются и на нейронах ретикулярной формации.

*Кортикоспинальные* волокна доходят до нейронов спинного мозга. В месте перехода продолговатого мозга в спинной совершается частичный перекрест волокон тракта. Большой пучок волокон (до 80%) переходит на противоположную сторону, в латеральный канатик спинного мозга, где образует *латеральный пирамидный путь*. Волокна этого пути образуют синаптические контакты со вставочными нейронами задних столбов спинного мозга, которые через вставочные нейроны переднего столба передают импульсы на мотонейроны. Последние иннервируют мышцы туловища и конечностей. Остальные 20% волокон остаются в переднем канатике своей стороны спинного мозга и образуют *передний пирамидный путь*. В каждом сегменте спинного мозга они переходят на противоположную сторону и в передних столбах переключаются на вставочные нейроны и затем на мотонейроны, иннервирую-

щие мышцы туловища и конечностей. Функцией пирамидных трактов является управление мотонейронами спинного мозга путем мобилизации рефлекторных путей на уровне сегментарного аппарата. Кроме того, волокна этих трактов участвуют в регуляции активности нейронов спинного мозга, относящихся к соматосенсорной системе.

Структуры головного мозга, осуществляющие регуляцию двигательной функции, но не через пирамидные тракты, относят к *экстрапирамидной системе* (Атл. рис. 161). К таким образованиям можно отнести рассмотренные выше красные ядра, вестибулярные ядра, ретикулярную формацию, верхние бугры четверохолмия. Однако согласно современным данным физиологии и морфологии, эти структуры функционируют совместно и под контролем коры больших полушарий. Кроме того, они посылают в кору эфферентные волокна, оказывающие влияния на ее активность. Таким образом, выделение экстрапирамидной системы в самостоятельную систему управления движениями представляется весьма условным.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите структуры головного и спинного мозга, участвующие в управлении движениями.
2. Каким образом осуществляется поддержание позы и движение глазных яблок при раздражении вестибулярного аппарата?
3. В чем заключается различие произвольных и автоматических движений?
4. Каким образом кора головного мозга и базальные ганглии участвуют в регуляции двигательной активности?

## Глава 4

# ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ

### 4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВНУТРЕННИХ ОРГАНАХ

#### 4.1.1. Деление внутренностей на системы органов

К внутренним относятся органы, образующие пищеварительную, дыхательную и мочеполовую системы. Большинство этих органов располагается во внутренних полостях тела — грудной и брюшной, однако некоторые из них находятся вне названных полостей, например начальные отделы пищеварительного и дыхательного путей. Сердце и селезенку в анатомии принято рассматривать в сосудистой системе, хотя они и принадлежат к внутренним органам.

Система органов *пищеварения* состоит из ротовой полости, в которую открываются три пары слюнных желез, глотки, пищевода, желудка, тонкого и толстого кишечника. Тонкий кишечник подразделяют на двенадцатиперстную кишку, в которую открываются протоки печени и поджелудочной железы, тощую и подвздошную кишки. В толстой кишке также различают несколько отделов — слепую, ободочную и прямую кишки.

Систему органов *дыхания* образуют полость носа, глотка (здесь дыхательный путь перекрещивается с пищеварительным), гортань, трахея, бронхи и легкие. Газообмен между воздухом из внешней среды и кровью совершается в легких; органы, по которым к ним проходит воздух, относят к воздухоносным путям. С последними связаны:

в носовой полости — орган обоняния, а в гортани — часть двигательного аппарата членораздельной речи.

Система *мочеполовых* органов включает в себя две группы органов. К органам мочевого выведения относятся почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал.

*Половые* органы выполняют совершенно особую функцию — функцию размножения, продолжения рода. Эта группа органов построена у обоих полов по общему плану и состоит из органов, производящих половые клетки (сперматозоиды и яйцеклетки), сохраняющих и выводящих эти клетки из организма; у женщин, кроме того, служащих местом развития зародыша. К мужским половым органам относятся: семенные железы и их придатки, семявыносящие и семяизвергающие протоки, придаточные железы и наружные половые органы; к женским — яичники, маточные трубы, матка, влагалище и наружные половые органы.

Развиваются половые органы частично из общих источников с органами мочевого выделения, с которыми в дальнейшем остаются связанными анатомически, поэтому и те и другие можно объединить в мочеполовой аппарат.

Внутренние органы, кроме половых, обслуживают процесс обмена веществ в организме. В пищеварительных органах введенная пища подвергается перевариванию, т. е. изменениям, благодаря

которым ее питательные вещества превращаются в растворимые соединения, способные всасываться и усваиваться. Через органы дыхания в организм поступает кислород и выводится углекислый газ. К месту непосредственного обмена веществ, т. е. к тканям тела, питательные вещества и кислород доставляются кровью. При окислительных процессах в тканях кислород расходуется, образуется углекислота и другие конечные продукты обмена веществ. Последние уже не могут быть использованы организмом, становятся ненужными, даже вредными и выводятся наружу различными органами: углекислота и вода — через легкие с выдыхаемым воздухом, а остальные вещества — почками, продуцирующими мочу, в состав которой входят растворенные в воде продукты обмена белка и соли. Выделение, или экскреция, присуще также коже и кишечнику.

В разделе о внутренних органах принято рассматривать также органы эндокринной системы, регулирующей функции всех органов и систем организма.

#### 4.1.2. Полости тела

У человека различают следующие полости тела: *перикардальную*, в которой расположено сердце и начальные отделы крупных сосудов, *плевральную*, окружающую легкие, *перитонеальную*, или брюшную, которая лежит каудальнее диафрагмы и включает в себе многие внутренние органы, и полости вокруг яичка (мужские половые железы).

**Брюшина** (*peritoneum*) — тонкая серозная оболочка, выстилающая брюшную полость. Брюшина покрывает как стенки полости, так и органы, расположенные в ней. Сверху брюшина покрыта однослойным

плоским эпителием — *мезотелием*. Под ним находится слой рыхлой соединительной ткани с большим количеством коллагеновых и эластических волокон, придающих прочность и эластичность всей оболочке. В зависимости от функциональной нагрузки данного участка брюшины ее толщина и количество соединительнотканых волокон различны.

Общая поверхность брюшины более 2 м<sup>2</sup>. Брюшина разделяется на два листка, которые всегда связаны друг с другом. Листок брюшины, выстилающий стенки полости, называется *пристеночным*, или *париетальной брюшиной*, а покрывающий органы — *внутренностным*, или *висцеральной брюшиной*. Последнюю еще называют *серозной оболочкой* органа, а полость брюшины, также как и плевральную и перикардальную полости, серозной полостью. Часть брюшины между париетальным и висцеральным ее листками носит название связок, складок и брыжеек. Таким образом, большинство органов брюшной полости фиксированы на задней ее стенке (Атл. рис. 162–164).

Между листками брюшины всегда присутствует небольшая щелевидная полость, заполненная серозной жидкостью (*serum* — сыворотка). Эта жидкость выделяется через эпителий и облегчает скольжение органов друг относительно друга. Серозные полости не имеют контакта с внешней средой. У мужчин полость брюшины замкнута, у женщин не замкнута, так как в нее открываются маточные трубы. Подвижности органов в брюшной полости способствует давление мышц брюшной стенки и перистальтические сокращения кишечника.

Под брюшиной обычно залегает довольно массивный слой жировой ткани. Особенно много ее на передней брюшной стенке ниже пупочной ямки, а на диафрагме она отсутствует совсем.

По отношению к брюшине органы расположены различно (Атл. рис. 165). Если брюшина покрывает орган со всех сторон, то его расположение называется *внутрибрюшинным* или *интраперитонеальным* (желудок, тощая и подвздошная кишки, слепая кишка с червеобразным отростком, поперечная ободочная, сигмовидная и начало прямой кишки, селезенка, матка и яйцеводы). Если орган с трех сторон покрыт брюшиной, его положение называют *мезоперитонеальным* (печень, восходящая и нисходящая ободочная кишка, средняя часть прямой кишки, мочевого пузыря). Органы, покрытые брюшиной только с одной стороны, расположены *забрюшинно* или *экстраперитонеально* (двенадцатиперстная кишка, почки, мочеточники, поджелудочная железа, предстательная железа, влагалище, нижний отдел прямой кишки).

Органы, расположенные интраперитонеально, присоединены к задней стенке тела с помощью *брыжеек*. Они представляют собой пластинку, начинающуюся от париетальной брюшины на задней стенке тела (корень брыжейки). Другой ее конец доходит до органа и окружает его. В брыжейках проходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы и лежат лимфатические узлы.

#### 4.1.3. Развитие полостей тела

Чтобы правильно понять развитие и строение внутренних органов, ознакомимся с происхождением полостей, в которых они помещаются. Все эти полости развиваются из целома зародыша.

Уже на ранних стадиях развития зародыша каждая из пластинок латеральной мезодермы расщепляется на два листка — висцеральный (спланхический) и париетальный (соматический). Между ними появляется полость — *целом* (рис. 4.1). Эта полость парная, она возникает позади головной кишки в мезодерме, окружающей закладку сердца, и распространяется вправо и влево и в каудальном направлении по бокам

На передней стенке живота париетальная брюшина образует *складки*. В складках проходят кровеносные сосуды или лежат запустевшие сосуды и другие трубчатые структуры (протоки), функционировавшие в пренатальный период. Например, к мочевому пузырю тянутся складки, в которых заключены пупочные артерии и мочевой проток. В боковых пупочных складках к прямым мышцам живота проходят надчревные артерии.

Кроме брыжеек и складок брюшина образует *связки*, которые соединяют стенку тела и диафрагму с внутренними органами. Все связки образованы двойными листками брюшины. Так, к печени от передней стенки живота идет серповидная связка, а от задней его стенки — венечная. С помощью связок печень фиксируется в брюшной полости. Связки соединяют между собой внутренние органы: печень с малой кривизной желудка, двенадцатиперстной кишкой и правой почкой, диафрагму с печенью и малой кривизной желудка и т. д. В связках проходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы, протоки (желчные) и запустевшие сосуды, функционировавшие у плода.

туловищной кишки. Обе полости сообщаются друг с другом впереди закладки сердца. Внешний листок каждого целомического мешка выстилает изнутри стенку тела, сростается с ней и поэтому называется пристеночным, или париетальным, листком; внутренний же, обращенный к средней сагиттальной плоскости тела, по бокам прилегает и к кишечной трубке и образует внутренностный, или висцеральный, листок. Оба висцеральных листка дорсально и вентрально от кишечной трубки приходят в соприкосновение и сростаются друг с другом по сагиттальной плоскости. Так возникают дорсальная и вентральная *брыжейки*, посредством которых кишка фиксируется между спинной и брюшной стенками

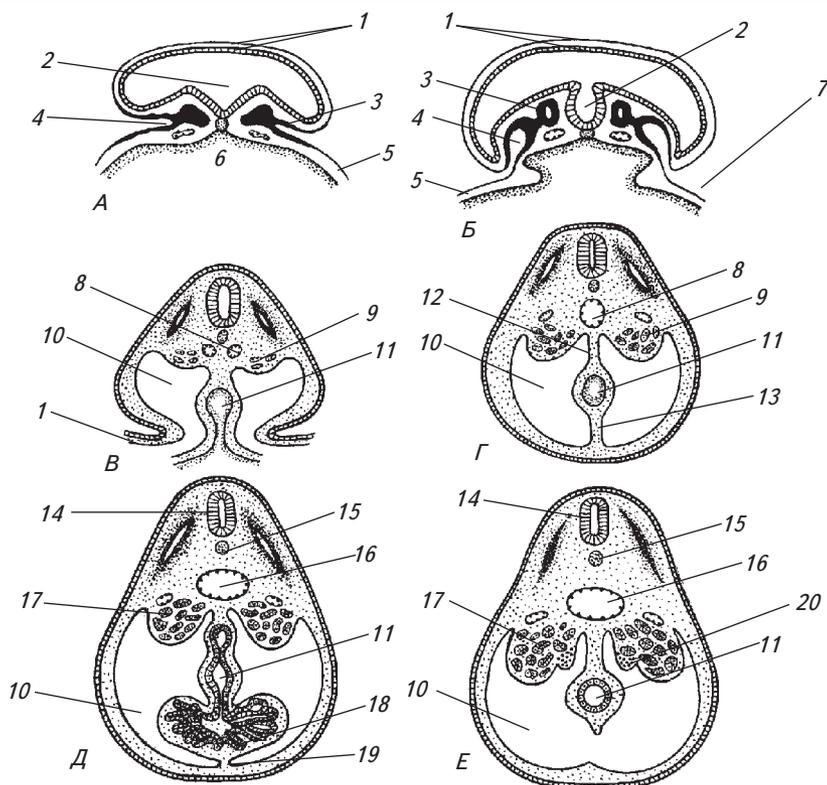


Рис. 4.1. Ранние стадии развития целома и брыжеек (по Пэттену):

1 — амнион; 2 — нервный желобок; 3 — сомит; 4 — зародышевый целом; 5 — стенка желточного мешка; 6 — первичная кишка; 7 — внезародышевый целом; 8 — дорсальная аорта; 9 — мезонефрос; 10 — целом; 11 — кишка; 12 — дорсальная брыжейка; 13 — вентральная брыжейка; 14 — нервная трубка; 15 — хорда; 16 — аорта; 17 — закладка почки; 18 — печень; 19 — вентральная связка печени; 20 — закладка гонады

тела. Позже часть брюшной брыжейки исчезает, и большая часть кишечника оказывается подвешенной только к задней стенке тела на дорсальной брыжейке. В нее вырастают сосуды от брюшной аорты и нервы. В области печени вентральная брыжейка сохраняется. У взрослого человека она представлена серповидной связкой печени, а также печеночно-желудочной связкой (малый сальник).

Разделение целома на разобщенные полости начинается с образования *поперечной перегородки* между желудочками сердца и печенью. Она разрастается от вентральной стороны тела к дорсальной и разделяет целом на *перикардальную* и *перитонеальную* полости. Так возникает зачаток диафрагмы — ее вентральная часть

(до дна первичной кишки). Дорсальная часть диафрагмы образуется позже за счет разрастания плевроперитонеальных складок. В перегородку и складки из шейных миотомов мигрируют миобласты и развивается мышечная ткань. Дорсальнее кишки передние и задние части целома соединяются короткими плевральными каналами. В эти каналы позднее вырастают почки легких, они сильно увеличиваются в размерах и становятся *плевральными полостями*. Парными складками ткани они отграничиваются от перикардальной и перитонеальной полостей. Из каудальной части перитонеальной полости у зародышей мужского пола выпячиваются в мошонку еще две небольшие полости, окружающие половую железу (яичко).

Листки висцеральной брюшины с передней и задней поверхности желудка спускаются в виде широкой пластинки вниз и образуют *большой сальник*. Дойдя до входа в малый таз, оба листка поворачивают, срастаются с нисходящими листками и следуют вверх до поперечной ободочной кишки. Все четыре листка прирастают к передней поверхности кишки. Затем восходящие листки отходят от передних и соединяются с брыжейкой поперечной ободочной кишки. Таким образом, большой сальник расположен позади передней брюшной стенки и прикрывает кишечник. Начальный отдел сальника называют желудочно-ободочнокишечной связкой, он фиксирует поперечную ободочную кишку к большой кривизне желудка. У детей листки брюшины большого сальника хорошо выражены.

*Малый сальник* образуется связками, идущими от печени к малой кривизне желудка и двенадцатиперстной кишке.

Брыжейка поперечной ободочной кишки делит брюшную полость на два этажа. В верхнем этаже находятся желудок, печень, селезенка, подже-

лудочная железа, верхние отделы двенадцатиперстной кишки. Между этими органами находятся ограниченные пространства или сумки (печеночная, сальниковая). Нижний этаж занимают остальные отделы тонкого и толстый кишечник. Здесь париетальная брюшина задней стенки переходит в корень брыжейки тонкой кишки. Он начинается слева на уровне II поясничного позвонка, идет вниз и направо и заканчивается на уровне подвздошно-крестцового сочленения (Атл. рис. 164). Длина корня брыжейки 17–22 см. Он разделяет брюшную полость на правую и левую *брыжеечные пазухи*. Пристеночная брюшина правой пазухи переходит справа во внутренностную брюшину восходящей ободочной кишки, слева и снизу — в брыжейку тонкой кишки, а сверху — в брыжейку поперечной ободочной кишки. Пристеночная брюшина левой пазухи слева переходит на нисходящую ободочную кишку, справа — в брыжейку тонких кишок, сверху — в брыжейку поперечной ободочной кишки, снизу — в брюшину малого таза и брыжейку сигмовидной кишки.

### Контрольные вопросы

1. Какие системы внутренних органов вы знаете?
2. Дайте характеристику полостям тела: плевральной, перикардиальной, брюшной.
3. Что такое висцеральная и париетальная брюшина.
4. Производные брюшины — сальники, связки, брыжейки.
5. Этапы развития полостей тела в онтогенезе.

## 4.2. СИСТЕМА ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Анатомические особенности органов пищеварения складываются под влиянием способа питания организма. Человек — всеядное существо, употребляющее разнообразную пищу, поэтому в строении его пищеварительных органов нет резко выраженных признаков приспособления к какому-либо одному роду пищи, как это можно видеть

у растительоядных или плотоядных животных. В различных отделах пищеварительной трубки происходит механическая и химическая обработка пищи, а также всасывание ее компонентов. Степень участия органов желудочно-кишечного тракта в процессе пищеварения различна, поэтому они имеют неодинаковые форму и строение.

Механическое раздробление и измельчение пищи при ее пережевывании составляют специфическую функцию органов ротовой полости. Соответственно этому только одна она из всех органов пищеварения имеет костную основу.

#### 4.2.1. Ротовая полость и ее органы

Стенки ротовой полости (Атл. рис. 166) — начальной части пищеварительного тракта — помимо скелетной основы включают мышцы. Полость ограничена сверху небом, снизу — челюстно-подъязычной мышцей, по бокам — щеками, а спереди — губами, замыкающими ротовую щель (см. Атл.). Основу *губ (labia)* составляет круговая мышца рта, покрытая снаружи кожей, а с внутренней стороны — слизистой оболочкой. Красный цвет губ обусловлен просвечивающей сетью кровеносных сосудов. *Щеки (buccae)* изнутри высланы слизистой оболочкой; между ней и кожей находятся щечные мышцы и жировое тело. На внутренней поверхности щек, возле коренных зубов, открываются протоки слюнных желез. Слизистая оболочка, покрывающая альвеолярные отростки челюстей, называется *деснами (gingiva)*.

Ротовая полость делится на *преддверие рта* (щелевидное пространство между зубами и деснами, с одной стороны, щеками и губами — с другой) и собственно ротовую полость, почти полностью занятую языком, прилегающим к *небу (palatum)*. Оно делится на твердое и мягкое небо. *Твердое небо* покрыто толстой и плотной слизистой оболочкой, которая прочно сращена с надкостницей небных отростков верхнечелюстной и небных костей и образует несколько поперечных валиков, задерживающих пищевой

комочек при движении языка вперед. Сзади твердое небо переходит в мягкое.

*Мягкое небо* в основном состоит из мышц и покрыто слизистой оболочкой. Свободно свисающая задняя часть (небная занавеска) посередине вытянута в небольшой выступ — *язычок*. Сокращаясь при глотании, мышцы поднимают и напрягают небо и этим отделяют носовую часть глотки от ротовой. По бокам мягкое небо переходит в две пары складок — *нёбно-язычные*, а за ними — *нёбно-глоточные дужки*, расположение которых явствует из их названий. Между складками с каждой стороны расположены *нёбные миндалины* — самые, крупные лимфоидные образования слизистой оболочки пищеварительного тракта (Атл. рис. 168, 169). При патологическом разрастании миндалин могут затруднять дыхание (и даже глотание). В таких случаях их частично удаляют.

Мягкое небо, небные складки и корень языка ограничивают *зев*, через который полость рта сообщается с полостью глотки. В ротовой полости помещаются язык и зубы, в нее открываются три пары слюнных желез: околоушные, подчелюстные и подъязычные.

*Язык (lingua)* — подвижный мышечный орган, покрытый слизистой оболочкой, богато снабженный сосудами и нервами (рис. 4.2). Язык передвигает пищу во время ее механической обработки — жевании, глотании, его рецепторы осуществляют оценку качеств пищи (вкуса, механических свойств, температуры и т. д.). Вместе с зубами он участвует в образовании звуков речи. В языке различают переднюю, свободную часть — *кончик, тело*, и заднюю — *корень*. Верхняя сторона языка называется *спинкой*. Когда кончик языка приподнят, видна складка слизистой оболочки, переходящая со дна ротовой полости на язык, — *уздечка языка*.

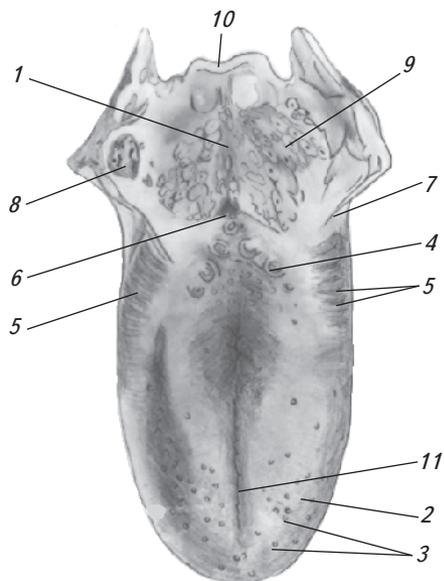


Рис. 4.2. Язык сверху:

1 — корень языка; 2 — нитевидные, 3 — грибовидные, 4 — желобовидные и 5 — листовидные сосочки; 6 — слепая ямка; 7 — нёбно-язычная складка; 8 — нёбная миндалина; 9 — язычная миндалина; 10 — надгортанник; 11 — срединная борозда

Слизистая оболочка спинки языка покрыта многослойным ороговевающим, а нижней части — неороговевающим эпителием. На спинке расположены мелкие выступы — *сосочки* (рис. 4.3). Наиболее многочисленны *нитевидные сосочки*, которые занимают всю поверхность спинки. Большая их часть выполняет механорецепторную функцию. Между нитевидными сосочками по всей поверхности спинки разбросаны *грибовидные сосочки*. Особенно много их на кончике языка. На границе тела и корня языка в виде римской цифры V находится от 7 до 11 сравнительно крупных *желобовидных сосочков*. На вершине V-образной линии видно *слепое отверстие* — след заросшего протока щитовидной железы. *Листовидные сосочки* хорошо видны по краям языка. Послед-

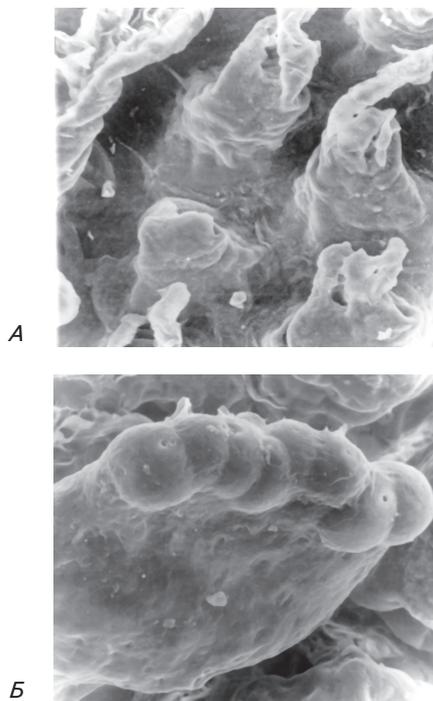


Рис. 4.3. Сосочки языка человека: А — тактильные сосочки корня языка; Б — грибовидные сосочки

ние три вида сосочков содержат вкусовые почки — группы клеток, воспринимающих вкусовые раздражения. Нижняя поверхность языка свободна от сосочков. На корне языка их тоже нет, но слизистая оболочка здесь неровная из-за скопления в ней лимфоидной ткани, образующей язычную миндалину (см. Атл.). По верхней поверхности тела языка проходит продольная *срединная борозда*, от которой в толщу языка идет тонкая соединительнотканная пластинка — *перегородка языка*.

Массу языка образуют поперечнополосатые мышцы — скелетные и собственные. К *скелетным мышцам* относятся *подбородочно-язычная*, *подъязычно-язычная* и *шило-язычная*, положение которых ясно из названий (Атл. рис. 170). Первая тянет язык

вперед и вниз, вторая — назад и вниз, а третья — назад и вверх. *Собственные мышцы языка* образованы взаимно пересекающимися пучками, идущими в продольном, поперечном и отвесном направлениях; своим сокращением они изменяют форму языка. *Верхняя* и *нижняя продольные* мышцы укорачивают язык и приподнимают его кончик вверх; *поперечная* мышца уменьшает поперечный размер языка и делает его выпуклым; *вертикальная* мышца уплощает язык. Все мышцы языка иннервируются язычной ветвью подъязычного нерва (XII пара), кровоснабжаются язычной артерией. Иннервация рецепторных образований языка осуществляется ветвями лицевого и тройничного, а также языкоглоточного нервов.

В толще языка залегают мелкие *железы*, выделяющие белковый, слизистый или смешанный секрет. Протоки белковых желез открываются в щель желобовидных сосочков, а смешанных и слизистых желез — на верхней и нижней поверхности. Их секреторные отделы лежат в слизистой оболочке и мышцах языка. У старых людей происходит частичная атрофия желез и замена их жировой тканью.

В ротовую полость открываются протоки трех пар крупных *слюнных желез*. Их секрет (слюна) слабощелочной реакции (рН 7,4–8,0), содержит воду (до 99%), неорганические вещества, муцин, ферменты (амилазу и мальтазу), лизоцим и т. д. В слюне присутствуют клетки эпителия и лейкоциты. Слюна не только увлажняет слизистую оболочку ротовой полости, облегчая артикуляцию, но и промывает рот, размачивает пищевой комок, участвует в расщеплении питательных веществ и во вкусовой рецепции, а также действует как бактерицидное средство. Со слюной выделяются во внешнюю среду мочевая кислота,

креатин, железо, йод и некоторые другие вещества. В ней присутствует ряд гормонов (инсулин, факторы роста нервов и эпителия и др.). До сих пор остаются малоисследованными некоторые функции слюны.

Секреторные отделы слюнных желез альвеолярно-трубчатые, в клетках образуется белковый, слизистый или смешанный секрет. По способу выделения секрета все эти железы мерокриновые. Выводные протоки сильно разветвленные, их наружные отделы выстланы многослойным плоским эпителием.

Иннервируются слюнные железы волокнами симпатической и парасимпатической нервной системы. При этом раздражение симпатического отдела приводит к выделению слюны, состоящей в основном из слизи, а парасимпатического — из белкового секрета.

*Околоушная железа (glandula parotis)* — самая крупная из слюнных желез, весит около 30 г (Атл. рис. 171), окружена фасцией. Она расположена под кожей перед ушной раковиной; частично прикрывает собственно жевательную мышцу. Верхняя ее граница доходит до барабанной части височной кости и наружного слухового прохода, а нижняя — до угла нижней челюсти. Выводной проток железы прободает щечную мышцу и жировое тело и открывается в преддверие рта на уровне второго верхнего большого коренного зуба на маленьком сосочке. Через железу проходят артерии, вены, лицевой нерв, под ней лежат лимфатические узлы.

Микроскопическое строение железы довольно сложное (Атл. 172). От наружной соединительнотканной оболочки (фасции) в глубь железы отходят перегородки, разделяющие ее на дольки. Секреторные отделы железы альвеолярно-трубчатые. На их периферии лежат миоэпителиальные

клетки, длинные отростки которых окружают секреторные отделы. В цитоплазме таких клеток развивается комплекс сократимых структур. Сокращение последних ведет к сжатию секреторного отдела и выходу из него секрета. Мелкие выводные протоки собираются в более крупные, расположенные внутри долек. Последние, в свою очередь, образуют междольковые протоки, сливающиеся в общий выводной проток. Этот проток выстлан многослойным плоским эпителием. Секрет железы содержит большое количество белка (ферментов) и гормоны.

Слюнные железы кровоснабжаются через верхнечелюстную и поверхностную височную артерии, а иннервируются из ушного ганглия.

Острое инфекционное воспаление околоушной железы (реже — всех остальных слюнных желез) называют свинкой или паротитом.

*Подчелюстная железа (glandula submandibularis)* (поднижнечелюстная железа) вдвое меньше околоушной и располагается между нижним краем нижней челюсти и брюшками двубрюшной мышцы. Железа лежит поверхностно и прощупывается под кожей (Атл. рис. 171). Выводной проток железы, обогнув задний край челю-

стно-подъязычной мышцы, открывается на бугорке сбоку от уздечки языка. Железа вырабатывает белково-слизистый секрет. Микроскопическое строение железы сходно с околоушной железой. Снаружи она покрыта соединительнотканной капсулой. Кровоснабжается железа из лицевой и язычной артерий, иннервируется барабанной струной и из подчелюстного ганглия.

*Подъязычная железа (glandula sublingualis)* весит всего около 5 г. Она располагается непосредственно под слизистой оболочкой дна ротовой полости, где заметна под языком в виде овального выступа (Атл. рис. 171). Главный проток железы обычно открывается вместе с протоком подчелюстной железы. Дополнительные протоки открываются самостоятельно. По характеру секрета железа смешанная, белково-слизистая. В ней имеются секреторные отделы трех типов: белковые, слизистые и смешанные (основная масса). В остальном микроскопическое строение железы сходно с другими слюнными железами.

Кровоснабжается железа из подъязычной и ветви лицевой артерии, иннервируется — барабанной струной и из подчелюстного ганглия.

Слюнные железы возникают в течение 6—7 недели внутриутробного развития в виде гребневидных утолщений эпителия ротовой полости. Первой (на 6 неделе) развивается околоушная железа. Во внутриутробном периоде железы значительно увеличиваются в размерах и приобретают сложное дольчатое строение, в них формируются нервные и сосудистые сплетения. Секреторные процессы начинаются еще на ранней стадии формирования. До 5 месяца секрет слизистый, а позже приобретает характерную для железы природу. Все слюнные железы оказываются развитыми к рождению, но значительно слабее, чем у взрослых. После рождения происходит дальнейшая дифференциация желез, под

ними в глубоких тканях развиваются лимфатические узлы. На втором году жизни в околоушной железе появляется белковый компонент в выделяемом секрете, а к 4 годам устанавливается преимущественно белковый тип секреции. К 40 годам в железах существенно увеличивается количество жировой и соединительной ткани, а в старческом возрасте наблюдается жировое перерождение клеток желез, приводящее к снижению их функции.

Из-за отсутствия зубов и малых размеров структур ротовой полости путь слюны изо рта в пищевод у новорожденных детей отличается от такового у взрослых и изменяется с прорезыванием зубов.

Кроме крупных, есть мелкие слизистые слюнные железы. Они разбросаны почти по всей слизистой оболочке ротовой полости и языка. Слюна — секрет больших и малых слюнных желез — смачивает пищу и действует на нее ферментами, которые расщепляют углеводы. Таким образом, в ротовой полости, помимо механической обработки пищи, начинается ее переваривание.

**Зубы (*dentes*).** Зубы захватывают и измельчают пищу, кроме того, они способствуют чистоте и благозвучию речи. По функции и форме различают резцы, клыки, малые и большие коренные зубы (Атл. рис. 173). Общее число зубов у взрослых равно 32. В каждой половине верхней и нижней челюсти развиваются 2 резца, 1 клык, 2 малых коренных и 3 больших коренных зуба. Это может быть выражено зубной формулой, в которой принято обозначать зубы одной стороны обеих челюстей:

$$\begin{array}{cccc} 2 & 1 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 2 & 3 \end{array}$$

Зубы расположены в ряд на альвеолярных отростках верхней и нижней челюстей (рис. 4.4). Из-за того, что верхняя челюстная дуга больше нижней, верхние зубы немного перекрывают

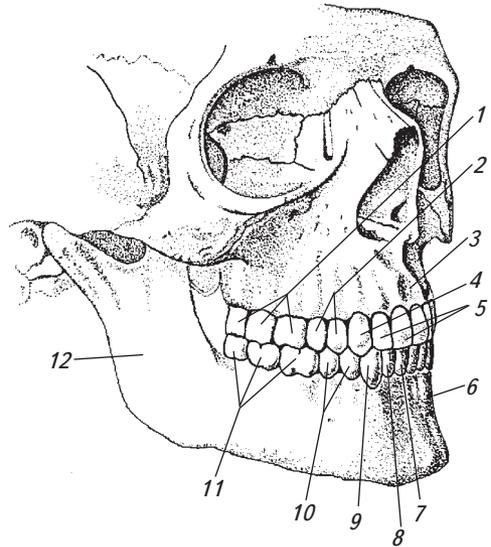


Рис. 4.4. Зубы верхней и нижней челюстей взрослого человека:

1 — большие и 2 — малые коренные; 3 — альвеолярный отросток верхней челюсти; 4 — клык; 5 — резцы; 6 — альвеолярный отросток нижней челюсти; 7 — медиальные резцы; 8 — латеральные резцы; 9 — клык; 10 — I и II малые коренные; 11 — I, II и III большие коренные; 12 — нижняя челюсть

нижние. Смыкание верхних резцов с нижними называется *прикусом*. При правильном прикусе верхние резцы за-

растет, к эмалевому органу подрастает альвеолярный отросток челюсти. Из клеток зубной пластинки образуется *зачаток коренного (постоянного) зуба*, который развивается по той же схеме. Кальцинация молочных зубов начинается во внутриутробный период. Постепенно волна кальцинации распространяется от края зуба в сторону основания коронки. После завершения кальцинации размеры коронки с возрастом уже не меняются, начинается рост корней от шейки в сторону верхушки корня, где остается отверстие, через которое в полость пульпы проходят сосуды и нервы. На поверхности корня появляется слой цемента.

В эмбриональный период на каждой половине верхней и нижней челюстей расположено по 5 зубных бугорков. Они покрывают каждый

Развитие зубов начинается в пренатальный период. Зубы закладываются и развиваются в толще челюсти. Дентин, цемент и пульпа, происходят из мезенхимы, тогда как эмаль развивается из эктодермы, выстилающей ротовую полость зародыша. Таким образом, зуб формируется из тканей разного происхождения.

Формирование зубов начинается приблизительно на 7-й неделе плодного периода, когда образуются *зубные пластинки*. Внедряясь в толщу мезенхимы, пластинка приобретает форму перевернутой чаши, из нее образуется *эмалевый орган*. Внутри последнего на 8-й неделе соединительная ткань образует *зубные сосочки*, из которых формируются дентин и пульпа зуба. Из каждой зубной пластинки развивается молочный зуб (рис. 4.6). Зачаток зуба непрерывно

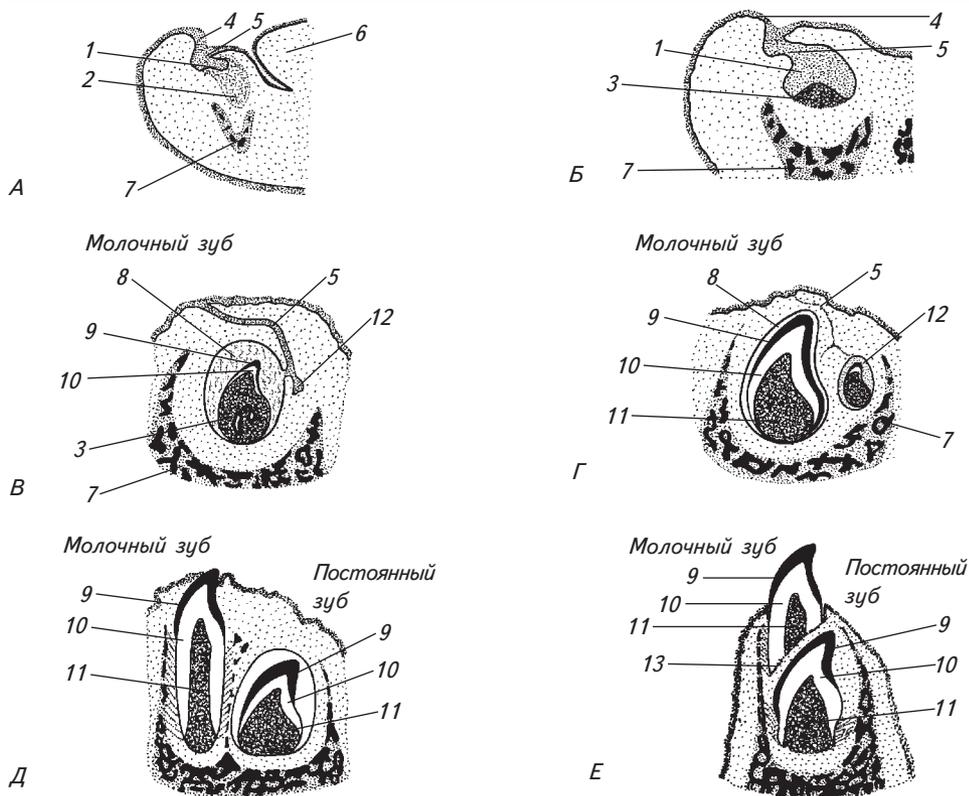


Рис. 4.6. Развитие зуба:

А—Е — последовательные стадии; 1 — закладка молочного зуба; 2 — участок конденсированной мезенхимы; 3 — зубной сосочек; 4 — нижняя губа; 5 — зубная пластинка; 6 — язык; 7 — нижняя челюсть; 8 — эмалевый орган; 9 — эмаль; 10 — дентин; 11 — пульпа; 12 — закладка постоянного зуба; 13 — остеокласты

молочный и соответствующий постоянный зуб, отделенные друг от друга бороздами. В месте прорезывания зубов десна имеет беловатую окраску, остальная часть ее красная из-за большого количества кровеносных сосудов. Зубные бугорки лучше развиты на нижней челюсти. Больше выступают бугорки коренных зубов, меньше — резцов. У новорожденных до прорезывания зубов прикус бывает различным, но во всех случаях нижняя челюсть располагается сзади верхней.

По мере роста корня коронка зуба выталкивается вверх. Благодаря возникающему давлению кровообращение в десне приостанавливается, она атрофируется и зуб прорезывается. Сроки прорезывания зубов варьируются в зависимости от пола, расы, условий жизни.

Оно тесно связано с общим ходом физического развития. Прорезывание их начинается лишь после 6 месяцев, причем у мальчиков позже, чем у девочек. К двум годам ребенок имеет 20 зубов, называемых *молочными* (Атл. рис. 174). Зубная формула выглядит следующим образом:

$$\begin{matrix} 2 & 1 & 0 & 2 \\ 2 & 1 & 0 & 2 \end{matrix}$$

Размеры молочных зубов меньше постоянных и составляют 35% от них, корни развиты очень слабо. Эти зубы более хрупкие — у них больше полость и тоньше стенки, чем у постоянных зубов. Молочные зубы представлены резцами, клыками и большими коренными зубами. Каждый из них имеет определенные сроки прорезывания (рис. 4.7, А):

нимают положение впереди от нижних, что усиливает их режущее действие.

Каждый зуб располагается в своей ячейке — лунке или альвеоле. Зубы прочно укреплены в альвеолах с помощью тонкой прослойки соединительной ткани (0,1—0,3 мм), которая называется *периодонтом* (см. ниже). Каждый зуб имеет выступающую из десны *коронку*, которая переходит в *шейку* (под десной), и *корень*, погруженный в зубную лунку челюсти (рис. 4.5; Атл. рис. 173В). Большие коренные зубы на нижней челюсти имеют по два, а на верхней — по три корня, остальные зубы однокорневые. Внутри корня проходит *канал*, расширяющийся в полость зуба; они заполнены *пульпой* — рыхлой соединительной тканью с большим количеством мелких сосудов и нервных волокон. Сосуды и нервы входят в полость зуба через отверстие на верхушке корня.

Основная масса зуба построена из *дентина*, покрытого на коронке *эмалью*, а на шейке и корне *цементом*. Образуется дентин клетками, лежащими на границе с пульпой — *одонтобластами*. Они по функции напоминают остеобласты костной ткани. Ядро лежит в базальной части клетки, а в апикальной части образуется от-

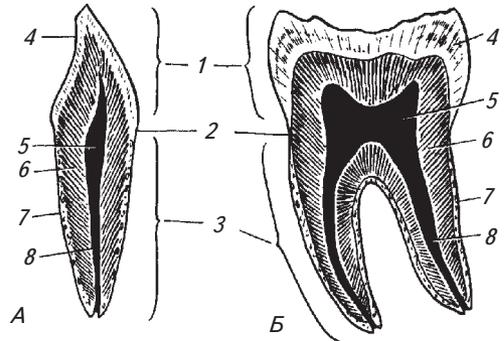


Рис. 4.5. Строение зуба (вертикальный распил): А — резец; Б — двукорневой коренной зуб; 1 — коронка; 2 — шейка; 3 — корень; 4 — эмаль; 5 — полость; 6 — дентин; 7 — цемент; 8 — корневой канал

росток, направленный к границе дентина и эмали. Вокруг отростков откладывается матрикс дентина (преддентин), который постепенно обызвествляется: отростки оказываются замурованными в канальцах. По мере отложения дентина тело клетки отодвигается в сторону пульпы. Возможно, чувствительность дентина к раздражению (холодная, горячая пища и т. д.) связана со способностью отростков одонтобластов воспринимать и передавать его к базальной части клетки. На границе пульпы и дентина распо-

центральные резцы	— 6—8 мес.
боковые резцы	— 7—8 мес.
передние коренные	— 12—15 мес.
клыки	— 15—20 мес.
задние коренные	— 20—24 мес.

У детей, питающихся материнским молоком, прорезывание зубов происходит раньше, чем у искусственно вскармливаемых детей.

После прорезывания молочных зубов начинается образование эмали и дентина в зачатках постоянных зубов. Рост постоянного зуба и его давление на молочный приводит к рассасыванию корня и выталкиванию молочного зуба. В результате молочные зубы выпадают и заменяются постоянными. Смена зубов начинается с 6 лет. Малые коренные и третьи большие коренные,

или *зубы мудрости*, вырастают без молочных предшественников. Смена молочных зубов на постоянные происходит в следующей последовательности:

первый большой коренной зуб	— 6—8 лет
центральные резцы	— 6—9 лет
боковые резцы	— 7—10 лет
первый малый коренной зуб	— 9—13 лет
клык	— 9—14 лет
второй малый коренной зуб	— 11—14 лет
второй большой коренной зуб	— 10—14 лет
третий большой коренной зуб	— 18—30 лет

(зуб мудрости — непостоянный).

Одновременно с прорезыванием и сменой зубов происходит изменение строения челюстей, прикуса, строения ротовой полости в целом. У девочек зубы прорезываются в среднем рань-

ложено большое количество нервных волокон.

*Эмаль* покрывает коронку зуба и наиболее развита у его вершины. Состоит эмаль преимущественно из неорганических солей (96%) и только 4% приходится на органические вещества. В связи с этим она обладает большой твердостью, но все же может стираться и давать трещины. В небольшой степени эмаль проницаема для некоторых веществ: аминокислот, ионов, витаминов и т. д. Состав и проницаемость эмали может изменяться при нарушении обмена веществ, дефиците в пище солей кальция, фосфора, фтора и избытке кислот и спирта. Снаружи эмаль покрывает тонкая кутикула, которая возле шейки зуба сростается с десной.

*Цемент*, как и дентин, представляет собой видоизмененную костную ткань, по сравнению с которой оба содержат значительно больше фосфата кальция. Цемент не содержит сосудов, его питание происходит диффузно со стороны периодонта. Различают бесклеточный цемент, покрывающий верхнюю часть корня, и клеточный (содержит клетки цемтоциты), в нижней части корня. В цемент вплетены коллагеновые волокна пери-

донта, образующие периодонтальную связку. Другим концом эти волокна погружены в костную ткань челюстной лунки. Связка удерживает каждый зуб в его лунке и способна амортизировать давление при жевании. В периодонте находится большое количество нервных окончаний, чувствительных к давлению. Скорость обновления коллагена в связке высока. С возрастом эластичность и упругость периодонта снижается, корень зуба перестает соответствовать форме альвеолы. При авитаминозах, особенно недостатке витамина С, отравлениях организма ртутью, фтором, солями тяжелых металлов или воспалении периодонта соединительнотканнные волокна разрушаются и зубы выпадают.

