

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГАОУ ВО Национальный исследовательский  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Институт биологии и биомедицины  
Кафедра физиологии и анатомии

**А.Е. Хомутов**  
**Е.В. Крылова**  
**С.В. Копылова**

## **АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА**

### **ОСТЕОЛОГИЯ**

Учебное пособие

Часть I

Рекомендовано методической комиссией Института биологии и биомедицины для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 31.05.01 «Лечебное дело», 31.05.03 «Стоматология»

Нижегород

2019

УДК 611.7.  
ББК 28.86

Рецензент: доктор биологических наук, профессор В.В. Ягин

**Хомутов А.Е., Крылова Е.В., Копылова С.В.** Анатомия человека. Часть 1. Остеология. Учебное пособие. Н. Новгород: Изд-во ННГУ – 2015. - 153 с. Илл. 17.

В учебном пособии изложен один из разделов анатомии человека - остеология с основами синдесмология. Это пособие является первой частью издания под общим названием «Анатомия человека». В пособии представлены общие сведения о строении костей, их классификации, функции. Кроме того, приводятся сведения об основах синдесмологии, тесно связанной с двигательной функцией скелета.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 31.05.01 «Лечебное дело», 31.05.03 «Стоматология»

Ответственный за выпуск:

Председатель методической комиссии Института биологии и биомедицины ННГУ к.б.н., доц. Воденеева Е.Л.

© Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского, 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩАЯ ОСТЕОЛОГИЯ .....	6
1.1. Филогенез скелета .....	6
1.2. СКЕЛЕТНЫЕ ТКАНИ .....	7
1.3. СТРОЕНИЕ КОСТИ .....	8
1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ КОСТЕЙ .....	10
1.5. РАЗВИТИЕ КОСТЕЙ .....	11
2. ЧАСТНАЯ ОСТЕОЛОГИЯ .....	13
2.1. ПОЗВОНОЧНЫЙ СТОЛБ .....	13
2.2. ГРУДНАЯ КЛЕТКА .....	23
2.3. СКЕЛЕТ КОНЕЧНОСТЕЙ .....	29
2.4. ЧЕРЕП .....	57
3. ОБЩАЯ СИНДЕСМОЛОГИЯ .....	85
3.1. СИНАРТРОЗЫ .....	85
3.2. ДИАРТРОЗЫ .....	87
4. ЧАСТНАЯ СИНДЕСМОЛОГИЯ .....	92
4.1. СОЕДИНЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА .....	92
4.2. СОЕДИНЕНИЕ РЕБЕР .....	95
4.3. СОЕДИНЕНИЕ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА .....	96
4.4. СОЕДИНЕНИЕ КОСТЕЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ .....	98
4.5. Соединение костей нижней конечности .....	105
4.6. РАЗВИТИЕ СОЕДИНЕНИЙ .....	115
5. АТЛАС АНАТОМИЧЕСКИХ СТРУКТУР .....	117
6. ЛИТЕРАТУРА .....	153

# 1. ОБЩАЯ ОСТЕОЛОГИЯ

Костная система человека представлена в виде скелета, выполняющего две основные функции — механическую и биологическую.

Механическая функция:

- скелет образует твердую опору (основу) человеческого тела;
- скелет образует костные полости, в которых находятся внутренние органы: сердце, легкие, магистральные сосуды в грудной полости, головной мозг в черепе, спинной мозг в позвоночном канале;
- скелет является местом прикрепления мышц, обеспечивающих перемещение тела или его отдельных частей в пространстве.

Биологическая функция:

- скелет является основным депо минеральных веществ, регулируя солевой обмен в организме: при недостатке минеральных солей фосфора, кальция, железа и др. костная система выделяет недостающее количество в кровеносное русло и восстанавливает солевой баланс;
- скелет играет важную роль в кроветворении, так как в полостях костей содержится костный мозг.

## 1.1. ФИЛОГЕНЕЗ СКЕЛЕТА

Различают три основных типа скелета: гидростатический скелет, экзоскелет и эндоскелет.

### 1.1.1. ГИДРОСТАТИЧЕСКИЙ СКЕЛЕТ

Этот тип скелета характерен для мягкотелых животных. У них имеется полостная жидкость, заключенная внутри мышечных стенок тела. Эта жидкость оказывает давление на мышцы, а те в свою очередь способны сокращаться, преодолевая это давление. Мышцы не прикреплены к каким-либо структурам, и поэтому при сокращении они тянут лишь друг друга. Животное сохраняет определенные размеры и форму тела благодаря давлению полостной жидкости, с одной стороны, и сокращающихся мышц — с другой. Обычно мышечные волокна образуют два слоя — продольную и кольцевую мускулатуру. Движение происходит благодаря тому, что эти слои работают как антагонисты. У несегментированных животных (нематоды) давление на жидкость при сокращении мышц передается во все части тела. У сегментированных животных (дождевой червь) этот эффект локализован, и лишь определенные сегменты приводятся в движение или изменяют форму.

### 1.1.2. ЭКЗОСКЕЛЕТ

Скелет этого типа характерен для членистоногих. Экзоскелет (кутикула) секретируется эпидермисом; он не содержит клеток и состоит в основном из хитина. Хитин — прочный, легкий материал, однако он может приобретать твердость при встраивании в него белков или обызвествлении. В участках скелета, которые должны сохранять подвижность, например в местах сочленения пластинок, хитин остается неизменным. Такая конструкция из пластинок или трубочек, соединенных гибкими пленками, обеспечивает одновременно и защиту и подвижность.

Членистоногие — это единственная группа беспозвоночных, имеющая членистые конечности, которые состоят из рычагов, соединенных подобием

шарниров. Эти рычаги приводятся в движение мышцами-сгибателями и разгибателями, прикрепленными к внутренним выступам экзоскелета. Поскольку хитин проницаем для воды, наземным членистоногим могло бы грозить высыхание. Однако этого не происходит благодаря эпикутину — воскоподобному слою, который секретируется железистыми клетками эпидермиса и через протоки выводится на поверхность. Таким образом, экзоскелет не только служит опорой и защитой для внутренних органов, но и предохраняет тело от обезвоживания.

### 1.1.3. ЭНДОСКЕЛЕТ

Внутренний скелет имеется у простейших из отряда радиолярий (в виде кремневых спикул), у головоногих моллюсков (например, у каракатицы есть внутренняя раковина), но особенно характерен для позвоночных, у которых он построен из хряща и костной ткани. Эндоскелет, состоящий только из хряща, встречается только у пластиножаберных (акулы, скаты), все остальные позвоночные во взрослом состоянии имеют костный скелет, но в отдельных его участках сохраняется хрящ, например, в суставах или межпозвоночных дисках. Скелет этих позвоночных в эмбриогенезе закладывается в виде гиалинового хряща. Эта особенность имеет важное биологическое значение, так как хрящ способен расти всей своей массой, и в процессе развития организма разные части скелета могут пропорционально увеличиваться. В этом отношении костная ткань отличается от хряща, поскольку рост ее осуществляется путем откладки новых элементов на поверхности.

## 1.2. СКЕЛЕТНЫЕ ТКАНИ

Основная масса скелета образована хрящевой и костной тканями.

### 1.2.1. ХРЯЩЕВАЯ ТКАНЬ

Хрящ представляет собой соединительную ткань, состоящую из клеток, погруженных в упругое основное вещество (матрикс) — хондрин. Хондрин отлагается клетками, которые называются хондробластами, и содержит многочисленные тонкие волокна, состоящие главным образом из коллагена. В конечном счете хондробласты оказываются заключенными в полости, называемые лакунами. В этом состоянии их называют хондроцитами. Снаружи хрящ покрыт перихондрием, или надхрящницей, состоящей из клеток и волокон. Здесь формируются новые хондробласты, непрерывно образующие основное вещество хряща.

Известны три типа хряща, различающихся по органическим компонентам, содержащимся в их основном веществе.