#### 4.2.2. Глотка

*Глотка (pharynx)* — мышечный орган с фиброзной основой, соединяющий ротовую полость с пищеводом и носовую с гортанью. В глотке пищеварительный путь пересекается дыхательным (Атл. с. 162, 163). Длина глотки взрослого человека 12—15 см. Глотка прикрепляется расширенной частью (сводом) к основанию черепа, а нижней

ше, чем те же зубы у мальчиков. Прорезывание постоянной смены зубов заканчивается к 16 годам (рис. 4.7).

Исключение составляют зубы мудрости, появление которых порой задерживается до 25—30 лет; в 15% случаев они отсутствуют на верхней челюсти. Эти зубы были хорошо развиты у древних ископаемых людей (синантропов, неандертальцев). В настоящее время они, несомненно, несколько редуцированы.

Зубы в филогенезе позвоночных животных произошли из особых кожных чешуй примитивных рыб и у древнейших форм были первыми твердыми образованиями, появившимися раньше костного скелета. У рыб, амфибий и рептилий зубы в течение жизни сменяются несколько раз. В связи с этим интересно отметить, что изредка

у пожилых людей на месте выпавших зубов наблюдается появление одного-двух зубов третьей смены, что как бы повторяет древний, давно пройденный этап филогенеза.

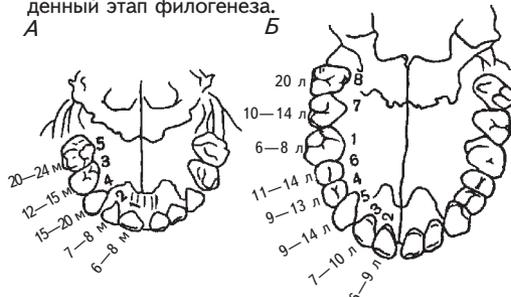


Рис. 4.7. Порядок прорезывания зубов (верхняя челюсть):

А — молочные; Б — постоянные

суженной частью на уровне VI шейного позвонка переходит в пищевод. Между телами позвонков и задней стенкой глотки находится заглоточное пространство, заполненное рыхлой соединительной тканью. Это обеспечивает возможность значительного движения глотки при глотании. Глотка делится на три отдела — носоглотку, ротоглотку и гортанную часть.

**Носоглотка** — самая верхняя, сложно устроенная часть глотки. Через *хоаны* она сообщается с носовой полостью. От ротовой полости носоглотку отделяет мягкое нёбо, плотно прилегающее при дыхании к корню языка, а при глотании, наоборот, обособляющее ее от остальных частей глотки. На боковых стенках носоглотки на уровне хоан находятся отверстия слуховых (евстахиевых) труб. Связывая носоглотку с полостью среднего уха, эти трубы обеспечивают уравнивание давления воздуха в среднем ухе с внешним давлением. Между отверстием слуховой трубы и мягким небом лежит трубная миндалина, а на своде носоглотки — глоточная.

**Ротоглотка** через зев сообщается с полостью рта (Атл. рис. 166, 167, 169). Суживаясь книзу, она переходит в *гортанную часть глотки*, передняя стенка которой прилегает к задней поверхности гортани.

У новорожденных глотка широкая и короткая, расположена высоко. До 5 лет она растет в основном в ширину, а после 14 лет начинается ее быстрый рост в длину. К 18 годам глотка достигает размеров взрослого. Развитие глотки, и особенно носоглотки, связано с развитием лицевого отдела черепа. У детей слуховая труба короткая, расположена горизонтально. Ее наружное отверстие широкое. Это делает возможным быстрое проникновение инфекции в полость среднего уха.

Снаружи глотка покрыта *адвентициальной оболочкой*, переходящей снизу на пищевод.

**Мышечная стенка** глотки построена из поперечно-полосатой мускулатуры,

которая состоит на трех пар плоских кольцевых мышц-сжимателей и двух пар слабых мышц с продольным направлением волокон, поднимающих глотку. Последовательное сокращение мышц-сжимателей (а также мышц мягкого нёба и языка) при прохождении пищевого комка вызывает акт глотания. Мышцы глотки иннервируются блуждающим и языкоглоточным нервами.

**Слизистая оболочка** носоглотки, также как и полость носа, выстлана многоядным мерцательным эпителием. Остальные части глотки выстилает многослойный плоский неороговевающий эпителий. Слизистая оболочка содержит небольшие слизистые железки, разбросанные во всех ее отделах.

В стенке глотки под эпителием расположены скопления лимфоидной ткани — миндалины: непарные глоточная и язычная и парные трубные и нёбные (хорошо видны через открытый рот). Они окружают вход в носоглотку и ротоглотку и образуют лимфоэпителиальное кольцо (Атл. рис. 168). Размножающиеся в миндалинах лимфоциты и многочисленные плазматические клетки выполняют защитную функцию, препятствуя проникновению инфекции. Миндалины особенно развиты у детей. Поражение миндалин происходит у детей чаще, чем у взрослых. Резкое увеличение их нередко служит первым признаком ангины, скарлатины, дифтерии и других болезней. Глоточная миндалина у взрослых мало заметна или исчезает вовсе. Но у детей она может быть значительной величины. При патологическом разрастании (аденоиды) она затрудняет дыхание через нос.

**Моторная функция начального отдела пищеварительного тракта.** С моторной активностью ротовой полости и глотки связаны процессы, сопровождающие поглощение пищи — жевание и глотание, а также (у детей первого года жизни) сосание. Все эти

движения являются рефлексорными и становятся возможными благодаря ритмической активности нейронов соответствующих отделов ЦНС и в первую очередь продолговатого мозга.

Во время *жевания* пища перетирается в ротовой полости. В жевании участвуют верхняя и нижняя челюсти, зубы, язык, щеки, жевательные мышцы. При этом происходит измельчение пищи, которое значительно облегчает ее последующее переваривание и всасывание. Хотя жевание — произвольное действие, оно в основном осуществляется как непроизвольный рефлексорный акт: при соприкосновении кусочков пищи с нёбом и зубами возникают рефлексорные жевательные движения. Пища при этом перемещается при помощи согласованных движений языка и щек по ротовой полости. Для максимального измельчения пищи необходим полный набор зубов. В процессе жевания рефлексорно запускается слюноотделение. Пища, смоченная слюной, легко проглатывается.

*Глотание* также представляет собой сложный координированный произвольный акт. Пищевой комок по средней части языка направляется к задней части ротовой полости. Кончик языка прижимает его к твердому нёбу, при этом последовательное сокращение мышц языка и ротовой полости отправляет комок пищи в глотку. Когда пищевой комок достигает глотки, мягкое нёбо перекрывает вход в носоглотку. В это же время за счет сокращения мышц глотки гортань поднимается, вход в нее закрывается надгортанником, дыхание на короткий момент рефлексорно прерывается. Пища проходит в пищевод. Поперечно-полосатая мускулатура ротовой полости и глотки контролируется импульсами центральной нервной системы. Таким образом, глотание является безусловным рефлексом,

возникающим в ответ на раздражение рецепторов задней части ротовой полости и глотки. Глотательные движения совершаются не только при потреблении пищи, но и в ее отсутствие, а также во время сна.

Новорожденный ребенок получает пищу путем *сосания*. Процесс сосания включает два этапа. Сначала губы младенца захватывают и фиксируют грудной сосок во время закрытия рта. Одновременно мягкое нёбо закрывает зев, мышцы языка сокращаются, он отодвигается назад и приобретает форму желоба. При легком опускании нижней челюсти в ротовой полости достигается отрицательное давление, и молоко через сосок поступает в рот. Затем, после окончания всасывания нижняя челюсть поднимается и прижимает грудной сосок к нёбу. Во время сосания жировое тело щеки не допускает втягивания мягких тканей лица в ротовую полость и таким образом помогает поддержанию в ней отрицательного давления.

#### 4.2.3. Строение стенки пищеварительного тракта

На всем протяжении стенка полых органов пищеварительного тракта состоит из четырех оболочек: слизистой, подслизистой, мышечной и серозной (в желудке и кишечнике) или соединительнотканной (в органах, лежащих вне полости брюшины, например, в глотке и пищеводе) (рис. 4.8; Атл. рис. 176).

*Слизистая оболочка* выполняет функции переваривания и всасывания, имеет наиболее сложное строение и состоит из трех слоев — эпителиальной выстилки, собственной и мышечной пластинок.

*Эпителиальный слой* обращен в просвет органа. В зависимости от расположения эпителий может быть многослойным (ротовая полость, глотка, пищевод, каудальная часть прямой кишки) или однослойным (желудок, кишечник). Многослойный эпителий выполняет преимущественно защитную роль, тогда как с однослойным

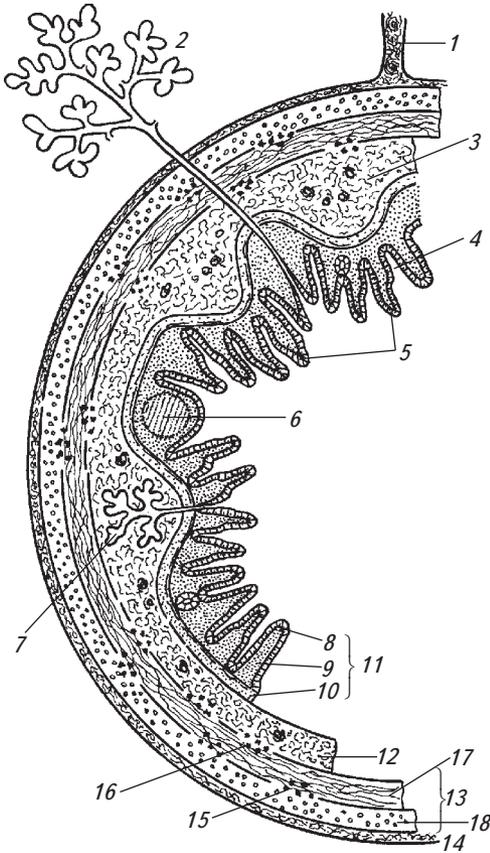


Рис. 4.8. Строение стенки желудочно-кишечного тракта (схема):

1 — брыжейка; 2 — железа, лежащая вне кишки, но развивающаяся из нее (печень); 3 — основа продольной складки, образованная подслизистой; 4 — железа (крипта) слизистой оболочки; 5 — ворсинки; 6 — лимфатический фолликул; 7 — железа в подслизистой основе; 8 — эпителий; 9 — собственная пластинка; 10 — мышечная пластинка; 11 — слизистая оболочка; 12 — подслизистая основа; 13 — мышечная оболочка; 14 — серозная оболочка; 15 — межмышечное и 16 — подслизистое нервные сплетения; 17 — слой внутренних циркулярных волокон; 18 — слой наружных продольных волокон

эпителием связаны функции секреции и всасывания. Эпителий укреплен на рыхлой соединительной ткани, в которую включены железы и лимфоидные образования. В слизистой оболочке

лежит большое количество *желез*. Многочисленные одноклеточные железы (бокаловидные клетки) встречаются в слизистой оболочке всех органов пищеварения и выделяют слизь. Многоклеточные железы могут лежать в пределах слизистой оболочки (в пищеводе и желудке) или заходить в подслизистый слой (в пищеводе и двенадцатиперстной кишке). Наконец, некоторые железы лежат за пределами желудочно-кишечного тракта, но развиваются из его эпителиальной выстилки (печень, поджелудочная железа, слюнные железы). Через выводные протоки секрет желез поступает в просвет пищеварительного канала. Все железы имеют хорошо развитое кровоснабжение, что является неперенным условием их нормального функционирования.

В тонком кишечнике слизистая оболочка складчатая и образует ворсинки.

*Собственная пластинка слизистой оболочки* образована рыхлой волокнистой соединительной тканью. С помощью коллагеновых, эластических и ретикулярных волокон она соединена с базальной мембраной эпителия с одной стороны и с мышечной пластинкой с другой. Благодаря такому строению и расположению собственная пластинка выполняет опорную функцию. Кроме того, в ее составе присутствуют многочисленные *лимфатические фолликулы* диаметром до 1 мм. Они образуют скопления в виде небольших бляшек или рассеяны поодиночке. Лимфоциты и плазматические клетки, образующиеся в фолликулах, вырабатывают антитела, нейтрализующие соответствующие антигены. В собственной пластинке хорошо развита сосудистая сеть. Кровеносные и лимфатические сосуды подходят к эпителию, в них всасываются питательные вещества (в кишечнике). Кроме того, из кровеносных сосудов диффундируют вещества,

которые включаются в состав секрета желез.

*Мышечная пластинка слизистой оболочки* состоит из двух тонких пластов гладкой мышечной ткани и отделяет собственную пластинку слизистой оболочки от подслизистого слоя. В тонком кишечнике, где слизистая оболочка образует ворсинки, от мышечной пластинки к эпителию на вершине ворсинок отходят мелкие пучки гладкомышечных клеток. Их сокращение позволяет ворсинкам изменять форму.

*Подслизистый слой* образован рыхлой соединительной тканью. Он позволяет слизистой оболочке собираться в складки и обеспечивает ее подвижность. При отсутствии этого слоя (спинка языка, десны, твердое небо) слизистая оболочка неподвижна. В этом слое располагается сплетение безмиелиновых нервных волокон, называемое *подслизистым* или *мейснеровым*. Большинство этих волокон происходит из превертебральных сплетений симпатической нервной системы. Среди волокон рассеяны интрамуральные парасимпатические нейроны.

*Мышечная оболочка* обеспечивает подвижность органа и передвижение его содержимого от ротового отверстия к анальному. Она состоит из двух слоев гладких мышечных волокон: внутреннего — циркулярного и наружного — продольного. В глотке, начальной части пищевода и концевой части прямой кишки на месте гладкой мышечной ткани развивается поперечно-полосатая. В мышечной оболочке находится еще одно сплетение вегетативной нервной системы — *межмышечное* или *ауэрбахово*. В его состав входят преганглионарные волокна парасимпатической системы, относящиеся к блуждающему нерву (за исключением дистального отдела толстой кишки). Эти волокна оканчи-

ваются на постганглионарных нервных клетках, отростки которых идут к мышцам. В состав сплетения входят также симпатические нервные волокна превертебральных ганглиев, которые контактируют непосредственно с гладкомышечными клетками. Волокна этого сплетения регулируют сокращение гладких мышц стенки желудочно-кишечного тракта.

*Соединительнотканная оболочка* покрывает снаружи стенку органов (глотку, пищевод). Она образована рыхлой соединительной тканью, которая связывает ее с соседними органами. Такая оболочка называется *адвентициальной*. Если поверхность органа покрыта брыжиной, она образует *серозную* оболочку. В этом случае последняя покрыта мезотелием. Оболочки несут защитную функцию, по ним к органам подходят кровеносные и лимфатические сосуды и нервы.

#### 4.2.4. Пищевод

*Пищевод* (*esophagus*) представляет собой мышечную трубку длиной около 25 см (Атл. рис. 175). Различают три части пищевода — шейную, грудную и брюшную (рис. 4.9). *Шейная часть* без резких границ начинается от глотки на уровне VI шейного позвонка, проходит позади гортани и трахеи, и вместе с последней вступает в грудную полость через верхнее отверстие грудной клетки. *Грудная часть* пищевода располагается в средостении вдоль позвоночника, сначала за дугой аорты (до IV грудного позвонка), потом справа от нисходящей аорты. В нижней части средостения пищевод спереди покрыт плеврой и перикардом. Задняя часть пищевода прилегает к позвоночнику. Далее пищевод спускается впереди аорты, проходит диафрагму через специальное отверстие и на уровне XI грудного позвонка открывается в желу-

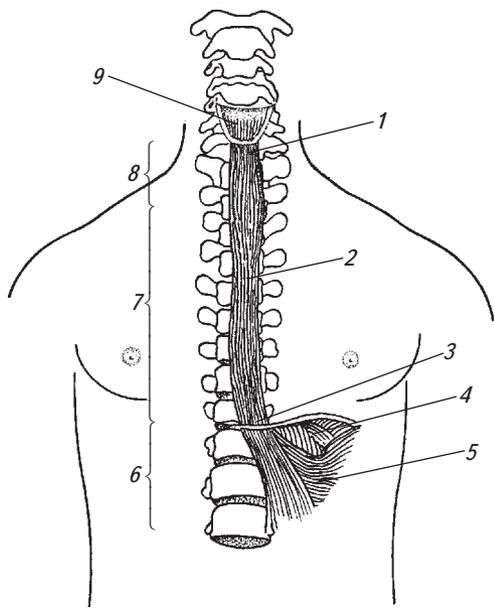


Рис. 4.9. Строение и топография пищевода:  
1 — верхнее сужение пищевода; 2 — среднее (или аортальное сужение пищевода); 3 — нижнее сужение пищевода; 4 — диафрагма; 5 — желудок; 6 — брюшная часть; 7 — грудная часть; 8 — шейная часть; 9 — глотка

док. В месте перехода пищевода в желудок расположен сфинктер. *Брюшная часть* пищевода спереди и по бокам покрыта брюшиной.

Пищевод имеет три хорошо видимых суженных участка: у выхода из глотки, на уровне пересечения пищевода с аортой и в месте прохождения через диафрагму. Сужения появляются только после рождения. В этих местах у маленьких детей чаще всего застревают нечаянно проглоченные инородные предметы, которые здесь удается определить специальным рентгенологическим исследованием.

У новорожденных начало пищевода расположено выше, чем у взрослых — на уровне III шейного позвонка. К периоду полового созревания пищевод опускается до уровня V–VI шейного позвонка, а у стариков — до I грудного.

**Стенка пищевода** построена из четырех оболочек (Атл. рис. 176Б). *Слизистая оболочка* покрыта многослойным плоским неороговевающим эпителием. В старческом возрасте в начальной части пищевода могут появляться признаки ороговения. Эпителий защищает пищевод при движении по нему грубого пищевого комка. Хорошо развит подслизистый слой, содержащий мелкие слизистые железы. Вокруг их секреторных отделов расположены одиночные мелкие лимфатические фолликулы и скопления лимфоцитов. В собственной пластинке слизистой оболочки вблизи желудка лежат кардиальные железы пищевода. Это простые разветвленные трубчатые железы, их секреторные клетки вырабатывают слизь и хлориды. В секреторных отделах содержится также большое количество эндокринных клеток. Мышечная пластинка слизистой оболочки хорошо развита. При ее сокращении в просвете пищевода образуются глубокие продольные складки, придающие просвету органа звездчатый вид. В момент прохождения грубого пищевого комка мышечные клетки расслабляются, и диаметр пищевода значительно расширяется (рис. 4.10).

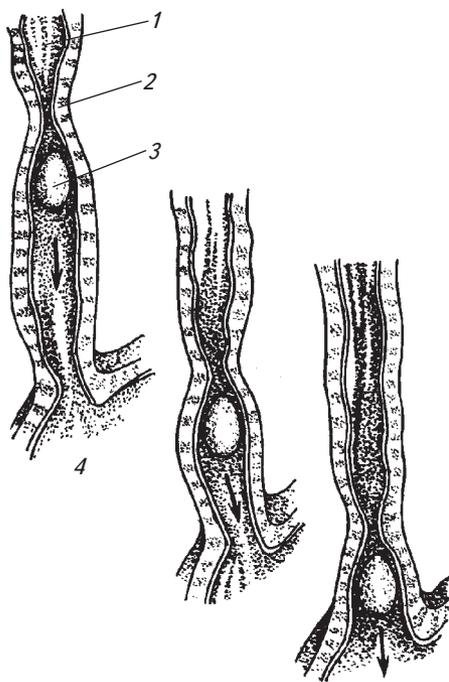


Рис. 4.10. Прохождение пищи по пищеводу при глотании:  
1 — пищевод; 2 — сокращенные мышцы; 3 — пищевой комок; 4 — желудок

*Подслизистая основа* пищевода хорошо развита. Она образована соединительной тканью, в которой залегают сосудистые и нервные сплетения. Особенно развиты венозное и лимфатическое сплетения. Здесь находятся также секреторные отделы собственных желез пищевода, вырабатывающих слизистый секрет. Большинство этих желез лежит в верхней трети пищевода. Слизь, выделяемая ими, увлажняет поверхность эпителия и облегчает прохождение пищевого комка.

*Мышечная оболочка* в шейной части пищевода состоит из поперечно-полосатых мышц, которые являются продолжением мышц глотки. В нижних двух третях они замещаются гладкой мускулатурой. Утолщение мышц циркулярного слоя образует *сфинктеры*: верхний на уровне перстневидного хряща гортани и нижний — в месте перехода в желудок. Сокращение мышечной оболочки способствует продвижению пищи в сторону желудка (рис. 4.10).

Адвентициальная оболочка из рыхлой соединительной ткани прикрепляет пищевод к окружающим органам, брюшная часть пищевода покрыта брюшиной, которая вместе с подлежащей соединительной тканью образует *серозную оболочку*.

Кровоснабжение пищевода осуществляется ветвями нижней щитовидной артерии, пищеводными и бронхиальными ветвями грудной аорты, левой желудочной артерией. Иннервируется пищевод вегетативной нервной системой. Симпатические волокна пищеводного сплетения и парасимпатические в составе блуждающего нерва образуют в стенке пищевода межмышечное и подслизистое сплетения. В их состав входят также хорошо выраженные интрамуральные ганглии.

#### 4.2.5. Желудок

*Желудок* (*ventriculus, gaster*) — наиболее расширенная часть пищеварительной трубки. Расстояние от резцов до желудка составляет приблизительно 40 см, что учитывается при его зондировании. Желудок имеет вид изогнутого мешка (Атл. рис. 177),

асимметрично расположенного в полости брюшины: большая часть его (5/6) находится слева, а меньшая (1/6) — справа от срединной плоскости тела. Длинная ось желудка направлена слева сверху и сзади — вправо вниз и вперед. Выпуклый край желудка — *большая кривизна* — обращен влево и частично вниз и прилегает к брыжейке поперечной ободочной кишки; короткий вогнутый край — *малая кривизна* — повернут вправо и вверх. На верхнем левом конце малой кривизны, на уровне XI грудного позвонка, в желудок открывается пищевод. Часть желудка, окружающая отверстие пищевода, называется *кардиальной*. Правый конец малой кривизны ограничивает *привратник желудка*. Он заметен в виде перехвата, соответствующего положению круговой мышечной заслонки, которая лежит на границе желудка и двенадцатиперстной кишки. Сзади к желудку прилегают селезенка, поджелудочная железа и левая почка.

В желудке различают дно (свод), тело и привратниковую часть (рис. 4.11, А). *Дно* (свод) располагается слева и несколько выше от впадения пищевода и отделяется от него кардиальной вырезкой. Выпуклость дна прилежит к левому куполу диафрагмы. На рентгеновских снимках в этой части желудка виден воздушный пузырь (рис. 4.11, Б). *Тело* занимает положение почти вертикальное, слегка скошенное к срединной плоскости, частично прилежит к передней брюшной стенке. *Дно* и тело объединяют в *фундальный* отдел. *Привратниковая* часть, прикрываясь нижним краем печени, изгибаясь, заходит вправо за срединную плоскость, поворачивает кверху и поднимается до уровня I поясничного позвонка, где и располагается привратник.

Область входа в желудок прикреплена связками к диафрагме, а привратниковая часть — к задней

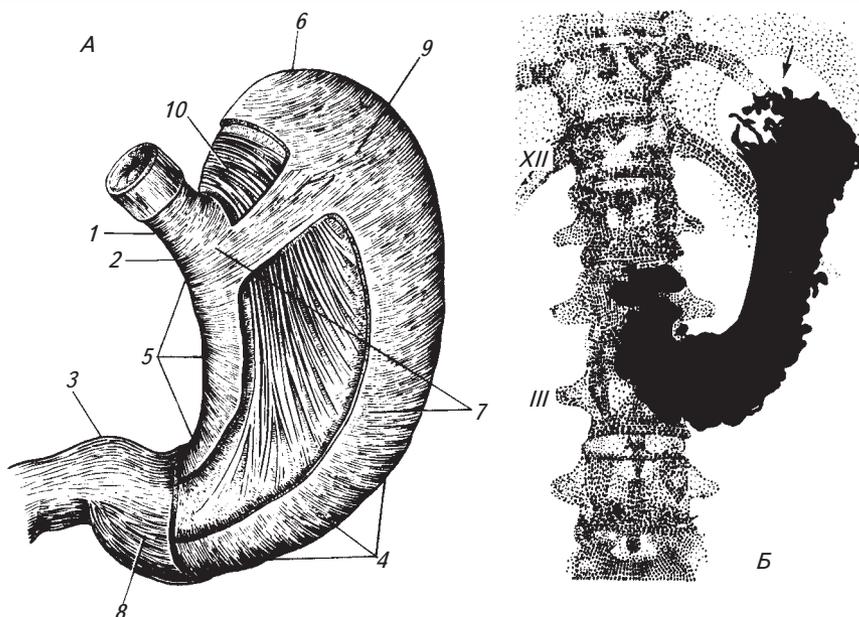


Рис. 4.11. Желудок:

*А* — вид спереди, без серозной оболочки и со вскрытыми слоями мышечной оболочки; 1 — брюшная часть пищевода; 2 — область входа в желудок; 3 — привратник; 4 — большая кривизна; 5 — малая кривизна; 6 — свод; 7 — тело желудка; 8 — продольный слой мышечной оболочки (почти на всем протяжении желудка снят); 9 — слой кольцевых мышц (в двух местах снят); 10 — слой косых мышц; *Б* — рентгенограмма желудка при среднем наполнении его контрастной массой; XII — двенадцатое ребро; III — третий поясничный позвонок. Стрелка показывает на газовый пузырь в желудке

брюшной стенке; остальные отделы подвижны и могут смещаться в довольно значительных пределах в зависимости от степени наполнения органа. Нижняя граница желудка при сильном наполнении может опуститься до уровня пупка, при среднем — лежит выше него на 7–10 см. Вместимость желудка варьирует и в среднем достигает 3 л.

Форма желудка также очень изменчива. Она зависит не только от степени наполнения органа и тонуса его стенок, но и от положения тела, упитанности, телосложения и возраста человека. Наиболее распространены формы желудка в виде рога, крючка или чулка. Форма желудка на трупе, обычно сравниваемая с химической ретортой, резко отличается от его формы у живого человека при

вертикальном положении тела. У живого человека можно рентгенологически исследовать изменения формы желудка после наполнения его контрастной массой. Вместимость желудка различается у мужчин и женщин — 2,3 л и 1,9 л соответственно. У женщин он занимает несколько более косое положение, чем у мужчин.

**Стенка желудка**, как и других отделов желудочно-кишечного тракта, состоит из четырех слоев (Атл. рис. 178).

**Слизистая оболочка** образует большое число складок (рис. 4.12), которые по мере наполнения желудка расправляются и даже совершенно сглаживаются.

Поверхность слизистой оболочки покрыта однослойным призматическим эпителием, клетки которого вырабатывают слизь, и образует многочисленные углубления — *желудочные ямки* (рис. 4.13). На дне ямок открываются

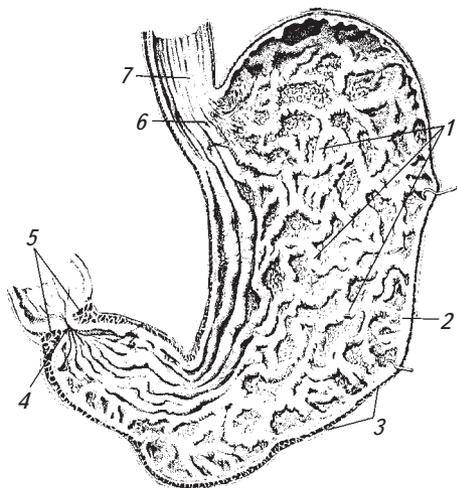


Рис. 4.12. Слизистая оболочка желудка:  
 1 — складки слизистой оболочки; 2 — слизистая оболочка; 3 — мышечная оболочка; 4 — пилорическое отверстие; 5 — мышца пилорического сфинктера; 6 — кардиальное отверстие; 7 — слизистая оболочка пищевода

выводные протоки *трубчатых желез* (до 100 на 1 мм<sup>2</sup>). В различных частях желудка железы отличаются по строению и клеточному составу (см. Атл.). В кардиальном отделе секреторные отделы желез небольшие и состоят преимущественно из клеток, выделяющих слизь. Среди них разбросаны одиночные клетки, образующие пепсин. Железы фундального отдела (дна и тела) желудка значительно больших размеров, они

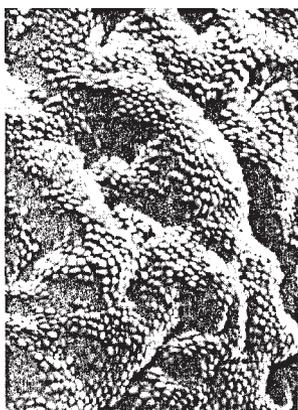


Рис. 4.13. Слизистая оболочка желудка (сканирующая микроскопия)

продуцируют ферменты и соляную кислоту. В зависимости от состава секрета структура клеток различна. Клетки, выделяющие пепсиноген, носят название главных. В них хорошо развиты эндоплазматическая сеть и аппарат Гольджи. В полости желудка пепсиноген взаимодействует с соляной кислотой и превращается в пепсин. Соляную кислоту вырабатывают обкладочные (париетальные) клетки, которые значительно крупнее главных. Отличительной их особенностью является также наличие канальцев, через которые выделяется секрет. Соляная кислота обладает также антимикробным действием. Почти все микробы, попадающие в желудок с пищей, погибают. В апикальном отделе железы присутствуют слизистые клетки. Слизь предохраняет поверхность желудка от повреждающего действия кислоты. При нарушении пристеночного слоя слизи клетки стенки повреждаются, образуются язвы и воспаления. Это наблюдается при действии ядовитых веществ, алкоголя, при стрессе. Однако клетки слизистой оболочки обладают высокой способностью к регенерации: они обновляются каждые три дня. Кроме того, в составе желез присутствуют одиночные нейроэндокринные клетки. Их секрет (серотонин, эндорфины) выделяется через базальную мембрану, окружающую железу, в собственную пластинку слизистой оболочки, а от туда попадает в кровоток.

Железы пилорического отдела менее глубокие и более разветвленные, чем в области дна желудка. Их желудочные ямки более выражены. В эпителии ямок и начального отдела желез лежат клетки, секретирующие слизь. Обкладочные клетки встречаются редко, поэтому содержимое этого отдела желудка имеет слабокислую реакцию. Эндокринные клетки, расположенные здесь, выделяют гастрин и соматостатин. Гастрин стимулирует секрецию соляной кислоты обкладочными клетками желез желудка.

В промежутках между железами лежат тонкие прослойки рыхлой соединительной ткани и малочисленные лимфатические фолликулы (в месте перехода желудка в двенадцатиперстную кишку). Мышечная пластинка слизистой оболочки образована циркулярным и продольным слоями мышечных клеток. Отдельные клетки отходят от пластинки и располагаются между железами. Их сокращение способствует выведению секрета этих желез.

Подслизистая основа состоит из рыхлой соединительной ткани со сплетениями кровеносных

и лимфатических сосудов и подслизистым нервным сплетением.

*Мышечная оболочка* состоит из трех слоев (рис. 4.14). Помимо наружного продольного и следующего за ним кругового слоя гладкой мышечной ткани, здесь имеется еще внутренний косой слой, свойственный в пищеварительном тракте только желудку и состоящий из волокон, веерообразно расходящихся от кардиальной части к большой кривизне. Круговой слой по направлению к выходу желудка усиливается и образует *сфинктер* привратника. Он регулирует переход порций частично переваренной пищевой кашицы из желудка в двенадцатиперстную кишку. В области сфинктера слизистая оболочка образует поперечную складку. Перистальтические сокращения мышц стенки желудка начинаются в области тела и распространяются к пилорической части. При этом перемешивается пищевая кашица и обезпечивается ее плотное прилегание к стенке желудка. Жидкая, хорошо измельченная часть пищи (химус) стекает в пилорический отдел желудка и через сфинктер переходит в двенадцатиперстную кишку. Более крупные частицы пищевого комка остаются в желудке.

*Серозная оболочка* желудка представлена висцеральной брюшиной.

С диафрагмы брюшина спускается на пищевод и дно желудка в виде диа-

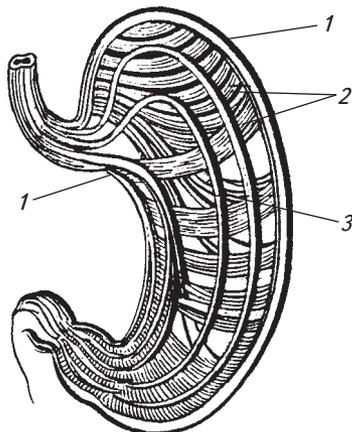


Рис. 4.14. Мышечная оболочка желудка: схема расположения мышечных слоев: 1 — продольный мышечный слой; 2 — циркулярный мышечный слой; 3 — слой косых мышечных волокон

фрагмально-пищеводной и диафрагмально-желудочной связок. Листки брюшины, покрывающие его с передней и задней поверхностей, сходятся на большой кривизне желудка. Отсюда они в виде связок переходят на соседние органы, образуя *желудочно-селезеночную* и *желудочно-ободочную связки* и *большой сальник*. Последний свисает наподобие фартука книзу и прикрывает спереди кишечник (см. Атл.), а затем заворачивает обратно вверх и срастается с поперечной ободочной кишкой и ее брыжейкой. Упитанные люди имеют в большом сальнике значительные скопления жировой ткани. От малой кривизны начинается *желудочно-печеночная связка* — часть *малого сальника*.

Кровоснабжение желудка осуществляется из правой и левой желудочных и желудочно-сальниковых артерий. Желудок иннервируется нервами автономной нервной системы, которые образуют в его стенке подсерозное, межмышечное и подслизистое нервные сплетения.

В желудке перевариваются белки и частично жиры. Задержавшись в этом органе на известный срок, пищевая кашица направляется в кишечник.

#### 4.2.6. Тонкий кишечник

*Тонкая кишка (intestinum tenue)* (рис. 4.9; Атл. рис. 179) — орган, в котором продолжается превращение пищевых веществ в растворимые соединения. Под действием ферментов кишечного сока, а также сока поджелудочной железы и желчи, белки, жиры и углеводы расщепляются соответственно до аминокислот, жирных кислот и моносахаридов. Эти вещества, а также соли и вода всасываются в кровеносные и лимфатические сосуды и разносятся к органам и тканям. Кишечник выполняет и механическую функцию,

проталкивая химус в каудальном направлении. Кроме того, в тонком кишечнике специализированные нейроэндокринные (энтероэндокринные) клетки образуют некоторые гормоны (серотонин, гистамин, гастрин, холецистокинин, секретин и другие).

Тонкий кишечник представляет самую длинную часть пищеварительной трубки (у живого человека — до 5 м, на трупе — 6–7 м). Он начинается от привратника желудка и заканчивается подвздошно-слепокишечным (илеоцекальным) отверстием в месте перехода тонкого кишечника в толстый. Тонкий кишечник делится на двенадцатиперстную, тощую и подвздошную кишки. Первая короткая — 25–30 см; примерно 2/5 длины остальной части тонких кишок приходится на тощую, а 3/5 — на подвздошную кишку. Ширина просвета кишки постепенно уменьшается от 4–6 см в двенадцатиперстной до 2,5 см в подвздошной.

Строение стенки тонкой кишки сходно во всех отделах. Она состоит из слизистой оболочки, подслизистой основы, мышечной и серозной оболочек (Атл. рис. 180).

*Слизистая оболочка* имеет характерный рельеф благодаря макро- и микроскопическим образованиям, свойственным только тонкому кишечнику. Это круговые складки (более 600), ворсинки и крипты.

Спиральные или циркулярные *складки* выступают в просвет кишки не более, чем на 1 см. Длина таких складок от половины до двух третей, иногда до целой окружности стенки кишки. При наполнении кишки складки не разглаживаются. При продвижении к дистальному концу кишки размер складок уменьшается, а расстояние между ними увеличивается. Складки образованы слизистой оболочкой и подслизистой основой.

Вся поверхность слизистой на складках и между ними покрыта *кишечными ворсинками* (рис. 4.15; Атл. рис. 181). Общее число их превышает 4 млн. Это миниатюрные листовидные или пальцевидные выросты слизистой оболочки, достигающие в толщину 0,1 мм, а в высоту от 0,2 мм (в двенадцатиперстной кишке) до 1,5 мм (в подвздошной кишке). Количество ворсинок также различно: от 20–40 на 1 мм<sup>2</sup> в двенадцатиперстной кишке до 18–30 на 1 мм<sup>2</sup> — в подвздошной.

Образует каждую ворсинку слизистая оболочка; мышечная пластинка слизистой и подслизистая в нее не проникают. Поверхность ворсинки покрыта однослойным цилиндрическим эпителием. Он состоит из всасывающих клеток (энтероцитов) — около 90% клеток, между которыми вкраплены бокаловидные клетки, выделяющие слизь, и энтероэндокринные клетки (около 0,5% от всех клеток). Электронный микроскоп позволил обнаружить, что поверхность энтероцитов покрыта многочисленными микроворсинками, образующими щеточную каемку. Наличие микроворсинок увеличивает всасывающую поверхность слизистой оболочки тонкого кишечника до 500 м<sup>2</sup>. Поверхность микроворсинок покрыта слоем гликокаликса, в котором присутствуют гидролитические ферменты, расщепляющие углеводы, полипептиды и нуклеиновые кислоты. Этими ферментами обеспечивается процесс пристеночного пищеварения. Расщепленные вещества транспортируются через мембрану внутрь клетки — происходит их всасывание. После внутриклеточных превращений всосавшиеся вещества выделяются в соединительную ткань и проникают в кровеносные и лимфатические сосуды. Боковые поверхности клеток эпителия прочно соединены между собой с помощью межклеточных контактов, что предотвращает попадание веществ из просвета кишечника в субэпителиальную соединительную ткань. Число рассеянных поодиночке бокаловидных клеток постепенно увеличивается от двенадцатиперстной к подвздошной кишке. Слизь, выделяемая ими, смачивает поверхность эпителия и способствует продвижению пищевых частиц.

Основа ворсинки состоит из рыхлой соединительной ткани собственного слоя слизистой

оболочки с сеточкой эластических волокон, в ней разветвляются кровеносные сосуды и нервы. В центре ворсинки проходит слепо заканчивающийся у верхушки лимфатический капилляр, сообщающийся со сплетением лимфатических капилляров подслизистого слоя. Вдоль ворсинки заложены гладкие мышечные клетки, связанные ретикулярными волокнами с базальной мембраной эпителия и стромой ворсинки. Во время пищеварения эти клетки сокращаются, ворсинки при этом укорачиваются, утолщаются, а содержимое их кровеносных и лимфатических сосудов выдавливается и уходит в общий ток крови и лимфы. При расслаблении мышечных элементов ворсинка расправляется, набухает, и всосавшиеся через каемчатый эпителий питательные вещества поступают в сосуды. Наиболее интенсивно всасывание в двенадцатиперстной и тощей кишках.

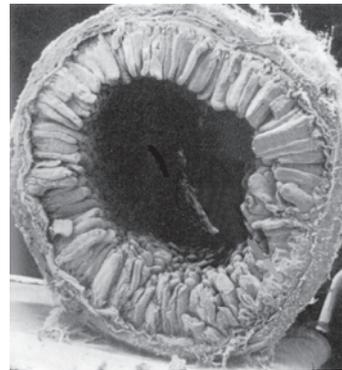
Между ворсинками расположены трубчатые впячивания слизистой оболочки — *крипты*, или кишечные железы (рис. 4.15; Атл.). Стенки крипт образованы секреторными клетками различных видов.

В основании каждой крипты лежат клетки Панета, содержащие крупные секреторные гранулы. В них содержится набор ферментов и лизоцим (бактерицидное вещество). Между этими клетками находятся мелкие малодифференцированные клетки, за счет деления которых происходит обновление эпителия крипт и ворсинок. Как было установлено, обновление эпителиальных клеток кишечника у человека происходит каждые 5–6 дней. Выше клеток Панета располагаются клетки, выделяющие слизь, и энтероэндокринные клетки.

Всего в тонком кишечнике более 150 млн крипт — до 10 тыс. на 1 см<sup>2</sup>.

В подслизистом слое двенадцатиперстной кишки находятся разветвленные трубчатые дуоденальные железы, выделяющие в кишечные крипты слизистый секрет, участвующий в нейтрализации соляной кислоты, поступающей из желудка. В секрете этих желез также обнаруживаются некоторые ферменты (пептидазы, амилаза). Наибольшее количество желез в проксимальных участках кишки, затем оно постепенно уменьшается, и в дистальном отделе они исчезают вовсе.

В собственной пластинке слизистой оболочки много ретикулярных



А

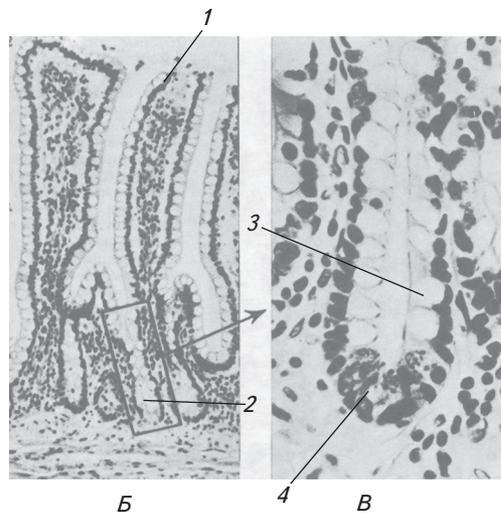


Рис. 4.15. Кишечные ворсинки и крипты тонкой кишки:

А — сканирующая микроскопия; Б и В — световая микроскопия: 1 — ворсинки в продольном разрезе; 2 — крипты; 3 — бокаловидные клетки; 4 — клетки Панета

волокон, образующих «остов» ворсинки. Мышечная пластинка состоит из внутреннего циркулярного и наружного продольного слоев гладкомышечных клеток. От внутреннего слоя отдельные клетки отходят в соединительную ткань ворсинок и в подслизистую основу. В центральной части ворсинки лежит слепо замкнутый лимфатический капилляр,

часто называемый млечным сосудом, и сеть кровеносных капилляров. Аналогичным образом расположены нервные волокна мейснерова сплетения.

На всем протяжении тонкой кишки лимфоидная ткань образует в слизистой оболочке небольшие одиночные фолликулы, величиной до 1—3 мм в поперечнике. Помимо этого, в дистальном отделе подвздошной кишки на стороне, противоположной прикреплению брыжейки, расположены группы узелков, образующие фолликулярные бляшки (пейеровы бляшки) (рис. 4.16; Атл. рис. 180В). Это плоские, вытянутые вдоль кишки пластинки, достигающие нескольких сантиметров в длину и 1 см в ширину. Фолликулы и бляшки, как и вообще лимфоидная ткань, выполняют защитную роль. У детей от 3 до 15 лет насчитывается около 15 000 одиночных лимфатических узелков. В старости их количество уменьшается. Число бляшек также уменьшается с возрастом от 100 у детей до 30—40 у взрослых, у ста-

риков они почти не встречаются. В области расположения бляшек кишечные ворсинки обычно отсутствуют.

В *подслизистой основе* часто встречаются скопления жировых клеток. Здесь расположены сосудистое и нервное сплетения, а в двенадцатиперстной кишке лежат секреторные отделы желез.

*Мышечная оболочка* тонкой кишки образована двумя слоями мышечной ткани: внутренним, более мощным, циркулярным и наружным — продольным. Между этими слоями лежит межмышечное нервное сплетение, которое регулирует сокращения кишечной стенки.