Гиалиновый хрящ — упруг и имеет беловатую окраску. Он преобладает в скелете эмбриона и служит основой для окостенения большей части скелета. У взрослых он тоже широко распространен. Гиалиновым хрящом покрыты сочленовные поверхности костей, из него построены реберные хрящи, большая часть дыхательных путей и хрящевой скелет носа. Под микроскопом он представляется прозрачным межклеточным веществом с располагающимися в нем хрящевыми клетками, заключенными поодиночке, парами или в большем числе в хрящевых капсулах. Гиалиновый хрящ покрыт надхрящницей, которая отсутствует на сочленовных поверхностях костей.

Волокнистый хрящ — характеризуется наличием большого количества волокон, делающих его похожим на волокнистую соединительную ткань. От последней он отличается плотным межклеточным веществом и округлой формой малозаметных клеток. Волокнистый хрящ присутствует в межпозвоночных дисках, в симфизах костей, на буграх и выступах некоторых костей, образует выступающие края сочленовных впадин лопаток и таза, покрывает поверхностные слои некоторых сухожилий и связок, трущихся о кости. Он обладает большой прочностью и крепостью. Есть указания, что к старости гиалиновые хрящи постепенно переходят в волокнистые.

Эластический хрящ — содержит многочисленные своеобразные эластические волокна в своем межклеточном веществе, обладает желтоватым цветом и имеет большое число хрящевых клеток. Он находится в сравнительно немногих частях тела — в наружном ухе, наружном слуховом проходе, надгортаннике. Эластический хрящ чрезвычайно упруг, но не тверд. В отличие от гиалинового хряща, почти не обнаруживает тенденции к пропитыванию известью или окостенению с возрастом.

### 1.2.2. КОСТНАЯ ТКАНЬ

Кость — это обызвествленная соединительная ткань, состоящая из клеток, погруженных в твердое основное вещество. Примерно 30% основного вещества образовано органическими соединениями (оссеин), преимущественно в форме коллагеновых волокон, а остальные 70 % — неорганическими. Главный неорганический компонент кости представлен гидроксиапатитом  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , но в ней содержатся также в различных количествах натрий, магний, калий, хлор, фтор, карбонаты, цитраты.

Костные клетки — остеобласты — находятся в лакунах, распределенных по всему основному веществу. Остеобласты откладывают неорганическое вещество кости. Лакуны соединяются между собой тонкими каналцами, содержащими цитоплазму; через эти каналы проходят кровеносные сосуды, с помощью которых остеобласты обмениваются различными веществами.

Строение костей специально приспособлено к тому, чтобы выдерживать деформацию сжатия и сопротивляться растягивающим нагрузкам. При откладывании костных волокон они импрегнируются кристаллами апатита. Это придает кости максимальную прочность.

Благодаря процессам резорбции и реконструкции каждая отдельная кость приспосабливает свое строение к тому, чтобы соответствовать любому изменению механических воздействий, которым подвергается животное в процессе своего развития. Поступление кальция и фосфата в кровь по мере необходимости регулируется двумя гормонами — паратгормоном и кальцитонином.

## 1.3. СТРОЕНИЕ КОСТИ

Кость состоит из компактного вещества, находящегося снаружи, и губчатого вещества, находящегося, в основном, внутри кости. Сверху кость покрыта надкостницей.

### 1.3.1. КОМПАКТНОЕ ВЕЩЕСТВО

Компактное вещество на поперечном срезе состоит из многочисленных цилиндров, образованных концентрическими костными пластинками; в центре каждого такого цилиндра имеется гаверсов канал, вместе с которым он составляет гаверсову систему, или остеон.

Между костными пластинками имеются многочисленные лакуны, содержащие живые костные клетки — остеобласты. Каждая такая клетка способна откладывать костную ткань. В ее цитоплазме имеются хорошо выраженный гранулярный эндоплазматический ретикулум и аппарат Гольджи; кроме того, в ней содержится много РНК. Когда остеобласты переходят в неактивное состояние, их называют остеоцитами. Количество клеточных оргanelл в остеоцитах понижено, и они нередко запасают гликоген. Если возникает необходимость в структурных изменениях костей, остеоциты активизируются и быстро дифференцируются, превращаясь в остеобласты.

От каждой лакуны отходит наподобие лучей много тонких канальцев, содержащих цитоплазму, которые могут соединяться с центральным гаверсовым каналом, с другими лакунами или тянуться от одной костной пластинки к другой.

Через каждый гаверсов канал проходят одна артерия и одна вена, которые разветвляются на капилляры и подходят по канальцам к лакунам данной гаверсовой системы. Каждый гаверсов канал содержит также лимфатический сосуд и нервные волокна. Поперечные гаверсовы каналы сообщаются с костномозговой полостью, а также соединяются с продольными гаверсовыми каналами; последние содержат более крупные кровеносные сосуды и не окружены концентрическими костными пластинками.

На наружной и внутренней поверхности кости костные пластины не образуют концентрические цилиндры, а располагаются вокруг них. Эти области пронизаны каналами Фолькмана, через которые проходят кровеносные сосуды, соединяющиеся с сосудами, проходящими по гаверсовым каналам.

Основная часть компактного вещества состоит из костного коллагена, вырабатываемого остеобластами, и гидроксиапатита; кроме того, в него входят магний, натрий, карбонаты и нитраты. Такое сочетание органических и неорганических материалов создает очень прочную структуру.

### 1.3.2. ГУБЧАТОЕ ВЕЩЕСТВО

Губчатое вещество представляет собой сеть из тонких анастомозирующих костных элементов, называемых трабекулами. В составе губчатого вещества меньше неорганического материала (60-65%), чем в компактном веществе. Органическое вещество состоит, главным образом, из коллагеновых волокон. Пространства между трабекулами заполнены мягким костным мозгом. В красном костном мозге, содержащемся в эпифизах длинных трубчатых костей, клеточные элементы представлены, в основном, эритроцитами, а в желтом костном мозге, содержащемся в диафизах трубчатых костей, — жировыми клетками. В губчатом веществе имеются клетки трех разных видов, которые, возможно, являются различными функциональными стадиями однотипных клеток. Это остеобласты, синтезирующие губчатое вещество,

остеоциты, представляющие собой покоящиеся остеобласты, и остеокласты, способные резорбировать кальцинированное основное вещество.

Трабекулы ориентированы в направлении, в котором на кости воздействует нагрузка. Это придает кости устойчивость к напряжению и сжатию при минимальной массе.

### 1.3.3. НАДКОСТНИЦА

Наружная поверхность кости, кроме суставных поверхностей и мест прикрепления сухожилий, мышц, связок, покрыта надкостницей (periosteum), которая представляет тонкую (100-200 мкм) соединительнотканную пластинку. Надкостница прочно крепится к кости благодаря наличию соединительнотканых волокон (волокна Шарпея-Шафера), перпендикулярно проникающих в компактное вещество кости. Надкостница состоит из двух слоев: наружного — адвентициального и внутреннего — волокнистого. В адвентиции надкостницы имеется много коллагеновых волокон, среди которых располагаются нервы, сплетения мелких артерий, вен и лимфатических сосудов. Кровеносные сосуды придают надкостнице розовый оттенок. Волокнистый слой надкостницы прилежит к кости и содержит остеобласты, которые при росте костей в толщину образуют общие (генеральные) наружные пластинки промежуточного вещества. После 25 лет остеогенная функция костных клеток угасает, но легко активизируется при переломах и повреждениях костей.

Внутренняя поверхность полости длинных трубчатых костей выстлана очень тонкой соединительнотканной пластинкой (endosteum), содержащей остеобласты и остеокласты, которые во время роста образуют новые внутренние общие костные пластинки и разрушают существующее костное вещество. Внутренняя соединительнотканная пластинка сращена волокнами с костью и ретикулярной основой костного мозга.

## 1.4. КЛАССИФИКАЦИЯ КОСТЕЙ

В скелете (sceletos) человека насчитывается 200-208 костей. Условно все кости скелета подразделяются на трубчатые, губчатые, плоские, смешанные и воздухоносные. Такое деление целесообразно, так как не только облегчает описание, но и подчеркивает связь формы с функцией.

### 1.4.1. ТРУБЧАТЫЕ КОСТИ

Трубчатые кости близки по форме к цилиндру, имеют тело — диафиз и два конца — эпифизы. Стенки трубчатых костей образованы компактным веществом, ограничивающим центральную полость. Эпифизы образованы губчатым веществом, ячейки которого заполнены красным костным мозгом. Трубчатые кости подразделяются на длинные и короткие. Длинные трубчатые кости составляют основу свободных конечностей и выполняют, главным образом, роль рычагов. Короткие трубчатые кости образуют пясть и плюсну.

### 1.4.2. ГУБЧАТЫЕ КОСТИ

Губчатые кости состоят, в основном, из губчатого вещества, покрытого тонким слоем компактного вещества. Различают длинные (ребра), короткие (позвонки) и сесамовидные кости. Сесамовидные кости являются костными образованиями более или менее овальной формы (откуда название арабского



происхождения, и значит “похожий на зерно”). Эти кости лишены надкостницы. Обычно они имеют одну гладкую поверхность для сочленения, а остальные скрыты в толще сухожилий. Примерами сесамовидных костей являются: коленная чашечка, гороховидная кость запястья, подъязычная кость.

#### 1.4.3. ПЛОСКИЕ КОСТИ

Плоские кости построены из двух слоев плотного вещества между которыми заключено губчатое вещество, содержащее костный мозг. Ко времени рождения эти кости состоят из одной плотной пластинки, которая лишь позднее, утолщаясь, образует внутри губчатое вещество и принимает типичное строение. В отдельных местах плоские кости сохраняют первоначальное однородное строение и большую прочность, являясь иногда прозрачными. К этой группе костей относятся: лопатка, грудина, покровные кости черепа, тазовая кость.

#### 1.4.4. СМЕШАННЫЕ КОСТИ

Смешанными костями называют такие, сложная форма которых не поддается более точному определению. К таким костям относятся верхнечелюстная, основная, височная кости. Височная кость как бы состоит из нескольких видов костей: чешуя — плоская кость, сосцевидная часть — губчатая, пирамида — трубчатая.

#### 1.4.5. ВОЗДУХОНОСНЫЕ КОСТИ

Внутри некоторых костей черепа образуются полости, заполненные воздухом. Воздухоносные пазухи выстланы слизистой оболочкой, подобной слизистой носовой полости. К воздухоносным костям относятся лобная, верхнечелюстная, решетчатая и клиновидная. Воздухоносные пазухи этих костей открываются в носовую полость и выполняют следующие функции: а) снижение веса костей; б) участие в формировании индивидуальных нюансов голоса.

### 1.5. РАЗВИТИЕ КОСТЕЙ

Кости развиваются на месте менее специализированной соединительной ткани двумя путями. Первый — за счет деятельности остеобластов, способных вырабатывать белковое вещество оссеин и минеральные соли. Некоторые кости формируются на основе перепончатой соединительной ткани и имеют прямой путь окостенения, включающий два этапа развития — перепончатый и костный (первичные кости). Другие кости образуются на месте хрящевых моделей (вторичные кости). Эта специфика развития отражает ту филогенетическую особенность, которая встречается у многих животных, имеющих опорный скелет из соединительной ткани, у других — хрящевой скелет, у третьих — костный. В эмбриогенезе костная ткань появляется на 7-8 неделе внутриутробного развития, когда зародыш имеет уже все другие ткани.

#### 1.5.1. ПЕРВИЧНЫЕ КОСТИ

Образование перепончатых (первичных костей) костей, к которым относятся покровные кости мозгового черепа, все лицевые кости и ключицы, начинается с группировки мезенхимных клеток около мелких кровеносных сосудов. В результате деятельности этих клеток формируются фиброзные во-

локна по длинной оси кости, которые пропитываются оссеомукоидом, напоминающим коллаген. Волокнистая субстанция служит основой для развития кости. Вокруг волокон находятся костные клетки (остеобласты), вырабатывающие минеральные вещества для пропитывания фиброзных волокон. В процессе развития остеобласты постепенно замуровываются в костную ткань, превращаясь в остециты. Вокруг кровеносных сосудов формируются костные пластинки, вставленные одна в другую в виде цилиндров. Наружный слой первичной кости превращается в надкостницу, которая формирует наружные общие пластинки, обеспечивая рост кости в толщину.

### 1.5.2. ВТОРИЧНЫЕ КОСТИ

Развитие кости в хрящевой модели (непрямая оссификация) совершается с образованием костной точки внутри (энхондрально) и снаружи (перихондрально) хряща.

#### 1.5.2.1. Энхондральное окостенение

Развитие кости на месте хряща является более сложным процессом, чем развитие ее на месте соединительной ткани, и связано с перестройкой хрящевой закладки. Хрящевые клетки, ранее секретировавшие основное вещество хряща, на 7-8 неделе эмбрионального развития, путем выделения особых ферментов разрушают хрящ. В эти полости проникают кровеносные сосуды, сопровождаемые остеобластами. Остеобласты окружают кровеносные сосуды плотными рядами. Первоначально между ними остаются неразрушенные тяжи хряща. В дальнейшем волокна пропитываются минеральными солями и формируются костные перекладки губчатого вещества.

#### 1.5.2.2. Перихондральное окостенение

Со стороны надхрящницы происходит усиленное образование коллагеновых волокон, которые за счет секретирующей деятельности остеобластов пропитываются минеральными солями. Надхрящница превращается в надкостницу, под которой на поверхности хрящевой модели кости возникает пластинка из костной ткани. Хрящевые клетки, расположенные на концах эпифизов, усиленно размножаются и формируют колонки, направление которых совпадает с длинной осью кости. После рождения в эпифизах возникают дополнительные ядра окостенения, которые до 25 лет не срастаются с костными диафизами. Между ними имеется хрящевая прослойка (эпифизарный хрящ), за счет которой происходит рост костей в длину. Все костные точки срастаются в строгой последовательности. Рост костей заканчивается в тот момент, когда главные и добавочные точки срастаются в общую костную массу. В этот период исчезают прослойки хряща, и он сохраняется только на суставных поверхностях костей.

## 2. ЧАСТНАЯ ОСТЕОЛОГИЯ

Внутренний скелет высших позвоночных животных, и человека в том числе, принято делить на осевой скелет и скелет конечностей. К осевому скелету, в первую очередь, причисляют позвоночный столб. С ним теснейшим образом связан, как его продолжение, череп. Далее, с позвонком непосредственно связаны ребра и состоящая преимущественно из них грудная клетка, а также верхняя и нижняя конечности через плечевой и тазовый пояса.

Таким образом, у человека, как и у других высших позвоночных, в скелете различают: позвонки, ребра с грудиной, пояса конечностей, свободные конечности и череп. Все части скелета несут в себе признаки происхождения от скелета животных. В процессе эволюции человека скелетные части изменились, одни — более, другие — менее. Наибольшему изменению подверглись те части скелета, которые обеспечивают для человека возможность трудовой деятельности. Для осуществления трудовой деятельности необходимы свободные верхние конечности, не связанные с процессом хождения. Значительную эволюцию претерпели и те части скелета, которые освобождают верхнюю конечность, т.е. служат для прямохождения — кости нижней конечности (больше всего стопа и таз). Изменились пропорции тела в связи с прямохождением и увеличением объема мозгового черепа.

### 2.1. ПОЗВОНОЧНЫЙ СТОЛБ

Позвоночный столб — *columna vertebralis* — выполняет следующие функции:

- связывает воедино части и органы сложно построенного тела человека;
- служит надежной защитой и опорой для спинного мозга и выходящих из него нервов;
- к нему прикрепляются важные органы двигательного и дыхательного аппаратов человека;
- обеспечивает прямохождение;
- перераспределяет тяжесть тела на пояс нижних конечностей.