Двигательная активность тонкого кишечника представлена перистальтическими, волнообразными движениями, и ритмической сегментацией (рис. 4.17). Они возникают за счет сокращения циркулярных мышц, распространяются по кишке от желудка к анальному отверстию и приводят к продвижению и перемешиванию

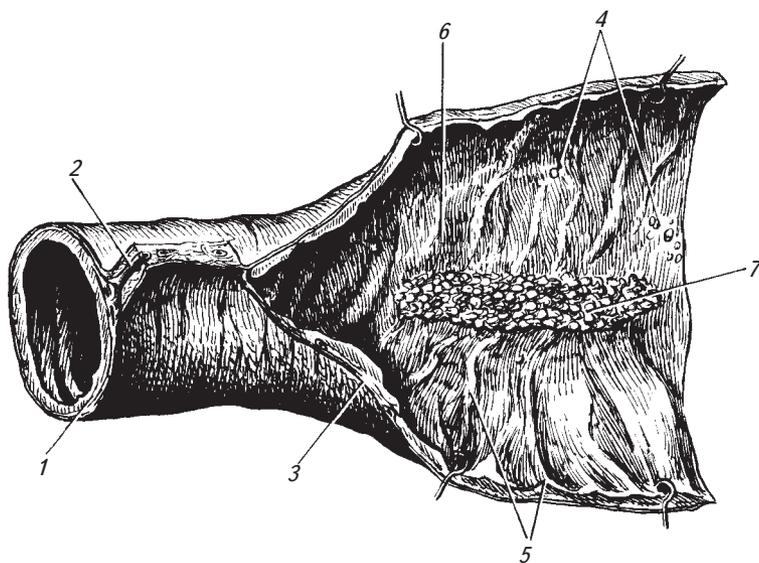


Рис. 4.16. Строение тонкого кишечника:

- 1 — мышечная оболочка; 2 — брыжейка; 3 — серозная оболочка; 4 — одиночные фолликулы; 5 — круговые складки; 6 — слизистая оболочка; 7 — фолликулярная бляшка

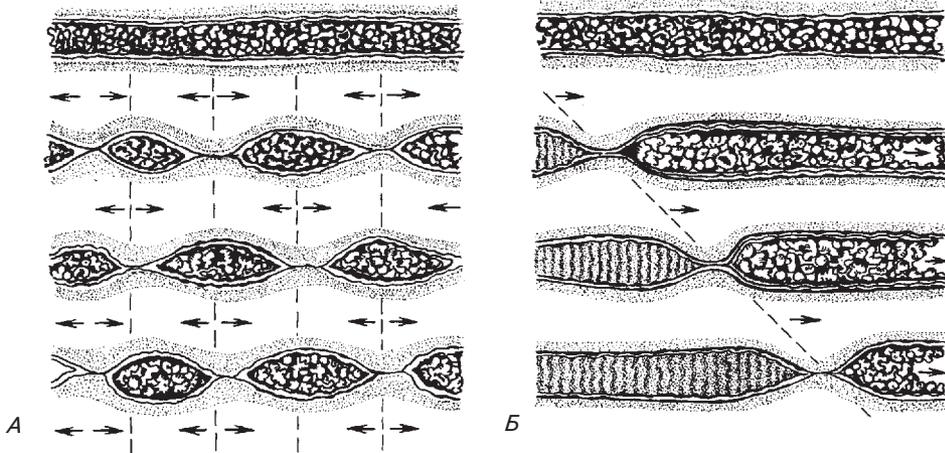


Рис. 4.17. Моторика тонкого кишечника:

*А* — маятникообразное движение (ритмическая сегментация); *Б* — перистальтические движения

химуса. Участки сокращения чередуются с участками расслабления. Частота сокращений уменьшается в направлении от верхних отделов кишечника (12/мин) к нижним (8/мин).

Регулируются эти движения вегетативной нервной системой и гормонами, большинство из которых образуется в самом желудочно-кишечном тракте. Симпатическая нервная система угнетает двигательную активность тонкого кишечника, а парасимпатическая усиливает ее. Движения кишечника сохраняются после разрушения блуждающего и симпатических нервов, но сила сокращений снижается, что говорит о зависимости этих сокращений от иннервации; это справедливо и в отношении перистальтики. Сегментация связана с гладкими мышцами кишечника, которые могут реагировать на местные механические и химические стимулы. Одним из таких химических веществ является серотонин, который образуется в кишечнике и стимулирует его движение. Таким образом, сокращения тонкого кишечника регулируются внешними нервными связями, активностью самой гладкой мышцы и локальными

химическими и механическими факторами.

В отсутствии приема пищи преобладают перистальтические движения, способствующие продвижению химуса. Прием пищи тормозит их — начинают преобладать движения, связанные с перемешиванием содержимого кишечника. Продолжительность и интенсивность моторики зависит от состава и калорийности пищи и уменьшается в ряду: жиры — белки — углеводы.

*Серозная оболочка* покрывает тонкий кишечник со всех сторон, за исключением двенадцатиперстной кишки, которая покрыта брюшиной только спереди.

*Двенадцатиперстная кишка (duodenum)* имеет подковообразную форму. Начальный отрезок кишки покрыт брюшиной с трех сторон, т. е. расположен внутрибрюшинно. Оставшаяся большая часть приращена к задней брюшной стенке и покрыта брюшиной только спереди. Остальные стенки кишки имеют соединительнотканную (адвентициальную) оболочку.

В кишке различают верхнюю часть, начинающуюся от привратника желуд-

ка и лежащую на уровне I поясничного позвонка, нисходящую, которая спускается справа вдоль позвоночника до уровня III поясничного позвонка, и нижнюю, переходящую после небольшого изгиба вверх, на уровне II поясничного позвонка, в тощую кишку. Верхняя часть лежит под печенью, впереди поясничной части диафрагмы, нисходящая прилегает к правой почке, находится позади желчного пузыря и поперечной ободочной кишки, а нижняя часть лежит вблизи аорты и нижней полой вены, спереди ее перекрещивает корень брыжейки тощей кишки.

В изгибе двенадцатиперстной кишки располагается головка поджелудочной железы. Выводной проток последней вместе с общим желчным протоком косо пронизывает стенку нисходящей части кишки и открывается на возвышении слизистой оболочки, которое называется большим сосочком. Очень часто на 2 см выше большого сосочка выпячивается малый, на котором открывается добавочный проток поджелудочной железы.

Двенадцатиперстная кишка связками соединена с печенью, почками и поперечной ободочной кишкой. В печеночно-двенадцатиперстной связке проходят общий желчный проток, воротная вена, печеночная артерия и лимфатические сосуды печени. В остальных связках проходят артерии, кровоснабжающие желудок и брыжейки.

*Тощая (jejunit) и подвздошная (ileum) кишки* покрыты со всех сторон серозной оболочкой (брюшиной) и подвижно подвешены к задней стенке живота на брыжейке. Они образуют множество петель, которые у живого человека благодаря перистальтическим сокращениям постоянно меняют свою форму и положение, заполняя большую часть полости брюшины. Анато-

мической границы между тощей и подвздошной кишками не существует; петли первой лежат преимущественно в левой части живота, а петли второй занимают его среднюю и правую части. Спереди к тонким кишкам прилежит большой сальник. В правой нижней части живота (в подвздошной яме) подвздошная кишка открывается в начальную часть толстой. По брыжейке к кишечнику подходят кровеносные сосуды и нервы.

Кровоснабжение тонкого кишечника осуществляется через брыжеечные артерии и печеночную артерию (двенадцатиперстная кишка). Иннервируется тонкий кишечник от сплетений вегетативной нервной системы брюшной полости и блуждающим нервом.

#### 4.2.7. Толстый кишечник

Толстый кишечник получил свое название потому, что при расслабленной стенке его диаметр в среднем вдвое, а местами и втрое больше, чем диаметр тонкого кишечника (Атл. рис. 179). Общая протяженность толстой кишки равна 1,3 м. Она начинается от илеоцекальной заслонки и заканчивается заднепроходным отверстием. Кишка делится на слепую кишку с червеобразным отростком, восходящую, поперечную, нисходящую и сигмовидную ободочные и прямую кишки. У живого человека форма ободочной кишки, благодаря мышечному тону и перистальтике значительно отличается от той, что можно видеть на трупе (рис. 4.18).

В толстом кишечнике происходит всасывание воды и солей. В просвет кишки выделяется большое количество слизи, которая не содержит ферментов. Непереваренные остатки пищи, попадающие в кишку, подвергаются действию бактерий, которые расщепляют клетчатку и некоторые жиры.

При участии бактерий синтезируются некоторые витамины (К, группа В). В толстом кишечнике формируются каловые массы.

*Слизистая оболочка* в отличие от слизистой тонких кишок, лишена круговых складок и ворсинок, а лимфоидная ткань образует в ней лишь одиночные фолликулы. Однако кишечные крипты глубже, а среди клеток однослойного цилиндрического эпителия очень много бокаловидных клеток, количество которых увеличивается по направлению к прямой кишке (Атл. рис. 183). Поэтому в толстых кишках выделяется много лишенной ферментов слизи, которая облегчает продвижение непереваренных остатков пищи. Поверхность клеток покровного эпителия, как и в тонкой кишке, покрыта микроворсинками. Кроме того, в эпителии встречаются энтероэндокринные клетки. Миграция клеток из глубины крипт к поверхности эпителия происходит также, как и в тонкой кишке.

Часть прямой кишки, примыкающая к анальному отверстию (аноректальный отдел), лишена крипт и покрыта многослойным плоским эпителием. Он плавно переходит в эпидермис кожи. Слизистая оболочка аноректального канала образует продольные складки или колонки. В этом участке постепенно исчезает мышечная пластинка слизистой. Здесь хорошо развито венозное сплетение. При расширении этих мелких извитых вен слизистая оболочка выпячивается в просвет кишки, возникает заболевание — геморрой.

*Мышечная оболочка* состоит из двух слоев — внутреннего (кругового) и наружного (продольного), который развит неравномерно. Большинство мышечных клеток концентрируется в три узкие *мышечные ленты* (Атл. рис. 182). Участки кишки между лентами образуют выпячивания — гаустры, разделенные поперечными бороздами, которым с внутренней стороны соответствуют полулунные складки. Последние образованы всеми оболочками стенки, а не только слизистой, как в тонком ки-

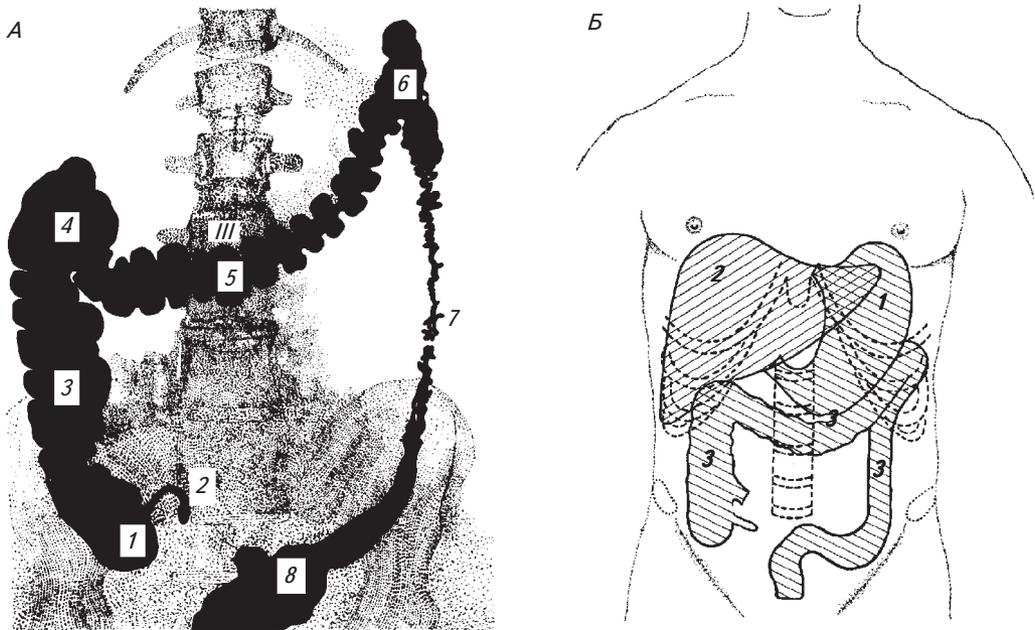


Рис. 4.18. Строение толстого кишечника:

А — рентгенограмма толстых кишок (наполнены контрастным веществом): 1 — слепая кишка; 2 — червеобразный отросток; 3 — восходящая ободочная кишка; 4 — правый (печеночный) изгиб; 5 — поперечная ободочная кишка; 6 — левый (селезеночный) изгиб; 7 — нисходящая ободочная кишка (в состоянии сокращения); 8 — сигмовидная ободочная кишка; III — третий поясничный позвонок;

Б — проекции желудка (1), печени (2) и толстого кишечника (3) на поверхность тела

шечнике. В прямой кишке продольный мышечный слой расположен равномерно по всей стенке, а ленты и выпячивания отсутствуют. Циркулярные мышечные клетки в анальном канале образуют *внутренний сфинктер*.

*Серозная оболочка* покрывает слепую, поперечную ободочную и верхнюю часть прямой кишки со всех сторон, а восходящую и нисходящую ободочную — с трех сторон. Иногда серозная оболочка отходит от поверхности кишки, образуя выросты, заполненные жировой тканью.

*Слепая кишка (саесит)* помещается в правой подвздошной яме и по сравнению с другими отделами толстых кишок наиболее широка, достигая 7 см в диаметре (Атл. рисб 182). От задне-медиальной стенки слепой кишки отходит тонкий червеобразный отросток (*appendix vermiformis*) диаметром до 3—4 мм и длиной около 10 см. Впрочем, в исключительных случаях он может достигать 20 см и более или же, наоборот, быть лишь едва заметным выпячиванием. Отросток — характерная особенность человека и антропоидов, представляет собой рудимент концевой части слепой кишки. Он имеет свою брыжейку. Просвет его очень узок, так как толстая слизистая оболочка содержит здесь значительные скопления лимфоидной ткани. Поэтому полагают, что аппендикс несет защитную функцию подобно миндалинам. В старости просвет отростка может полностью исчезать за счет разрастания соединительной ткани. В пищеварении он непосредственного участия не принимает. В ходе развития отросток, являющийся продолжением нижней части слепой кишки, прекращает увеличиваться в размере и принимает вид выроста. В это время быстро растет и оставшая часть кишки. У растительных животных аппендикс крупнее, в нем происходит длительное переваривание целлюлозы.

Границей между слепой и ободочной кишками служит место впадения

подвздошной кишки в толстую. Здесь слизистая оболочка образует двугубую воронкообразную *илеоцекальную заслонку* (Атл. рис. 182), основу которой составляет кольцевой слой мускулатуры. Заслонка в норме не пропускает содержимое толстых кишок обратно в подвздошную. Ободочная кишка наподобие обода или рамки охватывает петли тонких кишок (рис. 4.18; Атл. рис. 175, 179).

*Восходящая ободочная кишка (colon ascendens)* прилежит к задней стенке живота и правой почке, вертикально поднимается до печени, где, образуя правый (печеночный) изгиб, переходит в поперечную ободочную кишку (Атл. рис. 179).

*Поперечная ободочная кишка (colon transversum)* подвешена на брыжейке к задней брюшной стенке и спереди, вдоль *сальниковой ленты*, спаяна с большим сальником. Направляясь в левое подреберье, кишка доходит до левой почки и селезенки, где, образуя левый (селезеночный) изгиб, переходит в нисходящую ободочную кишку. Вершина левого изгиба фиксируется диафрагмально-ободочнокишечной связкой.

*Нисходящая ободочная кишка (colon descendens)*, как и восходящая, прилегая к задней брюшной стенке, спускается по левой боковой области живота вниз до левой подвздошной ямы, где переходит в сигмовидную кишку. Ее диаметр меньше, чем остальных отделов ободочной кишки.

*Сигмовидная ободочная кишка (colon sigmoideum)* названа так за форму, напоминающую греческую букву  $\sigma$ . Она имеет брыжейку и поэтому, так же как и поперечная ободочная, может смещаться. Восходящая и нисходящая ободочные кишки довольно прочно фиксированы на задней стенке брюшной полости рыхлой соединительной тканью и покрывающей их с трех сторон брюшиной. На

уровне левого крестцово-подвздошного сочленения кишка переходит в прямую.

*Прямая кишка (rectum)* лежит в полости малого таза. Образовав несколько нерезких изгибов и спустившись к его дну, она ампулообразно расширяется. Здесь слизистая оболочка образует несколько продольных складок. В толще стенок концевой части кишки слой круговых мышц развит сильнее и образует *внутренний сфинктер анального отверстия*. Вокруг анального (заднепроходного) отверстия находится *наружный сфинктер*, состоящий из поперечно-полосатой мускулатуры промежности.

#### 4.2.8. Поджелудочная железа

*Поджелудочная железа (pancreas)* — крупная железа серо-розового цвета, дольчатого строения, весит у взрослого 70—80 г и достигает в длину 20 см, а в ширину 4 см (Атл. рис. 184, 185). Она лежит забрюшинно, располагаясь поперечно на уровне I поясничного позвонка, за желудком, и прилегает к аорте и нижней полой вене. Правая, более широкая часть железы — *головка* — лежит в подковообразном изгибе двенадцатиперстной кишки, а левая, суженная — *хвост* — достигает левой почки и селезенки. Средняя часть железы называется *телом*. Снаружи поджелудочная железа покрыта соединительнотканной капсулой. Спереди она покрыта брюшиной.

Поджелудочная железа является железой смешанной секреции. *Экзокринные* секреторные отделы вырабатывают панкреатический сок (до 2 л в сутки), содержащий ферменты (трипсин, липазу, амилазу и другие), под действием которых расщепляются белки, жиры и углеводы пищи. Клетки *эндокринных* секреторных отделов — островков — выделяют несколько гормонов (инсулин, глюкагон, соматостатин,

панкреатический полипептид), принимающих участие в регуляции белкового, углеводного и жирового обмена в организме.

Структурно-функциональная единица экзокринной части железы — *ацинус* (Атл. рис. 186). Он состоит из альвеолярного секреторного отдела, от которого начинается вставочный выводной проток. Секреторный отдел окружен базальной мембраной; образующие его клетки синтезируют ферменты панкреатического сока и выделяют их в неактивном состоянии. Активация ферментов происходит в просвете кишки компонентами кишечного сока. Между соседними ацинусами лежат тонкие прослойки соединительной ткани, в которой проходят кровеносные капилляры и нервные волокна вегетативной нервной системы. Протоки соседних ацинусов сливаются в межацинозные протоки, которые, в свою очередь, впадают в более крупные внутريدольковые и междольковые протоки, лежащие в соединительнотканых перегородках. Последние, сливаясь, образуют общий выводной проток, который проходит от хвоста железы к головке и открывается на большом сосочке двенадцатиперстной кишки (Атл. рис. 185). На малом сосочке кишки открывается непостоянный добавочный проток. Жидкий компонент панкреатического сока секретруется клетками выводных протоков, в основном межацинозных. В стенках протоков имеются бокаловидные клетки.

Регуляция функции секреторных клеток происходит не только нервным, но и гуморальным путями. Эндокринные клетки в протоках железы вырабатывают секретин, который действует на клетки протоков. Еще два гормона: панкреозимин и холецистокинин, оказывают влияние на секреторные клетки и стимулируют выработку ферментов. Они также регулируют желчеотделение в печени.

Эндокринная часть железы образована островками овальной, лентовидной или звездчатой формы, расположенными между ацинусами. Больше их количество обнаруживается в хвостовой части железы. Общее их число — 1–2 млн и более, но все же их объем не превышает 3% объема железы. С возрастом количество островков уменьшается. Виды клеток, образующих островки, будут подробнее рассмотрены в разделе 4.6.8.

Кровоснабжение железы осуществляется через ветви чревного ствола и верхнебрыжеечной артерии. Они обильно ветвятся и образуют густые капиллярные сети вокруг ацинусов и внутри островков. Оттекающая от поджелудочной железы кровь поступает в воротную вену. Вокруг ацинусов и островков начинаются лимфатические капилляры.

Иннервация железы осуществляется блуждающим и симпатическим нервами. Последние входят по кровеносным сосудам. В ткани железы имеются интрамуральные ганглии, образованные холин- и пептидергическими нейронами. Их отростки оканчиваются на клетках ацинусов и островков и регулируют секреторную функцию железы. В тканях железы чувствительные нервные волокна образуют рецепторные окончания, такие как пластинчатые тельца.

#### 4.2.9. Печень

**Печень** (*hepar*) — самая крупная железа тела (весит до 1,5 кг), имеет темно-бурый цвет. Она выполняет разнообразные функции в организме человека. В эмбриональном периоде в печени происходит кроветворение, которое постепенно угасает к концу внутриутробного развития, а после рождения прекращается. После рождения и во взрослом организме функции

печени связаны в основном с обменом веществ. Она вырабатывает желчь, которая поступает в двенадцатиперстную кишку и участвует в переваривании жиров. В печени синтезируются фосфолипиды, необходимые для построения клеточных мембран, в частности в нервной ткани; холестерин превращается в желчные кислоты. Кроме того, печень участвует в белковом обмене, в ней синтезируется ряд белков плазмы крови (фибриноген, альбумины, протромбин и др.). Из углеводов в печени образуется гликоген, который необходим для поддержания уровня глюкозы в крови. В печени разрушаются старые эритроциты. Макрофаги поглощают из крови вредные вещества и микроорганизмы. Одна из главных функций печени заключается в детоксикации веществ, в частности фенола, индола и других продуктов гниения, всосавшихся в кровь в кишечнике. Здесь аммиак превращается в мочевины, которая выводится почками.

Большая часть печени находится в правом подреберье, меньшая заходит на левую сторону полости брюшины. Печень прилегает к диафрагме, достигая справа уровня IV, а слева V межреберного промежутка (см. рис. 4.18). Правый нижний тонкий ее край только при глубоком вдохе незначительно выступает из-под правого подреберья. Но и тогда здоровую печень невозможно прощупать через стенку живота, так как она мягче последней. На небольшом участке («под ложечкой») железа прилегает к передней брюшной стенке.

Различают две поверхности печени: верхнюю — диафрагмальную и нижнюю — висцеральную. Они отделены друг от друга передним острым краем и задним — тупым. Диафрагмальная поверхность печени обращена вверх и вперед. Она делится продольно идущей *серповидной связкой* на две

неравные части: более массивную — *правую* и меньшую — *левую доли* (Атл. рис. 187, 188). Висцеральная поверхность печени вогнутая, обращена вниз и имеет вдавления от соседних органов. На ней видны три борозды: *правая* и *левая продольные* (сагиттальные) и расположенная между ними *поперечная*, которые образуют фигуру, напоминающую букву Н. В задней части правой продольной борозды проходит нижняя полая вена, в которую здесь открываются печеночные вены. В передней части этой же борозды лежит желчный пузырь. Поперечная борозда является *воротами печени*\*. Через них входят печеночная артерия, воротная вена и нервы, а выходят желчные протоки и лимфатические сосуды. В воротах все эти образования покрываются серозными листками, которые переходят с них на орган, образуя его покров.

Позади поперечной борозды находится *хвостатая*, а впереди — *квадратная доли*, ограниченные сагиттальными бороздами.

Большая часть печени, за исключением заднего края, покрыта брюшиной. Последняя, продолжаясь на нее с соседних органов, образует связки, фиксирующие печень в определенном положении. *Венечная связка*, идущая вдоль заднего края печени, и упомянутая *серповидная связка* (остаток вентральной брыжейки) связывают печень с диафрагмой. На нижней поверхности печени в передней части левой продольной борозды проходит *круглая связка* (заросшая пупочная вена плода), которая продолжается до задней части борозды, где превра-

щается в *венозную связку* (заросший венозный проток, соединяющий у плода воротную и нижнюю полую вены). Круглая связка заканчивается на передней брюшной стенке около пупка. Связки, идущие от ворот печени к двенадцатиперстной кишке и к малой кривизне желудка, образуют *малый сальник*. Задний край печени брюшиной не покрыт и сращен с диафрагмой. Лежащая под покровом брюшины соединительная ткань образует капсулу, придающую определенную форму печени, которая продолжается в ткань печени в виде соединительнотканых прослоек.

Ранее считалось, что паренхима печени состоит из мелких образований, называемых *печеночными дольками* (Атл. рис. 189, 190). Диаметр дольки не более 1,5 мм. Каждая долька в поперечном сечении имеет форму шестигранника, в центре ее проходит центральная вена, а по периферии в местах соприкосновения соседних долек расположены ветви почечной артерии, воротной вены, лимфатический сосуд и желчный проток. Они вместе образуют *воротные тракты*. Соседние дольки у животных разделены прослойками рыхлой соединительной ткани. Однако у человека такие прослойки в норме не выявляются, что затрудняет определение границ дольки.

Воротная вена приносит в печень кровь от непарных органов брюшной полости: пищеварительного тракта и селезенки. Ветви печеночной артерии повторяют ход ветвей воротной вены. Окруженные прослойками соединительной ткани они входят в печень, многократно делятся и образуют междольковые ветви, от которых отходят капилляры. Последние имеют неправильную форму и поэтому были названы *синусоидными*. Они радиально пронизывают дольки от периферии к центру. Печеночные клетки (*гепатоциты*) расположены в дольке

\* Воротами любого органа называется место, где входят в орган и выходят из него различные трубчатые образования (кровеносные и лимфатические сосуды, бронхи, выводные протоки), нервы и располагаются лимфатические узлы.

между капиллярами (рис. 4.19). Они складываются в тяжи, или *печеночные балки*, направленные радиально. Капилляры изливают кровь в *центральный вену*, которая пронизывает дольку продольно по оси и открывается в одну из собирательных *поддольковых вен*, впадающих в печеночные вены. Эти вены выходят из печени на ее задней поверхности и впадают в нижнюю полую вену.

Между гепатоцитами в балках начинаются слепозамкнутые *желчные капилляры*, собирающиеся в *желчные*

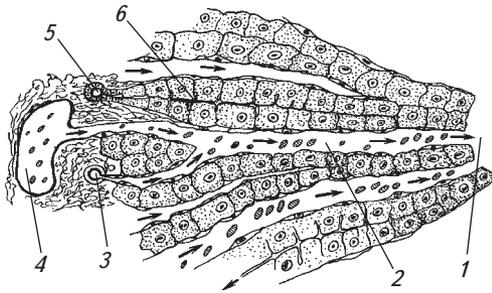


Рис. 4.19. Фрагмент печеночной дольки (стрелками показано направление движения крови в синусоидных капиллярах):

1 — центральная вена дольки; 2 — синусоид; 3 — печеночная артерия; 4 — ветвь воротной вены; 5 — желчный проток; 6 — желчный капилляр

*протоки*, которые соединяются и дают начало правому и левому (соответственно долям железы) печеночным протокам. Последние, слившись, образуют *общий печеночный проток*. По этой непрерывной системе протоков выделяется желчь. Образующаяся в печени лимфа выводится по лимфатическим сосудам.

Длительные исследования структуры печеночных долек показали, что каждый гепатоцит одной своей стороной обращен к желчному капилляру, а другой — к стенке одного или двух синусоидов. Стенку каждого желчного капилляра образует тяж из двух или трех гепатоцитов, называемый *трабекулой* (рис. 4.19). Между собой гепатоциты прочно связаны межклеточными контактами. Другими словами, капилляр представляет собой щель между мембранами гепатоцитов (рис. 4.20). Трабекулы, как и синусоидные капилляры, их окружающие, анастомозируют друг с другом. Все они ориентированы от периферии дольки к ее центру. Таким образом, кровь из междольковых ветвей воротной вены и печеночной артерии, лежащих в портальных трактах, попадает в синусоиды. Здесь она смешивается и течет к центральной вене дольки.

#### 4.2.10. Развитие пищеварительного тракта

Пищеварительный тракт — филогенетически наиболее древняя система внутренних органов — развивается главным образом из энтодермы. Но она формирует только ведущую, функционально главную его часть, а именно внутреннюю оболочку. Начальная и незначительная конечная части этого тракта образованы влячивающейся эктодермой. У зародыша органы пищеварения закладываются в виде продольного желоба энтодермы, которая влячивается в сторону хорды (рис. 4.1). Путем смыкания вентральных краев этого желоба на 4 неделе эмбрионального развития возникает первичная кишечная трубка, слепо замкнутая с обоих концов. На головном конце она упирается в дно

ротовой ямки, представляющей собой глубокое влячивание эктодермы (рис. 4.24). Вскоре перепонка между ротовой ямкой и головным концом кишки, состоящая из слоя эктодермы и энтодермы, прорывается; начинают развиваться ротовая полость и глотка. Несколько позже задний конец трубки прорывается в эктодермальную анальную ямку, из которой образуется конечная часть прямой кишки с анальным отверстием. Первичная кишечная трубка у зародыша делится на головную и туловищную кишки. Средняя часть кишки связана с желточным мешком, а в заднем ее отделе хорошо заметен аллантоисный вырост.

В процессе развития кишка удлиняется, некоторые ее участки перемещаются от исходного положения. В процессе гистогенеза происходит

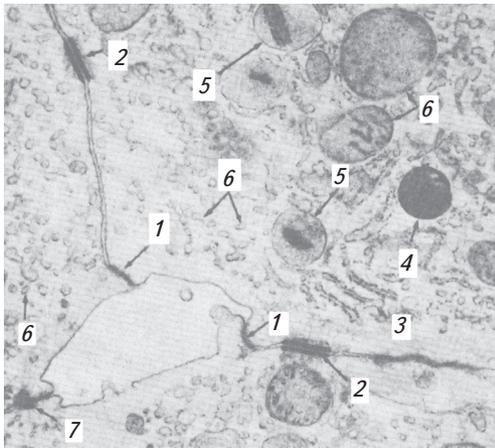


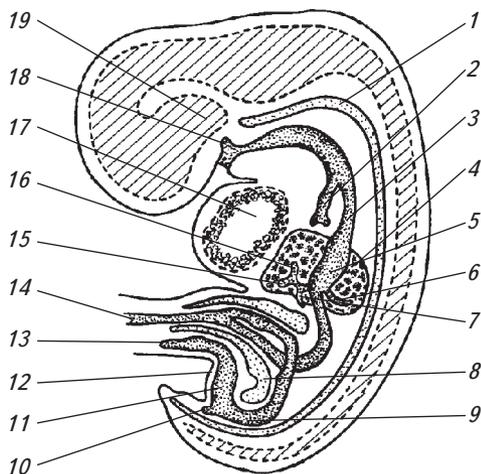
Рис. 4.20. Желчный капилляр, ограниченный тремя гепатоцитами. Электронная микроскопия  $\times 13000$ :

1 — плотный контакт; 2 — десмосомы; 3 — гранулярный эндоплазматический ретикулум; 4 — лизосома; 5 — митохондрии; 6 — гладкий эндоплазматический ретикулум; 7 — просвет желчного капилляра

Желчь, секретируемая гепатоцитами в желчные капилляры, движется по ним к желчному протоку, находящемуся в портальном тракте. Каждый желчный проток собирает желчь от капилляров, занимающих определенное положение в классических печеночных дольках (рис. 4.21, А). Этот участок

имеет приблизительно треугольную форму и носит название «портальная долька» (Атл. рис. 190).

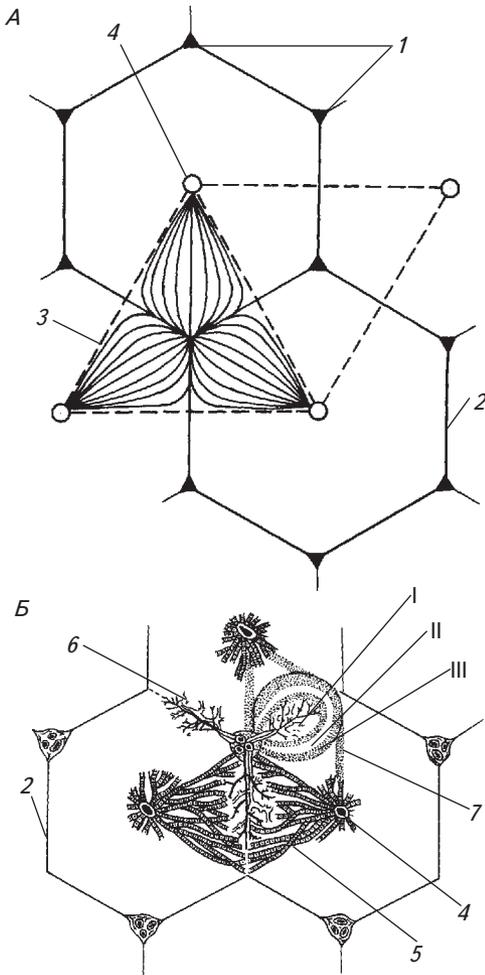
Клетки печени выполняют большое количество функций, связанных с обеспечением метаболических процессов в организме. В связи с этим большое значение имеет кровоснабжение гепатоцитов. Для облегчения понимания этого вопроса введено понятие «ацинус печени». В ацинус входят по 1/6 части двух соседних долек (рис. 4.21, Б), он имеет форму ромба. Проходя по синусоидам, кровь отдает кислород и питательные вещества гепатоцитам печеночных балок, а забирает от них двуокись углерода и продукты обмена. Поэтому можно было бы предположить, что клетки, лежащие вблизи центральных вен долек, получают из крови меньшее количество этих веществ, чем клетки, находящиеся возле портальных трактов. Однако кровь из печеночной артерии и воротной вены, прежде чем попасть в синусоиды, проходит по сети сосудов, прогрессивно уменьшающегося диаметра. Эти сосуды пронизывают паренхиму печени и открываются в синусоиды. Таким образом, гепатоциты, находящиеся вблизи этих сосудов (зона I на рис. 4.21, Б), получают



функциональное созревание желудочно-кишечного тракта. При этом энтодермальная закладка дает начало эпителиальной выстилке и связанной с ней железам, а соединительная

Рис. 4.24. Пищеварительная система 1,5 месячного зародыша человека:

1 — хорда; 2 — трахея; 3 — пищевод; 4 — печень; 5 — желудок; 6 — дорсальная и 7 — вентральная закладки поджелудочной железы; 8 — полость брюшины; 9 — прямая кишка; 10 — постклоакальная кишка; 11 — мочеполовой синус; 12 — клоакальная мембрана; 13 — аллантаис; 14 — желчный стелек; 15 — желчный пузырь; 16 — печеночный проток; 17 — сердце; 18 — карман Ратке; 19 — гипофиз



больше веществ из крови, чем более удаленные (зоны II и III). Часть ацинуса, расположенная вблизи центральной вены, получает самую обедненную кровь. Такое различие в кровоснабжении приводит к тому, что метаболические процессы в этих зонах ацинуса несколько отличаются друг от друга. На недостаток в рационе питательных веществ или на некоторые токсины клетки этих зон реагируют по-разному: более уязвимы клетки, лежащие вблизи центральных вен.

Вещества, приносимые в печень с кровью, проходят через стенку синусоидных капилляров и поглощаются гепатоцитами (рис. 4.22). Между стенкой синусоида и поверхностью гепатоцитов находится щелевидное *пространство Диссе*, заполненное плазмой крови. В постнатальном периоде клетки крови здесь не встречаются.

Рис. 4.21. Портальная долька (А) и ацинус (Б) печени (схемы по Хэму, Кормаку):

1 — портальный тракт; 2 — границы классической дольки; 3 — портальная долька (в форме треугольника); 4 — центральная вена; 5 — ацинус (в форме ромба); 6 — сеть кровеносных сосудов между дольками; 7 — зоны гепатоцитов, получающих кровь, различную по составу (I, II, III)

ткань, кровеносные сосуды и мышечная оболочка кишки образуются из мезодермального листка.

*Головная кишка* в процессе дальнейшего развития претерпевает очень сложные преобразования. Они начинаются с появления на боковых стенках ее начального отдела выпячиваний — глоточных карманов, навстречу которым со стороны покровов тела (эктодермы) растут жаберные борозды. У рыб на месте стыка глоточных карманов и жаберных борозд образуются жаберные щели с расположенными между ними жаберными дугами. У высших позвоночных щелей, за исключением первой, не возникает, появляются висцеральные и жаберные дуги, закладываются карманы. На месте первой жаберной щели позднее развиваются слуховая труба, полость среднего уха и слуховой проход.

У 30-дневного зародыша человека в области глотки формируется 4 пары глоточных карманов (рис. 4.25). Клетки, образующие карманы, мигрируют в окружающие ткани и претерпевают дальнейшую дифференцировку. Из материала первого глоточного кармана образуется барабанная полость и евстахиева труба. Вырост на вентральной стенке глотки на границе первого и второго глоточных карманов дает начало щитовидной железе. В области второй пары глоточных карманов возникают скопления лимфоидной ткани, из которых развиваются небные (глоточные) миндалины. Третья и четвертая пары глоточных карманов дают начало околоточниковидным и вилочковой железам. Из стенки ротовой ямки (т. е. за счет эктодермы) развиваются слюнные железы, передняя доля гипофиза,

В это пространство обращены многочисленные микроворсинки гепатоцитов. Стенка синусоидов образована

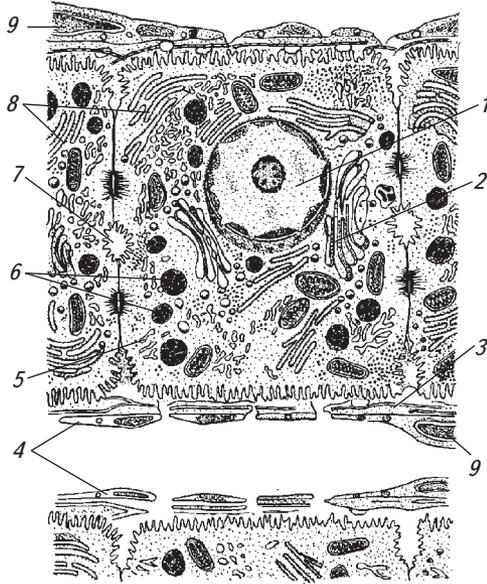


Рис. 4.22. Схема взаимоотношения гепатоцитов и синусоидных капилляров в печеночных балках:

1 — ядро гепатоцита; 2 — комплекс Гольджи; 3 — пространство Диссе; 4 — эндотелиальные клетки; 5 — гладкая эндоплазматическая сеть; 6 — лизосомы; 7 — желчный капилляр; 8 — гранулярная эндоплазматическая сеть; 9 — клетки Купфера

одним слоем клеток двух типов. В основном это тонкие эндотелиальные клетки. Между ними лежат более крупные *клетки Купфера*. Они развиваются из моноцитов крови и выполняют функцию макрофагов. В цитоплазме клеток Купфера можно различить все органоиды, характерные для макрофагов: часто встречаются фагосомы, вторичные лизосомы и ферменты. Поверхность клетки, обращенная в просвет синусоида, покрыта большим количеством микроворсинок. Эти клетки очищают кровь от попавших в нее инородных частиц, фибрина, активированных факторов свертывания крови. Они участвуют в фагоцитозе эритроцитов, обмене желчных пигментов, гемоглобина и стероидных гормонов.

Эндотелиальные клетки стенки синусоидов имеют многочисленные поры в цитоплазме (рис. 4.23). Базальная мембрана отсутствует. Через поры проникают компоненты плазмы крови размером до 100 нм. Благодаря свободному прохождению жидкости из просвета синусоида в пространство Диссе создается одинаковое давление на эндотелиальные клетки изнутри и снаружи и синусоид поддерживает свою форму. Стенка синусоида

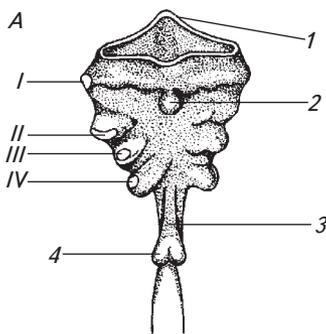
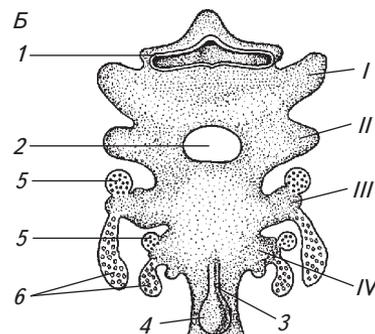


Рис. 4.25. Развитие глоточной области кишки у зародыша человека (по Пэттену): А — начальный отдел пищеварительного тракта 4-х недельного эмбриона (спереди); Б — развитие производных глоточных карманов (срез);



1 — ротовая полость; 2 — закладка щитовидной железы; 3 — закладка трахеи; 4 — закладка легких; 5 — закладки околотимовидных желез; 6 — закладки вилочковой железы (тимуса); I—IV — глоточные карманы

поддерживается также отростками клеток, накапливающих липиды (*липоциты* или *клетки Ито*). Эти клетки залегают возле синусоидов среди гепатоцитов и обладают способностью синтезировать коллаген. По этой причине

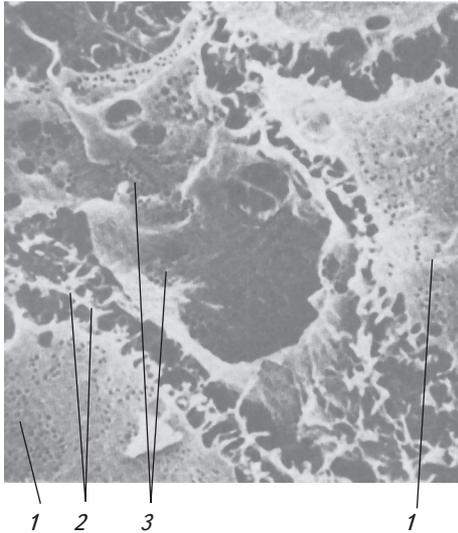


Рис. 4.23. Синусоид и пространство Диссе (сканирующая электронная микроскопия) (по Хему, Кормаку):

1 — гепатоцит; 2 — микроворсинки на поверхности гепатоцита, обращенной в пространство Диссе; 3 — фенестрированный эндотелий синусоида

слизистая оболочка ротовой полости и языка. Мускулатура языка возникает из затылочных миотомов.

*Туловищная кишка* зародыша сперва представляет прямую трубку, которая начинается позади глоточных карманов и заканчивается анальным отверстием (рис. 4.26). Участок трубки, который лежит между зачатком трахеи и диафрагмой, превращается в *пищевод*. В течение 7—8 недели эмбриогенеза клетки эпителия пищевода интенсивно делятся, его просвет почти полностью закрывается. Позднее он появляется вновь за счет роста стенки пищевода и частичной гибели клеток в его просвете. Рост пищевода в длину происходит параллельно с увеличением размеров легких и сердца в грудной полости и опусканием диафрагмы.

липоциты, возможно, участвуют в развитии цирроза печени. Кроме того, во всей паренхиме печени, и вокруг синусоидов в частности, расположено большое количество ретикулярных волокон, выполняющих опорную функцию.

Как уже говорилось, поверхность гепатоцитов, обращенная к просвету синусоида, покрыта микроворсинками. Они значительно увеличивают площадь поверхности клетки, необходимую для всасывания веществ из кровотока и секреции. Другая секреторная поверхность гепатоцита обращена к желчному капилляру.

Функции гепатоцитов многообразны. Они способны в присутствии инсулина захватывать из кровотока избыток глюкозы и откладывать ее в цитоплазме в виде гликогена. Этот процесс стимулируется гормоном коры надпочечников гидрокортизоном. В этом случае гликоген образуется из белков и полипептидов. При недостатке глюкозы в крови гликоген расщепляется, и глюкоза секретируется в кровь. В цитоплазме гепатоцитов содержится большое количество митохондрий, лизосом, хорошо развитый гладкий и гранулярный эндоплазматический ретикулум, микротельца

Часть трубки, расположенная за диафрагмой, расширяется, из нее формируется *желудок*. На ранних стадиях развития желудок расположен почти вертикально и связан дорсальной и вентральной брыжейками со стенками тела. Разрастающийся желудок поворачивается вокруг продольной оси так, что его левая сторона становится передней, правая — задней, продольная ось принимает почти поперечное положение. При этом его дорсальная брыжейка вытягивается и образует полость — *сальниковую сумку*.

В конце 2 месяца внутриутробного развития начинается формирование слизистой оболочки желудка. Появляются складки, ямки, а затем и связанные с ними железы. С 3 месяца начинают появляться секреторные клетки, однако ни кислота, ни пепсин в полость желудка еще не

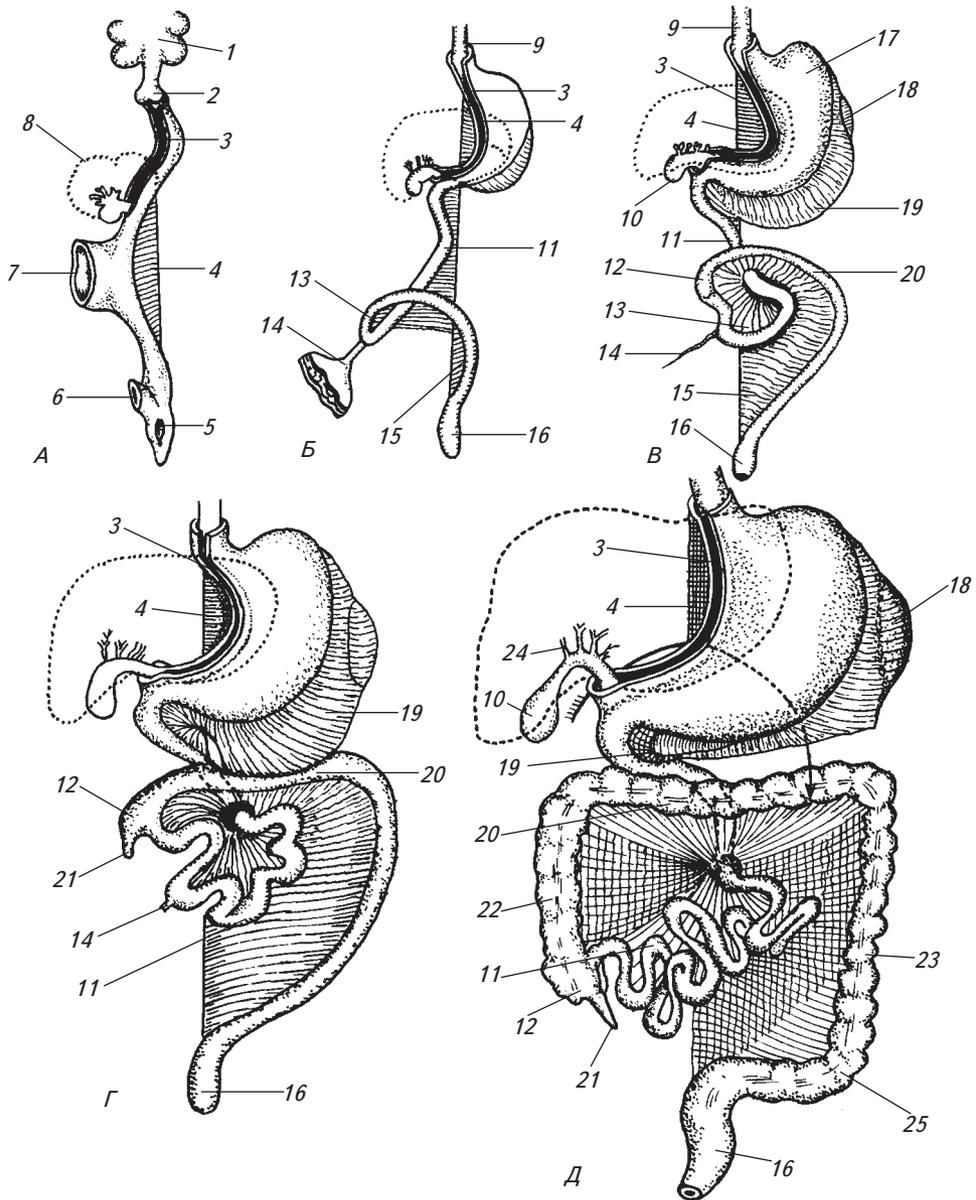


Рис. 4.26. Развитие пищеварительной системы у зародыша человека (по Пэттену):  
 А—Д — последовательные стадии; 1 — глотка; 2 — почка легкого; 3 — печеночно-желудочная связка; 4 — дорсальная брыжейка; 5 — клоака; 6 — аллантаисный стебелек; 7 — желточный мешок; 8 — контур печени; 9 — пищевод; 10 — желчный пузырь; 11 — тонкая и 12 — слепая кишки; 13 — брыжейка; 14 — желточный стебелек; 15 — брыжейка ободочной кишки; 16 — прямая кишка; 17 — желудок; 18 — селезенка; 19 — сальниковая сумка; 20 — поперечная ободочная кишка; 21 — червеобразный отросток; 22 — восходящая часть ободочной кишки; 23 — нисходящая часть ободочной кишки; 24 — печеночные протоки; 25 — сигмовидная кишка

(везикулы) содержащих ферменты метаболизма жирных кислот. Гепатоциты удаляют из плазмы крови, поступающей в пространство Диссе, излишки липопротеидов. В них синтезируются также белки плазмы крови: альбумины, фибриноген и глобулины (кроме иммуноглобулинов) и подвергаются переработке лекарственные препараты и химические вещества, всосавшиеся в кишечнике, а также алкоголь и стероидные гормоны.

Печень вырабатывает большое количество лимфы, богатой белками. Лимфатические сосуды выявляются только в портальных трактах, в ткани печеночных долек они не обнаружены.

Желчь, выделяемая гепатоцитами в просвет желчного капилляра, собирается в мелкие желчные протоки, расположенные по границам долек. Эти протоки объединяются в более крупные (Атл. рис. 191). Стенки протоков образованы кубическим эпителием, окруженным базальной мембраной. Как уже говорилось, эти протоки сливаются и образуют печеночные протоки. Желчь выделяется непрерывно (до 1,2 л в сутки), но в интервалах между периодами кишечного пищеварения направляется не в кишечник, а через пузырный проток, отходящий

от печеночного протока, в желчный пузырь.

*Желчный пузырь* имеет *дно* (слегка выступающее из-под нижнего края правой доли печени), *тело* и суженную часть — *шейку*, обращенную к воротам печени (Атл. рис. 192). Пузырь служит временным резервуаром желчи (емкость 60 см<sup>3</sup>). Здесь она густеет вследствие всасывания воды стенками пузыря. С наступлением кишечного пищеварения желчь поступает через пузырный проток в *общий желчный проток*. Последний образуется от соединения пузырного протока с печеночным и открывается в двенадцатиперстную кишку на возвышении — сосочке (Атл. рис. 184, 185). Часто общий желчный проток сливается с протоком поджелудочной железы. В области слияния образуется расширение — *ампула протока*. Проток снабжен двумя *сфинктерами*, образованными гладкой мускулатурой. Один из них лежит в области сосочка, а другой — в стенке желчного протока. Сокращение второго сфинктера перекрывает путь желчи в двенадцатиперстную кишку. Она отводится по пузырному протоку и накапливается в желчном пузыре.

Желчный пузырь выстлан слизистой оболочкой, образующей складки.

выделяются. Хотя клетки приобретают способность вырабатывать ферменты и соляную кислоту еще во внутриутробном периоде, активно функционировать они начинают только после рождения.

У новорожденного емкость желудка 7—10 мл, он не может выполнять функцию депо пищевых веществ. В течение первых трех недель объем желудка увеличивается до 30—35 мл, а к концу года до 250—300 мл. В желудке у новорожденного может содержаться небольшое количество амниотической жидкости. В течение первых лет жизни форма и объем желудка, а также железы его слизистой оболочки интенсивно развиваются. Это связано прежде всего с переходом от молочного вскармливания к питанию смешанной пищей. Форма желудка к 1 году из округлой становится продолговатой, а затем, к 7—11 годам,

принимает форму, характерную для взрослых. У новорожденных слизистая оболочка менее складчатая, чем у взрослых, железы развиты слабо, имеют широкий просвет и небольшое количество секреторных клеток.

Часть кишечной трубки плода между желудком и анальным отверстием превращается в *кишечник*. Граница тонкой и толстой кишки проходит примерно возле места отхождения желточного стебелька (рис. 4.26). Быстро удлиняясь, кишечник изгибается, теряет свое срединное положение и образует петли. Тонкий кишечник спирально свертывается и оттесняет ободочную кишку к стенке брюшной полости. На границе между тонкой и толстой кишкой намечается зачаток слепой кишки.

Вентральная брыжейка сохраняется только на желудке и двенадцатиперстной кишке.

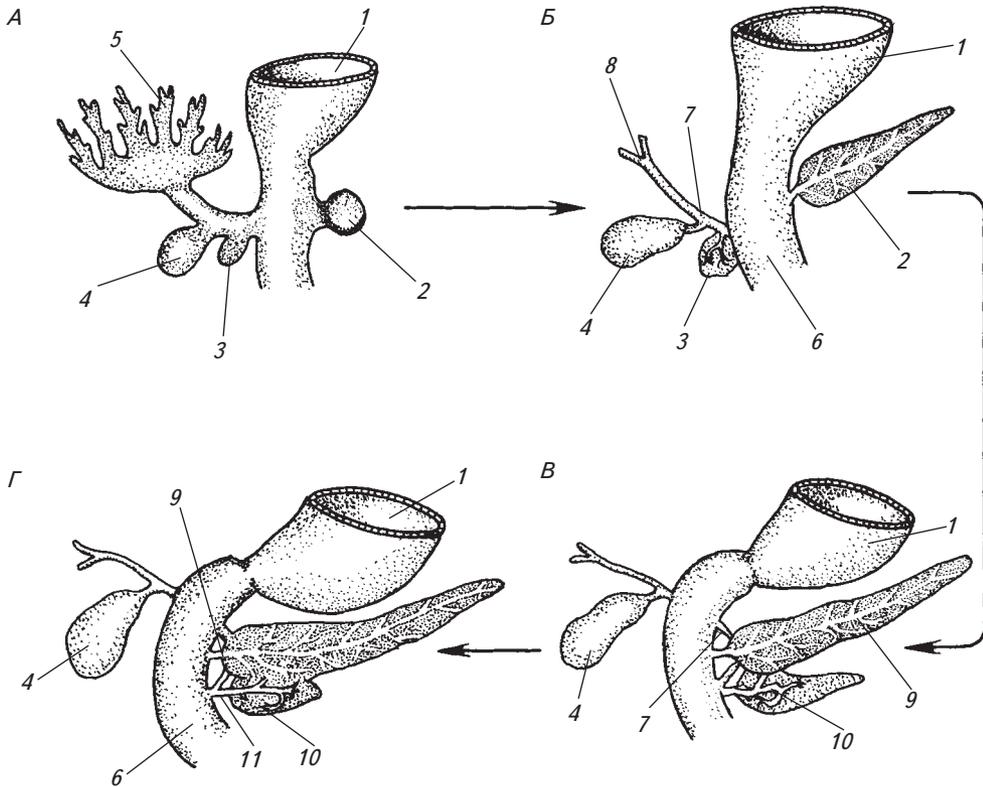


Рис. 4.27. Развитие поджелудочной железы (по Langman, 1969):

А — зародыш 4 недели; Б — 5 недель; В — 6 недель; Г — новорожденный; 1 — желудок; 2 — дорсальная и 3 — вентральная закладки поджелудочной железы; 4 — желчный пузырь; 5 — зачаток печени; 6 — двенадцатиперстная кишка; 7 — желчный и 8 — печеночный протоки; 9 — дополнительный проток, 10 — вентральный проток и 11 — главный проток поджелудочной железы

Из выроста кишки, проникающего между листками ее брыжейки, развивается печень. Такой же вырост в дорсальном направлении дает начало поджелудочной железе.

Печень закладывается уже в конце 1 месяца эмбриогенеза. Она представляет собой энтодермальное выпячивание стенки кишки, которое врастает в брыжейку (рис. 4.1, 4.26). Из каудального отдела печеночного выроста образуется желчный пузырь. Краниальная его часть образует многочисленные разветвленные эпителиальные тяжи, из которых формируются печеночные протоки. В энтодермальную закладку печени из окружающей мезодермы врастают кровеносные сосуды из желточной вены. Она впоследствии превращается в воротную вену.

Печень у плода растет быстрее прочих органов брюшной полости. Начиная со второго месяца, она становится органом кроветворения, в котором развиваются эритроциты, гранулоциты и тромбоциты. У шестимесячного плода начинается желчеотделение. У новорожденного ребенка печень занимает половину брюшной полости, а ее относительный вес в два раза больше, чем у взрослого человека. Желчный пузырь у детей грудного возраста, наоборот, относительно невелик. После рождения печень прекращает кроветворную деятельность.

Поджелудочная железа развивается в виде парной закладки в конце 1 месяца внутриутробного развития (рис. 4.27). Вентральная закладка возникает из печеночного выроста, а дорсальная — из стенки двенадцатиперстной кишки

Эти складки расправляются при растяжении пузыря. Эпителий слизистой оболочки образован цилиндрическими всасывающими клетками. Их поверхность покрыта микроворсинками. Эпителий лежит на тонкой пластинке соединительной ткани, под которой расположена слабо развитая мышечная оболочка. Последняя образована продольными и циркулярными

гладкомышечными клетками с многочисленными эластическими волокнами. Снаружи желчный пузырь покрыт соединительной тканью, которая переходит на печень.

Желчь, вырабатываемая печенью, эмульгирует жиры пищи, активизирует жирорасщепляющий фермент поджелудочной железы, но сама ферментов не содержит.

### Контрольные вопросы

1. Назовите отделы пищеварительного тракта и их функции.
2. Ротовая полость, ее строение. Стенки ротовой полости. Строение и функции языка.
3. Слюнные железы, строение, функции и развитие.
4. Зубы. Строение молочных и постоянных зубов. Смена зубов. Развитие зубов в пренатальный период.
5. Глотка. Носоглотка и ротоглотка. Строение стенки глотки.
6. Расскажите об участии структур ротовой полости и глотки в механической обработке пищи. Глотание и сосание.
7. Общие закономерности строения стенки полых органов пищеварительного тракта.
8. Пищевод, топография, отделы, особенности строения.
9. Желудок, топография, отделы, особенности строения.
10. Тонкий кишечник, топография, отделы.
11. Толстый кишечник, топография, отделы, особенности строения.
12. Поджелудочная железа, ее топография, особенности строения.
13. Печень, ее топография, доли, функции, особенности строения и кровоснабжения. Строение классической печеночной доли, портальной доли и ацинуса.
14. Желчевыводящая система печени. Строение желчного пузыря.
15. Развитие отделов пищеварительной системы в пренатальный период. Изменение отделов пищеварительного тракта с возрастом.

непосредственно за желудком. По мере роста закладок и образования изгибов кишки оба возраста сближаются, а позднее сливаются. Во взрослом состоянии у большинства людей дорсальная закладка железы утрачивает свой проток, и только у 10% этот проток сохраняется.

В начале 2 месяца внутриутробного развития начинается формирование слизистой оболочки тонкого кишечника. За счет образования складок эпителия образуются кишечные ворсинки. В плодный период в клетках слизистой оболочки синтезируются пищеварительные ферменты. Они в небольшом количестве выделяются в просвет.

У новорожденных и детей 1 года жизни относительная длина тонкого кишечника больше, чем у взрослых, слизистая и мышечная оболочки более тонкие, количество складок, величина

и число ворсинок меньше. Формирование элементов вегетативной нервной системы продолжается до 3—5 лет. Кишечник интенсивно растет в период от 1 до 3 лет в связи с переходом от молочной к смешанной пище.

Во внутриутробном периоде развития (у 4-х месячного плода) просвет толстой кишки значительно меньше, чем тонкой, внутренняя поверхность покрыта складками и ворсинками. По мере развития кишечник растет, складки и ворсинки постепенно сглаживаются и у новорожденного уже отсутствуют. До 40 лет масса кишечника постепенно нарастает, а затем начинает уменьшаться в основном за счет истончения мышечной оболочки. У пожилых людей просвет червеобразного отростка может полностью зарастать.

### 4.3. СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Основной функцией системы органов дыхания является обеспечение газообмена: доставка из окружающей среды кислорода и удаление углекислого газа, образующегося в процессе окисления. У человека органами, в которых совершается газообмен, служат легкие, их ткань состоит из мельчайших тонкостенных альвеол, густо оплетенных капиллярами. Сосуды малого круга кровообращения приносят в легкие кровь, содержащую повышенное количество углекислого газа. Последний выделяется в альвеолы, а из них в кровь поступает кислород. Обогащенная кислородом кровь по венам малого круга кровообращения поступает в сердце, а затем разносится по всему телу. Воздухоносные пути связывают легкие с внешней средой. К ним относятся носовая полость, гортань, трахея, бронхи и бронхиолы (Атл. рис. 193).

Дыхательная система принимает также непосредственное участие в образовании звуков речи. Основным органом голосообразования является гортань. Наряду с этим в носовой полости располагаются обонятельные рецепторы.

#### 4.3.1. Носовая полость

Носовая полость является начальной частью дыхательной системы. Кроме того, в ней располагаются рецепторы обоняния. Полость носа разделяется перегородкой на две почти симметричные части и сообщается с наружной средой отверстиями — ноздрями. Их латеральные стенки называются крыльями носа и образованы небольшими хрящами. Сверху ноздри ограничены парой больших хрящей крыльев носа. Основу наруж-

ного носа, его спинку, образуют в области корня носа носовые кости и парные боковые хрящи (рис. 4.28). Последние упираются спереди в хрящевую носовую перегородку (продолжение костной, образованной

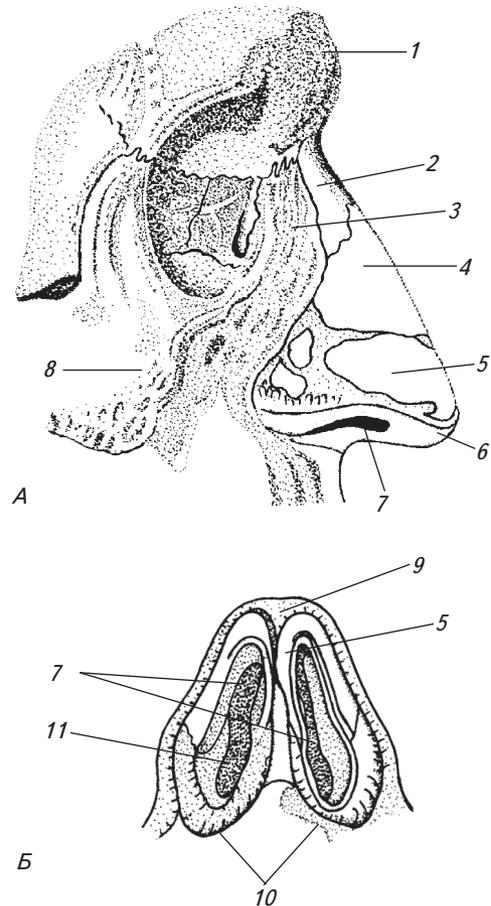


Рис. 4.28. Хрящи носа:

А — сбоку; Б — снизу; 1 — лобная и 2 — носовая кости; 3 — лобный отросток верхней челюстной кости; 4 — боковые хрящи; 5 — большие хрящи крыльев носа; 6 — малые хрящевые; 7 — ноздря; 8 — скуловая кость; 9 — верхушка носа; 10 — верхнечелюстная кость; 11 — хрящ перегородки носа

перпендикулярной пластинкой, решетчатой кости и сошником), а сзади — в носовые кости и края грушевидного отверстия, образованного верхнечелюстными костями. Хрящевой скелет носа держит постоянно раскрытыми ноздри, через которые верхние дыхательные пути сообщаются с внешней средой. Выступающий на лице нос с ноздрями, обращенными вниз, — специфическая особенность человеческого лица.

Носовая полость делится продольной перегородкой на правую и левую части. Они сообщаются с носоглоткой через хоаны (Атл. рис. 169). Каждая половина в свою очередь делится верхней, средней и нижней носовыми раковинами на ходы, в которые открываются воздухоносные пазухи черепа. В нижний носовой ход открывается носослезный канал, в средний — верхнечелюстная (гайморова) и лобная пазухи и передние ячейки решетчатой кости, а в верхний — ее задние ячейки и клиновидные пазухи (Атл. рис. 18, 20).

Слизистая оболочка носовой полости прочно сращена с костной основой и через соответствующие отверстия проникает в пазухи костей черепа. В задних отделах через хоаны она постепенно переходит в слизистую носоглотки и мягкого нёба. В слизистой оболочке выделяют дыхательную и обонятельную области. В последней располагаются чувствительные окончания обонятельных нейронов. Обонятельная область занимает верхнюю носовую раковину и прилегающие к ней части средней раковины и перегородки носа. Эта часть полости филогенетически древнее дыхательной части, так как имеется уже у позвоночных с жаберным дыханием, у которых нет носовой полости.

Остальная слизистая оболочка полости носа относится к дыхательной части. Она обильно снабжена крове-

носными сосудами, на большей своей части покрыта многорядным мерцательным эпителием. В эпителиальном покрове много бокаловидных клеток, выделяющих слизь, которая вместе с осевшими на оболочку пылевыми частицами удаляется мерцательными движениями ресничек. Стекающий в носовую полость по слезно-носовому протоку секрет слезных желез увеличивает увлажнение ее слизистой оболочки.

Собственная пластинка слизистой оболочки содержит многочисленные слизистые и серозные железы. Здесь присутствуют также лимфатические сосуды и фолликулы, наиболее многочисленные у входа в носоглотку. В средней и нижней раковине в собственной пластинке расположено большое количество тонкостенных венозных сосудов, которые в нормальных условиях находятся в спавшемся состоянии. Однако, они способны растягиваться и переполняться кровью. В этом случае возникает ощущение «заложенности» носа.

В носовой полости вдыхаемый воздух нагревается (или, наоборот, охлаждается, если он сильно нагрет), частично очищается от механических примесей (пыль, дым) и увлажняется. Поэтому очень важно, чтобы дыхание происходило через нос, а не через рот, как это бывает при патологических разрастаниях слизистой оболочки носовой полости (например, при полипах), когда затруднено носовое дыхание.

#### 4.3.2. Гортань

*Гортань (larynx)* — не только отдел воздухоносных путей, связывающий глотку с трахеей. Это, кроме того, орган голосообразования, участвующий в процессе членораздельной речи. Многообразию функций

гортани соответствует и сложность ее строения.

Гортань расположена на уровне IV—VI шейных позвонков, от которых отделена нижней частью глотки (Атл. рис. 169). Верхняя часть гортани подвешена к подъязычной кости с помощью щитоподъязычной перепонки, а нижняя соединена с трахеей (Атл. рис. 194).

Гортань занимает на шее поверхностное положение: спереди и с боков ее прикрывает поверхностная группа собственных мышц шеи, а выступающий по срединной линии гребень (кадык) лежит прямо под кожей. Спереди и с боков к гортани прилегает щитовидная железа, а сзади — гортанная часть глотки. У мужчин гортань больше, чем у женщин. Это различие начинает проявляться в период полового созревания.

Основу гортани составляют гиалиновые хрящи — щитовидный, перстневидный и черпаловидные. Они под-

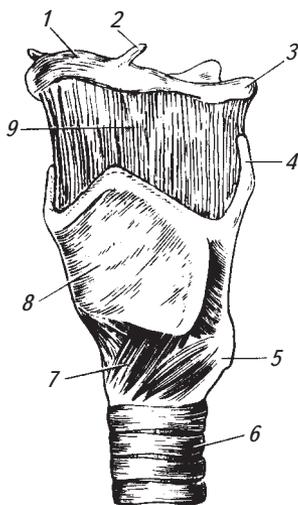


Рис. 4.29. Гортань (вид слева сбоку):

1 — тело; 2 — малый и 3 — большой рога подъязычной кости; 4 — верхний и 5 — нижний рожки щитовидного хряща; 6 — полукольца трахеи; 7 — перстне-щитовидная мышца; 8 — левая пластинка щитовидного хряща; 9 — щитоподъязычная перепонка

вижно соединены суставами, связками и мышцами (рис. 4.29; Атл. рис. 194).

*Щитовидный хрящ* самый крупный, непарный. Он состоит из правой и левой пластинок, сходящихся спереди. У мужчин в месте их соединения образуется кадык. Задние углы каждой пластинки вытянуты в *верхний* и *нижний рога*. Последние сочленяются с перстневидным хрящом.

Верхний край хряща имеет над кадыком вырезку и связан с подъязычной костью *щито-подъязычной перепонкой*. В области вырезки она усилена средней подъязычно-щитовидной связкой. Верхние рожки хряща соединены с большими рожками подъязычной кости *боковыми подъязычно-щитовидными связками*. Нижний край щитовидного хряща связан с перстневидным хрящом *перстне-щитовидной связкой*.

После 35 лет в щитовидном хряще возникают центры окостенения.

*Перстневидный хрящ* с обращенной вперед узкой дугой и расширяющейся сзади угловатой пластинкой подобен кольцу. Эта пластинка вверху сочленяется с парой небольших черпаловидных хрящей, а по бокам и снизу, у места перехода в дугу, — с нижними рогами щитовидного хряща, образуя здесь сустав с горизонтальной осью. Нижний край перстневидного хряща соединен с трахеей *перстне-трахейной связкой*.

*Черпаловидные хрящи* парные, напоминают трехгранные пирамидки, каждая из которых своим основанием сочленяется с пластинкой перстневидного хряща, образуя сустав с вертикальной осью. От основания черпаловидного хряща вперед, в полость гортани, выдается *голосовой отросток*, а назад и наружу — *мышечный отросток* (Атл. рис. 195). Между слизистой оболочкой гортани и хрящами залегает слой эластической ткани; часть ее между внутренним углом щитовид-

ного хряща и черпаловидными хрящами образует *эластический конус*, причем те его пучки, которые идут к голосовым отросткам, образуют пару *голосовых связок*. Так как у мужчин угол щитовидного хряща резче выступает вперед, то и голосовые связки у них длиннее (22–24 мм), чем у женщин (15–18 мм). Этим обусловлен низкий голос мужчин (чем длиннее струна, тем ниже издаваемый ею звук). Пространство между голосовыми связками образует *голосовую щель*.

*Надгортанник* — листовидная изогнутая пластинка эластического хряща, более широкое основание которой обращено кверху, передняя поверхность — к корню языка, а верхушка опущена книзу. Одной связкой надгортанник прикреплен к середине внутренней поверхности щитовидного хряща, а другой — к подъязычной кости. Надгортанник не имеет опорной функции и выполняет роль клапана, закрывающего вход в гортань при глотании. Основу надгортанника образует пластинка эластического хряща.

Гортань подвешена к подъязычной кости связками и фиксируется щитоподъязычной и грудино-щитовидной мышцами. Собственные мышцы гортани (тоже поперечно-полосатые) невелики, но многочисленны и, за исключением одной, парны; их сокращения обеспечивают тонкие и дифференцированные движения отдельных хрящей гортани, необходимые для выполнения функции речевого аппарата. К этим мышцам относятся: перстне-щитовидная, задняя и боковая перстне-черпаловидные, голосовая, поперечная (непарная) и косые (непостоянные) черпаловидные, черпало-надгортанная и щито-надгортанная (рис. 4.29, Атл. рис. 194).

*Перстне-щитовидные мышцы* — самые сильные среди остальных и единственные на наружнобоковой поверхности гортани (остальные мышцы

внутренние). Сокращаясь, перстнещитовидные мышцы смещают кпереди щитовидный хрящ в щито-перстневидном суставе, т. е. удаляют его от черпаловидных хрящей и этим натягивают и напрягают голосовые связки.

*Голосовые мышцы* прикрепляются к внутренней поверхности угла щитовидного хряща и к черпаловидным хрящам между их голосовым и мышечным отростками. Эти мышцы отсутствуют у обезьян и других животных. Голосовые мышцы — антагонисты перстне-щитовидных, так как своими сокращениями расслабляют голосовые связки.

*Задние перстне-черпаловидные мышцы* начинаются на задней поверхности пластинки перстневидного хряща и, суживаясь, прикрепляются к мышечному отростку черпаловидных хрящей. Оттягивая последние при своем сокращении назад и медиально, мышцы поворачивают их по вертикальной оси перстне-черпаловидных суставов так, что голосовые отростки расходятся в стороны, голосовая щель расширяется, а голосовые связки натягиваются.

*Боковые перстне-черпаловидные мышцы* идут от дуги перстневидного хряща к переднебоковой поверхности черпаловидных хрящей. Вращая их внутрь, мышцы суживают голосовую щель и расслабляют голосовые связки.

*Поперечная и косые черпаловидные мышцы* прикрепляются на задней поверхности черпаловидных хрящей. Сближая при своем сокращении эти хрящи, мышцы суживают заднюю часть голосовой щели.

*Черпало-надгортаннные и щито-надгортаннные мышцы* идут от латерального края надгортанника к черпаловидному или щитовидному хрящу. Мышцы своим сокращением изменяют положение надгортанника: первые из них наклоняют его, закрывая вход

в гортань, вторые, наоборот, поднимают надгортанник и открывают этот вход.

Надгортанник покрыт многослойным плоским эпителием, в котором иногда встречаются вкусовые почки. Эпителиальный слой верхней части контактирует с пищевым комком и поэтому подвергается значительному износу. В нижней части надгортанника эпителий многорядный, цилиндрический, мерцательный. Он переходит в выстилку дыхательных путей. Биение ресничек эпителиальных клеток создает ток жидкости, направленный во внешнюю среду. Жидкость и слизь на поверхность эпителия выделяется слизистыми и серозными железами, лежащими в собственной пластинке слизистой оболочки. Волокна соединительной ткани собственной пластинки слизистой оболочки переходят в надхрящницу надгортанника, прочно связывая эти ткани между собой.

Гортань (кроме голосовых складок) изнутри выстлана многорядным мерцательным эпителием, содержащим большое количество бокаловидных клеток. На его поверхность открываются протоки слизистых желез. Слизистая оболочка гортани образует две пары складок, расположенных в передне-заднем направлении (Атл. рис. 196). Одна из них — *голосовые складки* — покрывает голосовые связки и прилегающие к ним латерально голосовые мышцы. Между ними заключена голосовая щель. Эпителий, покрывающий голосовые складки, подвержен значительному изнашиванию и является многослойным плоским неороговевающим. Другая пара — *желудочковые складки* — образована желудочковыми мышцами и слизистой оболочкой, расположена выше и параллельно первой паре. Между голосовой и желудочковой складками на каждой боковой стенке

гортани имеется углубление — *желудочек гортани*. Это рудимент голосовых мешков, служивших резонаторами и особенно развитых у человекообразных обезьян.

Голос возникает от колебания голосовых связок воздухом, когда он с силой выдыхается из легких. Произношение звуков речи сопряжено с быстрой сменой формы и размеров голосовой щели и натяжением голосовых связок. Оттенки (тембр) голоса зависят от резонанса в полости гортани, а также глотки, в ротовой полости, в полости носа и его придаточных пазухах внутри воздухоносных костей черепа. В произнесении звуков участвуют также язык, зубы, губы, мягкое нёбо.

При проникновении в гортань посторонних предметов или воды ее просвет рефлекторно сужается.

#### 4.3.3. Трахея и бронхи

*Трахея (trachea)* подобна полому, слегка уплощенному спереди назад цилиндру длиной 9—12 см. Она начинается от гортани на уровне между VI и VII шейными позвонками и спускается в грудную полость, где она располагается впереди пищевода и позади крупных сосудов. Спереди к ней прилежит перешеек щитовидной железы и вилочковая железа. На высоте IV — V грудных позвонков происходит разделение — *бифуркация трахеи* на правый и левый *главные бронхи (bronchus)* (рис. 4.30), которые направляются соответственно к правому и левому легким.

Основа трахеи состоит из 16—20 хрящевых полуколец. Благодаря им просвет трахеи не спадается при вдохе и выдохе. Хрящи почти целиком охватывают трахею, но их концы на стороне, обращенной к пищеводу, не сходятся примерно на 1/4 окружности

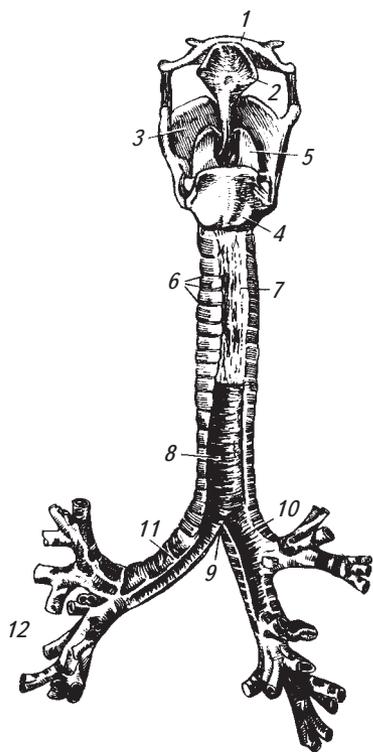


Рис. 4.30. Гортань, трахея и крупные бронхи (сзади):

1 — подъязычная кость; 2 — надгортанник; 3 — щитовидный, 4 — перстневидный и 5 — черпаловидный хрящи гортани; 6 — полукольца трахеи, соединенные кольцевыми связками; 7 — слизистая оболочка трахеи; 8 — мышечный слой трахеи; 9 — бифуркация трахеи; 10 — правый и 11 — левый первичные бронхи; 12 — разветвления первичного бронха

и связаны плотной соединительной тканью, образующей *кольцевые связки*. Коллагеновые волокна соединительной ткани вплетаются в надхрящницу, покрывающую хрящ. Такое строение сообщает трахее подвижность и эластичность. После 40 лет кольца начинают слабо обызвествляться.

Трахея выстлана слизистой оболочкой, которая покрыта многояд-

ным мерцательным эпителием с большим количеством бокаловидных клеток (Атл. рис. 197). На поверхности эпителия открываются протоки желез, выделяющих слизистый секрет. Секреторные отделы этих, а также немногочисленных серозных желез лежат в подслизистой основе. В основном секреторные отделы расположены в соединительной ткани между хрящевыми полукольцами. Задняя стенка тра-

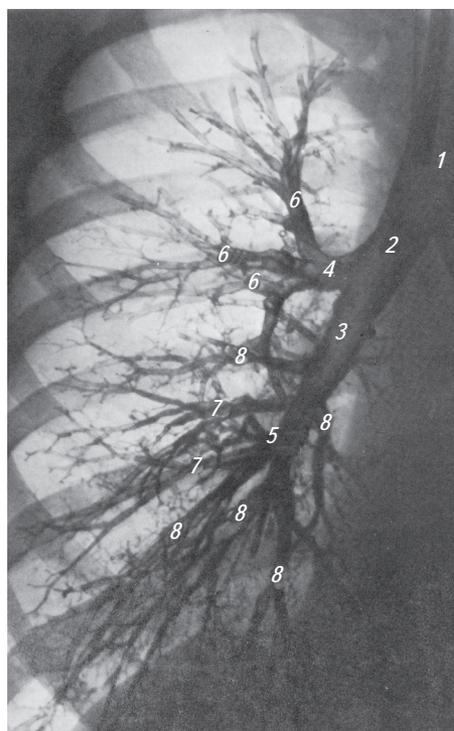


Рис. 4.31. Бронхиальное дерево правого легкого (рентгенограмма) (по Краеву, 1978):

1 — трахея; 2 — главный бронх; 3 — промежуточный бронх; 4 — верхнедолевой бронх; 5 — нижнедолевой бронх; 6 — сегментарные бронхи верхней доли; 7 — сегментарные бронхи средней доли; 8 — сегментарные бронхи нижней доли

хеи образована преимущественно переплетающимися гладкомышечными клетками, связанными с плотной соединительной тканью.

В области бифуркации в просвет трахеи снизу вверх вдается выступ стенки — *шпора (киль)*, направленная несколько влево. Левый бронх отходит от точки бифуркации почти под прямым углом, а правый более скошен книзу. Случайно попадающие в трахею инородные тела вследствие этого обычно оказываются в правом бронхе, где и обнаруживаются при рентгеноскопическом исследовании.

Главный бронх (первого порядка), вступив в ворота легких, делится на бронхи второго, третьего и других порядков, которые, все уменьшаясь в калибре, образуют бронхиальное дерево (рис. 4.30, 4.31). Правый бронх образует три ветви, а левый — две. Каждая из ветвей направляется в долю легкого. В воротах легких главный бронх и его ветви тесно соприкасаются с артериями, входящими в легкие, и с венами, выходящими из них. Все перечисленные трубчатые образования окружены плотной соединительной тканью и образуют *корень легкого*.

#### 4.3.5. Развитие органов дыхания

Считается, что легкие наземных позвоночных произошли в процессе эволюции независимо от плавательного пузыря или более или менее самостоятельно. Но, как и жабры, легкие являются производным начального отдела пищеварительного тракта. Развитие верхней части дыхательных путей начинается с того, что носовые ямки, которые возникают на переднем конце тела зародыша, прорываются в первичную ротовую полость. Носовая полость развивается из верхней части последней, отграничиваясь от нее твердым и мягким небом. Остальные органы дыхания образуются из выпячивания в виде борозды на вентральной стенке глотки позади жаберных дуг. Эта борозда является зачатком трахеи.

#### 4.3.4. Легкие

*Легкие (pulmones)* — правое и левое — занимают 4/5 грудной клетки, располагаясь каждое в самостоятельной серозной плевральной полости (Атл. рис. 51, 198). Внутри этих полостей легкие фиксируются бронхами и кровеносными сосудами, которые связаны соединительной тканью в корень легкого.

На каждом легком различают три поверхности: нижнюю — вогнутую, *диафрагмальную*; обширную и выпуклую наружную — *реберную* и обращенную к срединной плоскости — *средостенную* (Атл. рис. 199). Места перелома поверхностей одна в другую обозначаются как края легких: нижний и передний. Суженный и закругленный конец легкого, несколько выступающий из грудной клетки в область шеи, где он защищен лестничными мышцами, называется *верхушкой*.

Глубокие борозды делят легкие на доли: правое — на верхнюю, среднюю и нижнюю, а левое — только на верхнюю и нижнюю. Правое легкое немного больше левого. В нижнем отделе переднего края левого легкого имеется сердечная вырезка — место прилегания сердца. На вогнутой средостенной поверхности выделяются

Она постепенно углубляется и, наконец, отделяется от глотки на всем протяжении, кроме проксимальной части. Образовавшийся вырост растет каудально. В месте соединения с глоткой образуется голосовая щель, а сразу за ней — гортань. Из энтодермы образуется только эпителиальная выстилка, остальные ткани — хрящи, соединительная и мышечная ткани, формируются из окружающей закладку мезодермы.

Дистальный конец трахеи раздваивается, образуя две легочные почки, которые растут, ветвятся и дают начало бронхиальному дереву (рис. 4.35). Ветвление энтодермальной закладки происходит благодаря индуцирующему действию мезодермы: если ее удалить, ветвление бронхов прекращается. К концу 4 месяца внутриутробного развития бронхиальное дерево оказывается

ворота легких, через которые проходят трубчатые структуры, объединенные в корень легкого.

Участок легких, вентилируемый одним бронхом третьего порядка и кровоснабжаемый одной артерией, носит название *бронхо-легочного сегмента*. Вены проходят обычно в межсегментных перегородках и являются общими для соседних сегментов. Сегменты по форме напоминают конусы и пирамиды, их вершины направлены к воротам легких, а основание — к их поверхности. Всего выделяют в правом легком 11, а в левом — 10 сегментов.

Цвет легких у взрослого аспидно серый, на поверхности заметен рисунок из маленьких многоугольников (5–12 мм в поперечнике), образованных легочными дольками.

Вес каждого легкого, несмотря на значительный объем, колеблется в пределах 0,5–0,6 кг (отсюда и название органа). Они вмещают у мужчин до 6,3 л воздуха. В спокойном состоянии человек сменяет из них около 0,5 л воздуха при каждом дыхательном движении. При большом напряжении это количество вырастает до 3,5 л. Даже спавшиеся легкие содержат воздух и поэтому не тонут в воде.

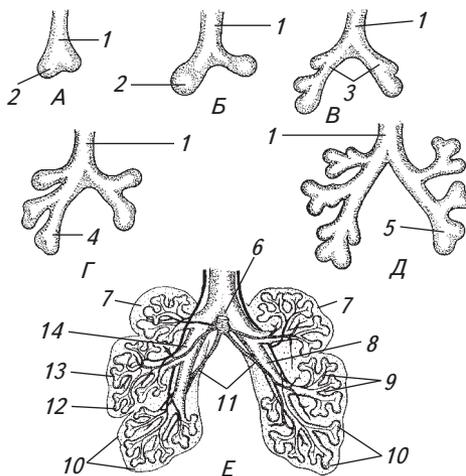
Легкие мертворожденных детей воздуха не содержат и поэтому тонут в воде. Это обстоятельство учитывается при судебно-медицинских вскрытиях. Легкие новорожденного (дышавшего) розового цвета. Последующее изменение их цвета зависит от постепенного пропитывания ткани пылевидными примесями из вдыхаемого воздуха, которые не полностью удаляются через дыхательные пути.

Легкие ребенка особенно интенсивно растут в течение первого года (вырастают в 4 раза), но затем рост замедляется и к 20 годам прекращается.

Легкие покрыты серозной оболочкой — *висцеральным листком плевры*, с которым плотно сращены (Атл. рис. 198). Висцеральная плевра заходит в борозды между долями легкого. По корню легкого она переходит в *париетальный листок*, в котором, соответственно положению, различают *средостенную, реберную* и *диафрагмальную плевру*. Между обоими листками остается щелевидное пространство — *плевральная полость* с небольшим количеством серозной жидкости (около 20 мл), которая облегчает скольжение листков плевры при дыхательных движениях. В углах плевральной полости, в частности между диафрагмальной и реберной

Рис. 4.35. Развитие легких человека в эмбриогенезе:

А — зародыш длиной 4 мм; Б — зародыш длиной 5 мм; В — зародыш длиной 7 мм; Г — зародыш длиной 8,5 мм; Д — зародыш длиной 10 мм; Е — зародыш длиной 20 мм; 1 — трахея; 2 — почка бронха; 3 — бронхи первого порядка; 4 — правый и 5 — левый бронхиальные стволы; 6 — бифуркация трахеи; 7 — верхняя доля легкого; 8 — левый бронх; 9 — мезенхимная закладка стромы легкого; 10 — нижняя доля легкого; 11 — легочная вена; 12 — закладка висцеральной плевры; 13 — средняя доля легкого; 14 — правый бронх



плеврой, остаются небольшие щели, куда легкое почти не заходит. Эти пространства называются *плевральными пазухами* или *синусами*. В области верхушки легкого образуется купол плевры, который прилегает сзади к головке I ребра и к лестничным мышцам спереди и с боков.

Заполненное органами пространство между правой и левой плевральными полостями называется *средостением*. Оно ограничено по бокам средостенной плеврой, спереди — грудиной, сзади — грудными позвонками, а снизу — диафрагмой. Условная фронтальная плоскость, проходящая через трахею и корни легких, делит средостение на переднее и заднее. В переднем средостении помещаются: вилочковая железа (у детей), сердце с околосердечной сумкой и отходящими от него крупными сосудами. В заднем — трахея, пищевод, аорта, непарная и полунепарная вены, блуждающие и симпатические нервы, грудной лимфатический проток и лимфатические узлы (см. Атл.). Все органы средостения окружены рыхлой жировой клетчаткой.

**Строение воздухоносных путей в легких.** Строение стенки крупных бронхов такое же, как и трахеи. По мере ветвления бронхов хрящевые дуги

в их стенках заменяются пластинками неправильной формы, а затем вовсе утрачиваются (Атл. рис. 200). В промежутках между хрящами стенка бронхов состоит из плотной соединительной ткани, коллагеновые волокна которой вплетаются в надхрящницу. Кроме того, во внутрилегочных бронхах гладкомышечные клетки охватывают весь их просвет и по спирали спускаются по бронхиальному дереву. Они лежат между слизистой оболочкой и хрящами. В собственной пластинке слизистой оболочки по длине бронхов идут параллельные друг другу полоски из эластических волокон. Они ветвятся по мере ветвления бронхов. Слизистая оболочка бронхов выстлана многоядным мерцательным эпителием. На ее поверхности открываются потоки желез, и выделяется секрет бокаловидных клеток. В наружном соединительнотканном слое встречаются лимфатические узлы и отдельные фолликулы.