#### 2.1.1. ФИЛОГЕНЕЗ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА

Наиболее древняя и простая форма осевого скелета позвоночных — хорда или спинная струна. Однако уже у рыб этот орган по своему функциональному значению уступает тем соединительнотканым элементам, которые находятся в одевающей его оболочке. В результате их дальнейшего развития хорда постепенно вытесняется хрящевыми или костными образованиями, из которых и построен у высших форм осевой скелет туловища.

У древних наземных позвоночных животных позвонки состояли из нескольких неслившихся еще элементов, которые уже успели из хрящей превратиться в кость.

В дальнейшей эволюции боковые и вентральные части позвонков разрастались, что привело к двум результатам: во-первых, к слиянию всех костных элементов позвонка, во-вторых, к вытеснению хорды и почти полному замещению телами позвонков. Однако остатки хорды могут быть обнаруже-

ны даже у млекопитающих не только в зародышевом состоянии, но и в первое время после рождения. В межпозвоночных дисках хорда продолжает сохраняться в течение всей жизни в виде "студенистых ядер".

Эволюция позвоночника у наземных позвоночных шла, главным образом, по пути дифференцирования его отделов. У рыб все позвонки почти одинаковы. Дифференцировка у высших позвоночных возникла и закрепилась в связи с развитием типа конечностей, приспособленных к поддержке и передвижению тела по земле.

Влияние передних и задних конечностей на позвоночник было различно в силу различия функций и различного отношения поясов конечностей к осевому скелету. В то время как тазовый пояс причленяется непосредственно к позвонкам, плечевой пояс никогда не образует с ними такого сочленения. Его влияние на позвоночный столб было косвенным. Фиксируя на позвоночнике тот участок, вокруг которого располагались скелетные элементы плечевого пояса, передние конечности ограничивали шейный отдел позвоночника от грудного. На долю каждого из этих отделов выпали разные функции. Шейная часть приспособилась к поддержке головы и обеспечению ее подвижности, тогда как грудная, имея меньшую подвижность, стала служить, главным образом, для укрепления реберного аппарата. В связи с этим, очень усложнились задачи шейного отдела. У рыб шея не дифференцирована (шейные позвонки несут ребра), неподвижная голова непосредственно переходит в туловище, и передний конец тела сохраняет устойчивую обтекаемую форму, очень выгодную при движении в воде. У наземных позвоночных шея в процессе эволюции приобрела способность поднимать и опускать голову, двигать ею вправо и влево, держать ее на нужной высоте в неподвижном или подвижном состоянии. Приспособительно к этим новым функциям, позвонки шейного отдела изменились в своем строении: они постепенно утратили ребра, сохранив у млекопитающих лишь незначительные остатки в виде реберной части поперечных отростков; развитие ребра на шее сильно мешало бы ее разносторонней подвижности. Подвижность шеи действительно неразрывно связана с наземным существованием, что доказывает пример тех млекопитающих, которые вторично перешли к жизни в воде. Тела шейных позвонков китов и дюгоней, предки которых были наземными, сильно утончились, плотно прилегли одно к другому или даже срослись так, что голова оказалась тесно сближенной с плечевым поясом и почти утратила подвижность. Наличие шейных ребер у предков млекопитающих (в том числе и человека) помимо палеонтологических и сравнительно-анатомических данных (шейные ребра рептилий) подтверждается тем, что 7-ой шейный позвонок у человека в 2% случаев несет сочленяющееся с ним ребро. Зарегистрировано существование причленяющихся ребер и на других шейных позвонках человека. У эмбриона в норме закладывается свободное — 7-ое шейное ребро, но остается недоразвитым, сохраняя рудиментарный характер.

Специализация функций в строении первых двух шейных позвонков началась у амфибий. У рептилий зубовидный отросток второго шейного позвонка еще не срастается с его телом. Это слияние происходит у млекопи-

тающих, но даже у человека в первые недели после рождения зубовидный отросток отделен от тела второго позвонка остатками хорды, разделяющей также тела других позвонков. В итоге атлант утратил тело, а второй шейный имеет как бы два тела: из них переднее (верхнее у человека) превратилось в зубовидный отросток.

В связи с развитием задних конечностей у четвероногих позвоночных произошло сращение тазового пояса с осевым скелетом. Этот пояс, разрастаясь у древних наземных позвоночных в дорзальном направлении встретился с концами ребер, с которыми и произошло его сочленение. Первоначально пояс сочленялся с одним позвонком: последний, неся большую нагрузку, увеличился в размерах и превратился в крестцовый позвонок. Он отделил грудно-поясничную часть от хвостовой. В дальнейшем, сочленение с тазом стало осуществляться двумя и более позвонками, которые срослись в одну крестцовую кость. В ряду позвоночных образование сложной, построенной из нескольких сросшихся позвонков, крестцовой кости, произошло в двух разных классах: у птиц и млекопитающих. В обоих случаях сложная крестцовая кость возникла у тех животных, тело которых при движении по земле опирается целиком на задние конечности.

#### 2.1.2. СОСТАВ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА

Позвоночный столб состоит из 33-34 позвонков (*vertebrae*). Каждый позвонок состоит из тела — *corpus vertebrae*, ориентированного вентрально, дуги — *arcus vertebrae*, расположенной дорзально. Дуга и тело ограничивают отверстие, называемое позвоночным отверстием — *foramen vertebrale*. Когда позвонки составляют позвоночный столб, то позвоночные отверстия в совокупности образуют длинный позвоночный канал — *canalis vertebralis*, в котором помещается спинной мозг. Переднюю стенку этого канала образуют тела позвонков, заднюю и боковую — дуги позвонков, таким образом, позвоночник выполняет защитную функцию в отношении нервной системы.

Тела позвонков толще, чем дуги. В позвоночном столбе тела позвонков не прилегают непосредственно одно к другому, между ними находятся упругие межпозвоночные диски.

С прочностью позвоночный столб сочетает в себе подвижность. Для прикрепления мышц, приводящих позвонки в движение, служат три "мускульных отростка", отходящих от дуги позвонка. От вершины дуги направляется назад непарный остистый отросток (*processus spinosus*), от боковых частей дуги позвонка отходят в стороны парные поперечные отростки (*processus transversi*); к ним прикрепляются мышцы и связки.

Кроме того, от дуги позвонка отходят две пары сочленовных отростков (*processus articulares*). Два из них верхние, два — нижние. Эти отростки служат для соединения между собой. Сочленовные поверхности верхних отростков обращены внутрь, а нижних — наружу.

Между двумя позвонками у мест отхождения дуг от тел образуются парные отверстия, ведущие в позвоночный канал. Это межпозвоночные отверстия — *foramina intervertebralia*. Отверстия эти образованы вырезками, нахо-

двоящимися на дугах позвонков. Менее глубокая вырезка имеется на верхнем крае дуги и более глубокая — на нижнем. При естественном положении позвонков нижняя вырезка одного приходится над верхней вырезкой следующего и образует межпозвоночные отверстия, через которые проходят спинномозговые нервы.

В позвоночном столбе различают следующие отделы: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый.

#### 2.1.2.1. Шейный отдел

Шейных позвонков — *vertebrae cervicales* — у человека, как и у большинства млекопитающих, семь. Длинная шея жирафа и незаметная снаружи шея крота одинаково содержат 7 позвонков. Шейные позвонки человека на первый взгляд отличаются от других своими небольшими размерами и наличием не одного, а трех отверстий. Это большое треугольной формы позвоночное отверстие и, кроме того, два небольших округлых поперечных отверстия, расположенных в поперечных отростках.

При естественном положении шейных позвонков, поперечные отверстия образуют трубчатый канал, в котором (начиная с 6-го шейного позвонка) помещается позвоночная артерия.

Тела шейных позвонков невысоки, вытянуты в поперечном направлении, напоминая общими контурами прямоугольник. Сочленовные отростки имеют округлые гладкие поверхности, обращенные у верхних отростков назад и вверх, у нижних — вперед и вниз. Остистые отростки увеличиваются в длине от II позвонка к VII и на концах раздвоены (кроме VII позвонка, остистый отросток которого особенно длинен). В связи с большой подвижностью шеи верхняя и нижняя поверхности тел позвонков имеют слегка седлообразную форму. Интересно отметить, что у птиц, шея которых отличается чрезвычайной подвижностью, позвонки соединяются друг с другом седловидными сочленениями.