Бронхи ветвятся дихотомически, причем площадь сечения каждой пары ветвей в сумме больше, чем исходного бронха. По этой причине скорость движения воздуха в ветвях бронхиального дерева постепенно снижается. По мере ветвления мелкие веточки бронхов теряют хрящи, так что основу

сформированным. Терминальные части бронхол расширяются, их эпителий истончается, и они превращаются в альвеолы. Эпителий бронхов и альвеол, а также железы развиваются из энтодермы, а кровеносные сосуды и соединительная ткань — из мезодермы. Мезодерма спланхнотомов смещается растущей закладкой легких и окружает ее, образуя плевру.

На ранней стадии развития легкие занимают положение дорсальнее сердца. Затем они разрастаются каудально. После разделения целома и образования полостей тела они занимают окончательное положение в грудной полости.

Легкие плода заполнены жидкостью, выделяемой их эпителием, а также амниотической жидкостью. К концу беременности в этой

жидкости повышается содержание липидов, уменьшающих поверхностное натяжение жидкости (сурфактанта), покрывающей альвеолы изнутри. Созревание пневмоцитов II типа, выделяющих сурфактант, ускоряется стероидами (кортизолом) и гормонами гипофиза, щитовидной железы и надпочечников. Благодаря этому после рождения альвеолы не спадаются. Из-за недостаточного количества сурфактанта легкие недоношенных детей не способны полностью расправляться, из-за чего возникают затруднения дыхания. Во время родов небольшая часть жидкости выталкивается через верхние дыхательные пути. При первом вдохе сразу после рождения оставшая жидкость, находящаяся в легких, поглощается лимфатическими и кровеносными

стенок малых бронхов составляют преимущественно эластические волокна и гладкомышечные клетки.

Легочная ткань образует *дольки*, которые разделены тонкими прослойками рыхлой соединительной ткани, выполняющей опорную функцию (Атл. рис. 201). По форме дольки напоминают пирамидки — у них имеется основание диаметром 1–2 см и верхушка. Размеры и очертания долек зависят от их местоположения: у одних долек основания направлены к периферии легочной доли, а у других — к ее центру. Основания периферических долек видны под плеврой.

Разветвления бронхов, имеющие диаметр менее 1 мм, называются *бронхиолами* (Атл. рис. 200). Их просвет выстлан цилиндрическим мерцательным эпителием (рис. 4.32), а в стенках отсутствуют хрящи и железы, но имеются эластические волокна и гладкомышечные клетки. Каждая бронхиола входит в легочную дольку через верхушку и ветвится в ней, образуя *конечные бронхиолы*. Они расходятся ко всем частям дольки и распадаются на *респираторные бронхиолы*. Свободные концы респираторных бронхиол расширяются и открываются в *альвеолярные ходы*. Последние сообщаются

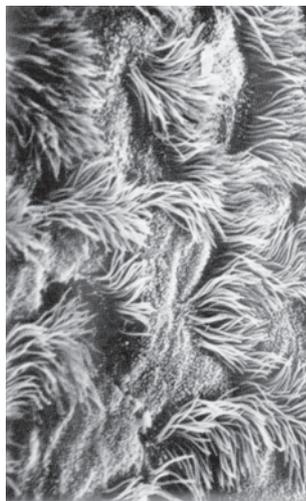


Рис. 4.32. Эпителиальная выстилка бронхов (сканирующая электронная микроскопия)

с пространствами — *альвеолярными мешочками*, стенка которых образует многочисленные выпячивания — *альвеолы* (см. Атл.). Количество альвеол исчисляется сотнями миллионов, поэтому общая поверхность их у человека колеблется в пределах 60–120 м<sup>2</sup>. Структура дольки, к которой подходит конечная бронхиола, носит название *ацинус* (гроздь) (Атл. рис. 201). Это структурная единица легкого. В среднем 15 ацинусов, прилегающих

сосудами. Как было установлено, плод способен совершать дыхательные движения, которые, вероятно, способствуют развитию капиллярных сетей легких.

С первым вдохом в легкие засасывается не только воздух, их сосуды заполняются кровью. Начинается газообмен между воздухом и кровью через стенки альвеол. К моменту рождения весь эпителий альвеол становится плоским (рис. 4.36).

Носовые ходы у детей щелевидные, нижний носовой ход до 3, а верхний — до 2 месяцев после рождения закрыты. Дыхание осуществляется только через средний носовой ход. Хоаны у детей относительно уже, а глоточная миндалина развита значительно сильнее, чем у взрослых. Все это затрудняет носовое дыхание. К 7 годам

носовая полость увеличивается в 2 раза, а окончательно формируется только к 14–15 годам.

У новорожденных гортань относительно длиннее и расположена выше, чем у взрослых. К 7 годам она становится у мальчиков длиннее, чем у девочек. В период полового созревания (иногда в течение одного года) размеры гортани у мальчиков значительно и резко увеличиваются, а голосовые связки удлинняются («ломается голос»). В этот период не следует злоупотреблять громким пением и криком, что впоследствии может отрицательно сказаться на силе и тембре голоса. Уже после 20 лет в хрящах гортани возникают обызвестленные участки, а затем наступает окостенение (у мужчин — раньше, чем у женщин), захватывающее

друг к другу, составляют легочную дольку.

В межальвеолярных стенках находятся густые сети кровеносных капилляров и *поры* — мелкие округлые или овальные отверстия, через которые может проходить воздух из одной альвеолы в другую. Это может оказаться необходимым при нарушении проникновения воздуха в отдельные альвеолы. Основную опорную функцию в межальвеолярных стенках выполняют эластические волокна. С одной стороны они позволяют альвеолам растягиваться и наполняться воздухом, а с другой препятствуют перерастяжению альвеол. Однако эти волокна расположены довольно рыхло, чтобы служить опорой для кровеносных капилляров. Эластин, из которого построены эти волокна, вырабатывают фибробласты и гладкомышечные клетки.

Эпителий, выстилающий альвеолы легких, получил название *респираторного эпителия* (от лат. *respiratio* — дыхание). Он образован клетками — *пневмоцитами* — двух типов (рис. 4.33). Пневмоциты I типа — сильно уплощенные клетки, до 0,2 мкм толщиной, образующие стенку альвеол. Через их цитоплазму происходит диф-

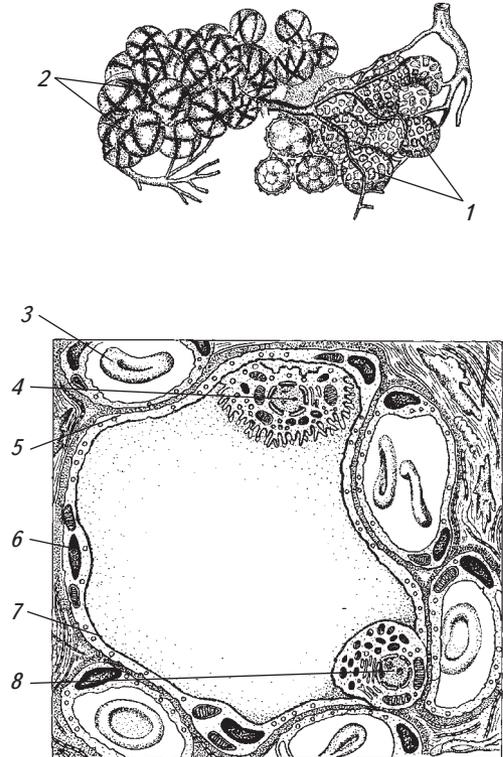
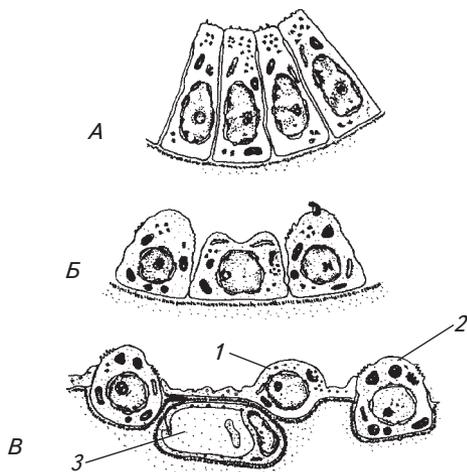


Рис. 4.33. Строение стенки альвеолы: 1 — кровеносные капилляры; 2 — пучки эластических волокон; 3 — эритроцит в просвете капилляра; 4 — альвеолярный макрофаг; 5 — границы между пневмоцитами; 6 — пневмоцит I типа; 7 — пленка сурфактанта; 8 — пневмоцит II типа



к старости все хрящи, за исключением надгортанника.

Филогенетически наиболее древние — черпаловидные и перстневидный хрящи. Щитовидный хрящ и надгортанник — более молодые части гортани, так как развиваются только

Рис. 4.36. Развитие эпителия легочных альвеол: А (железистая стадия; эпителий не дифференцирован) — 1—4 мес.; Б (канальцевая стадия; бронхи и бронхиолы образуют канальцы) — 4—6 мес.; В (стадия терминальных мешочков) — 7 мес. до рождения; 1 — пневмоцит I типа; 2 — пневмоцит II типа; 3 — просвет капилляра

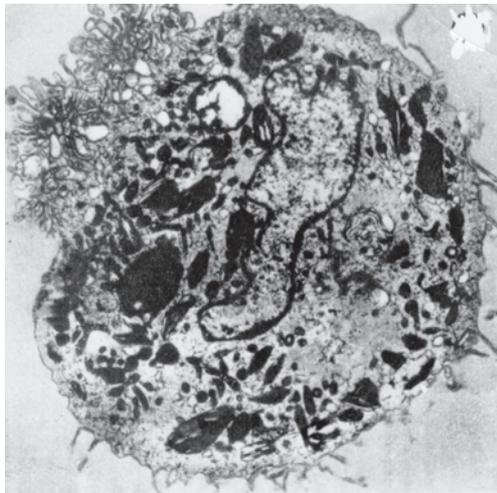


Рис. 4.34. Легочный макрофаг

фузия газов: кислорода и углекислого газа. Между этими клетками расположены пневмоциты II типа. Они представляют собой довольно крупные секреторные клетки, выступающие в просвет альвеол. Снаружи пневмоциты обоих типов окружены базальной мембраной, которая во многих участках сливается с базальной мембраной кровеносных капилляров, образуя *альвеолокапиллярную мембрану*.

Пневмоциты II типа выделяют вещества преимущественно липидной природы, входящие в состав *сурфактанта*. Последний представляет со-

бой сложное вещество, покрывающее внутреннюю поверхность альвеол и не позволяющее им склеиваться в отсутствии воздуха.

Кроме перечисленных клеток в межальвеолярных стенках и просветах альвеол присутствуют в достаточном большом количестве макрофаги (рис. 4.34). Они образуются из моноцитов крови и выходят через альвеолярную стенку в просвет. Основная функция легочных макрофагов — поглощение пыли и чужеродных частиц из просветов альвеол.

Лимфатические сосуды в легких лежат в сравнительно плотных соединительнотканых прослойках, окружающих бронхи, бронхиолы, артерии и вены, а также в междольковых перегородках и в висцеральном листке плевры. Эти сосуды отсутствуют в межальвеолярных стенках. По сосудам лимфа оттекает к лимфатическим узлам, расположенным в воротах легких.

Легкие иннервируются вегетативной нервной системой. Парасимпатическая иннервация осуществляется по волокнам блуждающего нерва, стимуляция которых вызывает сокращение гладкой мускулатуры бронхиол. Раздражение симпатической системы, напротив, вызывает ее расслабление. Эфферентные нервные волокна наиболее многочисленны возле пневмоцитов II типа. Считается, что в легких имеются и афферентные нервные волокна.

у млекопитающих. Зачатки голосовых связок имеются у некоторых амфибий. У человека в связи со способностью к членораздельной речи гортань достигла наиболее высокой степени дифференцировки.

Трахея новорожденного конусовидно расширена в сторону гортани. Хрящевые кольца занимают менее 2/3 периметра кольца, и расположены близко друг к другу. В ре-

зультате кольцевые связки развиты слабо. Они начинают интенсивно расти в первые 6 месяцев, что приводит к удлинению всей трахеи. К 10 годам ее рост затормаживается и вновь возобновляется только в 14—16 лет. В стенке трахеи развиваются эластические волокна, железы и гладкомышечные клетки. К периоду полового созревания формирование трахеи в основном завершается.

### Контрольные вопросы

1. Какие структуры образуют носовую полость, какова ее функция?
2. Гортань. Хрящи и мышцы гортани. Как устроена и функционирует голосовая щель?
3. Опишите строение трахеи и бронхов.
4. Легкие, топография, доли, особенности строения легочной ткани.
5. Как устроены воздухоносные пути легких?
6. Как развиваются органы дыхания?

## 4.4. СИСТЕМА ОРГАНОВ МОЧЕВЫДЕЛЕНИЯ

Выделительная система человека представлена почками, мочеточниками, мочевым пузырем и мочеиспускательным каналом (Атл. рис. 202). Почки очищают плазму крови от некоторых веществ, концентрируя их в моче. Образованная в почках моча по мочеточникам попадает в мочевой пузырь, а оттуда выводится наружу по мочеиспускательному каналу.

С мочой из организма выделяются конечные продукты белкового обмена в виде мочевины, мочевой кислоты, креатинина, продукты неполного окисления органических веществ (ацетон, молочная и ацетоуксусная кислоты), соли, эндогенные и экзогенные вещества (например, токсины, лекарства), растворимые в воде (в плазме крови). Небольшая часть растворимых продуктов обмена выводится также через кожу (потовые железы) и легкие (газы). Поэтому почки, наряду с легкими и кожей, представляют основные органы, через которые осуществляется очищение организма от конечных продуктов обмена веществ. Без доставки питательных веществ извне организм может существовать длительное время, без выведения экскретов погибает за 1–2 суток.

В состав мочи входят также вещества, необходимые для жизнедеятельности организма — электролиты — ионы натрия, калия, кальция, магния, неорганические фосфаты, бикарбона-

ты. Их выведение должно быть таким, чтобы содержание электролитов в плазме оставалось постоянным, несмотря на значительные изменения суточного потребления. Объем экскреции (выделения) этих веществ регулируется гормонами. Почки также участвуют в поддержании водного баланса: они регулируют количество воды, выводимой из организма. Таким образом, функции почек заключаются в регуляции водного, электролитного и кислотно-щелочного равновесия в организме: они способствуют поддержанию постоянства ионного состава, осмотического давления и рН внутренней среды, а также в избирательном удалении различных веществ с целью поддержания постоянства химического состава плазмы крови и внеклеточной жидкости. Если прекращается выделение мочи, в крови накапливаются токсичные соединения и соли, увеличивается объем внеклеточной жидкости. Смерть наступает обычно тогда, когда рН крови достигнет примерно 7,0 (вместо 7,4).

Кроме того, в почках образуются вещества, выделяющиеся в кровь. Одно из них — *ренин* — косвенно участвует в поддержании артериального давления и объема циркулирующей крови. Второе — *эритропоэтин* — стимулирует образование эритроцитов. Почками выделяются также *простагландины* — тканевые гормоны.

#### 4.4.1. Почки

**Почки.** (*renes*) — правая и левая — имеют бобовидную форму (Атл. рис. 203). Они красно-бурого цвета и довольно плотны на ощупь. Вертикальный размер почки равен 10–12 см, ширина 5–6 см, толщина 4 см, вес 120 г. Передняя поверхность выпуклая, задняя более уплощенная. Наружный (латеральный) край выпуклый, внутренний (медиальный) — вогнутый, обращен вниз и немного вперед. В его середине имеется глубокая выемка — *почечная пазуха*, где располагаются ворота почки. Через ворота проходят почечная артерия, почечная вена, мочеточник и нервы. Здесь же лежат лимфатические узлы. Верхний конец почки более плоский, к нему прилегает надпочечник. Нижние концы почек находятся дальше от позвоночника, чем верхние.

Почки покрыты тонкой, но плотной *фиброзной капсулой*. Во внутренней части этой капсулы присутствуют гладкомышечные клетки, за счет незначительного сокращения которых в почке поддерживается необходимое для процессов фильтрации давление. От фиброзной капсулы начинаются тонкие соединительнотканые междольковые прослойки, заходящие в корковое вещество почки. Снаружи почки окружены слоем жировой клетчатки (*жировая капсула*), особенно значительной с задней стороны. Она имеет значение в поддержании почки в поясничной области. При похудании и уменьшении объема жировой клетчатки может возникнуть подвижность или опущение почек.

Снаружи почки покрыты *почечной фасцией*, две пластинки которой, передняя и задняя, охватывают почку с жировой капсулой и надпочечники. Фасция удерживает почку в определенном положении. В фиксации почек известное значение имеют их крове-

носные сосуды, а также внутрибрюшное давление, опора на соседние органы и жировая капсула, укрепляющая почку внутри листков фасции. Оба листка фасции спускаются вниз по задней брюшной стенке до мочевого пузыря, охватывая мочеточник. Задняя пластинка фасции по поверхности тел позвонков переходит с одной почки на другую. Передний листок также переходит на противоположную сторону по поверхности крупных сосудов (брюшной аорты и нижней полой вены). От фасции к фиброзной капсуле через жировую клетчатку проходят соединительнотканые волокна.

Почки расположены за пристеночным листком брюшины в поясничной области, где по бокам от двух последних грудных и двух первых поясничных позвонков прилегают к задней брюшной стенке. XII ребро проходит примерно против середины почки. Правая почка лежит ниже левой на 2–3 см. Правая почка соприкасается с печенью, поперечной ободочной и двенадцатиперстной кишками, а левая — с желудком, поджелудочной железой, тощей кишкой и селезенкой. К верхнему концу каждой почки прилегает надпочечник.

На продольном разрезе почки (Атл. рис. 204) видно, что ее ткань состоит из двух слоев: наружного — *коркового вещества*, красно-бурого цвета, толщиной 5–7 мм, и внутреннего, более плотного и более светлого — *мозгового вещества*. Корковое вещество расположено на периферии почки и в виде *столбов* (колонки Бертини) глубоко проникает в мозговое вещество. Мозговое вещество почечными столбами делится на 15–20 *почечных пирамид*, обращенных вершинами внутрь почки, а основаниями — наружу. Пирамида мозгового вещества вместе с прилегающим к ней корковым веществом образуют *доло* почки. Почка человека состоит из 6–18 таких долей.

Каждые 2–3 пирамиды своими вершинами сливаются вместе, образуя *сосочек*. Таких сосочков в каждой почке в среднем насчитывается 7–8. Сосочек охвачен *малой чашкой*, представляющей собой начало мочевыводящих путей. Чашки имеют воронкообразную форму и, сливаясь друг с другом, образуют 2–3 *большие почечные чашки*, которые соединяются вместе и формируют *почечную лоханку*. Лоханка — это воронкообразная, сплюснутая спереди назад полость, она скрыта в почечной пазухе и в воротах почки переходит в мочеточник.

Стенка чашек и лоханки состоит из внутренней — слизистой, средней — мышечной и наружной — соединительнотканной оболочек.

Структурно-функциональной единицей почки является *нефрон* (рис. 4.37). В каждой почке их насчитывается более миллиона. Нефрон начинается слепым чашеобразным расширением с двуслойной стенкой — *капсулой* нефрона (боуменовой капсулой), выстланной однослойным кубическим эпителием. Между обоими слоями капсулы находится пространство, сообщающееся с просветом отходящего от капсулы канальца. В капсуле расположен клубочек кровеносных капилляров, который вместе с капсулой образует *почечное тельце*. От капсулы нефрона начинаются *извитые канальцы 1-го порядка (проксимальные)*, переходящие в нисходящую часть *петли нефрона* (петля Генле). Восходящая часть петли переходит в *извитой каналец 2-го порядка (дистальный)*. Этот каналец вливается в прямые *собирательные трубки*, по которым моча поступает в почечную лоханку.

В каждую собирательную трубку впадают канальцы многих нефронов. Все вместе они образуют *дольку* почечной ткани (рис. 4.38). Эти дольки не отделены друг от друга соединитель-

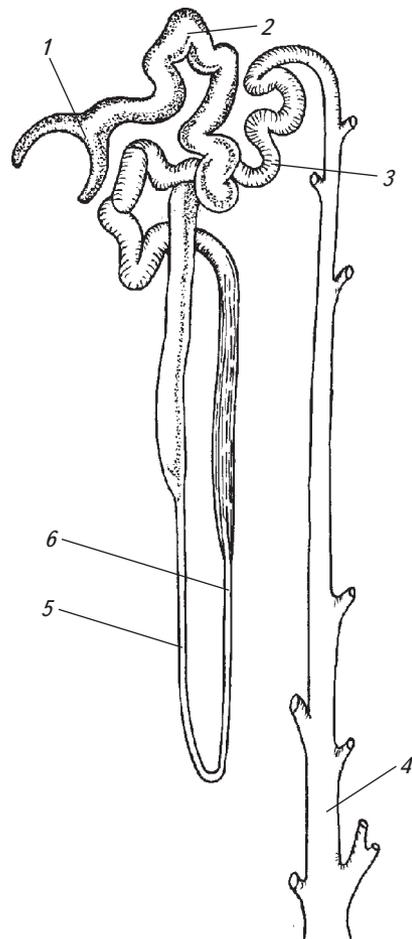


Рис. 4.37. Схема строения нефрона:  
1 — капсула нефрона; 2 — проксимальный извитой каналец; 3 — дистальный извитой каналец; 4 — собирательная трубка; 5 — нисходящая и 6 — восходящая части петли Генле

нотканными прослойками. Основу дольки образует ветвящаяся собирательная трубка. Окруженные петлями нефронов, они образуют в корковом веществе над пирамидами *мозговые лучи*. Мозговые лучи четко выявляются в корковом веществе почки, тогда как в мозговом веществе они неразличимы. Примерно по границе соседних долек междольковые артерии поднимаются в корковое вещество. Вблизи от капсулы почки мозго-

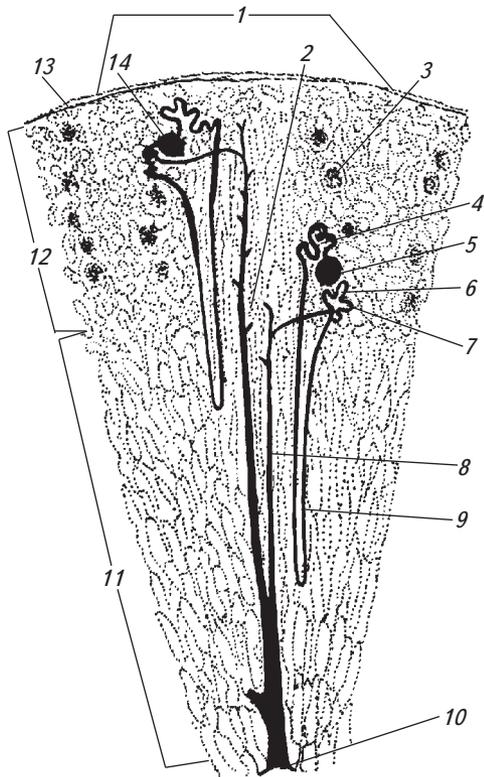


Рис. 4.38. Строение почечной долилки (по Хэму, Кормаку):

1 — долька; 2 — мозговой луч; 3 — междольковая артерия; 4 — проксимальный извитой каналец; 5 — почечное тельце; 6 — юкстамедулярный нефрон; 7 — дистальный извитой каналец; 8 — собирательная трубка; 9 — петля Генле; 10 — почечный сосочек; 11 — мозговое и 12 — корковое вещество; 13 — капсула почки; 14 — корковый нефрон

расположенные в глубине почки, в почечных столбах. У большей части нефронов, клубочки которых лежат в наружной части коркового вещества, петли короткие, заходят неглубоко в мозговое вещество. У юкстамедулярных нефронов клубочки лежат вблизи мозгового вещества, их петли длинные, доходят до верхушек пирамид (рис. 4.38).

Почечное (мальпигиево) тельце, как уже отмечалось, состоит из капиллярного клубочка, окруженного капсулой нефрона. К этим клубочкам в капсулах нефронов подходят *приносящие артериолы* (рис. 4.39, 4.40; Атл. рис. 205Б, 206А). Кровеносные капилляры от

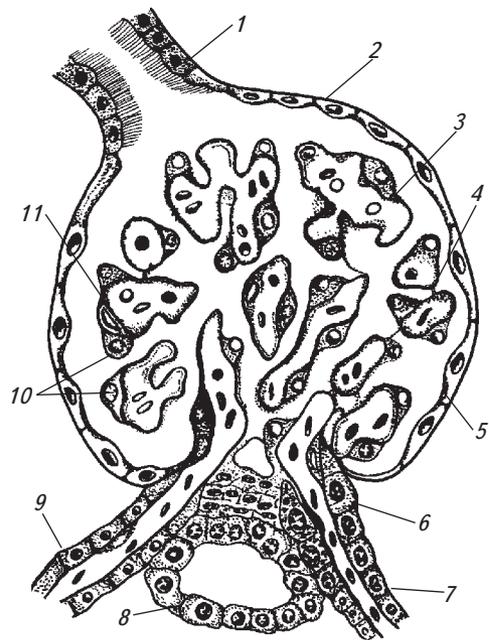


Рис. 4.39. Капсула нефрона:

1 — проксимальный извитой каналец; 2 — базальная мембрана капсулы; 3 — просвет кровеносного капилляра; 4 — базальная мембрана клубочка; 5 — эпителий капсулы (париетальный листок); 6 — юктагломерулярные клетки; 7 — приносящая артериола; 8 — дистальный извитой каналец; 9 — выносящая артериола; 10 — эпителиальные клетки клубочки (подоциты); 11 — эндотелий капилляров

вые лучи значительно тоньше, чем возле мозгового вещества. Это связано с тем, что в периферической части с собирательной трубкой связано меньшее количество канальцев нефронов, чем в глубоких частях долилки.

В зависимости от расположения клубочков соответствующие нефроны обозначают как *корковые*, которые локализованы в наружных слоях коркового вещества, и *юкстамедулярные* —

каждого клубочка собираются в *выносящую артериолу*, имеющую меньший диаметр, чем приносящая. Разность диаметров артериол способствует поддержанию высокого кровяного давления в капиллярах клубочка. Здесь происходит фильтрация экскретов и образуется первичная моча. Давление в капиллярах клубочка достаточно стабильно, его значение остается постоянным даже при повышении общего уровня давления. Следовательно, скорость фильтрации при этом также практически не изменяется.

Внутренний слой капсулы (висцеральный листок) образован эпителием, который получил название *гломерулярного* или *клубочкового* (рис. 4.39). Этот эпителий почти полностью окружает отдельные капилляры и образует вокруг них базальную мембрану. Эпителий наружной стенки капсулы — *париетальный листок* — называется *капсулярным*. Оба листка переходят друг в друга по краю капсулы. Между ними заключено пространство, называемое *боуменовым* или *капсулярным*.

Диаметр почечного тельца колеблется от 150 до 250 мкм. Оно имеет овальную форму.

В стенке приносящей артериолы мышечный слой развит сильнее, чем в выносящей. Возле капсулы нефрона оба сосуда расходятся, это место называется *сосудистым полюсом* клубочка. Восходящая часть петли Генле образует перегиб в этом участке и тесно контактирует со стенкой приносящей артериолы. Затем петля переходит в дистальный извитой каналец.

В месте контакта с извитым каналцем в среднем слое стенки приносящей артериолы расположены *юктагломерулярные* клетки.

Юктагломерулярные клетки с округлым ядром и гранулами в цитоплазме, содержащими биологически активное вещество ренин, тесно контактируют с эндотелием артериолы и клетками стенки дистального извитого каналца. Юктагломерулярные клетки участвуют в регуляции

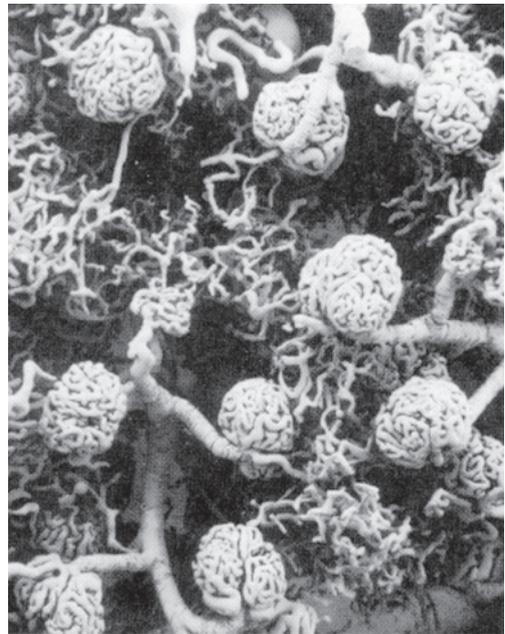


Рис. 4.40. Капиллярные клубочки почечных телец. Коррозионный препарат, сканирующая микроскопия

артериального давления, выполняя функции сосудистых барорецепторов. При падении кровяного давления в приносящей артериоле клетки реагируют на отсутствие растяжения выделением в кровь ренина. В результате его взаимодействия с веществами плазмы происходит сокращение гладкомышечных клеток стенки артериол, сужение их диаметра и повышение кровяного давления. Кроме того стимулируется секреция гормона коры надпочечников альдостерона, который действует на каналцы нефронов и снижает выведение из организма натрия и воды. При повышении давления выделение ренина прекращается. Помимо этого юктагломерулярные клетки могут быть местом образования эритропоэтина, влияющего на образование эритроцитов в костном мозге.

В капсуле нефрона происходит фильтрация веществ, находящихся в плазме крови. Через эндотелий капилляров, базальную мембрану и эпителий висцерального листка капсулы

они переходят в просвет капсулы. Цитоплазма эндотелиальных клеток очень тонкая, большая ее часть имеет многочисленные поры (фенестры) диаметром 100 нм. Базальная мембрана толще, чем в других участках организма. Она образуется эпителиальными клетками, а разрушается с противоположной стороны макрофагами, находящимися возле кровеносных капилляров. Эпителиальные клетки имеют отростки, напоминающие ножки, поэтому их называют *подоцитами* (от греч. *podos* — нога). Тело клеток отделено от капилляра пространством, заполненным клубочковым фильтратом (рис. 4.41). Длинные отростки клеток тянутся вдоль капилляра и окружают его наподобие муфты, переплетаясь с отростками соседних клеток. Между отростками остаются щели шириной 20–30 нм, закрытые диафрагмой.

Все компоненты описанного барьера обладают избирательной проницаемостью. Макромолекулярные вещества, диаметр молекулы которых превышает 100 нм, задерживаются эндотелием. Прохождение более мелких молекул ограничено фильтрационным действием базальной мембраны и, наконец, диафрагмы, закрывающие щели между отростками подоцитов, не позволяют попадать в капсулярное пространство молекулам крупнее 6–9 нм. Было установлено также, что эффективность барьера зависит от того, насколько близок к норме кровоток в капиллярах клубочка и состава белков в плазме крови. Например, фильтрация альбумина через барьер не происходит в присутствии крупномолекулярных белков, которые, вероятно, закрывают поры. Способность проникать через барьер зависит также от электростатического заряда молекулы. Такие отрицательно заряженные молекулы, как альбумины, задерживаются отрицательно заряженным гликокаликсом, покрывающим мембраны подоцитов. Несмотря на наличие сложно организованного барьера, часть белковых молекул все же проходит в просвет капсулы нефрона.

В почках человека насчитывается более 1 млн нефронов. Общая выделительная поверхность их достигает 5–8 м<sup>2</sup>, т. е. в 3–5 раз превышает поверх-

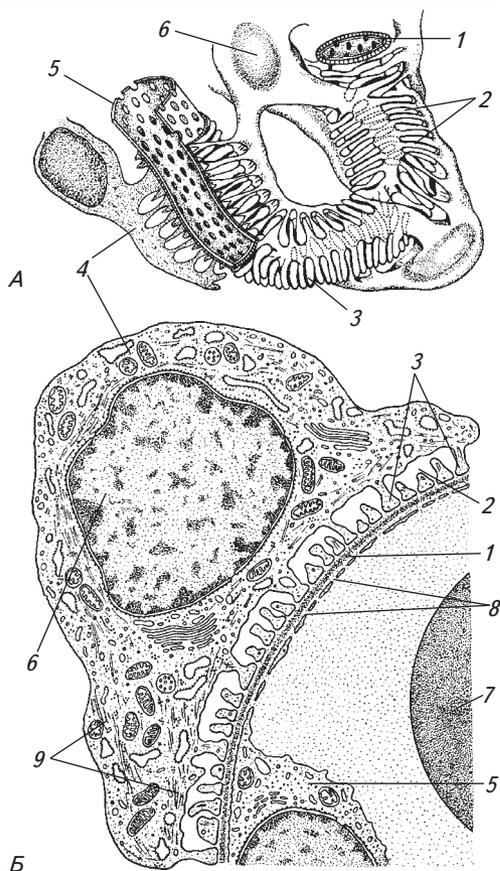


Рис. 4.41. Взаимоотношение подоцитов и эндотелиальных клеток в капсуле нефрона: А — схема; Б — электронная микроскопия (схема); 1 — базальная мембрана; 2 — фильтрационные щели; 3 — ножки и 4 — цитоплазма подоцитов; 5 — фенестрированный эндотелий; 6 — ядра подоцитов; 7 — эритроцит; 8 — фенестры; 9 — микрофиламенты

ность тела. Обычно одновременно работает лишь 1/3 нефронов, остальные служат физиологическим резервом. Вот почему человек переносит оперативное удаление одной почки. Оставшаяся почка в таких случаях лишь несколько увеличивается в размерах.

Длина проксимального извитого канальца около 14 мм. Он начинается от капсулы нефрона. Снаружи каналец покрывает базальная мембрана. Стенка

канальца образована одним слоем эпителиальных клеток. Их поверхность, обращенная в просвет, покрыта щеточной каемкой из микроворсинок (рис. 4.42). Мембрана базальной части клеток образует многочисленные складки. Если накапливается большое количество фильтрата (первичной мочи), просвет канальца округляется, а клетки его стенки становятся низкими, призматическими. При небольшом объеме фильтрата просвет канальца сужается, а клетки приобретают вид высокого призматического эпителия.

В проксимальных извитых канальцах происходит обратное всасывание (реабсорбция) воды и натрия (до 85%), а также кальция, фосфата, суль-

фатов и некоторых других ионов, которые содержатся в фильтрате. Эти вещества поступают в капилляры, на которые распадается выносящая артериола сосудистого клубочка. Процессы внутриклеточного транспорта ионов требуют значительных затрат энергии, которая поступает из многочисленных митохондрий в базальных частях клеток. В этих канальцах происходит также обратное всасывания белков, глюкозы, аминокислот, креатинина и витаминов, поступивших в фильтрат из плазмы крови. Клетки канальцев способны к секреции: они выделяют в просвет продукты обмена, лекарства и т. д.

Проксимальный каналец входит в мозговой луч и переходит в нисходящую часть *петли нефрона (петли Генле)*. Начальный отдел петли по строению не отличается от извитого канальца, но затем ее диаметр уменьшается. В просвет петли Генле попадает только около 15% клубочкового фильтрата. Клетки стенки этой части петли пропускают воду из просвета петли в тканевую жидкость. Через стенки восходящей части петли в окружающую тканевую жидкость выходит натрий, отчего она становится гипертонической. Для воды эпителий этой части петли непроницаем. Это имеет большое функциональное значение, особенно в юкстамедулярных нефронах, петли которых доходят до верхушек пирамид. Благодаря повышению концентрации ионов в тканевой жидкости, омывающей структуры, входящие в мозговые лучи и, в частности, собирательные трубки, в них происходит всасывание воды. В результате вторичная моча, поступающая по собирательным трубкам в почечную лоханку, гипертонична.

По мере удаления от проксимального канальца просвет петли сужается, а эпителий, его выстилающий, становится плоским (рис. 4.42).

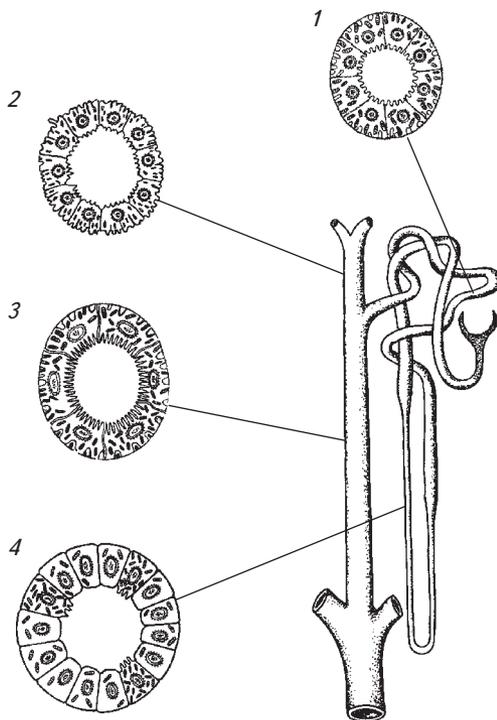


Рис. 4.42. Виды клеток, образующих стенки канальцев нефрона (по Hees H.):

- 1 — проксимальный извитой каналец; 2 — дистальный извитой каналец; 3 — петля Генле; 4 — собирательная трубочка

Восходящая часть петли Генле возвращается к клубочку и переходит в *дистальный извитой каналец*. Эти канальцы короче проксимальных, их диаметр меньше, а стенки образованы низким призматическим эпителием. На апикальной поверхности эпителиальных клеток отсутствуют микроворсинки, а в базальной части хорошо развиты складки. Снаружи канальцы окружены базальной мембраной. Через стенку канальца происходит выход натрия в тканевую жидкость.

Из дистальных извитых канальцев моча попадает в *собираемые трубки*, которые образуют систему выводных протоков. Самые крупные из них открываются на вершинах пирамид мозгового вещества. По ним вторичная моча поступает в чашечки, а затем в почечную лоханку и мочеточник. Стенки трубок образованы цилиндрическими клетками со слабо сладчатыми мембранами.

В извитых канальцах регуляция реабсорбции ионов происходит при участии гормонов коркового слоя надпочечников, в первую очередь *альдостерона*. Этот минералкортикоид усиливает реабсорбцию  $\text{Na}^+$ , главным образом в дистальных извитых каналь-

цах. Напротив, стимуляция почечных симпатических нервов заметно снижает экскрецию  $\text{Na}^+$ . Было показано, что эти нервы непосредственно контактируют со стенками всех извитых канальцев и при раздражении усиливают канальцевую реабсорбцию. Собирательные трубки в норме не проницаемы для воды. Гормон *вазопрессин*, или *антидиуретический* гормон (АДГ), выделяемый нейрогипофизом, делает ее проницаемой, вследствие чего образуется концентрированная моча. Дефицит воды в организме, например при обезвоживании или мышечной работе, повышает выделение АДГ, что приводит к уменьшению количества выводимой воды. У больных несхарным диабетом количество выделяемой мочи может достигать 5–10 л в сутки. Это объясняется либо низким уровнем АДГ, либо неспособностью почек реагировать на гормон.

**Кровоснабжение почки.** Кровеносная система почки приспособлена для участия в мочеиссудительной функции. Почечный кровоток крайне интенсивен. Через почки проходит 1,2 л крови в минуту, т. е. около 20–25% общего сердечного выброса, составляющего в покое 5 л/мин. В течение суток по сосудам почек протекает

#### 4.4.5. Развитие органов мочевого выделения

Органы мочеиссудения происходят из промежуточной мезодермы — нефротомов. Почки в своем развитии последовательно проходят три стадии — пронефроса (предпочки), мезонефроса (первичной почки) и метанефроса (постоянной почки) (рис. 4.46). Этим почки резко выделяются среди большинства органов, развивающихся путем прогрессивного усложнения первоначального зачатка, а не замены его новым.

Три системы почек, сменяющие друг друга в онтогенезе человека, повторяют путь, пройденный органами мочеиссудения в филогенезе позвоночных. Усложнения, наступающие с каждой новой стадией развития, обусловлены непрерывным повышением интен-

сивности обмена веществ, которое сопутствует онто- и филогенезу.

*Пронефрос (предпочка)* закладывается у зародышей всех позвоночных в виде 8–10 сегментарных мочеиссудительных канальцев. Каждый из них на внутреннем конце начинается воронкой, открытой в полость целома. Отверстие воронки (нефростом) окружено ресничками, которые гонят жидкость из целомической полости в каналец. Вблизи воронки стенка канальца связана с артериальным клубочком, который покрыт эпителием. Продукты распада из крови переходят через стенку канальца в жидкость. Латеральные отделы канальцев на каждой стороне тела соединяются и образуют выводной мезонефрический проток. Этот проток растет к каудальному концу тела и открывается в общую

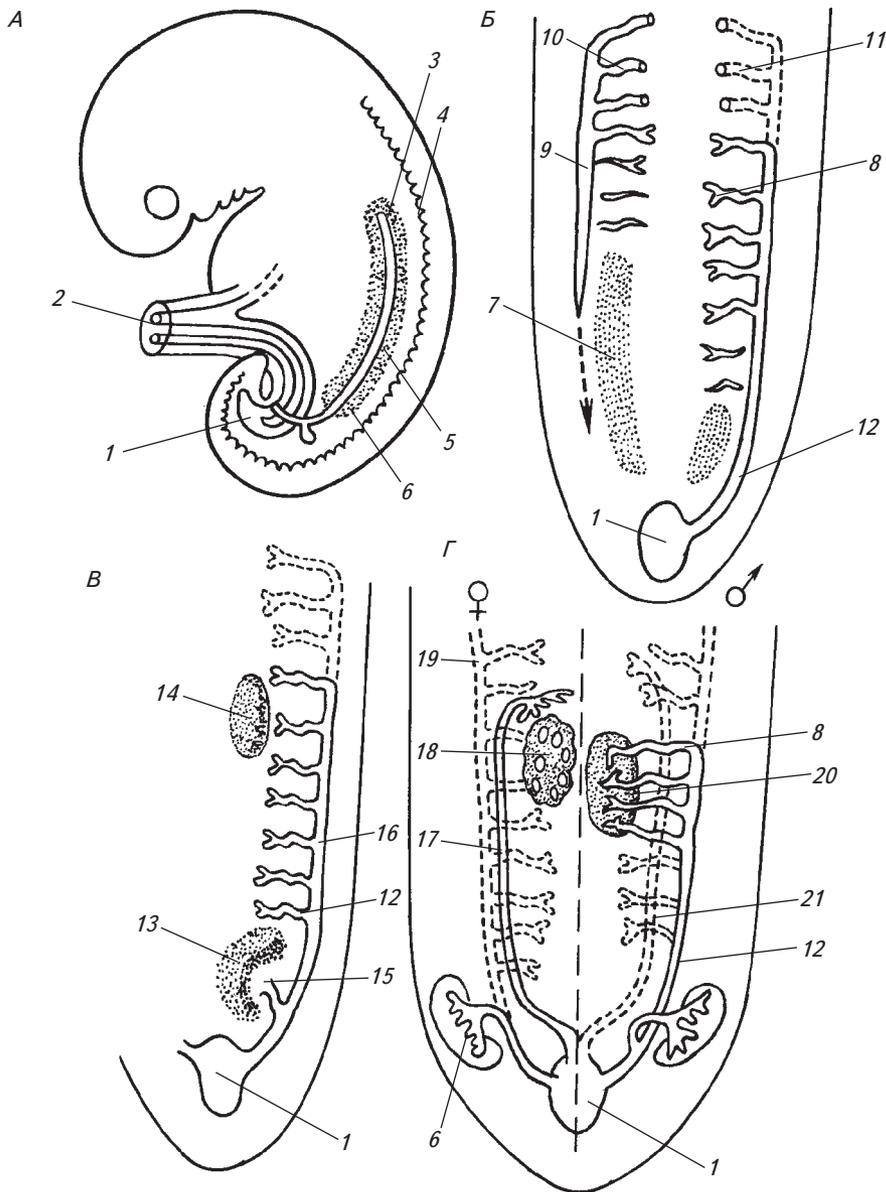


Рис. 4.46. Последовательные стадии развития мочевыделительной системы у зародыша человека (по Пэттену):

А — 3 нед.; Б — 3—4 нед.; В — 8 нед.; Г — 9 нед.; 1 — клоака; 2 — кишка; 3 — proneфрос; 4 — сомиты; 5 — мезонефрос; 6 — метанефрос; 7 — нефротом (промежуточная мезодерма); 8 — каналцы мезонефроса; 9 — первичный почечный проток; 10 — каналцы proneфроса; 11 — дегенерирующие каналцы proneфроса; 12 — проток мезонефроса; 13 — закладка метанефроса; 14 — индифферентная гонада; 15 — проток метанефроса; 16 — функционирующий мезонефрос; 17 — мюллеров проток; 18 — яичник; 19 — дегенерирующий мезонефрос; 20 — семенник; 21 — дегенерирующий мюллеров проток

1700 л крови. В разных частях почки кровоток неодинаков: максимальная его скорость приходится на корковое вещество, содержащее клубочки и извитые канальцы.

Кровоснабжение почки осуществляется через *почечную артерию*, которая начинается от брюшной аорты. Вблизи ворот почки артерия разделяется на две ветви, которые дают начало пяти *сегментарным артериям*, каждая из которых кровоснабжает свою часть почки (Атл. рис. 205). От этих артерий начинаются *междольковые артерии*; они в свою очередь дают начало *дуговым* и *междольковым артериям*, которые чередуются с мозговыми лучами. Большая часть артерий (более 90%) идет к корковому веществу, их концевые отделы продолжают в капсулу почки, где образуется *капсулярное сплетение*. Остальные артерии проходят в мозговое вещество к петлям нефронов. От междольковых артерий отходят внутридольковые ветви к отдельным нефронам, от них к клубочкам нефронов идут приносящие артериолы. Выносящие артериолы клубочков вновь делятся на капилляры, которые образуют густые сети вокруг извитых канальцев. Затем кровь из капилляров собирается в вены и

мелкие вены, сливающиеся в *междольковые вены*. В целом вены соответствуют артериям. При слиянии они образуют почечную вену, которая впадает в нижнюю полую вену.

Сплетения лимфатических сосудов сопровождают артериальные и венозные сосуды. В крупных лимфатических сосудах, лежащих в воротах почки, обнаруживаются клапаны.

#### 4.4.2. Мочеточники

*Мочеточники (ureteres)* — цилиндрические трубки с просветом в 4—9 мм и длиной 30—35 см (рис. 4.43; Атл. рис. 202, 203). Они начинаются от почечной лоханки и спускаются забрюшинно вниз по задней брюшной стенке в полость малого таза. В мочеточнике различают брюшную и тазовую части. Брюшная часть начинается в месте отхождения мочеточника от почечной лоханки, где образуется изгиб. Далее мочеточник следует вниз по поверхности большой поясничной мышцы до входа в таз. Тазовая часть расположена в полости малого таза, где поворачивает вперед и вниз. Затем мочеточники косо прободают заднюю стенку

с кишечной трубкой полость — клоаку. Предпочка очень скоро исчезает, и у взрослых форм, за исключением некоторых видов рыб, не сохраняется. У трехнедельного человеческого зародыша она возникает в области шеи как нефункционирующие сегментные ножки мезодермы и существует лишь 40 часов.

*Мезонефрос (первичная почка)* формируетсся каудальнее пронефроса на 3—4 неделе внутриутробного развития и функционирует в течение 12—15 дней. Она состоит из значительного числа извитых канальцев, сохранивших сегментарное расположение. Один конец канальца слепо замкнут и образует двустенную капсулу почечного тельца — гломерулярную капсулу. В нее впячивается клубочек капилляров. Дистальный конец канальцев впадает в мезонефри-

ческий проток, который остается от пронефроса. Мезонефрос функционируют только у рыб и амфибий. У человека он сохраняется в составе мужских половых органов.

*Метанефрос (постоянная почка)* закладывается к концу второго месяца эмбриогенеза человека, каудальнее мезонефроса. Развитие постоянной почки у человека протекает медленно и завершается лишь после рождения. Этот процесс начинается с появления выпячивания медиальной стенки мезонефрического протока вблизи впадения его в клоаку. Вырост носит название *метанефрического дивертикула*. Он внедряется в каудальную часть промежуточной мезодермы, которая, в свою очередь, конденсируется вокруг него. Из дивертикулов формируются мочеточники, которые растут в краниальном

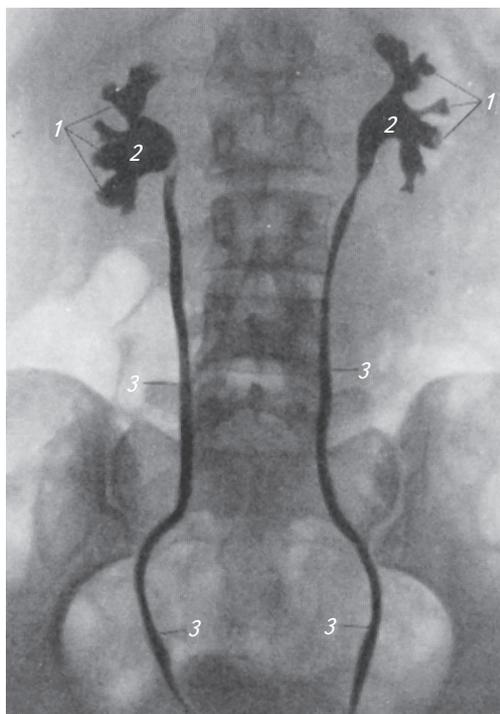


Рис. 4.43. Рентгенограмма мочевыводящих путей:

1 — почечные чашечки; 2 — лоханки почек;  
3 — мочеточники

мочевой пузыря и открываются на его дне щелевидными отверстиями.

Стенка мочеточника состоит из трех оболочек: внутренней — слизи-

стой, средней — мышечной и наружной — адвентициальной (Атл. рис. 206). Слизистая оболочка образована эпителием и собственной пластинкой. Эпителий, как в почечной лоханке и в мочевом пузыре, — переходный. В собственной пластинке хорошо развиты коллагеновые волокна, изредка встречаются лимфатические фолликулы. Слизистая оболочка образует продольные складки. Это, а также наличие переходного эпителия, делает возможным растяжение мочеточника. Мышечная оболочка верхних 2/3 мочеточника образована двумя слоями гладких мышц: наружным — циркулярным и внутренним — продольным. В нижней трети мочеточника добавляется третий, наружный слой продольных мышц, который представлен отдельными пучками. Перистальтические сокращения мышечных слоев мочеточника (до 5 раз в минуту) передвигают мочу из лоханки в мочевой пузырь.

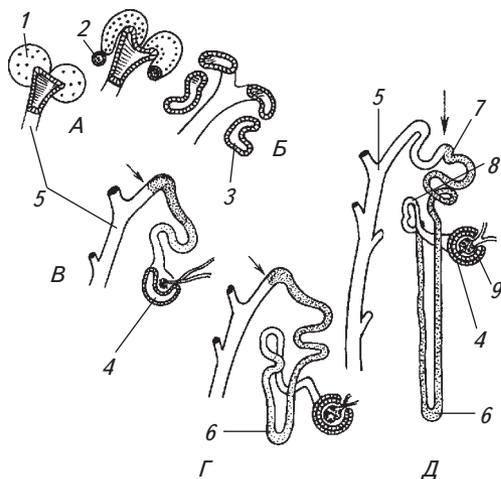
#### 4.4.3. Мочевой пузырь

**Мочевой пузырь** (*vesica urinaria*) — непарный полый орган, вмещающий в среднем 750 см<sup>3</sup> жидкости, лежит в передней части полости малого таза

направлении и, разветвляясь, образуют почечные лоханки, малые и большие чашки и собирательные трубки. Последние соединяются с самостоятельно возникшими из промежуточной мезодермы канальцами и почечными тельцами нефронов (рис. 4.47). Первые нефроны образуются на

Рис. 4.47. Развитие нефрона:

А — 8 недель; Б — 9 недель; В — 11 недель; Г — 20 недель; Д — 25 недель пренатального развития. Стрелками показано место перехода канальца нефрона в собирательную трубочку (по Johnson K.); 1 — скопление метанефрогенной ткани; 2 — почечные пузырьки; 3 — каналец нефрона; 4 — капсула нефрона; 5 — собирательная трубочка; 6 — петля Генле; 7 — дистальный и 8 — проксимальные извитой канальцы; 9 — сосудистый клубочек



позади симфиза (Атл. рис. 202). Наполненный мочевой пузырь имеет грушевидную форму и значительно выступает за верхний край симфиза. В пузыре различают *верхушку*, направленную вверх и вперед, среднюю часть — *тело* и *дно*, на задней стенке которого открываются оба мочеточника и начинается *мочеиспускательный канал*. У мужчин ко дну мочевого пузыря прилегают семенные пузырьки, семявыносящие протоки и верхняя часть предстательной железы (рис. 4.44). У женщин дно пузыря граничит с передней стенкой влагалища и шейкой матки.

Стенка пузыря очень растяжима. Толщина ее при опорожненном пузыре достигает 15 мм; в растянутом же виде она истончается до 2—3 мм. Стенка пузыря состоит из слизистой, мышечной и адвентициальной (соединительнотканной) оболочек. Сверху и сзади мочевой пузырь покрыт брюшиной.

*Слизистая оболочка* выстлана переходным эпителием, способным уплотняться при растяжении. Она образует многочисленные складки, расправляющиеся по мере наполнения пузыря (Атл. рис. 206). В передней части дна мочевого пузыря находятся три отверстия, расположенные в форме тре-

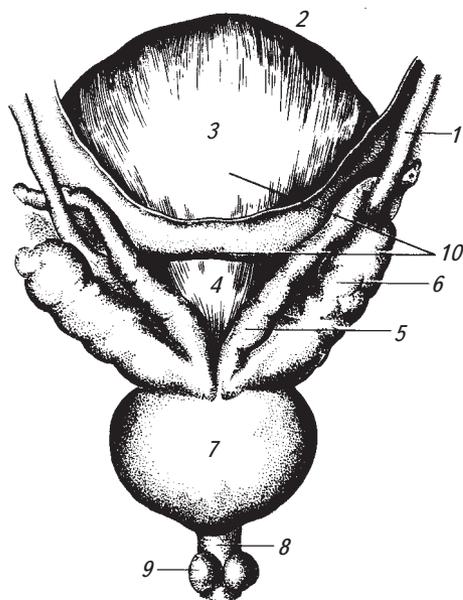


Рис. 4.44. Мочевой пузырь мужчины (вид сзади):

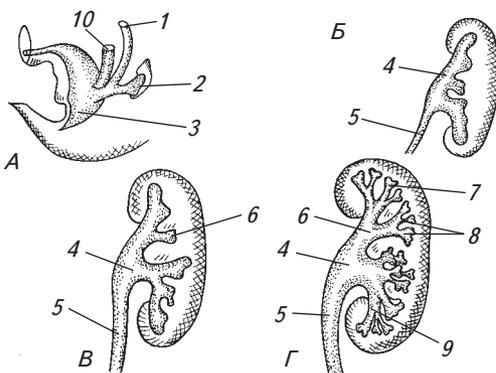
- 1 — правый мочеточник; 2 — верхушка; 3 — тело и 4 — дно мочевого пузыря; 5 — расширение семявыносящего протока; 6 — семенной пузырьки; 7 — предстательная железа; 8 — перепончатая часть мочеиспускательного канала; 9 — луковичная железа; 10 — брюшина

угольника. Внутреннее отверстие мочеиспускательного канала лежит внизу, а правое и левое мочеточнико-

границе коркового и мозгового вещества. Их дальнейшее развитие идет в корковом веществе по направлению к периферии. Поэтому в юстамедулярной зоне коркового вещества расположено больше зрелых нефронов. В результате взаимодействия метанефрического дивертикула и прилегающей к нему промежуточной мезодермы развивается закладка окончательной почки (Атл. рис. 207). От

почечных телец постоянной почки формируется новый путь оттока мочи, обособляющийся от мезонефрического протока.

Рис. 4.48. Рост и дифференцировка метанефроса (постоянной почки):  
 1 — проток мезонефроса; 2 — дивертикул метанефроса; 3 — клоака; 4 — лоханка; 5 — мочеточник; 6 — большая чашка; 7 — закладки собирательных трубок; 8 — закладки извитых канальцев; 9 — малые чашки; 10 — прямая кишка



вые отверстия расположены выше (рис. 4.45). В устье каждого мочеточника есть постоянная складка, или *заслонка*, играющая роль клапана. Эта заслонка, а также косое направление, в котором мочеточники прободают стенку пузыря, исключают возможность обратного поступления мочи из пузыря в мочеточник.

*Мышечная оболочка* состоит из гладкой мускулатуры, расположенной

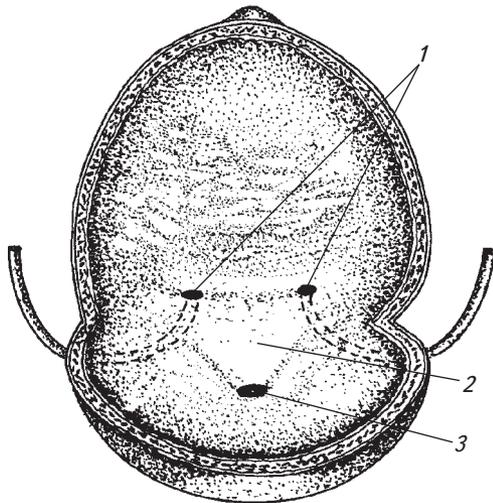


Рис. 4.45. Мочевой пузырь:

1 — отверстия мочеточников; 2 — дно мозгового пузыря; 3 — отверстие мочеиспускательного канала

Почки начинают функционировать на 9-й неделе внутриутробного развития. Образующаяся моча выводится в околоплодную жидкость. Однако основным органом выделения у плода является плацента. Поэтому при недоразвитии или отсутствии почек повышение содержания мочевины в крови у плода не происходит.

После рождения интенсивный рост почек наблюдается в течение 1 года и продолжается до 16 лет. В почках новорожденных много недифференцированных нефронов. За счет этого корковое вещество развито неравномерно, и почка имеет бугристую поверхность (Атл. рис. 208). Соотношение толщины коркового и мозгового вещества у них составляет 1:4, а у взрослых — 1:2. Позже формируются поверхностные нефроны, удлиняются канальцы, изменяется структура эпите-

в три слоя. В наружном и внутреннем слоях мышечные пучки идут продольно, а в среднем, наиболее развитом — спирально. Сокращение мышечной оболочки ведет к опорожнению мочевого пузыря. Отверстие мочеиспускательного канала в стенке мочевого пузыря окружено круговыми мышечными волокнами *сжимателя мочевого пузыря* или *сфинктера*, расслабляющегося при выведении мочи.

В *адвентициальной* оболочке, переходящей в околопузырную клетчатку, расположены венозные и нервные сплетения. От верхушки пузыря к пупку отходит пупочная связка — редуцированный мочевой проток, покрытый брюшиной. Кроме того, мочевой пузырь связан с помощью связок с лобковыми костями, передней и задней брюшной стенками.

#### 4.4.4. Мочеиспускательный канал

Из мочевого пузыря моча выводится наружу через мочеиспускательный канал (*urethra*) (Атл. рис. 209, 210).

*Мужской мочеиспускательный канал* представляет собой трубку длиной 18–20 см. Внутренняя его

ля. Наиболее интенсивно нефроны растут в течение 1 года и в период полового созревания. У новорожденных величина почечного кровотока в 4–5 раз меньше, чем у взрослых. В течение 2 месяцев этот показатель значительно увеличивается, а к 3 годам приближается к уровню взрослых. Кроме того, у новорожденных сильнее кровоснабжается мозговое вещество. К пяти годам почки становятся гладкими. В старости почки несколько опускаются в связи с общим опущением брюшных внутренностей и ослаблением внутрибрюшного давления.

Мочевой пузырь и мочеиспускательный канал развиваются из *мочеполового синуса*. В краниальной части клоаки появляется полулунная *уроректальная складка*, которая разрастается каудально и перегораживает клоаку (рис. 4.49).

поверхность выстлана слизистой оболочкой. В верхних двух третях канала она гладкая, в нижней образует продольные складки. Слизистая оболочка содержит железы, выделения которых увлажняют ее. В канале различают три части: предстательную, перепончатую и пещеристую.

*Предстательная часть* начинается от мочевого пузыря и окружена предстательной железой. На внутренней поверхности задней стенки этой части канала находится семенной холмик — небольшое возвышение с щелевидным

углублением. В предстательной железе находится большое количество гладких мышечных волокон, продолжающихся из мочевого пузыря. Эти волокна образуют вокруг предстательной части канала непроизвольный *внутренний сфинктер*.

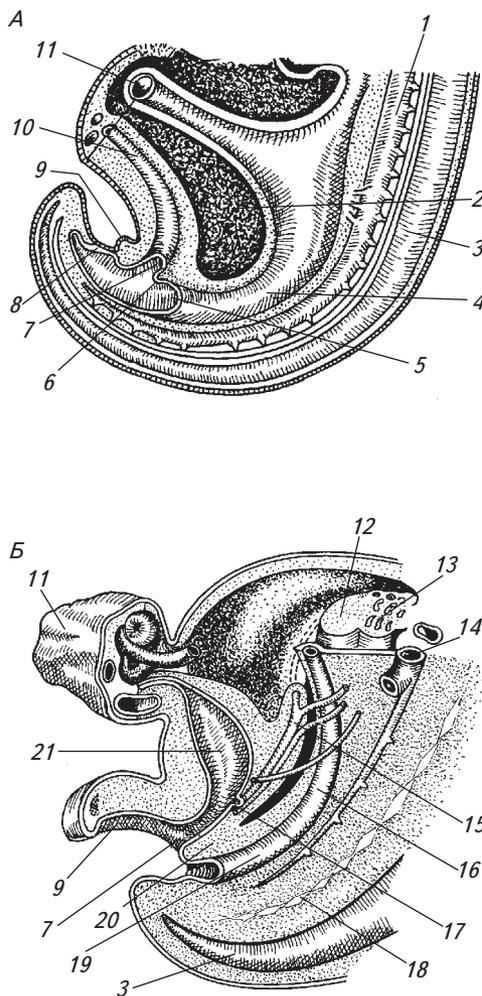
*Перепончатая часть* самая короткая (0,5–1 см) и узкая. Она пронизывает промежность, поперечно-полосатые мышцы которой образуют *наружный произвольный сфинктер* мочеиспускательного канала. При помощи мышц и фасций промежности эта часть канала

Мочеполовой синус возникает как вентральное выпячивание клоаки, а ее дорсальная часть дает начало прямой кишке. Разделение клоаки происходит в той области, где кишка соединяется с аллантаисом. Обе части клоаки открываются наружу независимо друг от друга: отверстие, ведущее в прямую кишку, становится *заднепроходным*, а в мочеполовой синус — *мочеполовым*. Проксимальная часть аллантаиса расширяется и становится мочевым пузырем. По мере его увеличения каудальная часть мезонефрического протока исчезает. Таким образом, мезонефрический проток и дивертикул метанефроса открываются в мочеполовой синус самостоятельно.

У новорожденных мочевой пузырь имеет несколько вытянутую и даже веретенообразную форму. Объем его относительно больше и расположение выше, чем у взрослых. В старости мочевой пузырь опускается, становится шире и емкость его увеличивается.

Рис. 4.49. Закладка мочеполовой системы зародыша человека:

А — 4 недели; Б — 8 недель; 1 — дорсальная аорта; 2 — целом; 3 — нервная трубка; 4 — задняя кишка; 5 — ректальная часть клоаки; 6 — уроректальная складка; 7 — мочеполовой синус в клоаке; 8 — клоакальная мембрана; 9 — половой бугорок; 10 — аллантаис; 11 — пупочный канатик; 12 — гонада; 13 — мезонефрос; 14 — аорта; 15 — мюллеровы протоки; 16 — проток метанефроса; 17 — проток мезонефроса; 18 — остаток хорды; 19 — прямая кишка; 20 — уроректальная перегородка; 21 — мочевой пузырь



прочно прикреплена к лобковым костям.

*Пещеристая (губчатая) часть* самая длинная, находится вне полости тела и окружена пещеристым телом мочеиспускательного канала. Спереди к ней прилежат два пещеристых тела полового члена.

*Женский мочеиспускательный канал* представляет собой выстланную слизистой оболочкой трубку, которая имеет

длину около 3,5 см. Наружное отверстие канала открывается в преддверие влагалища (Атл. рис. 210). Недалеко от наружного отверстия расположен произвольный мышечный сфинктер, развивающийся за счет мышц промежности. Передняя стенка канала сращена с угловой связкой симфиза, а задняя стенка — с передней стенкой влагалища. Стенка канала образована слизистой, мышечной и соединительнотканной оболочками.

### Контрольные вопросы

1. Расскажите о топографии и макроскопическом строении почки. Оболочки почки. Корковое и мозговое вещество почки.
2. Виды нефронов. Микроскопическое строение отделов нефрона.
3. В чем заключаются особенности кровоснабжения почки?
4. Мочевыводящие пути: мочеточники, мочеиспускательный канал.
5. Мочевой пузырь, топография, функция, особенности строения.
6. Как развиваются органы мочевыделительной системы?

## 4.5. СИСТЕМА ОРГАНОВ РАЗМНОЖЕНИЯ (РЕПРОДУКЦИИ)

Мужские и женские половые органы выполняют функцию размножения. Они развиваются из общего эмбрионального зачатка, однако существенно отличаются по своему строению. Различают внутренние и наружные половые органы.

### 4.5.1. Мужские половые органы

К внутренним половым органам относятся яички (семенники) с придатками, семявыносящий и семяизвергающий протоки, семенные пузырьки, предстательная железа (Атл. рис. 209).

**Яичко.** Семенные железы, или семенники, яички (*testes*) — парный орган эллипсоидной формы, весом 20—30 г (рис. 4.50). Яичко покрыто *белочной оболочкой*, состоящей из плотной соединительной ткани. По его заднему краю оболочка разрастается в глубь яичка, образуя *средостение*, от которого в толщу органа вырастают тон-

кие перегородки. Они направлены от переднего края и боковых поверхностей к заднему краю яичка и делят его на конусовидные дольки. Их число может достигать 300.

В состав дольки входят 3—4 слепо замкнутых *извитых семенных канальцев* и соединительная ткань. Между канальцами в соединительной ткани лежат группы *интерстициальных клеток (Лейдига)*, продуцирующих андрогены. Стенки канальцев образованы сперматогенным эпителием, в котором развиваются сперматозоиды. По мере созревания сперматозоиды попадают в просвет канальцев. Извитые канальцы переходят в короткие *прямые семенные канальцы*, которые, в свою очередь, открываются в сильно разветвленные протоки, называемые *сетью семенника*, которая расположена в средостении яичка. Из сети выходят 12—20 *выносящих канальцев*, прободающие белочную оболочку в верхней его части в области *ворот*

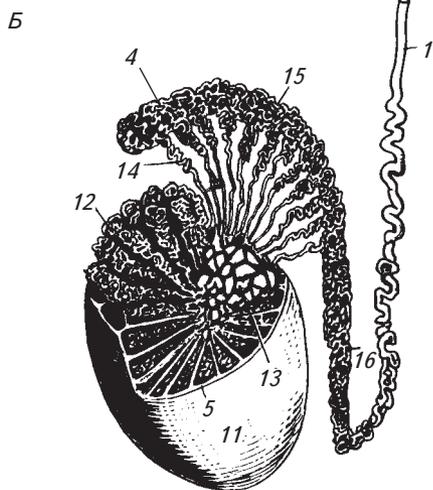
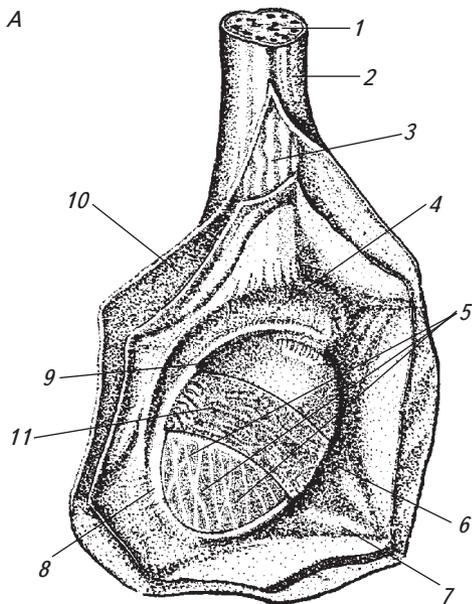


Рис. 4.50. Строение яичка (семенника):  
 1 — семявыносящий проток; 2 — семенной канатик; 3 — сосудистое сплетение; 4 — головка придатка семенника; 5 — дольки яичка; 6 — передний край яичка; 7 — влагалищная оболочка яичка; 8 — хвост придатка семенника; 9 — пазуха придатка; 10 — фасция семенного канатика и яичка; 11 — белочная оболочка (частично снята на А); 12 — извитые семенные канальцы; 13 — средостение яичка; 14 — выносящие канальцы; 15 — проток придатка яичка; 16 — извитой проток придатка

яичка. Кровеносные и лимфатические сосуды и нервы также проходят через ворота яичка. Каждый каналец следует вверх, и, сильно извиваясь, образует конусовидную структуру. Несколько таких конусов, отделенных друг от друга соединительной тканью, образуют *придаток яичка (семенника) (epididymis)*, который имеет головку, тело и хвост. Он прилегает к верхнему полюсу и заднебоковому краю яичка. В области тела придатка выходящие из яичка выносящие канальцы сливаются друг с другом и образуют сильно извитой *проток придатка*, переходящий в его хвосте в *семявыносящий проток*.

Каждое яичко помещается в отдельной серозной полости. Она возникает в онтогенезе как выпячивание брюшины сквозь переднюю стенку живота. В дальнейшем связь этой полости с полостью брюшины полностью утрачивается.

*Серозная (влагалищная) оболочка* яичка имеет висцеральный и париетальный листки. Первый покрывает яичко и его придаток и переходит во второй. Между обоими листками находится щелевидное пространство (серозная полость), содержащее немного серозной жидкости. Снаружи к серозной оболочке прилегает общая влагалищная оболочка. Яички, покрытые названными оболочками, помещаются в кожно-мышечном мешке — *мошонке*.

Температура яичек на несколько градусов ниже температуры брюшной полости. Это необходимо для нормального течения сперматогенеза и становится возможным благодаря особенностям кровоснабжения и локализации в мошонке за пределами полости брюшины.

**Семявыносящие и семяизвергающие протоки.** Семявыносящий проток (*ductus deferens*) имеет диаметр около 3 мм и длину до 50 см (рис. 4.50). Его

стенка состоит из слизистой, мышечной и соединительнотканной оболочек. Достигнув уровня нижнего конца яичка, проток резко поворачивает вверх. В составе *семенного канатика (funiculus spermaticus)*, который содержит кровеносные и лимфатические сосуды, нервы, оболочки и мышцу, подвешивающую яичко, семявыносящий проток поднимается к *паховому каналу* в брюшную полость. Далее сосуды и

нервы направляются в поясничную область, а проток, не проходя через брюшину, отделяется от семенного канатика и опускается в малый таз (рис. 4.51). Конечная часть протока возле дна мочевого пузыря расширена в виде ампулы. Созревшие, но неподвижные сперматозоиды вместе с жидкостью, имеющей кислую реакцию, по семявыносящему протоку выводятся из придатка яичка в результате перистальтики стенки протока и накапливаются в ампуле протока.

Около дна мочевого пузыря проток расширяется, принимает выводные протоки *семенных пузырьков* (рис. 4.44) и называется *семяизвергающим протоком (ductus ejaculatorius)*. Последний прободает предстательную железу и открывается в предстательную часть мочеиспускательного канала. Основу стенки семявыносящего протока составляет значительный слой гладких мышечных волокон. Изнутри он выстлан слизистой оболочкой.

**Придаточные железы.** Мужские половые пути имеют придаточные железы: семенные пузырьки, предстательную железу и луковичные железы. Эти железы вырабатывают жидкость, входящую в состав спермы.

*Семенные пузырьки (vesicula seminalis)* — это железы с тонкими, складчатыми стенками и просветом неправильной формы (рис. 4.51). Стенка пузырьков образована слизистой, мышечной и адвентициальной оболочками. Пузырьки располагаются позади мочевого пузыря, открываются в семявыносящие протоки и развиваются как выпячивания этих протоков.

Пузырьки заполнены прозрачным бесцветным секретом щелочной реакции, который выделяется в предстательную часть мочеиспускательного канала в момент эякуляции. Жидкость смешивается с секретом предстательной железы и взвесью

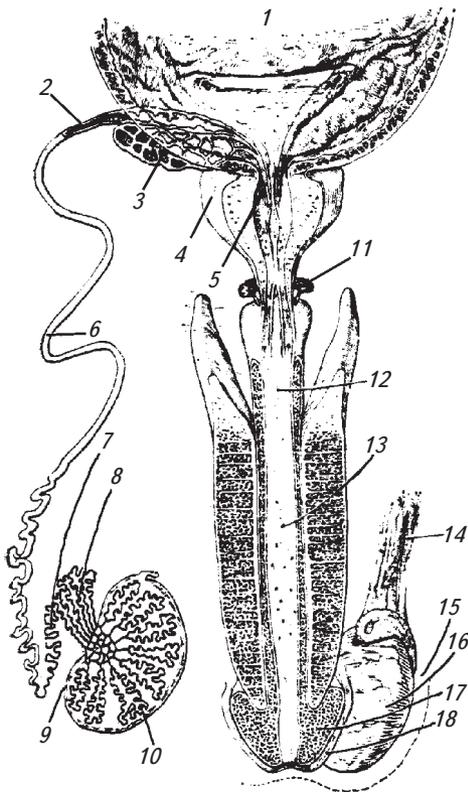


Рис. 4.51. Строение половых органов мужчины: 1 — мочевой пузырь; 2 — ампула семявыносящего протока; 3 — семенной пузырек; 4 — предстательная железа; 5 — семяизвергающий канал; 6 — семявыносящий проток; 7 — проток придатка семенника; 8 — выносящие каналы семенника; 9 — сеть семенника; 10 — семенной канал; 11 — куперова железа; 12 — мочеиспускательный канал; 13 — железы Литтре; 14 — семенной канатик; 15 — мошонка; 16 — семенник; 17 — головка полового члена; 18 — крайняя плоть

неподвижных сперматозоидов, поступающих из ампулы семявыносящего протока. В щелочной среде сперматозоиды приобретают подвижность; этот секрет обеспечивает их питанием.

*Предстательная железа (prostate)* — мышечно-железистый непарный орган, имеющий форму каштана (рис. 4.44; Атл. рис. 209). Она залегает под мочевым пузырем, охватывая со всех сторон верхнюю (предстательную) часть мочеиспускательного канала. Через железу проходят также семяизвергающие протоки. Снаружи железа покрыта плотной соединительнотканной капсулой и гладкомышечной оболочкой. От них отходят волокна и гладкомышечные клетки, разделяющие ткань железы на дольки. Основу долек составляют многочисленные сложные трубчато-альвеолярные секреторные отделы. Выводные протоки железы числом 15—20 открываются в мочеиспускательный канал, преимущественно на его задней стенке. Секрет железы стимулирует подвижность сперматозоидов. В него также входят гормоны, поступающие в сперму и кровь и стимулирующие сперматогенную функцию яичек.

Семяизвергающие протоки, прободящие железу, открываются на задней стенке мочеиспускательного канала. Между отверстиями протоков ткань предстательной железы выпячивается в просвет канала в виде семенного холмика. От этого места мочеиспускательный канал является мочеполовым, так как мочевыделительные и половые пути становятся здесь анатомически едиными.

На вершине семенного холмика лежит углубление, ведущее в маленький, слепо заканчивающийся мешочек — мужскую маточку.

*Луковичные железы* расположены по бокам перепончатой части мочеполового канала непосредственно над промежностью. Каждая из них внеш-

ним видом и размерами напоминает горошину (рис. 4.44). При семяизвержении железы выделяют свой секрет, который смешивается с семенной жидкостью в мочеполовом канале.

Таким образом, семенная жидкость состоит из сперматозоидов (в 1 мл около 1,5 млн) и секрета придаточных половых желез.

**Наружные мужские половые органы** состоят из мошонки, в которой находится семенник, и мужского полового члена.

**Половой член (penis)** образован двумя пещеристыми телами и одним губчатым (Атл. рис. 209). Они связаны между собой плотной соединительной тканью и покрыты легко подвижной кожей. Пещеристые тела расположены на тыльной стороне и укреплены на лонных костях, а губчатое тело мочеиспускательного канала расположено на нижней поверхности пещеристых тел и образует на дистальном конце головку полового члена. В мочеиспускательный канал открываются многочисленные протоки желез, вырабатывающих слизь (*железы Литтле*). Их секрет облегчает вхождение полового члена во влагалище.

Пещеристые тела состоят из губчатой ткани, многочисленные ячейки которой выстланы эндотелиальными клетками. При эрекции, когда ячейки наполняются кровью, а отток ее по венам почти прекращается вследствие сжатия их сократившимися мышцами промежности, пещеристые тела и мочеполовой канал выпрямляются, что облегчает выведение семенной жидкости.

#### 4.5.2. Женские половые органы

К внутренним женским половым органам относятся яичники, матка с трубами (яйцеводами) и влагалище (Атл. рис. 210, 211).

**Яичники** (*ovaria*) — парные женские половые органы эллипсоидной формы. У взрослой женщины их длина достигает 3–5 см, а вес 5–8 г (Атл. рис. 211). Размеры и масса яичников зависят от возраста, функционального состояния и индивидуальных особенностей.

Яичники расположены в полости брюшины по сторонам от матки и прилегают к боковым стенкам малого таза. С помощью *брыжейки* яичник прикреплен к широкой связке матки ниже маточной трубы. Одним концом яичник обращен к стенке матки и связан с ней *собственной связкой яичника*. Другой конец, более закругленный, лежит вблизи бахромки маточной трубы.

Сосуды и нервы входят через *ворота яичника* по брыжейке. Этот участок представляет собой узкую щелевидную борозду.

Поверхность яичника неровная, что связано с развитием в нем женских половых клеток (рис. 4.52). Рубцы, заметные на поверхности, образуются после овуляции на месте прорвавшегося фолликула или атрофировавшегося после окончания беременности желтого тела.

Яичники покрыты однослойным кубическим эпителием, который

с возрастом на выступающих поверхностях уплощается. Непосредственно под эпителием лежит слой коркового вещества, в котором хорошо развита соединительнотканная строма. В поверхностных слоях коркового вещества преобладают волокна, расположенные параллельно поверхности яичника и образующие его *белочную оболочку* (Атл. рис. 213). Кровеносные сосуды в этом

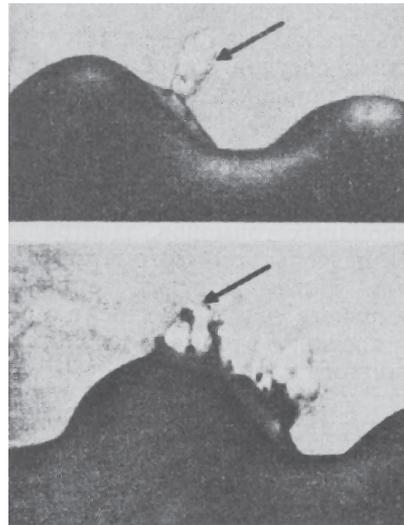


Рис. 4.52. Поверхность яичника. Стрелки указывают на овулирующие фолликулы

#### 4.5.3. Развитие органов репродуктивной системы

Половая система закладывается уже в конце первого месяца внутриутробного развития. В этой закладке различаются гонады, половые протоки и наружные половые органы. Тем не менее, закладка морфологически индифферентна — структуры, ее образующие, не могут быть идентифицированы как мужские или женские. На этой стадии развития параллельно протокам мезонефроса (см. 4.4.5) закладываются парамезонефрические протоки, которые открываются краниальными концами в целом, а каудальными — в клоаку (рис. 4.56). Гонады развиваются в тесном контакте с мочевыделительной системой. Еще во время функционирования мезонеф-

роса на его вентромедиальной поверхности возникает гребневидное утолщение — закладка гонады. Каждая закладка, образованная мезенхимой и сверху покрытая эпителием, начинает заселяться первичными половыми клетками, мигрирующими в нее из энтодермы желточного мешка.

Пол зародыша определяется только в начале третьего месяца. Направление дифференцировки гонад определяется несколькими факторами. При наличии в клетках закладки гонады Y-хромосомы она превращается в семенник и начинает вырабатывать мужские половые гормоны (тестостерон и другие). Тестостерон вызывает превращение мезонефрических протоков в семявыводящие, которые соединяют семенник с мочеиспускательным каналом. Под действием

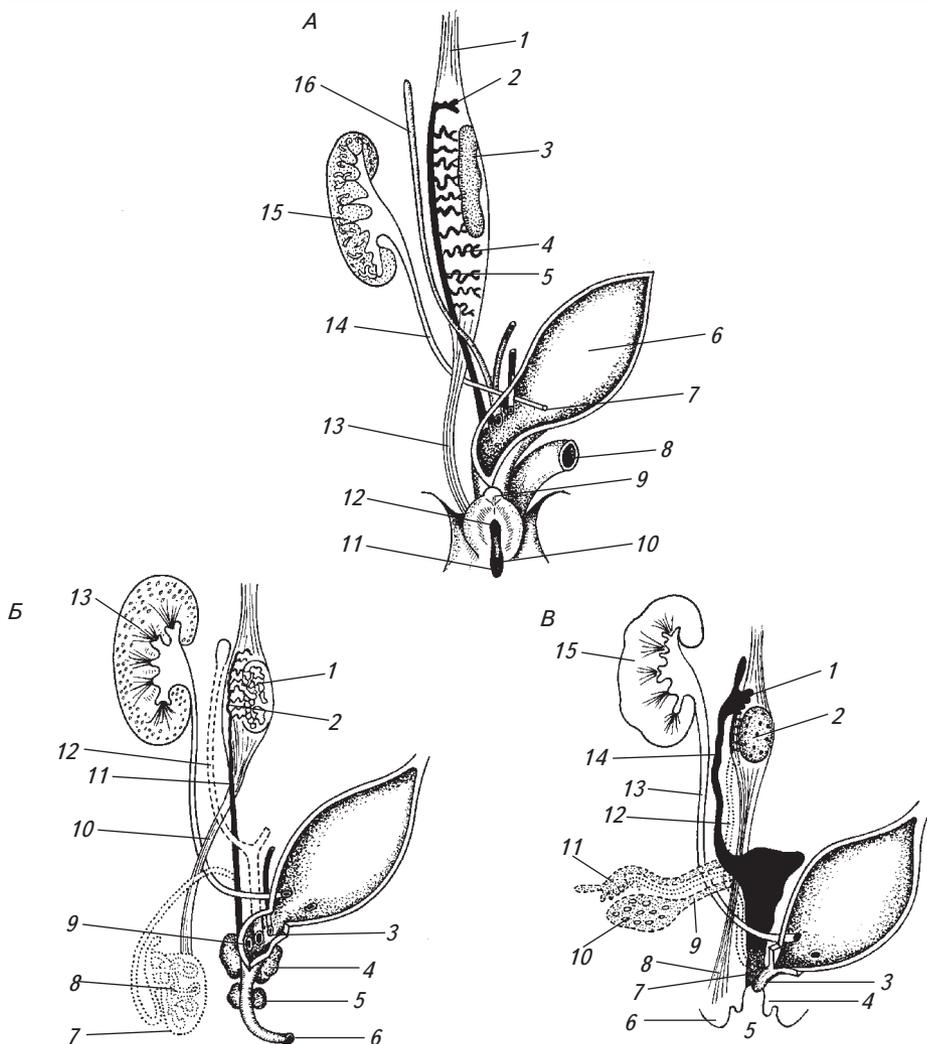


Рис. 4.56. Схема развития органов половой системы (по Пэттену):

*А* — индифферентная закладка: 1 — диафрагмальная связка мезонефроса; 2 — дегенерирующие канальцы мезонефроса; 3 — гонада; 4 — каналец мезонефроса; 5 — проток мезонефроса; 6 — мочевой пузырь; 7 — отверстия мочеточников; 8 — прямая кишка; 9 — половой бугорок; 10 — уроректальная перегородка; 11 — анальная и 12 — мочеполовая части клоаки; 13 — паховая связка мезонефроса; 14 — проток метанефроса (мочеточник); 15 — почка; 16 — мюллеров проток;

*Б* — зародыш мужского пола: 1 — семенник (до опускания); 2 — придаток семенника; 3 — предстательная пазуха; 4 — предстательная железа; 5 — бульборектальная железа; 6 — мочеиспускательный канал; 7 — мошонка; 8 — семенник (после опускания); 9 — отверстие семяизвергательного протока; 10 — паховая связка; 11 — семявыносящий проток; 12 — мюллеров проток; 13 — почка;

*В* — зародыш женского пола: 1 — отверстие маточной трубы; 2 — яичник; 3 — мочеиспускательный канал; 4 — малая срамная губа; 5 — преддверие; 6 — большая срамная губа; 7 — влагалище; 8 — круглая связка матки; 9 — круглая связка яичника; 10 — яичник; 11 — маточная труба после опускания; 12 — проток мезонефроса; 13 — мочеточник; 14 — маточная труба (до опускания); 15 — почки

слое яичника развиты слабо. Остальная часть коркового вещества содержит большое количество клеток соединительной ткани. В центрально расположенном мозговом веществе соединительнотканная строма не имеет упорядоченной организации. В ней содержатся в большом количестве эластические волокна, единичные гладкомышечные клетки, лимфатические сосуды, спиральные артерии, а также хорошо развиты венозные сплетения. От сосудов мозгового вещества отдельные артерии и вены проходят в корковое вещество. В фолликулах коркового вещества яичников происходит развитие женских половых клеток.

Когда завершается созревание клеток (ооцитов) оболочка фолликула разрывается — происходит овуляция. При этом ооцит высвобождается из яичника, попадает в брюшную полость и захватывается бахромками яйцевода.

После овуляции фолликул спадается, его края смыкаются, оболочка образует многочисленные складки. На месте такого фолликула образуется *желтое тело* (Атл. рис. 214). Клетки фолликула увеличиваются в размерах и превращаются в *лютеиновые* клетки,

способные синтезировать стероидные гормоны (прогестерон). Между клетками со стороны оболочки вырастают многочисленные кровеносные капилляры, и желтое тело превращается в железу внутренней секреции. Если не происходит оплодотворения, желтое тело функционирует в течение 10–12 дней, а затем редуцируется. В случае развития беременности оно разрастается до 5 см и сохраняется до момента родов. Его гормоны в начальный период беременности поддерживают слизистую оболочку матки, в которую имплантировался зародыш, в функционирующем состоянии.

**Маточные**, или фаллопиевы, **трубы**, *яйцеводы* (*tubae uterinae*), парные, расположены почти горизонтально по обеим сторонам от матки. Каждая труба достигает в длину 10–12 см, в толщину, 5 мм, а диаметр просвета равен 0,5–2 мм (Атл. рис. 211). Наружный конец трубы открыт в полость брюшины расширенным отверстием — воронкой, края которой как бы надрезаны и образуют бахромку. Один из выростов бахромки сращен с краем яичника. Полость брюшины через маточные трубы, матку и влагалище сообщается с внешней средой. Сразу за воронкой находится расширенная

других гормональных факторов, продуцируемых семенником, парамезонефрические протоки дегенерируют. В отсутствие тестостерона дегенерируют мезонефрические протоки, а парамезонефрические превращаются в протоки яичников. Из этих протоков развиваются яйцеводы, матка и часть влагалища.

При развитии мужских половых протоков канальцы мезонефроса, близко расположенные к семенникам, сохраняются в виде выносящих канальцев. Вместе с частью протока мезонефроса они становятся придатком семенника. Дистальнее придатка проток мезонефроса покрывается гладкомышечными клетками и превращается в семявыносящий проток. Вблизи от места впадения в мочеполовой синус появляются выпячивания — закладки семенных пузырьков.

Из эпителия мочеиспускательного канала под влиянием тестостерона формируется предстательная железа.