Первый и второй шейные позвонки подверглись в процессе эволюции значительным изменениям в связи с приспособлением их к сочленению с черепом. I шейный позвонок или атлант (*atlas*) имеет переднюю и заднюю дуги, которые сращены с латеральными массами. На верхней и нижней поверхностях боковых утолщений располагаются суставные площадки: верхняя эллипсоидной формы — место сочленения с мыщелками затылочной кости, нижняя сферическая — место соединения с суставной поверхностью II шейного позвонка. Тело у I позвонка отсутствует. На передней дуге снаружи имеется передний бугорок, на внутренней поверхности дуги — ямка зуба, место сочленения с зубовидным отростком II шейного позвонка. На задней дуге имеется задний бугорок, представляющий собой редуцированный остистый отросток. От боковых масс отходят в стороны довольно длинные поперечные отростки, выступающие латерально дальше, чем соответствующие отростки других шейных позвонков.

Второй шейный позвонок со времен Везалия называется "эпистрофеем" (*epistropheus*), т.е. вращательным, имеет и другое название — *axis*, или "ось". Это название точно передает функциональную роль II шейного позвонка.

Действительно, при повороте головы вместе с черепом вращается первый позвонок; второй же своим зубовидным отростком служит осью вращения. Этот зубовидный отросток или зуб — *dens* — оказывается частью тела I позвонка, присослего к телу II-го. Снаружи и сзади на зубе есть две, передняя и задняя, суставные поверхности для образования суставов с ямкой передней дуги атланта и его поперечной связкой.

#### 2.1.2.2. Грудной отдел

Двенадцать грудных позвонков — *vertebrae thoracales* — отличаются, в первую очередь, тем, что сочленяются с ребрами. Это накладывает отпечаток на их структурные особенности. Тела грудных позвонков имеют на боковых поверхностях фасетки или ямочки для сочленения с головками ребер. На теле I грудного позвонка есть фасетка для 1-го ребра и, кроме того, полуфасетка для верхней половины головки 2-го ребра; на теле II позвонка расположена нижняя половина фасетки для 2-го ребра и полуфасетка 3-го и т.д. Но начиная с IX позвонка к ним прикрепляются лишь те ребра, которые соответствуют им по счету. Их фасетки целиком помещаются на телах позвонков.

Сочленение с ребрами отразилось еще на одной особенности грудных позвонков. Дело в том, что все ребра, кроме двух последних, сочленяются с позвоночным столбом в двух местах: головка ребра причленяется к телу позвонка, а бугорок ребра — к поперечному отростку. В связи с этим, утолщенные концы 10 пар поперечных отростков грудных позвонков несут на своих передних поверхностях гладкие площадки, к которым и причленяются ребра. На поперечных отростках XI и XII грудных позвонков таких площадок нет.

Сочленовные отростки грудных позвонков расположены почти во фронтальной плоскости. Остистые отростки значительно длиннее, чем на шейных позвонках и имеют более или менее четко выраженную трехгранную форму. В верхней части грудного отдела эти отростки направлены более горизонтально, в средней части опускаются почти вертикально вниз, налегая своими концами друг на друга. В нижней части грудного отдела остистые отростки опять принимают более горизонтальное направление.

Позвоночные отверстия грудных позвонков округлой формы и меньше по размеру, чем в шейном или поясничном отделах.

Тела грудных позвонков небольшой величины, овальные в верхней части грудного отдела, становятся более крупными и округленными по мере приближения к поясничной области. Постепенно увеличивается также и высота тел.

#### 2.1.2.3. Поясничный отдел

Поясничный отдел состоит из 5 позвонков — *vertebrae lumbales*. Здесь они достигают наибольшей величины. По размеру, по отсутствию суставных площадок для сочленения с ребрами, по отсутствию отверстий в поперечных отростках, поясничные позвонки легко отличить от грудных и шейных. Поперечные отростки сравнительно тонки и рассматриваются как продукт слияния зачаточных "поясничных" ребер с собственно поперечными отростками.

#### 2.1.2.4. Крестцовый отдел

Пять крестцовых позвонков — *vertebrae sacrales* — у взрослого человека срастаются в одну кость, называемую крестцом — *os sacrum*. По форме крестец напоминает треугольник, обращенный вершиной вниз, а основанием кверху. В средней части основания расположено широкое отверстие, ведущее в крестцовый канал; он представляет собой продолжение позвоночного канала. Суживаясь к вершине, крестец вклинивается между тазовыми костями, с которыми прочно соединяется и образует заднюю стенку таза. С подвздошными костями соединяются лишь три верхних крестцовых позвонка; два нижних в это соединение не входят.

При рассмотрении передней вогнутой поверхности крестцовой кости в ней легко выделить среднюю часть, образованную срастанием тел, границы между которыми отмечаются поперечно проходящими линиями. Средняя часть отделена от боковых частей двумя рядами круглых отверстий, по четыре в каждом. Эти отверстия называются передними крестцовыми отверстиями. Средняя часть вверху заканчивается основанием, которым крестцовая кость присоединяется к последнему поясничному позвонку. Передний край основания (тело первого крестцового позвонка) заметно выступает вперед в виде мыса — *promontorium*.

На задней выпуклой поверхности видны три продольно проходящих гребня — следы слившихся отростков. Средний гребень возник из слияния остистых отростков I-IV крестцовых позвонков. Оба боковых гребня — из срастания поперечных отростков. Медиально от боковых гребней расположены ряды задних крестцовых отверстий. Таким образом, крестцовая кость пронизана четырьмя парами каналов, проходящих спереди назад. Эти каналы сообщаются крупными внутренними отверстиями с крестцовым каналом; эти внутренние отверстия соответствуют межпозвоночным. Задние крестцовые отверстия представляют собой промежутки между дугами, передние — между реберными отростками.

Боковые массы крестца особенно сильно развиты в верхних трех позвонках, где происходит причленение к тазу. Это причленение осуществляется при помощи особой сочленовной поверхности, находящейся на боковой поверхности крестца и называемой ушковидной поверхностью (*facies auricularis*).

Продольная ось крестцовой кости загнута таким образом, что передняя поверхность двух верхних крестцовых позвонков плоская, трех последних — заметно вогнутая.

В крестцовом канале помещается так называемая "конечная нить", а также корешки нескольких спинномозговых нервов. Через передние крестцовые отверстия проходят передние ветви крестцовых нервов и кровеносные сосуды; через задние крестцовые отверстия — задние ветви тех же нервов.

#### 2.1.2.5. Копчиковый отдел

К вершине крестцовой кости присоединяется последний отдел позвоночника — копчик (*os coccygis*), состоящий из 2–5 сросшихся рудиментар-



ных позвонков. Первый из позвонков копчика лишен дуги, но имеет тело, сочленовные и поперечные отростки; на втором сочленовных отростков уже нет, а поперечные еле заметны; третий сохранил лишь тело, а четвертый и еще больше пятый (если он имеется) представляют собой небольшие косточки неправильной формы.

Таким образом, в конце позвоночника все резче сказывается рудиментарный характер копчикового отдела.

### 2.1.3. ПОЗВОНОЧНЫЙ СТОЛБ КАК ЦЕЛОЕ

Позвоночный столб человека не является прямым, образуя изгибы в сагиттальной плоскости. В шейной части выпуклость позвоночника направлена вперед, в грудной — назад, в поясничной — вперед, в крестцово-копчиковой — назад. В тех отделах, где к позвоночнику прикрепляются ребра или тазовые кости, имеется выпуклость назад, что увеличивает емкость соответствующих полостей — грудной и тазовой. Обращенные вперед изгибы называются лордозами, обращенные назад — кифозами. Благодаря этим изгибам, позвоночный столб человека представляет пружинящий аппарат, что чрезвычайно важно в механическом отношении. Удары и толчки, передающиеся позвоночнику при ходьбе, беге, прыжках, падении ослабляются и затухают, и либо вовсе не доходят до черепа, либо достигают его в очень ослабленном виде. Резко выраженная кривизна позвоночного столба составляет специфическую особенность человека и возникла в связи с вертикальным положением тела.