Интенсивный рост мезонефроса приводит к выпячиванию его в полость целома. Брюшина, окружающая его, сворачивается в складки, позднее превращающиеся в связки — диафрагмальную и паховую связки мезонефроса (рис. 4.56, А). В дальнейшем мезонефрос постепенно редуцируется, а семенники увеличиваются в размере и оказываются заключенными в паховую связку, которая становится *связкой семенника*. По мере роста семенники и связанные с ними структуры смещаются каудально и, наконец, оказываются за пределами брюшной полости, под кожей в мошонке. Канал, соединяющий брюшную полость с мошонкой (паховый канал) закрывается.

часть — *ампула маточной трубы*. Вблизи от матки она переходит в короткую суженую часть — *перешеек*, за которым расположена *маточная часть* трубы. Ее конец имеет очень небольшой просвет и открывается в полость матки. Маточная труба впадает в матку на границе между ее дном и телом.

С боков и сверху маточная труба покрыта серозной оболочкой — брюшиной, а нижняя ее поверхность обращена в просвет широкой связки матки и лишена брюшины. В месте перехода широкой связки матки с трубы на яичник образуется *брыжейка маточной трубы*. Под серозной оболочкой находится соединительная ткань, образующая наружную оболочку стенки трубы. Она покрыта висцеральным листком брюшины.

Средняя оболочка образована двумя слоями гладкой мышечной ткани: наружным — продольным и внутренним — кольцевым. Внутренний слой наиболее выражен вблизи матки. На тонус и силу сокращений мышечного слоя оказывают влияние гормоны яичников. Наиболее сильные перистальтические сокращения происходят в момент овуляции. Благодаря этому усиливается подвижность ворсинок

воронки яйцевода. Они способствуют также продвижению яйцеклетки в сторону матки.

Внутренняя оболочка — слизистая, образует широкие продольные складки, наиболее выраженные в области ампулы трубы. Слизистая оболочка покрыта однослойным мерцательным эпителием, в составе которого лежат многочисленные бокаловидные клетки (рис. 4.53). Выделяемый ими секрет создает благоприятные условия для продвижения и питания яйцеклетки. Структура эпителиальных клеток различна в зависимости от стадии цикла. Максимальной высоты (30 мкм) клетки достигают ко времени овуляции. Сразу после менструации клетки уменьшаются в размерах.

Таким образом, яйцеклетка, не обладающая способностью к самостоятельным движениям, медленно перемещается по маточной трубе благодаря сокращениям ее мышечной оболочки и колебаниям ресничек мерцательного эпителия. Через 9–10 дней яйцеклетка достигает полости матки. В трубе происходит также оплодотворение яйцеклетки сперматозоидом. Если оплодотворения не происходит, яйцеклетка погибает и удаляется с менструальными выделениями.

Проходя сквозь стенку брюшной полости, яичко выпячивает впереди себя все ее слои, из которых впоследствии формируются его оболочки.

У новорожденного масса яичка с придатком составляет всего 0,3 г. Интенсивный его рост начинается с наступлением периода полового созревания — к 20 годам масса яичка достигает 20 г. В зрелом возрасте размеры и масса яичка возрастают незначительно, а после 60 лет несколько уменьшаются. Та же закономерность наблюдается и в росте придатка. У новорожденных просветы семенных канальцев отсутствуют — они возникают к 15–16 годам, в юношеском возрасте диаметр канальцев удваивается, а у взрослых мужчин увеличивается в 3 раза по сравнению с новорожденными. К моменту рождения яички должны опуститься в мошонку,

однако при задержке опускания они могут находиться в паховом канале (забрюшинно) и опускаться позже, причем правое яичко расположено выше левого.

Присутствие в мошонке яичек служит одним из признаков зрелости и доношенности новорожденного мальчика.

Семявыносящий проток у новорожденного очень тонкий, мышечный слой в стенке отсутствует (появляется к 5 годам). У подростка 15 лет толщина семенного канатика равна примерно 6 мм, а семявыносящего протока — 1,6 мм.

Семенные пузырьки новорожденного представляют собой мелкие скрученные трубки. Их рост начинается в период полового созревания. Наибольшего развития они достигают к 40 годам. Затем наступают инволютивные изменения,

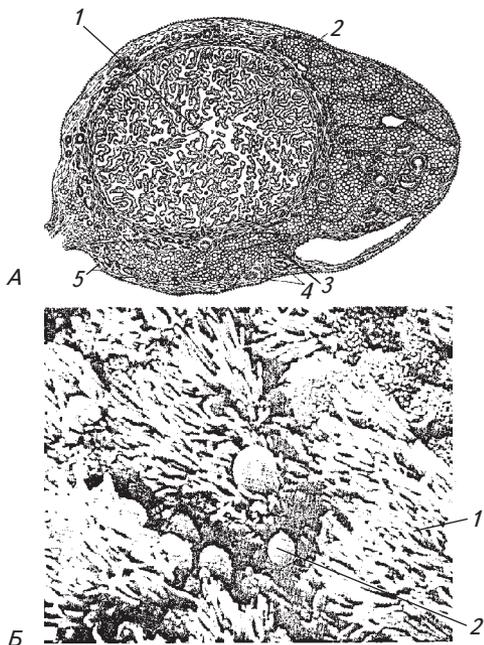


Рис. 4.53. Маточная труба:

*А* — строение; поперечный срез: 1 — складки слизистой оболочки, покрытой реснитчатым эпителием; 2 — собственная пластинка слизистой оболочки; 3 — мышечная оболочка; 4 — кровеносный сосуд; 5 — серозная оболочка; *Б* — сканирующая электронная микрофотография слизистой оболочки яйцевода: 1 — реснички мерцательных клеток; 2 — капли секрета (по Афанасьеву)

особенно в слизистой оболочке: она истончается, что приводит к снижению секреторной функции.

У детей железистая ткань простаты не развита, ее формирование начинается в период полового созревания, когда железа увеличивается в 10 раз. Наибольшей функциональной активности она достигает в 30—45 лет, затем происходит постепенное угасание функции. Железистая ткань при этом постепенно атрофируется. В пожилом возрасте железа может значительно увеличиваться в размере за счет разрастания волокнистых структур, что вызывает сужение мочеиспускательного канала.

У зародышей женского пола парамезонефрические (мюллеровы) протоки на каудальном конце зародыша сближаются и впадают в моче-

**Матка (uterus)** — непарный полый мышечный орган, служит для вынашивания плода. Матка расположена в полости малого таза между лобковым сращением и крестцом (Атл. рис. 210). Форма матки грушевидная, уплощенная в переднезаднем направлении. Форма и размеры матки изменяются в зависимости от функционального состояния организма (беременность и т. д.) (рис. 4.54). У небеременной и нерожавшей женщины полость матки щелевидная (Атл. рис. 211), ее емкость не превышает 3—4 см<sup>3</sup>; мышечная стенка толстая (2,5 см); вес достигает 50 г, длина — 5 см. У рожавших женщин эти величины в 1,5—2 раза больше.

В матке различают верхнюю часть — дно, среднюю — тело и нижнюю — шейку. *Шейка* — самая толстостенная часть органа, своим нижним концом вдается во влагалище и пронизана цилиндрическим каналом. На нижнем конце шейки матки имеется округлое (у нерожавших) или овальное (у рожавших) отверстие, через которое полость матки сообщается с влагалищем. *Тело* матки имеет форму, близкую к треугольной. Передняя его поверхность прилегает к мочевому пузырю, задняя — к тонкому кишечнику и прямой кишке. *Дно* мат-

половой синус (рис. 4.56). Эти протоки на значительном протяжении срастаются, формируя матку. В дорсальной стенке мочепоолового синуса в области впадения протоков возникает уплотнение, из которого позднее развивается влагалище. Часть мюллерова протока, расположенная между маткой и яичником, становится маточной трубой (яйцеводом).

У зародышей женского пола закладка гонад (яичников) и выпячивание их вместе с мезонефросом в целом происходит по той же схеме. Однако в этом случае мезонефрос дегенерирует в большей степени, чем у зародышей мужского пола. Складки брюшины истончаются и становятся похожими на брыжейки. Они поддерживают мюллеровы протоки и яичники и впоследствии становятся верхней частью широкой связки

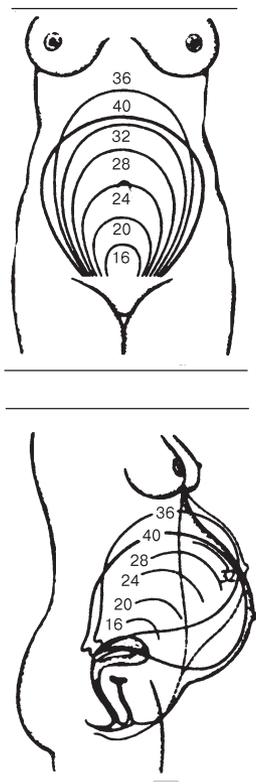


Рис. 4.54. Изменения положения и размеров матки в различные сроки беременности (цифрами обозначены сроки беременности в неделях)

ки находится на 1–2 см ниже плоскости входа в малый таз. В области верхнебоковых углов дна матки в нее открываются маточные трубы. При опорожненном мочевом пузыре матка несколько наклонена вперед и в области перехода ее тела в шейку даже изогнута кпереди.

Дно, тело и частично шейка матки расположены внутрибрюшинно. С матки брюшина переходит на соседние органы, образуя на границе с ними углубления, или карманы — пузырно-маточный и прямокишечно-маточный. В местах перехода в широкие связки брюшина соединена с маткой с помощью более рыхлых соединительнотканых прослоек. Нижняя половина передней поверхности шейки матки брюшиной не покрыта и отделяется от поверхности мочевого пузыря соединительнотканной прослойкой.

Стенка матки состоит из трех слоев: эндометрия, миометрия и периметрия.

*Эндометрий*, или слизистая оболочка, сростается с мышечным слоем стенки матки. Она состоит из эпителия (однослойного цилиндрического или мерцательного) и собственной пластинки соединительной ткани. Эндометрий пронизан многочисленными

матки. В области, где в результате сращения протоков образуется матка, складки брюшины также срстаются по средней линии и формируют остальную часть широкой связки матки. В процессе развития яичники также немного опускаются. Паховая связка, хорошо развитая у зародышей мужского пола, включается

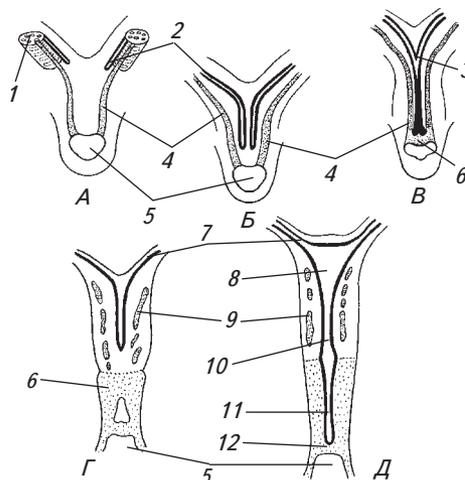


Рис. 4.56. Формирование матки и влагалища у зародыша женского пола (по Пэттену): 1 — мезонефрос; 2 — мюллеров проток; 3 — сливающиеся мюллеровы протоки; 4 — проток мезонефроса; 5 — мочеполовой синус; 6 — влагалищная пластинка; 7 — маточные трубы; 8 — тело матки; 9 — дегенерирующие протоки мезонефроса; 10 — шейка матки; 11 — влагалище; 12 — девственная плева; А—Д — последовательные стадии развития

трубчатými железами, местами достигающими миометрия и открывающимися на поверхность эпителия. В области шейки железы выделяют густой секрет, закупоривающий ее канал. Эта «пробка» предохраняет полость матки от попадания в нее микрофлоры из влагалища.

Поверхностный слой эндометрия претерпевает характерные изменения в течение менструального цикла и в конце его практически полностью отторгается. Если наступает беременность, в слизистую оболочку происходит внедрение зародыша (имплантация), и образуется плацента. Глубокий базальный слой во время беременности и менструального цикла почти не изменяется, не подвергается отторжению, и за счет его происходит восстановление поверхностного слоя (Атл. рис. 212).

Слизистая оболочка дна и тела матки не образует складок. В области шейки имеются продольные пальмовидные складки. В месте впадения маточных труб эндометрий переходит в их слизистую оболочку.

**Миометрий** — толстая мышечная оболочка, образует основу маточной стенки. Она состоит из нескольких продольных, круговых и спиральных переплетающихся слоев клеток гладкой мускулатуры, разделенных соединительной тканью. Кроме того, некоторые мышечные клетки расположены

циркулярно вокруг спиральных артерий. В миометрии хорошо развита сосудистая сеть, особенно венозное сплетение. Во время беременности происходит интенсивный рост гладкомышечной ткани. Отдельные клетки могут при этом увеличиваться почти в 10 раз в длину и в несколько раз в толщину. Новые клетки могут образовываться также за счет деления многочисленных перницитов, а также имеющихся гладкомышечных клеток. Рост миометрия контролируется гормонально. За счет интенсивного роста вес матки перед родами достигает 2 кг, а полость ее увеличивается до 2500 см<sup>3</sup>, т. е. в 600 раз. Однако уже через 1,5 месяца после родов орган возвращается к почти исходным размерам.

**Периметрий** образован серозной оболочкой, покрытой мезотелием, и соединительной тканью, сращенной с миометрием.

**Связки матки, труб и яичников.** Большая часть матки покрыта брюшиной — периметрием, который охватывает орган спереди и сзади и, сходясь по ее бокам, формирует *широкую маточную связку* (Атл. рис. 211). Последняя состоит из двух листков брюшины (переднего и заднего), переходящих на

в широкую связку, которая впоследствии превращается в круглые связки яичника и матки. Каудальный конец связки включается в соединительную ткань больших половых губ.

У новорожденной девочки яичники лежат выше входа в малый таз. Свое постоянное положение они занимают лишь к пяти годам. После 35 лет яичники начинают уменьшаться; этот процесс особенно заметен после 45 лет, когда овуляция обычно прекращается. У пожилых женщин яичники подвергаются сильной атрофии и практически полностью замещаются волокнистой соединительной тканью.

Маточные трубы новорожденных относительно длиннее, образуют несколько изгибов и не соприкасаются с яичниками. Во время полового созревания трубы начинают расти и приближа-

ются к яичникам. Каждая труба распрямляется, сохраняется только один изгиб. У пожилых женщин изгибы трубы отсутствуют, стенка ее истончается, бахромки по краям воронки атрофируются.

Возрастные изменения матки весьма значительны. У новорожденной девочки матка расположена в полости большого таза и даже частично в брюшной полости. Она имеет цилиндрическую форму, длину 25—35 мм и массу 2 г. К концу первого месяца формируется изгиб, сохраняющийся у взрослой женщины. До 10 лет шейка матки длиннее ее тела. В период полового созревания (13—14 лет) матка приобретает пропорции, свойственные взрослым. В климактерический период с прекращением менструаций она постепенно уменьшается в размерах

боковые стенки малого таза. Растянутая во фронтальной плоскости внутри полости малого таза, широкая связка охватывает своими листками маточные трубы, связки яичников, а также кровеносные сосуды и нервы, подходящие к матке, трубам и яичникам.

С каждой стороны в широкой маточной связке проходит *круглая связка матки* (см. Атл.). Начавшись от передней поверхности матки ниже устья трубы, круглая связка направляется к паховому каналу и, пройдя через него, вплетается соединительнотканными волокнами в подкожную клетчатку. Круглые связки тормозят смещение матки назад и в стороны.

Шейка матки фиксируется сзади *крестцово-маточными*, а спереди *пузырно-маточными* связками, и благодаря им подвижно прикрепляется к стенкам малого таза и смежным органам.

Яичники фиксируются брыжейкой и двумя связками — собственной и подвешивающей. *Брыжейка* яичника связывает его с задним листком широкой маточной связки. *Собственная связка* соединяет яичник с телом матки вблизи впадения в нее трубы. *Подвешивающая связка* представляет собой складку пристеночного листка брюшины, которая направляется к ла-

теральному полюсу яичника. По ней проходят сосуды и нервы. Эта связка содержит гладкие мышечные волокна и поэтому способна изменять свою длину, что обеспечивает подвижную фиксацию яичника.

**Влагалище** (*vagina*) представляет собой сплюснутую спереди назад трубку, соединяющую матку с наружными половыми органами (Атл. рис. 210, 211). Сверху в полость влагалища вдается значительная часть шейки матки. Охватывающие ее части влагалища называются сводами. Влагалище находится посередине нижнего отдела малого таза, над мышцами промежности. К передней стенке примыкает мочевого пузыря и мочеиспускательный канал, а к задней — прямая кишка. На верхнюю часть задней стенки с прямой кишки переходит брюшина. Выходное отверстие влагалища у девственниц прикрыто складкой слизистой оболочки — девственной плевой.

Выстилающая влагалище *слизистая оболочка* прочно сращена с мышечной и покрыта многослойным плоским эпителием. Этот эпителий изменяется под воздействием гормонов в течение цикла. Слизистая образует поперечные складки, особенно многочисленные в нижней части

и у пожилых становится вдвое меньше. Наиболее выражены изменения в области шейки матки.

У новорожденной девочки влагалище короткое (до 35 мм), дугообразно изогнуто, имеет узкий просвет. Быстрый рост начинается в подростковом возрасте, когда образуются складки слизистой оболочки. К 45—50 годам эпителий влагалища кератинизируется.

Развитие наружных половых органов начинается с образования у зародышей *полового вышления* (индифферентная стадия) (рис. 4.57). Оно вскоре превращается в *половой бугорок*, от которого к анальному отверстию отходит пара *половых складок*. Между складками находится мочеполовое отверстие, а по бокам от них расположены *половые валики*. У зародышей мужского пола половой бугорок удлинняется

и образует половой член, а половые валики превращаются в мошонку. На его каудальной поверхности возникает продольный желобок, тянущийся до отверстия мочеполового синуса. Позднее по бокам желобка разрастаются половые складки, которые смыкаясь, образуют мочеиспускательный канал. Половой член начинает усиленно расти в период полового созревания. У пожилых людей отмечается большее ороговение эпителия головки и атрофия кожи.

У зародышей женского пола половой бугорок превращается в клитор, половые складки — в малые, а половые валики — в большие половые губы. Отверстие мочеполового синуса не перемещается. У новорожденной девочки клитор и малые половые губы выступают из половой щели. К 10 годам половая щель раскрывается

влагалища. Эти складки исчезают после родов. Кроме того, на слизистой передней и задней поверхностей имеются продольные гребни (столбы). В слизистой оболочке отсутствуют железы, она обильно снабжена кровеносными сосудами и содержит лимфатические узлы и много эластических волокон, которые вплетаются в мышечный слой стенки. *Мышечная оболочка* образует средний слой, в ней преобладают продольно ориентированные гладкомышечные клетки. Наружная оболочка состоит из рыхлой соединительной ткани, связывающей влагалище с окружающими органами.

Через влагалище вводится сперма и удаляются менструальные выделения; оно служит родовым каналом.

**Наружные половые органы.** К наружным женским половым органам относятся половая щель, девственная плева, большие и малые половые губы и клитор (см. Атл.). Они представляют комплекс структур, расположенных вокруг отверстия влагалища, и совместно образуют *вульву*. Самые наружные части вульвы — *большие половые (срамные) губы* — парные, богатые

жировой тканью складки кожи. У их основания открываются протоки желез, секрет которых белого цвета, имеет щелочную реакцию и увлажняет половую щель. Внутри щели между большими губами находится вторая пара меньших кожных складок, богатых сосудами и лишенных жировой ткани. Это *малые половые губы*. В их соединительной ткани хорошо развиты сосудистые сплетения. В месте их схождения на переднем конце и частично прикрываемый ими расположен *клитор* — небольшой, способный к эрекции орган, гомологичный пещеристым телам мужского полового члена. Примерно посередине между клитором и отверстием влагалища находится отверстие мочеиспускательного канала. Отверстие влагалища расположено в задней части вульвы и у девственниц частично прикрываемо тонкой складкой ткани, известной под названием *девственной плевы*.

**Молочные железы (*mammae*)** (грудь) парные, расположены на поверхности большой грудной и передней зубчатой мышц. С возрастом и функциональным состоянием

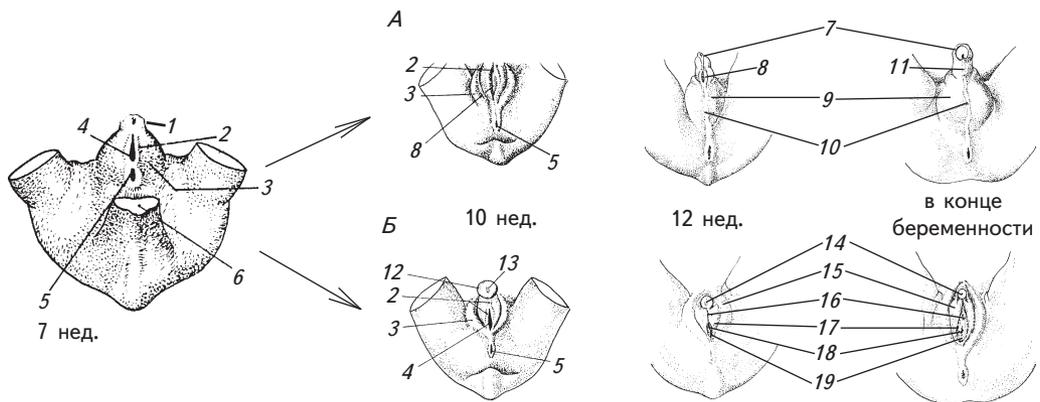


Рис. 4.57. Развитие наружных половых органов: А — мужских; Б — женских; 1 — половой бугорок; 2 — половые складки; 3 — половые валики; 4 — мочеполовой синус; 5 — анальное отверстие; 6 — хвост; 7 — головка полового члена; 8 — уретральный желобок; 9 — мошонка; 10 — шов

мошонки; 11 — шов полового члена; 12 — клитор; 13 — эпителиальный бугорок; 14 — головка клитора; 15 — большие половые губы; 16 — отверстие мочеиспускательного канала; 17 — малые половые губы; 18 — девственная плева; 19 — отверстие влагалища

(беременность, лактация) их размеры и форма значительно изменяются.

Хотя молочные железы топографически не связаны с органами женской репродуктивной системы, их развитие и функциональная активность тесно связаны с половыми гормонами. Кроме того, они обеспечивают грудное питание новорожденному ребенку.

На поверхности в среднем участке груди располагается околососковый кружок, в центре которого лежит сосок. В околососковом кружке находится небольшое число потовых и крупных сальных желез. Эпителий соска сильно пигментирован. Тело груди образовано 15–20 долями молочной железы, окруженными жировой тканью (Атл. рис. 215) и разделенными на дольки. Каждая доля имеет свой выводной млечный проток, который направляется к соску и перед вступлением в него расширяется, образуя млечный синус. В синусах накапливается молоко, секреторируемое в альвеолах. Концевая часть протока открывается на вершине соска расширенным млечным отверстием. В коже соска и стенках млечных синусов залегает большое количество инкапсулированных нервных окончаний. Железа заключена в соединительнотканную капсулу, от

которой в толщу железы отходят междолевые перегородки. Капсула фиксирует железу к ключице и отделяет заднюю поверхность груди от подлежащих мышц, а переднюю — от кожи груди. В тканях железы хорошо развита сеть кровеносных сосудов.

Молочные железы относятся к сложным альвеолярным. Если не происходит лактации, секреторные отделы желез не развиты и представляют собой тонкие слепозамкнутые трубочки — *молочные ходы*. При беременности и с наступлением лактации они формируют многочисленные альвеолы. Секреторные отделы развиваются с момента имплантации. Во второй половине беременности начинается секреция молозива, а полноценное молоко образуется в первые дни после рождения ребенка. Регуляция лактации осуществляется двумя гормонами: гипофизарным *пролактином* и гипоталамическим *окситоцином*. После окончания кормления грудью большая часть секреторных отделов претерпевает обратное развитие, но часть альвеол сохраняется.

Секреторные отделы молочной железы образованы клетками *лактоцитами*. Их апикальная поверхность покрыта микроворсинками. Ультра-

только при разведенных бедрах. После 45–50 лет наступает атрофия половых губ и слизистых желез, эпителий слизистой оболочки половой щели истончается и подвергается кератинизации.

Молочные железы развиваются с 6-й недели внутриутробного развития. По бокам тела возникают два тяжа эктодермальных клеток — «молочные линии». В грудной области часть этих клеток врастает в подлежащую мезенхиму, образуя зачатки железистой ткани. У животных образуется не одна, а несколько пар таких закладок, из которых впоследствии получается два ряда молочных желез. К моменту рождения формируются протоки желез. Четких различий

у мальчиков и девочек в структуре желез в этот период не наблюдается. При наступлении периода полового созревания у девочек под действием половых гормонов железы постепенно увеличиваются в размерах, соски становятся более выраженными. Такое увеличение объема желез связано в основном с накоплением жира в соединительной ткани между долями железы и развитием системы выводных протоков. У мальчиков молочные железы в пубертатный период не подвергаются заметным изменениям, оставаясь плоскими.

После наступления менопаузы в молочных железах начинаются процессы атрофии железистой и соединительной тканей.

структура клеток достаточно сложная, так как в них образуются многочисленные компоненты молока. В состав молока входят жиры (триглицериды, жирные кислоты), белки (казеин, лактоглобулины, лактоальбумины), углеводы (лактоза и другие), соли, витамины, микроэлементы, лизоцим, иммуноглобулины, вода и некоторые другие компоненты. Выделяются ком-

поненты молока в просвет альвеол в виде капель различного размера. В полости альвеолы эти капли превращаются в тонкую эмульсию и заполняют просвет. Выделение молока в млечные ходы происходит благодаря наличию на периферии секреторных отделов миоэпителиальных клеток. Сокращаясь, они выдавливают молоко в выводные протоки.

### Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику мужским и женским наружным и внутренним половым органам.
2. Строение и оболочки яичка (семенника).
3. Как устроены семявыносящие и семяизвергающие протоки и придаточные железы мужской половой системы?
4. Опишите топографию и особенности строения яичников и маточных труб.
5. Каково отношение яичников и маточных труб к брюшине?
6. Матка, топография, отделы, функции, особенности строения стенки. Связки матки.
7. Как развиваются органы репродуктивной системы в онтогенезе?
8. Какое строение имеют молочные железы.

## 4.6. СИСТЕМА ОРГАНОВ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ (ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА)

### 4.6.1. Общие сведения

Эндокринная система организма человека представлена железами, лишёнными выводных протоков (рис. 4.58). Клетки этих желез продуцируют гормоны и выделяют их в кровь, лимфу или тканевую жидкость. Отсюда и произошло их название: *endo* — внутрь, *crino* — выделяю. В стенках некоторых органов (желудочно-кишечный тракт, дыхательные пути, мочеполовые органы) рассеяны отдельные эндокринные клетки, не собранные воедино. Все вместе они образуют диффузную эндокринную систему.

Эндокринные железы принимают участие во всех процессах жизнедеятельности организма. Гормоны действуют на генетический аппарат клеток, влияют на все виды обмена веществ, а также на рост, физическое и умственное развитие, участвуют в адапта-

ции организма человека к условиям окружающей среды. В эмбриональный период гормоны играют существенную роль в формировании систем органов и становлении их функций. В то же время, избыток или недостаток определенных гормонов приводит к нарушениям обменных процессов, роста и развития. Старение сопровождается снижением секреции половых гормонов у представителей обоих полов, хотя у женщин это более выражено.

Функционально эндокринная система тесно связана с нервной — эти две системы совместно координируют функцию других, нередко разделённых значительным расстоянием, органов и их систем. В становлении эндокринных и нейроэндокринных взаимодействий в процессе онтогенеза отмечается определенная последовательность. После закладки и дифференцировки органов эндокринной

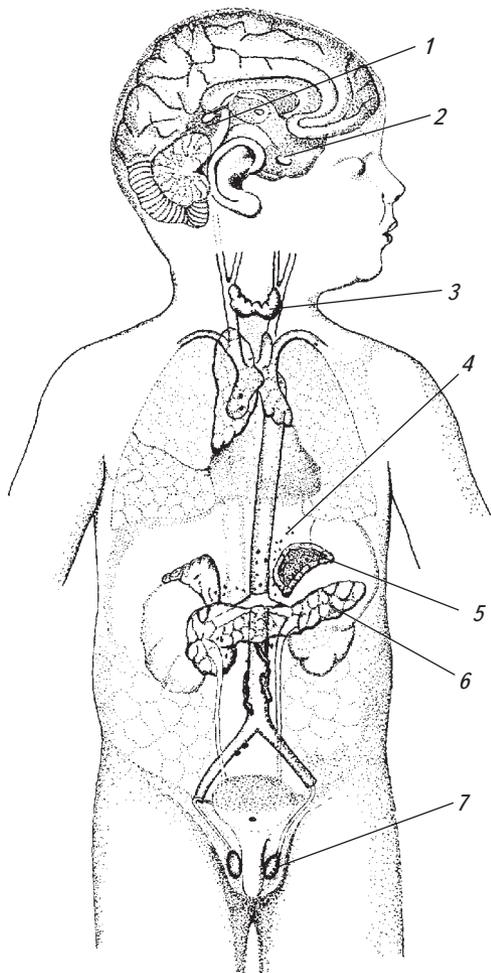


Рис. 4.58. Железы внутренней секреции:  
 1 — эпифиз; 2 — гипофиз; 3 — щитовидная железа; 4 — параганглии; 5 — надпочечники;  
 6 — поджелудочная железа; 7 — семенники

системы начинаются синтез и секреция гормонов. Затем формируются гормональные связи между эндокринными железами и, наконец, устанавливаются нейроэндокринные связи, которые подробно рассматриваются в курсе физиологии.

Для всех желез внутренней секреции характерно хорошо развитое кровоснабжение и лимфоотток. Это

способствует быстрому попаданию гормонов в кровь и лимфу. Регуляция работы эндокринных желез осуществляется вегетативной нервной системой.

Эндокринной системой контролируются те функции организма, для запуска и регуляции которых требуются минуты или часы. Это связано с тем, что передача информации с помощью гормонов осуществляется в десятки раз медленнее, чем нервная передача, позволяющая организму немедленно реагировать на функциональные изменения и факторы окружающей среды.

Железы, развивающиеся из жаберного отдела головной кишки зародыша, принято называть *бранхиогенными железами*. К ним относятся щитовидная, околощитовидные и вилочковая железы.

Наряду с этим в эндокринной системе принято выделять центральные и периферические железы. Центральные железы выполняют регуляторную, по отношению к другим железам, функцию. К этой группе относятся гипофиз и эпифиз. В свою очередь их функция регулируется нейронами ядер гипоталамуса. К периферическим железам относят щитовидную и паращитовидные железы, надпочечники. Существуют также органы, объединяющие эндокринные и другие функции. К ним относятся поджелудочная железа, семенники, яичники и плацента. Функции большинства из них находятся под контролем гормонов гипофиза (рис. 4.59).

По происхождению все эндокринные железы делятся на три группы (табл. 4.1).

#### 4.6.2. Гипофиз

**Гипофиз.** (*hypophysis*) расположен на основании мозга и связан с ним с помощью ножки (Атл. рис. 123, 125).

## Классификация эндокринных желез по происхождению

Название железы	Источник развития
<b>Энтодермальные железы</b>	
щитовидная железа	Вентральная стенка глотки
паращитовидные железы	III и IV пары глоточных карманов
вилочковая железа (тимус)	
островковый аппарат поджелудочной железы	Эпителий кишечной трубки
<b>Мезодермальные железы</b>	
надпочечники (корковое вещество)	Нефротом (сегментная ножка)
семенники (интерстициальные клетки)	
предстательная железа (эндокринные клетки)	
яичники (эндокринные клетки)	
<b>Эктодермальные железы</b>	
гипофиз (передняя доля)	Эпителий крыши ротовой полости
гипофиз (задняя доля)	Промежуточный мозг
эпифиз (шишковидное тело)	
параганглии	Нервный гребень
надпочечники (мозговое вещество)	
клетки диффузной эндокринной системы	

Он лежит в турецком седле клиновидной кости черепа (рис. 4.60). Это непарный орган весом 0,5 г, овальной формы. Во время беременности размеры и вес гипофиза увеличиваются. Орган заключен в плотную соединительнотканную оболочку, которая фиксирует гипофиз в турецком седле. Твердая мозговая оболочка натянута между отростками клиновидной кости и спинкой седла таким образом, что образует диафрагму седла. В ее центральной части имеется отверстие, через которое проходит ножка гипофиза. Гипофиз состоит из передней и задней долей и промежуточной части, границы которых ясно видны на сагитальном разрезе (рис. 4.61).

*Передняя доля*, или *аденогипофиз*, построена из широких, разветвленных тяжелей секреторных клеток, между ко-

торыми лежат сильно расширенные (синусоидные) капилляры. Эндотелий капилляров отделяется от секреторных клеток базальной мембраной и перикапиллярным пространством, заполненным тканевой жидкостью. Клетки передней доли гипофиза выделяют не менее шести гормонов, при чем каждый из них образуется клетками определенного типа. От вида синтезируемого гормона зависит структура клетки и ее способность окрашиваться различными красителями. Кроме того, клетки различаются по функциональной активности. Наряду с интенсивно секреторирующими клетками встречаются клетки неактивные. При этом возможен переход клеток из одного состояния в другое.

Клетки передней доли гипофиза выделяют:

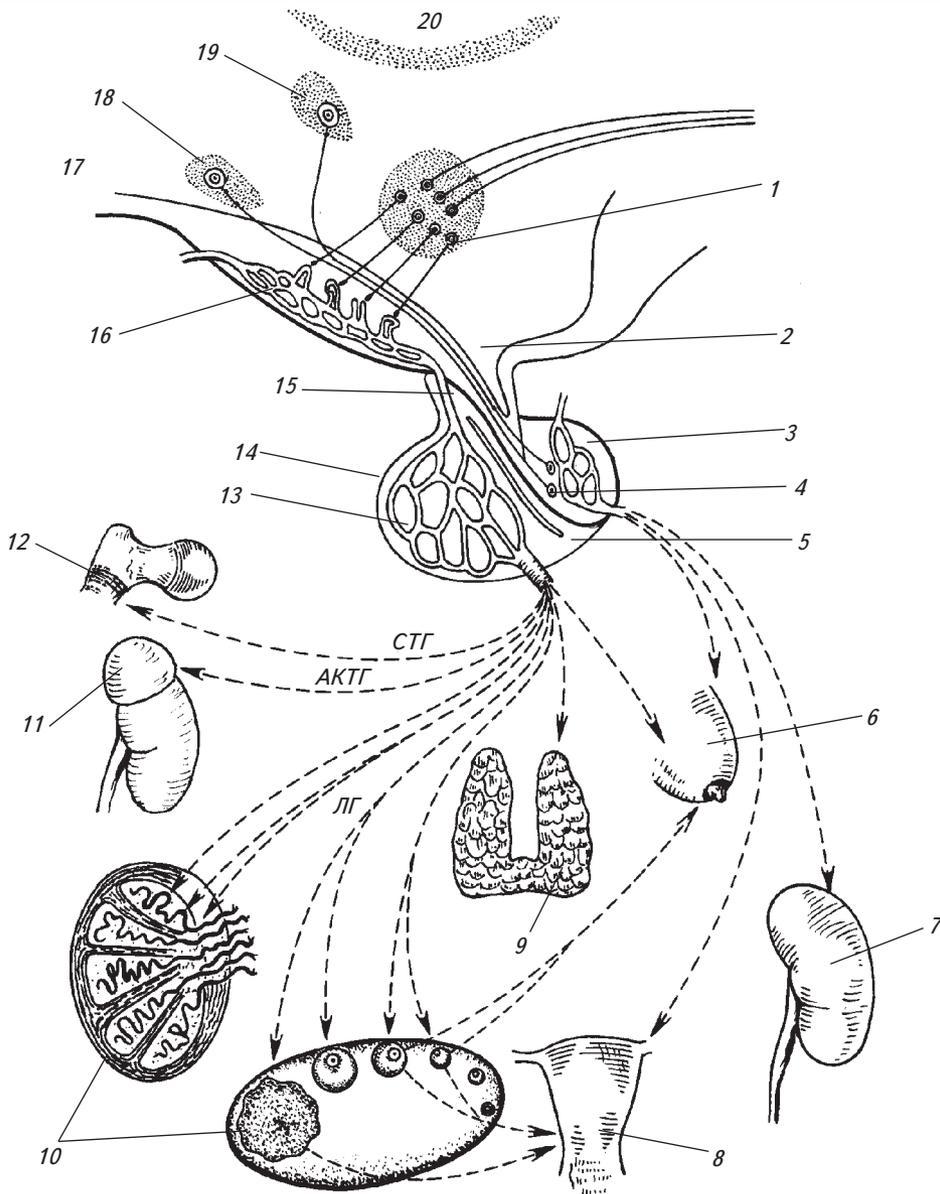


Рис. 4.59. Схема гипоталамо-гипофизарной системы (по Афанасьеву):

1 — нейросекреторные клетки медиобазального комплекса гипоталамуса; 2 — воронка III желудочка и гипофизарная ножка; 3 — задняя доля гипофиза; 4 — окончания аксонов нейронов переднего гипоталамуса; 5 — средняя доля гипофиза; 6 — молочные железы; 7 — канальцы почки; 8 — матка; 9 — щитовидная железа; 10 — половые железы; 11 — надпочечник; 12 — зона роста кости; 13 — вторичная капиллярная сеть гипофиза; 14 — передняя доля гипофиза; 15 — портальная вена гипофиза; 16 — капиллярная сеть гипоталамуса; 17 — гипоталамус; 18 — супраоптическое ядро; 19 — паравентрикулярное ядро; 20 — таламус; СТГ — соматотропный гормон; АКТГ — аденокортикотропный гормон; ЛГ — лютеинизирующий гормон

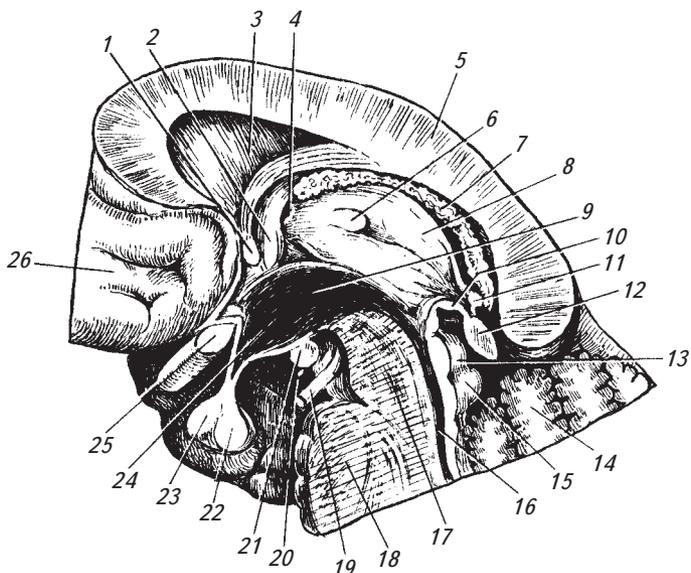


Рис. 4.60. Гипофиз и эпифиз (топография):

1 — передняя спайка; 2 — колонка свода; 3 — прозрачная перегородка; 4 — межжелудочковое отверстие; 5 — мозолистое тело; 6 — серая спайка; 7 — сосудистое сплетение третьего желудочка; 8 — медиальная поверхность таламуса; 9 — третий желудочек; 10 — задняя спайка; 11 — проводниковое ядро; 12 — эпифиз; 13 — верхнее и 15 — нижнее двухолмия; 14 — червь мозжечка; 16 — водопровод; 17 — ножка мозга; 18 — мост; 19 — глазодвигательный нерв; 20 — височная доля большого полушария; 21 — сосковидное тело; 22 — задняя и 23 — передняя доли гипофиза; 24 — воронка; 25 — перекрест зрительных нервов; 26 — медиальная поверхность лобной доли

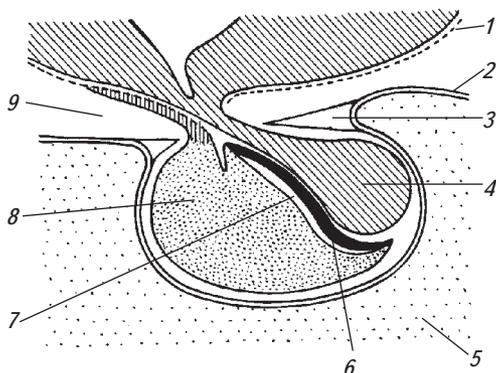


Рис. 4.61. Гипофиз (строение):

1 — мягкая и 2 — твердая мозговые оболочки; 3 — диафрагма турецкого седла; 4 — задняя доля гипофиза (нейрогипофиз); 5 — клиновидная кость; 6 — промежуточная доля гипофиза; 7 — гипофизарная щель; 8 — передняя доля гипофиза (аденогипофиз); 9 — подпаутинное пространство

- гормон роста (соматотропин, СТГ);
- пролактин;
- фолликулостимулирующий (ФСГ) и лютеинизирующий (ЛГ) гормоны;
- тиреотропный гормон (ТТГ);
- адренокортикотропный гормон (АКТГ).

Часть передней доли прилежит к воронке гипоталамуса и называется *бугровой (туберальной)* частью. Она состоит из тяжей эпителиальных клеток, которые могут вдаваться в переднюю долю. Здесь хорошо развита сосудистая сеть. Функциональное значение этой части гипофиза до сих пор не установлено.

Кровоснабжение передней доли осуществляется по *воротной системе гипофиза*, благодаря чему оказывается возможной связь между гипоталамусом и гипофизом (Атл. рис. 220, 221). От артериального круга мозга отходят передние и задние верхние гипофизарные артерии. Передние гипофизарные артерии проникают в срединное возвышение медиобазального гипоталамуса и распадаются на сеть капилляров, образуя *первичное капиллярное сплетение*. С капиллярами контактируют аксоны нейросекреторных клеток гипоталамуса, выделяя в них нейрогуморальные факторы. Капилляры собираются в портальные вены, которые по гипофизарной ножке проходят в переднюю долю гипофиза. Здесь они образуют *вторичную капиллярную сеть* синусоидного типа между клеточными тяжами. Таким образом, нейрогуморальные гипоталамические факторы достигают клеток передней доли гипофиза и регулируют их секреторную активность. Кровь, обогащенная гормонами, собирается в выносящие вены и поступает в общую циркуляцию.

*Промежуточная доля* гипофиза у человека развита слабо. Ее образуют клетки, собранные в фолликулы, заполненные светлым коллоидом. Другие немногочисленные клетки об-

разуют тяжи. У некоторых животных (амфибии, рыбы) и человека клетки промежуточной доли вырабатывают *меланоцитстимулирующий гормон* (интермедин), который стимулирует образование пигмента меланина в пигментных клетках кожи (меланоцитах). Существует предположение, что у человека эти клетки могли также мигрировать в переднюю долю гипофиза. Считается также, что клетки этой доли вырабатывают *липотропин*, принимающий участие в регуляции обмена липидов.

*Задняя доля*, или *нейрогипофиз*, образована нейроглиальными клетками, называемыми *питуицитами*. Из них построена строма железы. Гормоны, которые выделяются в кровь в задней доле, продуцируются нейронами супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса. Нейроны этих ядер посылают свои аксоны в составе гипоталамо-гипофизарного тракта в гипофиз. Одним из гормонов, выделяемым в кровотока в нейрогипофизе, является *вазопрессин*, или *антидиуретический гормон*. Его действие основано на стимуляции всасывания воды в канальцах почки. Другой гормон — *окситоцин*, вызывает сокращение гладкой мускулатуры, особенно матки, а следовательно стимулирует родовую деятельность. Кровоснабжение нейрогипофиза осуществляется задней группой нижних гипофизарных артерий.