Кроме изгибов в сагиттальной плоскости нередко наблюдается искривление грудного отдела позвоночника вправо и реже — влево, так называемый сколиоз. При этом правая часть плечевого пояса занимает более высокое положение, а правая рука оказывается длиннее левой.

### 2.1.4. ОНТОГЕНЕЗ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА

Позвоночный столб изменяется в течение всей жизни человека. У новорожденных относительно слабое развитие тел позвонков и большие размеры межпозвоночных хрящей. Кроме того, слабо развиты поперечные, суставные и остистые отростки. Дужки позвонков очень тонки, а отверстия в телах позвонков, через которые проходят сосуды, в раннем детском возрасте относительно большие.

На сагиттальных распилах заметно, что кривизна позвоночника, которая очень хорошо выражена у взрослых людей в разных отделах, у новорожденных едва намечается.

Типичная кривизна позвоночника намечается еще у плодов. После рождения сначала появляется искривление в шейном и грудном отделах позвоночника. Поясничный лордоз появляется в том возрасте, когда ребенок начинает сидеть, и значительно усиливается, когда он начинает ходить. К семи годам отчетливо развивается кривизна в шейном и грудном отделах позвоночника; в поясничном же отделе — несколько позже — к периоду полового созревания.

В процессе дальнейшего развития в образовании кривизны позвоночника большую роль играет нагрузка, падающая на тело, физкультурные упражнения, заболевания мышц, влекущие за собой ослабление тонуса и др.

Развитие позвоночника после рождения выражается, главным образом, в его росте, в частности в увеличении размеров отдельных позвонков, а также в их перестройке. Дужки у новорожденных разделены хрящевой прокладкой, которая очень сильно развита в крестцовых и поясничных позвонках. Дужки крестцовых позвонков первоначально разделены, и процесс окостенения их подвержен большим индивидуальным колебаниям. В одних случаях наблюдается сильное замедление процесса, и тогда слияние дужек происходит лишь в возрасте 14-15 лет. В некоторых случаях дужки крестцовых и поясничных позвонков настолько задерживаются в своем развитии, что могут и вовсе не срастаться. Развитие остистых отростков позвонков тесно связано с окостенением хрящевой прослойки, которая разъединяет дужки позвонков. Заканчивается это окостенение обычно в середине или во второй половине 1-го года жизни. В области верхних шейных позвонков это окостенение наступает позже, а именно, на 2-ом году жизни, точно так же, как и в области V поясничного и I крестцового позвонков.

Рост разных отделов позвоночника совершается неодинаково в разные возрастные периоды. В возрасте до 1,5 лет все отделы позвоночника энергично растут в ширину и в высоту. Такой рост продолжается до 3 лет с той лишь разницей, что в шейном и верхнем грудном отделах он несколько замедлен. До 10 лет наблюдается медленный рост позвоночника во всех его отделах. В возрасте от 10 до 17 лет снова начинается усиленный рост позвоночника, особенно в поясничном отделе.

Окостенение тел позвонков совершается вначале более интенсивно на задней поверхности. На вентральной поверхности образуется субпериостальная костная пластинка. Хрящевые прослойки между частями позвонков отчетливо видны на аксисе и атланте. Кроме основных ядер окостенения на позвонках имеются еще и добавочные. Так, у верхнего и нижнего краев тел позвонков, где имеется еще хрящевая часть, возникают отложения костной ткани, из которых в дальнейшем образуются эпифизарные пластинки тел позвонков. Добавочные центры окостенения встречаются на остистых и поперечных отростках.

Процессы окостенения очень сильно выражены в крестцовом отделе позвоночника, где тоже встречаются добавочные ядра окостенения. Синостозирование крестцовых позвонков совершается обычно в направлении снизу вверх и начинается с 16-летнего возраста.

Копчиковый отдел у новорожденных либо целиком состоит из хряща, либо имеет лишь одно ядро окостенения в области верхних копчиковых позвонков.

Появляются и другие ядра окостенения — в различные сроки, но они весьма непостоянны у разных людей. Например, на II копчиковом позвонке они могут возникнуть в возрасте от I до 8 лет, а на III — от 8 до 15 лет. Полное окостенение и слияние копчиковых позвонков происходит очень поздно,

приблизительно к 30 годам. Но в некоторых случаях копчик остается хрящевым до глубокой старости.

Отношение длины позвоночника к общему росту сильно изменяется с возрастом. У новорожденных длина позвоночника составляет 40% высоты тела. В дальнейшем, вследствие неравномерного роста тела и нижних конечностей, относительная длина позвоночника становится меньше.

Наиболее сильное увеличение длины позвоночника у человека наблюдается в поясничном отделе. С момента рождения до 20-летнего возраста поясничный отдел увеличивается в 4 раза, между тем как шейный — в 2,5 раза. Те пропорции, которые встречаются у взрослого человека, устанавливаются приблизительно к 5–7 годам.

Не только в течение того периода, когда совершается рост позвоночника, т.е. до 25–30 лет, но и на протяжении всей жизни в нем происходят большие изменения. Они выражаются в том, что размеры питающих отверстий в позвоночнике и их число значительно уменьшается. Межпозвоночные хрящи сильно уплотняются. После 50 лет в центре хряща отмечается окостенение, которое становится более выраженным в преклонном возрасте. У стариков нередко наблюдается сращение отдельных позвонков друг с другом. На поперечных распилах видно, что строение губчатого вещества претерпевает большие изменения. Они выражаются в расширении костных балок, уменьшении их количества. У пожилых людей наблюдается увеличение промежутков между ними, вследствие чего пористость кости значительно изменяется. Кроме того, в пожилом возрасте возможно и соскальзывание позвонков. Особенно сильные изменения в позвоночнике наблюдаются у людей после 60–70 лет. В этом периоде резко усиливается кифоз в грудной части позвоночного столба.

#### 2.1.5. МОРФОЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА

Типичный вариант позвоночной формулы человека:  $C_7Th_{12}L_5S_5Co_4$ . Изменение общего числа позвонков встречается весьма редко. Более часты вариации на границах отделов, заключающиеся в перемещении их в краниальном или каудальном направлении обычно на I сегмент или наличии позвонков, сочетающих черты строения разных отделов позвоночника. Частота таких вариантов резко увеличивается в кранио-каудальном направлении. Очень редко отмечаются сдвиги на шейно-затылочной границе. Ассимиляция атланта (его слияние с черепом) наблюдается в 0,1–2% случаев. Столь же редка и манидистация проатланта (выявление элементов так называемого "затылочного позвонка" в области основания черепа). Эта аномалия представляет значительный интерес в аспекте сравнительной анатомии, так как показывает общность происхождения хордальной части черепа и осевого скелета. Более часты (6–60%) вариации пояснично-крестцовой границы: сакрализация L5, под которой подразумевается та или иная степень включения его в крестец; реже, до 4%, встречается противоположный сдвиг — люмбализация. На нижней границе крестца более частым вариантом также является сакрализация; кокцигизация, т.е. включение последнего крестцового позвонка в состав коп-

чика, наблюдается реже. Переходный характер позвонка может выражаться и в вариациях формы и положения сочленовных отростков и фасеток.

Отмечена значительная стабильность докрестцового отдела позвоночника: коэффициент вариации его длины равен 4–6%, в то время как для крестца он составляет 10%, а для копчика — 26%. Типичное для человека число докрестцовых позвонков (24) встречается в 85–95% случаев; отклонения (23 или 25 позвонков) наблюдаются примерно с одинаковой частотой, вопрос о групповых, прежде всего популяционных, различиях остается открытым; некоторые исследователи признают их существование. Выявляется связь этого признака с полом: вариант с 25 позвонками вдвое чаще встречается у мужчин, с 23 позвонками — у женщин. То же, вероятно, относится и к вариантам строения крестца: 4-позвонковый тип чаще наблюдается у женщин, а 6-позвонковый — у мужчин.