Задняя доля гипофиза (нейрогипофиз) образуется у зародыша из выпячивания дна третьего желудочка мозга, которое превращается в воронку гипоталамуса. Нейрогипофиз остается связанным с мозгом тонким стебельком — ножкой гипофиза (рис. 4.62). Передняя доля (аденогипофиз) возникает из выроста крыши первичной ротовой полости еще до образования костей основания черепа. Вырост (карман Ратке) превращается в эпителиальный мешочек и растет в сторону мозга. В конце первого, начале второго месяца внутриутробного развития он приходит в контакт с зачатком задней доли и отшнуровывается от крыши ротовой по-

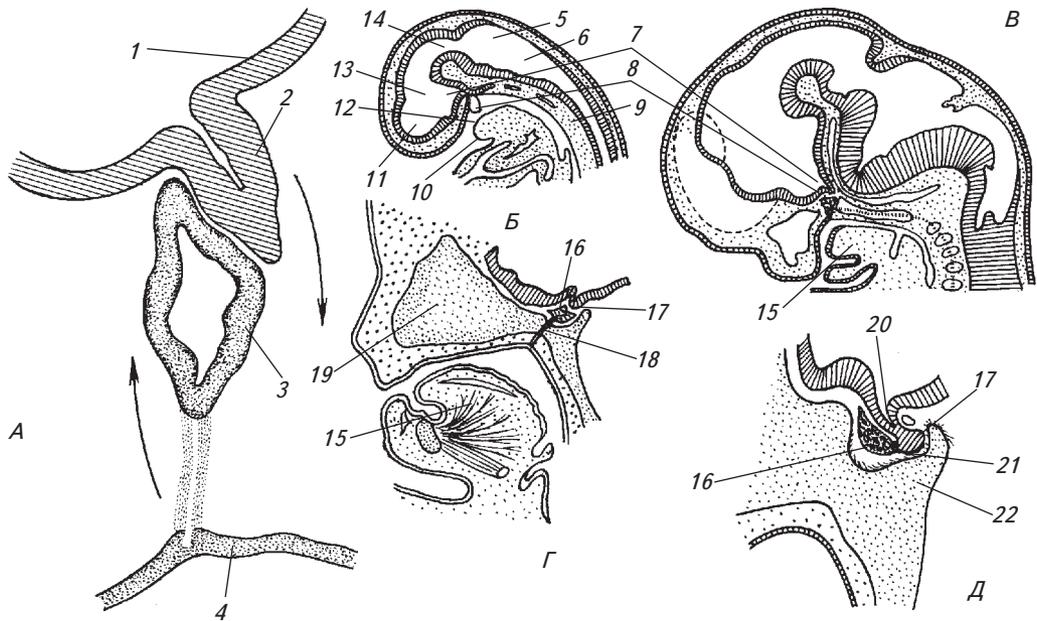


Рис. 4.62. Развитие гипофиза (по Пэттену):

А — общая схема; Б — 4 недели; В — 6,5 недель; Г — 8 недель; Д — 11 недель; 1 — дно промежуточного мозга; 2 — задняя и 3 — передняя доли гипофиза; 4 — крыша ротовой полости; 5 — задний и 6 — продолговатый мозг; 7 — воронка гипоталамуса; 8 — карман Ратке; 9 — хорда; 10 — нижняя челюсть; 11 — конечный мозг; 12 — ротовая полость; 13 — промежуточный и 14 — средний мозг; 15 — язык; 16 — передняя и 17 — задняя доли; 18 — регрессирующий стебелек кармана Ратке; 19 — носовая полость; 20 — воронка гипоталамуса; 21 — промежуточная часть гипофиза; 22 — клиновидная кость

лости. С этого момента начинается дифференцировка клеток передней доли. Клетки передней стенки закладки интенсивно делятся, в результате стенка сильно утолщается и превращается в переднюю долю гипофиза. Задняя стенка остается более тонкой и образует промежуточную часть. Полость внутри закладки становится щелевидной и остается в виде гипофизарной щели.

К рождению дифференцировка гипофиза заканчивается. В постнатальном периоде заметно активизируются клетки, вырабатывающие гормон роста и тиреотропный гормон. В начале периода полового созревания наиболее активны клетки, образующие фолликулостимулирующий и лютеинизирующий гормоны.

### 4.6.3. Эпифиз

**Эпифиз**, или **шишковидное тело** (*corpus pineale*), — небольшой непарный орган весом около 0,2 г, расположен между передней парой бугорков четверохолмия головного мозга (рис. 4.60; Атл. рис. 123, 125). У женщин эпифиз крупнее, чем у мужчин. Железа покрыта соединительнотканной оболочкой, от которой вглубь отходят перегородки, разделяющие ткань железы на дольки. В паренхиме эпифиза встречается два вида клеток. *Пинеалоциты* занимают в дольках центральное положение. Это крупные полигональные клетки с пузыревидными ядрами и пе-

реплетающимися отростками, булавовидные расширения на концах которых контактируют с кровеносными капиллярами. Второй вид клеток — *глиальные клетки* — многочисленны на периферии долек. Это мелкие клетки с длинными переплетающимися отростками, достигающими до соединительнотканых прослоек, кровеносных капилляров, отростков и тел пинеалоцитов или других глиальных клеток.

Функции эпифиза связаны с регуляцией циклических процессов в организме, например таких, как смена дня и ночи (циркадные ритмы). В светлое время суток секреция основного гормона эпифиза — *мелатонина* — подавляется, а в темноте стимулируется. Мелатонин также тормозит рост и половое созревание. Функции эпифиза, также как и гипофиза, регулируются симпатической нервной системой. Кровоснабжение эпифиза происходит из сосудистого сплетения III желудочка головного мозга.

Эпифиз развивается из выпячивания крыши III желудочка мозга и достигает наибольшего развития в раннем детском возрасте. С 7 лет железистые клетки органа начинают замещаться соединительной тканью, в которой позже откладываются соли кальция. Однако полностью эпифиз не атрофируется и продолжает функционировать в любом возрасте.

#### 4.6.4. Щитовидная железа

*Щитовидная железа (glandula thyroidea)* — самая крупная из всех желез внутренней секреции, ее вес колеблется от 30 до 60 г. Она представляет собой непарный орган, желтовато-розового цвета, мягкой консистенции, расположенный спереди и по бокам верхней части трахеи и нижней части гортани (Атл. рис. 216). Железа состоит из правой и левой долей, которые соединены перешейком. От перешейка часто отходит вверх пирамидальный отросток.

Снаружи железа покрыта двумя соединительнотканными капсулами. Наружная капсула является производным фасции шеи. С помощью пучков волокон она фиксирует железу к близлежащим мышцам (грудино-щитовидной, грудино-подъязычной), трахее, перстневидному хрящу гортани и сосудисто-нервному пучку шеи. К железе прилегают также лопаточно-подъязычная мышца, возвратный гортанный нерв, лимфатические узлы трахеи, щитовидный хрящ гортани. Пространство между наружной и внутренней капсулами заполнено рыхлой соединительной и жировой тканью, в которой расположены кровеносные сосуды, лимфатические узлы и околотщитовидные железы. От соединительной ткани внутренней капсулы в ткань железы отходят перегородки, разделяющие ее на нечетко выраженные дольки. По перегородкам в железу входят сосуды и нервы.

Дольки построены из *фолликулов*, которые являются структурно-функциональной единицей железы. Фолликулы представляют собой микроскопические пузырьки диаметром от 40 до 500 мкм, наполненных вязким коллоидным веществом желтоватого цвета (Атл. рис. 217). Стенка фолликула образована одним слоем кубических клеток, отделенных от окружающей соединительной ткани базальной мембраной. Клетки синтезируют тироглобулин и секретируют его в просвет фолликула в коллоид. Фолликулярные клетки способны также захватывать из кровотока йод, который в коллоиде связывается с тироглобулином. При необходимости клетки фагоцитируют частицы коллоида и расщепляют его. При этом образуются тиреоидные гормоны (тироксин и другие), которые выделяются через базальную часть клетки и поступают в кровотоки. Процесс образования гормонов стимулируется тиреотропным гормоном гипофиза.

Тиреоидные гормоны повышают интенсивность обмена веществ и теплообразование, стимулируют у детей рост скелета, влияют на состав крови, повышают возбудимость нервной системы. Усиление функции железы (гипертиреоз) выражается в повышенной возбудимости, увеличении частоты сердечных сокращений, похудании. При этом фолликулярные клетки изменяют свою форму и становятся призматическими, а сами фолликулы приобретают неправильные очертания (Атл. рис. 217). При ослаблении функции железы (гипотиреоз) наблюдается ослабление обменных процессов, ожирение, усиливается задержка жидкости в организме. При этом также замедляется реакция на раздражители, повышается утомляемость. Фолликулярные клетки при этом уплощаются.

Наряду с фолликулярными в щитовидной железе присутствуют парафолликулярные клетки (С-клетки). Они расположены на периферии фолликулов и не имеют контакта с коллоидом. Кроме того, эти клетки могут располагаться группами между фолликулами. С-клетки выделяют другой гормон щитовидной железы — *кальцитонин*, регулирующий уровень кальция в крови и усиливающий отложение кальция в костной ткани.

**Щитовидная железа** закладывается на 3—4 неделе внутриутробного развития в виде непарного выроста вентральной стенки глотки на границе 1 и 2 пары глоточных карманов. Эндодермальные клетки, образующие вырост, мигрируют в область шеи, где должна располагаться железа. Здесь они на 7 неделе формируют фолликулы, которые к 11 неделе уже способны накапливать йод. Секреция тироксина в кровь начинается в конце 3 месяца. Позднее вырост отшнуровывается от стенки глотки, на его месте (впоследствии в области корня языка) сохраняется слепая ямка (см. рис. 4.25). Гормоны щитовидной железы играют важную роль в разви-

#### 4.6.5. Околощитовидные железы

*Околощитовидные железы (glandulae parathyreoideae)* представлены двумя парами мелких желез весом около 0,05 г и диаметром 4—6 мм каждая (рис. 4.63). Это удлинённые или округлые образования, которые располагаются на задней стороне боковых долей щитовидной железы, прилегая к ее собственной капсуле. Они, как и щитовидная железа, покрыты общей с ней фиброзной капсулой. Крово-снабжаются железы из нижней щитовидной артерии.

Каждая железа покрыта капсулой, от которой вглубь железы отходят прослойки соединительной ткани, по которым проходят кровеносные сосуды и симпатические нервные волокна, между ними расположены тяжи секреторных клеток.

Околощитовидные железы выделяют паратиреоидный гормон, поддерживающий стабильный уровень кальция в крови, стимулируя его выход из костей в случае нехватки. Этот гормон также повышает усвоение кальция в кишечнике. Удаление околощитовидных желез у животных уже через несколько дней вызывает судороги (тетанию). Из-за судорог дыхательных мышц и мышц гортани наступает смерть. Понижение функции околощитовидных желез у детей на-

тии плода, в процессах роста и дифференцировки тканей, особенно ЦНС и нейроэндокринных регуляторных систем.

У новорожденных железа весит всего несколько граммов, к 7 годам ее масса увеличивается в 3,5 раза. Недостаточность тиреоидных гормонов ведет к задержке роста, умственному и половому недоразвитию, нарушению пропорций тела. Комплекс этих явлений называется *кретинизмом*. Ускоренное увеличение массы щитовидной железы происходит в пубертатном периоде. В преклонном возрасте происходит ее частичная атрофия. У женщин относительная масса железы несколько больше, чем у мужчин.

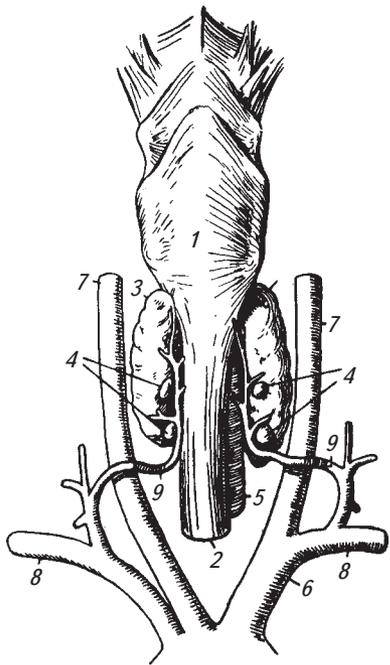


Рис. 4.63. Щитовидная и околощитовидные железы (сзади):

1 — глотка; 2 — пищевод; 3 — щитовидная железа; 4 — околощитовидные железы; 5 — трахея; 6 — плечеголовный ствол; 7 — общие сонные; 8 — подключичные и 9 — нижние щитовидные артерии

рушает рост костей, зубов и волос и вызывает судорожное состояние. Гиперфункция желез встречается редко. Усиление секреции гормона из-за раз-

Развиваются **паращитовидные железы** на 5—6 неделе внутриутробного развития из выпячиваний III и IV глоточных карманов (см. рис. 4.25). Они отделяются от места своего образования, мигрируют в область шеи и достигают щитовидной железы. С момента возникновения желез начинается секреция паратиреоидного гормона. После рождения в железах происходят изменения: к 10 годам резко возрастает количество клеток, секретирующих гормон, а к 12 годам появляется жировая ткань. Ее количество с возрастом увеличивается, а объем железистой ткани сокращается.

вития опухолей паращитовидных желез сопровождается почечными и неврологическими нарушениями и размягчением костей различной степени тяжести.

#### 4.6.6. Надпочечники

**Надпочечники** (*glandulae suprarenales*) — парные плоские органы, лежащие вблизи верхнего конца каждой почки на уровне XI—XII грудных позвонков (Атл. рис. 218). Правая железа треугольной формы, примыкает к нижней полой вене и печени; на большем своем протяжении не покрыта брюшиной. Левая, более уплощенная, соседствует с желудком, селезенкой и поджелудочной железой. Она покрыта брюшиной спереди. Сзади надпочечники прилегают к диафрагме. Правый надпочечник лежит несколько выше левого. Надпочечники у взрослого достигают в длину 5 см и весят от 10 до 20 г. На их переднемедиальной поверхности располагается глубокая борозда — ворота надпочечника. Через них проходят вены и лимфатические сосуды. Артерии и нервы проникают в надпочечники как с передней, так и с задней поверхности.

Снаружи железы покрыты фиброзной капсулой, в которой залегают

Корковое и мозговое вещество **надпочечников** развивается из разных источников и в разные сроки. Зачаток коры надпочечников появляется у эмбриона на 4—5 неделе, а на 2 месяце он делится на два слоя — тонкий наружный (будущая дефинитивная, постоянная кора) и более массивный внутренний (временная фетальная кора). Образование гормонов начинается к концу второго месяца. В первой половине беременности эту функцию выполняет фетальная кора, а во второй — в основном дефинитивная. Через 5 месяцев надпочечники начинают реагировать на АКТГ. Синтез стероидных

небольшое количество гладкомышечных клеток. От капсулы внутрь отходят соединительнотканые прослойки. Надпочечники состоят из коркового и мозгового вещества, различающихся по строению, функции и происхождению. *Мозговое вещество* занимает глубокие части железы и состоит из хромафинной ткани. Его клетки образуют скопления вокруг кровеносных сосудов и выделяют адреналин и норадреналин. По происхождению эти клетки сходны с нейронами симпатической системы. Их иннервируют холинергические преганглионарные нервные волокна, в отличие от других секреторных клеток, которые иннервируются постганглионарными волокнами. В состоянии повышенного возбуждения, боли, переохлаждения или стресса из клеток мозгового вещества выделяется адреналин, который усиливает эффекты симпатической нервной системы. В результате учащаются и усиливаются сердечные сокращения, повышается артериальное давление, усиливается кровоснабжение скелетной мускулатуры и т. д. В мозговом веществе встречаются также ганглиозные клетки.

*Корковое вещество* расположено на периферии надпочечника и развито сильнее мозгового (Атл. рис. 219). Секреторные клетки паренхимы

гормонов происходит в единой системе мать — плацента — плод. Они необходимы для развития некоторых органов — вилочковой железы, легких и т. д. Эстрогены коры надпочечников у плодов женского пола способствуют развитию матки, влагалища, наружных половых органов.

У новорожденных дефинитивная кора имеет все три слоя, что и у взрослых. Фетальная кора после рождения дегенерирует: к концу 1 года ее остается около 16%. После рождения повышается продукция гормонов коры надпочечников. В пубертатном периоде наблюдается значительное увеличение образования гормонов и появляются половые различия в их секреции.

коркового вещества образуют три зоны. Под капсулой в *клубочковой* зоне клетки собраны в группы неправильной формы, разделенные кровеносными капиллярами. Глубже расположена *пучковая* зона. Ее клетки образуют радиально направленные тяжи толщиной 1—2 клетки, также разделенные капиллярами. На границе с мозговым веществом находится *сетчатая* зона, образованная анастомозирующими тяжами клеток. Между ними располагаются расширенные капилляры.

Гормоны коры надпочечников относятся к стероидам (глюко- и минералкортикоиды, половые гормоны). Они участвуют в обмене веществ, процессах роста, иммунных реакциях. Их функции и механизмы действия подробно разбираются в курсе физиологии. Функции клеток и скорость их обновления регулируются адренокортикотропным гормоном гипофиза. Скорее всего, обновление клеток коры надпочечников происходит за счет их деления в клубочковой зоне и перемещения в пучковую зону.

Три надпочечниковые артерии, входящие в железу, распадаются на многочисленные ветви и образуют сплетение под капсулой. От этого сплетения отдельные ветви проникают в капсулу, остальные идут в мозговое, и, большинство — в корковое

Мозговое вещество образуется из клеток, мигрирующих из нервного гребня вместе с клетками симпатической нервной цепочки. Эти клетки сразу же занимают в надпочечнике центральное положение. Миграция продолжается до момента рождения. Синтез норадреналина начинается в конце 3 — начале 4 месяца внутриутробного развития. Адреналина у плода образуется мало. У новорожденных мозговое вещество развито относительно слабо. Увеличение количества клеток происходит в период с 3—4 до 7—8 лет. К 10 годам по массе мозговое вещество превосходит корковое.

У пожилых людей уменьшается объем коркового вещества надпочечника.

вещество, спускаясь от клубочковой зоны в сетчатую. Таким образом, клетки мозгового вещества контактируют с капиллярами с артериальной кровью и с венами, идущими из коркового вещества. Кровь из этих сосудов собирается в центральную вену, которая впоследствии принимает вены от капсулы надпочечника и выходит через его ворота.

#### 4.6.7. Параганглии

*Параганглии* в виде мелких скоплений хромафинной ткани встречаются вдоль аорты и по ходу симпатического ствола нервной системы. Хромафинной ткань названа потому, что клетки ее способны образовывать адреналин и норадреналин и окрашиваются солями хрома. Клетки образуют скопления различной формы, имеющие хорошо развитое кровоснабжение. Часть параганглиев, имеющих в раннем детском возрасте, впоследствии исчезает, другие же сохраняются в течение всей жизни. Параганглии возникают у зародыша из клеток, мигрирующих из нервного гребня. Таким образом, они имеют сходное происхождение с клетками мозгового вещества надпочечников и симпатической нервной системы.

#### 4.6.8. Поджелудочная железа (островковый аппарат)

Эндокринная часть поджелудочной железы представлена островками секреторных клеток (островками Лангерганса), расположенными между экзокринными ацинусами (Атл. рис. 186). Больше островков в хвостовой части железы. Форма островков различна — от округлой и овальной до звездчатой, а размеры колеблются от 100 до 300 мкм. Между клетками в островках

лежит хорошо развитая сеть фенестрированных капилляров. Островки образованы клетками нескольких типов. Одни из них, наиболее многочисленные, вырабатывают инсулин — *бета-клетки*, а другие — глюкагон — *альфа-клетки*. Позже были открыты *дельта-клетки*, в которых образуются гастрин и соматостатин. Существуют и другие клетки, функции которых связаны с выработкой активных пептидов.

Обновление клеток островкового аппарата происходит за счет медленного их деления. При избытке углеводов в рационе человека и животных клетки, вырабатывающие инсулин, испытывают повышенную нагрузку. В результате такой гиперфункции начинается их гибель. Вследствие этого развивается заболевание, названное сахарным диабетом. Инсулин и глюкагон участвуют во всех видах обмена веществ.

Дифференцировка клеток, синтезирующих инсулин и глюкагон, происходит в течение 3 месяцев внутриутробного развития, на 12 неделе проявляется их секреторная активность, а к концу 5 месяца островки Лангерганса приобретают характерное для взрослых строение. Инсулин совместно с гормоном роста регулирует ростовые процессы: его концентрация повышается в периоды интенсивного роста и после рождения.

Кроме перечисленных желез внутренней секреции эндокринную функцию выполняют описанные в разделах 4.5.1 и 4.5.2 клетки, лежащие в семенниках и яичниках. Это *интерстициальные клетки*, расположенные между извитыми семенными канальцами и выделяющие тестостерон, и *клетки Сертоли* в стенках семенных канальцев. В яичниках ооциты окружены *фолликулярными клетками*, вырабатывающими эстрогены. По причине наличия таких клеток в семенниках и яичниках эти органы называют *половыми железами*.

**Контрольные вопросы**

1. В чем состоят особенности строения и происхождения желез внутренней секреции?
2. Гипофиз, топография, особенности строения и развития передней и задней долей.
3. Эпифиз, топография, особенности строения.
4. Щитовидная железа, топография, особенности строения, развитие.
5. Околощитовидные железы, топография, особенности строения, развитие.
6. Надпочечники, топография, особенности строения и развитие коркового и мозгового вещества.
7. Особенности строения островкового аппарата поджелудочной железы.

## Глава 5

# СИСТЕМА КОЖНЫХ ПОКРОВОВ

**Кожа** (*cutis*) является общим покровом тела, который имеет большую поверхность соприкосновения с внешней средой — в среднем  $1,6 \text{ м}^2$ , — и поэтому выполняет различные функции. Кожа — огромная рецепторная поверхность, которая обеспечивает осязательную, температурную и болевую чувствительность (см. 3.6.6). Благодаря наличию рогового (кератинового) слоя на поверхности эпителия кожа выполняет защитную (барьерную) функцию. Через этот слой не проникают в организм многие ядовитые и вредные вещества и микробы. Защитное значение кожи у детей выражено гораздо слабее, из-за этого она более ранима и чаще инфицируется. Значительно

болезненнее реагирует кожа детей и на химические раздражители. Кожа защищает организм от излишнего испарения влаги. Она участвует в водно-солевом обмене, дыхании и выполняет важную роль в терморегуляции. Кожа имеет большое значение в приспособлении человека к условиям окружающей среды и в закаливании. Находящиеся в коже меланоциты вырабатывают пигмент, который защищает организм от вредного воздействия ультрафиолетовых лучей. Под действием ультрафиолета в этих клетках вырабатывается витамин D, предотвращающий рахит. По состоянию кожных покровов врач может судить о состоянии здоровья пациента.

### 5.1. СТРОЕНИЕ КОЖИ

Кожа, покрывающая ладони и подошвы, значительно толще, чем на других участках тела. По этой причине различают кожу толстую и тонкую (Атл. рис. 124). Различия заключаются в толщине *эпидермиса* — наружного слоя кожи, развивающегося из эктодермы. Глубокий слой — *дерма*, или собственно кожа, развивается из мезенхимы. Эти два слоя прочно связаны между собой. Граница между ними не ровная, а образует многочисленные складки. Поверхность эпителия также покрыта неровностями — гребешками (рис. 5.1). Они появляются уже на 3–4 месяце внутриутробного развития и остаются

неизменными в течение всей жизни, создавая индивидуальный рисунок на поверхности пальцев и ладоней. Это свойство используется в криминалистике (дактилоскопия).

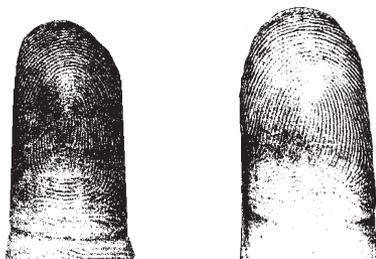


Рис. 5.1. Отпечаток кожных гребешков пальца руки

**Эпидермис** состоит из многослойного ороговевающего эпителия, наружные слои которого постепенно слущиваются. Эпителий образован несколькими слоями клеток — кератиноцитов. Клетки самого глубокого *базального* слоя митотически делятся. Новообразованные эпителиальные клетки вытесняются в более высокий *шиповатый* слой, а затем постепенно переходят в *зернистый* и *блестящий* слои. По мере удаления клетки от базальной мембраны в ней начинают накапливаться вещества — предшественники кератина. Это кератогиалин в клетках зернистого слоя, который превращается в эленидин в клетках блестящего слоя. Самый поверхностный *роговой* слой образован остатками отмерших кератиноцитов, иначе называемых роговыми чешуйками, состоящими из белка кератина. Последние слущиваются с поверхности эпителиального пласта. При некоторых заболеваниях (скарлатине), особенно в детском возрасте, наблюдается сильное шелушение. Таким образом, образующиеся в базальном слое клетки замещают отмершие и утраченные в роговом слое. Это становится возможным за счет постоянного перемещения клеток от глубоких слоев эпителия к его поверхности. Подробно строение кожного эпителия изучается в курсе гистологии.

Эпителий тонкой кожи отличается от эпителия толстой тем, что содержит меньшее количество слоев (Атл. рис. 224). В ней отсутствует блестящий слой, а роговой намного тоньше, чем в толстой коже. Тонкая кожа покрывает все тело, кроме ладоней и подошв. Ее толщина колеблется от 0,5 мм на веках до 5 мм на спине. Граница эпителия и дермы в тонкой коже неровная, но наличие соединительнотканых сосочков, врастающих в эпителий, не придает его поверхности вид линий, как это происходит на коже пальцев. Неровности

поверхности возникают здесь из-за наличия слегка вдавленных устьев волосяных фолликулов.

Кроме кератиноцитов кожный эпителий содержит еще три вида клеток. Это пигментные клетки (меланоциты), клетки Лангерганса и клетки Меркеля. *Меланоциты* развиваются из клеток нервного гребня, мигрирующих в подкожную соединительную ткань. Они располагаются возле базального слоя или непосредственно в нем (рис. 5.2). Длинные отростки этих клеток проникают между клетками эпителия. Цитоплазма клеток содер-

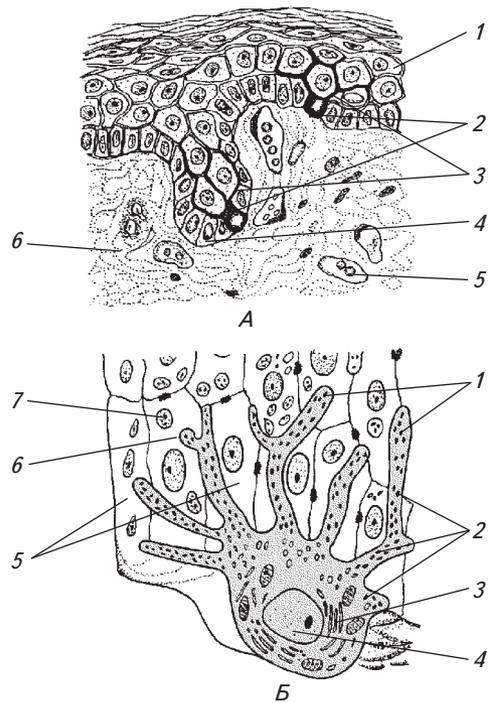


Рис. 5.2. Меланоциты кожи: схемы по данным световой (А) и электронной (Б) микроскопии: А: 1 — шиповатый слой эпителия; 2 — тела меланоцитов; 3 — отростки меланоцитов; 4 — базальный слой эпителия; 5 — кровеносный капилляр; 6 — соединительная ткань. Б: 1 — отростки меланоцита; 2 — меланосомы; 3 — гранулярная эндоплазматическая сеть; 4 — ядро; 5 — кератиноциты; 6 — экзоцитоз меланина; 7 — гранулы меланина

жит гранулы пигмента меланина, которые переходят в эпителиальные клетки, придавая им определенную окраску. Меланин защищает организм от чрезмерных ультрафиолетовых воздействий. Его количество в клетках у людей разных рас различно, от этого зависит цвет их кожи. В случае неспособности вырабатывать меланин кожа утрачивает окраску, а такого человека называют альбиносом. У некоторых людей в коже образуются мелкие скопления этих клеток (веснушки).

*Клетки Лангерганса* вероятно являются макрофагами, вселившимися в эпителий. *Клетки Меркеля* выполняют механорецепторную функцию и представляют собой видоизмененные эпителиальные клетки. К ним подходят нервные окончания.

**Собственно кожа** (*corium*) залегает под эпидермисом и образована волокнистой соединительной тканью с большим количеством коллагеновых и эластических волокон, что обуславливает ее упругость, особенно в молодом возрасте. В собственно коже различают два слоя — сосочковый и сетчатый.

*Сосочковый слой* образует сосочки — выступы в сторону эпидермиса. В них заложена густая капиллярная сеть, благодаря чему слой несет трофическую функцию, осуществляя питание эпидермиса (см. ниже). В различных частях тела сосочки имеют различную форму и величину. В некоторых местах они отсутствуют, как, например, в коже лба и ушных раковин. Наибольшей высоты сосочки достигают в местах с высокой чувствительностью — на ла-

донях, подошвах и пальцах рук. Значительно повышенная чувствительность пальцев особенно важна при выполнении тонких движений. Вдаваясь в эпидермис, сосочки обуславливают неровность поверхности кожи.

*Сетчатый слой* состоит из плотной неоформленной соединительной ткани, от которой зависит главным образом прочность кожи. Без резкой границы он переходит в подкожную клетчатку.

**Подкожная клетчатка**, или подкожный жировой слой, подстилает собственно кожу и соединяет ее с нижележащими тканями, чаще всего с фасциями. Благодаря своей рыхлости клетчатка обеспечивает свободное смещение кожи по отношению к расположенным под ней тканям. Между коллагеновыми волокнами клетчатки заложены жировые дольки, вследствие чего образуется подкладка, смягчающая испытываемые кожей механические воздействия. Подкожный жировой слой отсутствует на веках и кончике носа, а особенно хорошо выражен на стопах и ягодицах. Кроме того, он играет роль депо, в котором откладываются жировые запасы, и служит защитой подлежащих органов от охлаждения.

В местах, где кожа подвергается постоянному и значительному трению, образуются подкожные синовиальные сумки. Таковы, например, подкожные сумки в области надколенника и локтевого сустава. Они могут возникать в различных частях тела под влиянием длительного давления орудий труда.

## 5.2. ЖЕЛЕЗЫ КОЖИ

Кожа богата железами. По характеру выделяемого ими секрета они делятся на потовые и сальные.

*Потовые железы* по способу выделения секрета подразделяют на апокриновые и мерокриновые. Трубочатые секреторные отделы потовых желез свер-

нуты в клубочки и залегают в глубоком слое собственно кожи. На периферии секреторного отдела лежат миоэпителиальные клетки, которые при сокращении выдавливают секрет в выводной проток. Эти клетки иннервируются автономной нервной системой. Выводные протоки имеют спиральный ход. Они подходят к соединительнотканым сосочкам эпителия и пронизывают эпидермис. *Апокриновые потовые железы* расположены в коже подмышечных впадин, лобка и молочных желез, их протоки открываются не на поверхность эпителия, а в волосяные фолликулы. Эти железы выделяют небольшое количество секрета, обладающего специфическим запахом. Во всех остальных участках тела расположены *мерокриновые потовые железы*. Больше всего этих желез в коже ладоней и подошв. Железы выделяют пот, содержащий большое количество воды, через испарение которой регулируется теплоотдача. Кроме воды, в состав пота входят продукты азотистого обмена (мочевина) и соли.

У детей потовые железы развиты недостаточно.

*Сальные железы* лежат в более поверхностных, чем потовые железы, слоях собственно кожи. Их много на голове, лице; в то же время они отсутствуют на ладонях и подошвами. Секреторные отделы желез сложной альвеолярной формы развиваются как выпячивание волосяного фолликула. Железы относятся к голокриновым и подробно рассматривались в курсе гистологии. Они располагаются с той стороны, куда наклонен волос, а их протоки открываются обычно в волосяные фолликулы. Секрет желез — кожное сало — служит смазкой кожи и волос, препятствует развитию микробов. Функция желез регулируется гормонами. Особенно сильного развития достигают железы при половом созревании.

Потовым железам филогенетически родственны женские *молочные железы*, которые функционально связаны с половым аппаратом. О них речь шла в разделе 4.5.2.

### 5.3. ПРОИЗВОДНЫЕ КОЖИ

К производным кожи относят волосы и ногти. Они имеют в основном эктодермальное происхождение.

**Волосы** — роговые придатки кожи. В разной степени они развиты в участках, покрытых тонкой кожей. Волосы отсутствуют на ладонях и подошвах.

Волос состоит из *мозгового вещества*, расположенного в центре и образованного мягким кератином, *кутикулы* и *коркового вещества*, образованных твердым кератином (рис. 5.3). Пигмент, определяющий цвет волос, находится в корковом веществе. Кутикула образована тонкими чешуйками, свободные концы которых направлены вверх (рис. 5.4). Они «сцепляются»

с чешуйками волосяного влагалища, направленными наоборот, вниз, что обеспечивает фиксацию волоса. Эпителий волосяного фолликула окружен соединительнотканной оболочкой — *волосяной сумкой*. К волосяным сумкам прикрепляются мышцы, поднимающие волос. Они образованы гладкой мускулатурой и иннервируются автономной нервной системой. Своим сокращением при стрессе или переохлаждении мышцы приводят волосы в вертикальное положение (они «встают дыбом»). Кроме того, при сокращении этих мышц секрет сальных желез, расположенных между мышцей и волосяной сумкой, выдавливается в волосяное влагалище, а затем на

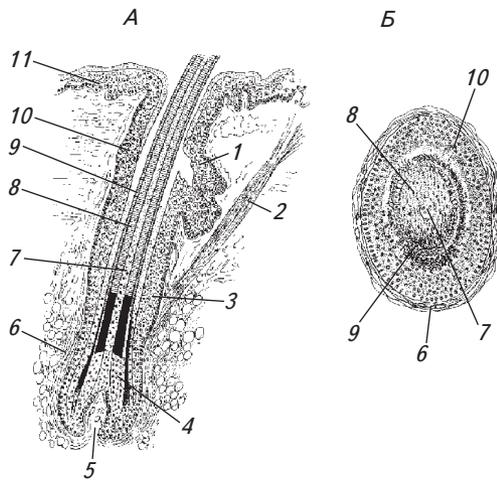


Рис. 5.3. Строение волоса:

А — продольный и Б — поперечный срезы:  
 1 — сальная железа; 2 — мышца, поднимающая волос; 3 — внутреннее корневое влагалище; 4 — матрица; 5 — соединительнотканый сосочек; 6 — волосяная сумка; 7 — мозговое вещество; 8 — корковое вещество; 9 — кутикула волоса; 10 — наружное корневое влагалище; 11 — эпидермис

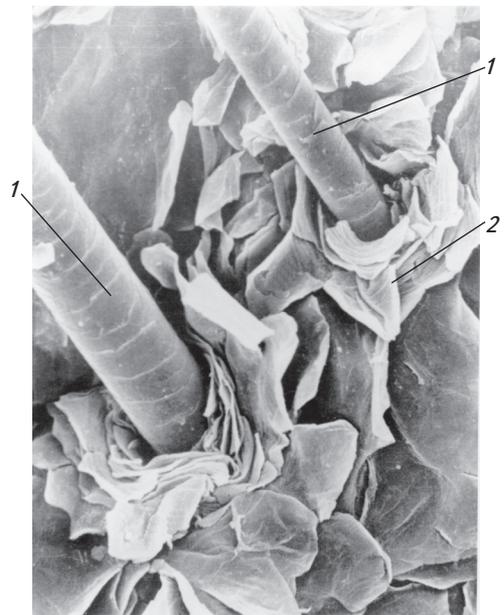


Рис. 5.4. Волос (сканирующая микроскопия):  
 1 — волос; 2 — эпидермис кожи

поверхность кожи. Сокращение мышц вызывает также появление «гусиной кожи», так как они втягивают участки кожи, расположенные над местом их прикрепления (вблизи сосочкового слоя дермы), внутрь.

**Ногти** представляют собой особые участки видоизмененного рогового слоя эпидермиса. Как и волосы, они непрерывно растут. Ногти гомологичны когтям животных и свойственны только обезьянам и человеку. Они служат

Развитие волос начинается на третьем месяце эмбриогенеза. Из эпителия в дерму начинают впячиваться тяжи клеток, которые дают начало *волосяным фолликулам* (рис. 5.5). Самая глубокая часть тяжа превращается в зародышевую матрицу (*луковицу*) волосяного фолликула и дает начало волосу. В матрицу врастает соединительнотканый сосочек с кровеносными капиллярами. В самом тяже эпителиальных клеток

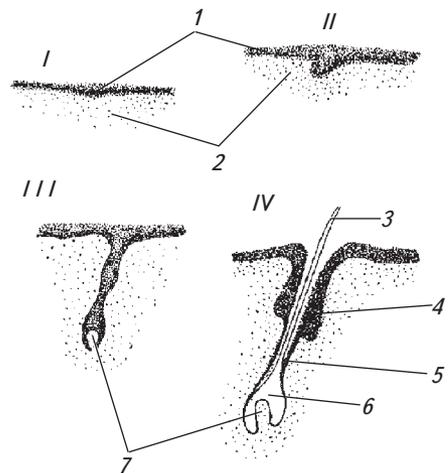


Рис. 5.5. Схема последовательных стадий (I—IV) развития волосяного фолликула (по Хэму, Кормаку):

1 — эпидермис; 2 — дерма; 3 — волос; 4 — закладка сальной железы; 5 — наружное корневое влагалище; 6 — луковица волосяного фолликула; 7 — соединительнотканый сосочек

защитой особенно чувствительных фаланг пальцев. Благодаря ногтям концы пальцев рук человека получают опору для мягких тканей и приобретают способность захватывать и прочно удерживать мелкие предметы, что очень важно для тонких манипуляций при трудовых процессах.

Ногти начинают развиваться к концу третьего месяца внутриутробного развития. Эпителий, покрывающий тыльную поверхность концевой фаланги каждого пальца, впячивается по искривленной линии, лежащей под небольшим углом к поверхности. Образующаяся пластинка вскоре расщепляется, возникает ногтевой желобок. В глубине его клетки интенсивно размножаются и превращаются в *матрицу ногтя* (рис. 5.6). Клетки матрицы пролиферируют, верхние из них превращаются в вещество ногтя — в твердый кератин. Формирующийся ноготь выталкивается из желобка и растет к дистальной части фаланги, оставаясь плотно прикрепленным к матрице. Эпителий, по которому движется ноготь, не имеет рогового слоя; он называется *ногтевым ложем*. Вдоль каждой стороны ногтя кожа образует *латеральный ногте-*

*вой желобок*, а у проксимальной его границы накладывается на ноготь и срастается с ним, образуя *эпонихий*. Под ногтевым ложем дерма образует бороздки и содержит большое количество сосудов, которые просвечивают через ноготь, придавая ему розовую окраску.

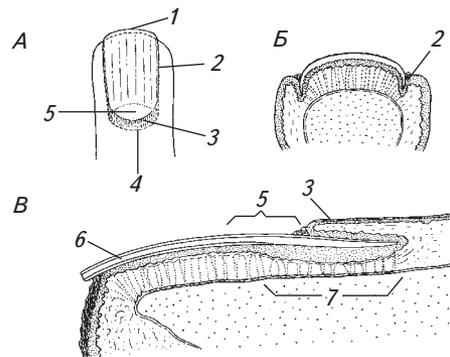


Рис. 5.6. Строение ногтя:

*А* — внешний вид; *Б* — поперечный и *В* — продольный разрезы: 1 — дистальная граница ногтя; 2 — латеральный ногтевой желобок; 3 — эпонихий; 4 — проксимальная граница ногтя, 5 — луночка; 6 — ногтевая пластинка; 7 — матрица ногтя

появляется просвет, он превращается в *наружное корневое влагалище*. Это влагалище, как и поверхность кожи, выстлано многослойным эпителием, но в глубине фолликула его слой становится тоньше. На дне фолликула наружное корневое влагалище окружает волосную матрицу и переходит в нее. Вблизи соединительнотканного сосочка происходит деление и пролиферация клеток, самые верхние клетки движутся вверх по просвету наружного корневого влагалища. Они постепенно удаляются от сосочка, являющегося для них источником питания, и в *кератогенной зоне* превращаются в кератин. Кератин волоса отличается от мягкого кератина, покрывающего поверхность кожи, по своему составу и называется твердым. Из твердого кератина построены кутикула и кор-

ковое вещество волоса. Часть пролиферирующих клеток превращается во внутреннее корневое влагалище, а затем в мягкий кератин. Он окружает глубокую часть волоса. Среди клеток матрицы расположены меланоциты, которые обеспечивают пигментацию волоса. В старости он исчезает, и в веществе волоса появляются пузырьки воздуха, придающие ему белый цвет.

На 5—6 месяце кожа плода покрыта тонкими волосками, которые к моменту рождения остаются и утолщаются только в областях ресниц, бровей и кожи головы. После рождения новые волосные фолликулы уже не образуются. Рост волос регулируется гормонально и начинается с большой интенсивностью в период полового созревания, особенно у лиц мужского пола.

## 5.4. КРОВΟΣНАБЖЕНИЕ КОЖИ

Кровоснабжается кожа как из кожных, так и из мышечных артерий. Они широко анастомозируют между собой, образуя на границе дермы и подкожной клетчатки *плоскую кожную артериальную сеть (rete arteriosum cutaneum)* (Атл. рис. 225). От этой сети отходят артерии в поверхностные и глубокие слои кожи к жировой ткани, волосяным фолликулам, потовым и сальным железам. Между сетчатым и сосочковым слоями дермы образуется вторая плоская артериальная сеть, называемая *подсосочковой*. Она состоит из более мелких сосудов, которые идут к выводным протокам желез, сосочкам дермы. Под эпителием артерии распадаются на артериолы и капилляры, которые образуют клубочки в соединительнотканых сосочках под эпителием. Капиллярные сети образуются также вокруг волосяных фолликулов, потовых и сальных желез.

Кровь из капилляров собирается в вены, образующие, в свою очередь, плоские подсосочковые сплетения. Вены выносят кровь от кожи и идут обычно по ходу артерий.

Через стенку венул и капилляров происходит потеря тепла. Если температура окружающего воздуха ниже температуры тела, сокращение гладких мышц в стенках артерий и артериол суживает их просвет и уменьшает приток крови к поверхностным капиллярам, что ведет к уменьшению теплоотдачи. По артерио-венозным анастомозам кровь направляется в венозное русло, минуя капиллярную сеть. При повышении температуры окружающей среды кровоснабжение кожи восстанавливается, усиливается потоотделение. Пот испаряется с поверхности кожи, охлаждая ее. При этом кровь, находящаяся в капиллярной субэпителиальной сети, теряет тепло.

### Контрольные вопросы

1. Расскажите о строении толстой и тонкой кожи.
2. Каково строение и функции клеток эпителия кожи (кератиноцитов и меланоцитов)?
3. Дайте характеристику потовым и сальным железам.
4. Строение и развитие производных кожи (волосы, ногти).

*Учебное издание*

**Курепина** Милица Михайловна  
**Ожигова** Аида Павловна  
**Никитина** Анна Алексеевна

## **АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА**

*Учебник для студентов высших учебных заведений*

Зав. редакцией *К.М. Шевченко*  
Редактор *Т.Ю. Логачева, Е.В. Беляева*  
Зав. художественной редакцией *И.А. Пиеничников*  
Художник *В.Е. Филиппов*  
Компьютерная верстка *А.И. Попов*  
Корректор *Т.Я. Кокорева*

Лицензия ИД № 03185 от 10.11.2000.  
Санитарно-эпидемиологическое заключение  
№ 77.99.60.953.Д.010192.08.09 от 28.08.2009 г.  
Формат 70×100/16. Печать офсетная. Бумага газетная. Усл. печ.л. 31,2.  
Тираж 50 000 экз. (1-й завод 1–2 500 экз.).  
Зак. №

Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС.  
119571, Москва, просп. Вернадского, 88,  
Московский педагогический государственный университет.  
Тел.: 437-99-98, 437-11-11, 437-25-52; тел./факс 932-56-19.  
E-mail: [vlados@dol.ru](mailto:vlados@dol.ru)  
<http://www.vlados.ru>