Типичное соотношение размеров в позвоночнике взрослого человека: С 22% Th 46% L 32%. Типичные для человека региональные пропорции устанавливаются в онтогенезе не сразу. У ребенка они иные: С 25% Th 48% L 27%, т.е. шея относительно длиннее, а поясничный отдел короче, чем у взрослого. У женщин поясничный отдел длиннее, чем у мужчин.

Формирование хрящевого позвоночника начинается у 2-х месячного эмбриона. В первые годы жизни позвоночник растет быстрее, чем длина тела, в дальнейшем его рост замедляется. Завершается развитие позвоночника к 25 годам. У новорожденных и детей первого года жизни межпозвоночные диски составляют 39%, в 9 лет — 33%, у взрослых — 25% длины позвоночника. С возрастом (20–60 лет) высота тел большей части позвонков и дисков уменьшается.

Форма позвоночника создает наиболее благоприятные условия для балансирования головы при минимальных мышечных затратах (шейный лордоз) и для поддержания выпрямленного положения тела (поясничный лордоз). Шейный и поясничный лордозы появляются значительно позже, чем грудной кифоз четвероногих млекопитающих. В онтогенезе поясничный лордоз появляется сравнительно поздно, лишь после формирования других изгибов; у женщин он, как правило, отчетливее, чем у мужчин.

Выделяется несколько вариантов развития поясничного лордоза. В основу выделения положен вертикальный поясничный указатель — процентное отношение суммы задних высот тел поясничных позвонков к сумме передних. Его рубрикация: до 97,9 — курторахия, 96–101,9 — орторахия, 102 и более — койлорахия. По всем этим индексам существуют групповые вариации. Так, для вертикального поясничного указателя они составляют 95,8–106,8. Курторахидный тип свойственен европейцам, некоторым группам американских индейцев, масаям; орторахидный — японцам, огнеземельцам. В формировании поясничного лордоза большое участие принимают межпозвоночные диски. Сумма передних высот дисков превышает сумму задних в среднем на 2 см, что нивелирует межгрупповые различия и обуславливает у живых людей курторахидный вариант как типичный для современного человека.

Гоминидный тип крестца — относительно широкий и короткий, с вогнутой передней поверхностью, выраженным мысом и значительным развитием сочленовных поверхностей с тазом. Наиболее частый вариант у человека (60%) — формирование сочленения с тазом за счет  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  (частично), однако наблюдаются отклонения в обоих направлениях, причем у женщин число "истинных", т.е. участвующих в сочленении с тазом крестцовых позвонков, обычно меньше, чем у мужчин. Форма крестца также отражает половые различия.

На основе широтно-высотного индекса выделяют следующие подразделения формы кости: до 99,9 — долихохиерия, 100-105,9 — мезохиерия, 106 и более — платихиерия (от греч. *hieros* — тазовая кость).

Групповые вариации для мужчин колеблются в пределах 91,4–112,4, для женщин — 101,3–115,8. Индивидуальные вариации — 67,0–159,0. Половой диморфизм выражен на фоне групповых вариаций, т.е. половые различия перекрывают групповые. Так, почти все женские — платихиерические.

## 2.2. ГРУДНАЯ КЛЕТКА

Грудная клетка — *thorax* — выполняет следующие функции:

- образуя костно-мышечную полость, защищает органы грудной клетки (сердце, легкие, магистральные сосуды, бронхи и др);
- служит местом прикрепления органов грудной полости;
- вместе с межреберными мышцами и диафрагмой выполняет дыхательную функцию.

### 2.2.1. ФИЛОГЕНЕЗ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Настоящая грудная клетка возникла лишь у наземных позвоночных, а именно, у рептилий. Построенная из костных и хрящевых частей, она охраняет пищевод, легкие и сердце; она дает также защиту другим мягким органам — печени, желудку, даже почкам. Но такие органы как половые, большая часть кишечника смещены в каудальном направлении и вышли из под защиты.

Грудина, возникнув в связи с функцией укрепления плечевого пояса, впервые оформляется у наземных позвоночных (рептилий). У млекопитающих она развивается из параллельно расположенных зачатков, которые первоначально, по-видимому, не связаны с вентральными концами ребер, но вскоре сливаются с ними и соединяются между собой в непарную пластинку. В развитии грудины различаются три стадии: на перепончатой обе параллельные пластинки обособлены от концов ребер, на хрящевой происходит слияние, и лишь самые задние ребра не включаются в этот процесс. У человеческого эмбриона в начале второго месяца утробной жизни это слияние хрящевых зачатков оканчивается и начинается окостенение. В области рукоятки появляется непарный центр окостенения, в ниже лежащих частях грудины — ряд парных центров.

Филогенетическая история ребер довольно сложна. По происхождению ребра бывают двух видов. Одни из них возникают как разрастания поперечных отростков позвонков, другие в виде окостенения прослоек соединительной ткани, отделяющей одни мышечные метамеры от других.

У большей части рыб ребра возникают как вентральные дуги, отходящие от тел позвонков. В хвостовой области эти дуги смыкаются своими концами, подобно дорзальным дугам, образуя "гемальный канал" (гема — кровь), в котором лежит хвостовой отдел аорты. В туловищной части тела рыб эти вентральные дуги не соединяются своими концами, а расходятся в межмышечные перегородки. Эти дуги удлиняются, обособляются от тел позвонков и получают название "гемальных ребер". Таких ребер у высших позвоночных нет. Ребра второго типа, как было сказано, развиваются из поперечных отростков зародышевых позвонков. Они занимают более дорзальное положение и называются, в отличие от гемальных, плевральными ребрами (плевра — бок). Плевральные ребра есть у человека и у других высших позвоночных. Однако у многих рыб имеются и гемальные и плевральные ребра, образуя как бы переходную ступень между обоими типами. Это наблюдается у лососевых, сельдевых и полиптера из ганоидных. Гемальные ребра до грудины никогда не доходят.

### 2.2.2. СОСТАВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Грудная клетка образована грудными позвонками (см. 2.1.2.2.), ребрами и грудиной.

#### 2.2.2.1. Ребра

Ребра составляют основную часть грудной клетки. На ее разных уровнях ребра неодинаковы, отличаясь по величине, форме, положению. Самые длинные ребра, подобно обручам охватывающие грудную полость, находятся в средней части грудной клетки. К верхнему и нижнему отделам ребра постепенно уменьшаются. Число ребер равно числу грудных позвонков.

Типичное ребро (*costae*) представляет плоскую лентообразную дугу, на одном конце переходящую в реберный хрящ, а другим прикрепляющуюся к позвонку. Главная лентообразная часть ребра называется телом (*corpus*). Оно обладает известной эластичностью и обнаруживает двойной изгиб по длине: дугообразный и винтовой, пластинка ребра несколько повернута вдоль его оси, что важно при движениях грудной клетки. На дорзальной поверхности тела ребра, отступя 6-7 см от реберного бугорка, имеется угол (*angulus costae*), от которого по нижнему краю ребра проходит борозда (*sulcus costae*), где располагаются артерия, вена и нерв.

Дорзальный конец ребра, в связи с условиями его сочленения с позвонком, имеет два выступа с некоторым сужением между ними — шейкой (*collum costae*). Выступ, находящийся на самом конце ребра — головка (*capitulum costae*) — имеет суставную площадку, разделенную гребешком (*crista costalis medialis*). Первое, одиннадцатое и двенадцатое ребра не имеют гребешка, так как головка ребра входит в полную ямку соответствующего позвонка. Второй выступ — бугорок (*tuberculum costae*) служит для сочленения с поперечным отростком.

Вентральный конец ребра посредством хряща соединяется с грудиной. Хрящи 8-й, 9-й и 10-й пар ребер срастаются не с грудиной, а с хрящами предыдущих ребер. Ребра, хрящи которых доходят до грудины называются истинными (стернальными), те ребра, хрящи которых прикрепляются к хрящам

других ребер, называются ложными (астернальными). XI-XII пары ребер не имеют хрящей, не доходят до грудины и называются колеблющимися.

#### 2.2.2.2. Грудина

Грудная клетка спереди замыкается удлиненной плоской костью — грудиной (*os sternum*). Она лежит против позвоночника, верхним концом ближе к нему, нижним — дальше. К грудины непосредственно прикрепляются обе ключицы и 7 пар ребер. Будучи хорошо сформированной, грудина напоминает форму короткого римского меча и разделяется на три части: сверху — широкую рукоятку (*manubrium*), удлиненное тело (*corpus sterni*) и мечевидный отросток (*processus xiphoides*). По середине верхнего края грудины проходит мягко очерченная яремная вырезка (*incisura jugularis*), положение которой, легко устанавливаемое на живом человеке, имеет важное значение в антропометрии.

Самая прочная часть грудины — рукоятка — служит опорой не только для верхних ребер, но и для ключиц, которые соединяются с грудиной суставами непосредственно по бокам яремной вырезки. На боковых сторонах рукоятки находятся шероховатые площадки для прикрепления хрящей I-го и верхнего края хрящей II-го ребра. Вторая пара ребер сочленяется своими хрящами с грудной костью на границе рукоятки и тела. По краям тела грудины расположены выемки для остальных ребер, кончая VII-м. К мечевидному отростку ребра не прикрепляются.

#### 2.2.3. ГРУДНАЯ КЛЕТКА КАК ЦЕЛОЕ

По своей форме грудная клетка напоминает овоид с верхним узким концом и нижним более широким, причем оба конца косо срезаны. Кроме того, овоид грудной клетки несколько сдавлен спереди назад.

Грудная полость (*cavum thoracis*) имеет два отверстия: верхнее (*apertura thoracis superior*) и нижнее (*apertura thoracis inferior*), затянутое мускульной перегородкой — диафрагмой.

Передний край нижнего отверстия имеет вырезку в форме угла — подгрудинный угол (*angulus infrasternalis*), у вершины которого лежит мечевидный отросток. Позвоночник по средней линии вдается в грудную полость. По сторонам от него, между ребрами и позвоночником, образуются легочные борозды (*sulci pulmonales*), в которых помещаются задние края легких.

У млекопитающих, у которых в силу их горизонтального положения грудные внутренности оказывают давление на нижнюю стенку, грудная клетка длинная и узкая, причем вентродорзальный размер превосходит поперечный, вследствие чего грудная клетка имеет как бы сдавленную с боков форму с выступающей вентральной стенкой в виде кия (килеобразная форма). У обезьян в связи с разделением конечностей на руки и ноги и начинающимся переходом к вертикальному положению, грудная клетка становится шире и короче, однако вентродорзальный размер еще преобладает над поперечным (обезьянья форма).

У человека в связи с полным переходом к прямохождению рука освобождается от функции передвижения и становится хватательным органом,

вследствие чего грудная клетка испытывает тягу прикрепляющихся к ней мышц верхней конечности; внутренности давят не на вентральную стенку, ставшую теперь передней, а на нижнюю, образованную диафрагмой. Линия тяжести при вертикальном положении тела переносится ближе к позвоночнику, всё это приводит к тому, что грудная клетка становится плоской и широкой, так что поперечный размер превосходит передне-задний (человеческая форма).

#### 2.2.4. ОНТОГЕНЕЗ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Отличительной особенностью грудной клетки новорожденного является ее пирамидальная форма, которая в значительной степени зависит от того, что на месте соединения реберных хрящей с костной частью ребер образуется отчетливо выраженный угол. Первые ребра, равно как рукоятка грудины, ключицы и весь плечевой пояс, расположены высоко. Кроме того, все ребра лежат почти горизонтально. Яремная вырезка находится на уровне середины тела I грудного позвонка. Эпигастральный угол обычно тупой, острый угол встречается редко и преимущественно у слабых детей.

У новорожденных имеются 3 свободных ребра, так как X ребро еще не соединено хрящом с реберной дугой. Грудина у новорожденных часто расщеплена, наклонена к позвоночнику под острым углом. Длина ребер новорожденных детей представлена на таблице I.

Таблица 1

Длина ребер у новорожденных (по П.П. Дьяконову)

Номер ребра	Длина	Номер ребра	Длина
I	1,5	VII	5,5
II	3,25	VIII	5,25
III	4,0	IX	5,0
IV	4,5	X	4,0
V	5,0	XI	3,0
VI	5,5	XII	2,0

В развитии пирамидальной формы грудной клетки у новорожденных определенную роль играют большие размеры печени и относительно малые размеры сердца и легких. Этим же отчасти может быть объяснено почти горизонтальное положение верхних ребер и наличие большого эпигастрального угла.

Грудная клетка очень сильно изменяется в течение первых лет жизни ребенка, особенно характерно изменение ее формы. Углы ребер в процессе развития начинают выпрямляться, на месте соединения хрящей ребер с костной частью последних образуется дуга, и грудная клетка на 3-м году жизни начинает утрачивать свою первоначально пирамидальную форму. В 3-летнем возрасте грудная клетка становится конусообразной, как бы сдавленной в передне-заднем направлении.



Особенно сильный рост грудной клетки наблюдается до года. Обхват груди в течение первых месяцев увеличивается неравномерно: особенно сильное увеличение отмечается на 1, 2, 8 и 12-м месяцах. До 3-х лет увеличиваются все размеры грудной клетки, а после 3-х лет — поперечный диаметр начинает увеличиваться больше, чем передне-задний, и к 6 годам становится в 2 раза больше первоначального.

В процессе развития грудной клетки после рождения ребра у человека принимают вместо горизонтального наклонное по отношению к позвоночнику положение. Так, угол, образованный II ребром и позвоночником у грудных детей, равен  $70-90^\circ$ , у взрослых —  $40-60^\circ$ , а угол между позвоночником и XII ребром у детей составляет —  $60-80^\circ$ , у взрослых —  $35-50^\circ$ .

Увеличение грудной клетки до 2,5 лет идет параллельно увеличению длины тела ребенка. После 2-3 лет рост грудной клетки в длину отстает по сравнению с нарастанием длины тела.

Верхняя грудная апертура, которая у новорожденных расположена высоко, в процессе развития грудной клетки постепенно как бы опускается и принимает более наклонное положение. При этом у людей в возрасте 25 лет и выше яремная вырезка оказывается лежащей на уровне II-III грудных позвонков.

До 3-х месячного возраста передне-задний диаметр верхней грудной апертуры больше поперечного. Между 3-м и 6-м месяцами жизни ребенка отношения начинают изменяться и поперечный диаметр становится в дальнейшем больше передне-заднего.

Нижняя грудная апертура в возрасте до 2 лет сравнительно с верхней очень широкая. Приблизительно около 6 лет начинают устанавливаться те отношения, которые наблюдаются у взрослого.

Грудина в раннем детском возрасте имеет несколько точек окостенения. Наблюдаются большие индивидуальные колебания в их количестве и времени появления. Было показано, что рукоятка имеет 1-2 точки окостенения, тело — 4-13 (чаще 6-7), и мечевидный отросток — 1 точку. Раньше всего точки окостенения возникают в рукоятке и в верхних отделах грудины (во внутриутробном периоде). После рождения на 1-м году жизни возникает точка окостенения в нижнем отделе тела грудины и на 6-12 году — в мечевидном отростке.

Приблизительно к 15-16 году срастаются между собой нижние отделы тела грудины и к 25 годам — верхние. Тело грудины срастается с мечевидным отростком после 30 лет. Рукоятка грудины и тело иногда вовсе не срастаются между собой, чаще же они срастаются в возрасте 35-40 лет.

В формировании особенностей грудной клетки играет известную роль и грудная часть позвоночника, которая в течение жизни претерпевает значительные изменения. У новорожденных кривизна грудной части позвоночника слабо выражена, но по мере того, как начинают функционировать мышцы спины, ребенок начинает ходить и у него развивается плечевой пояс, появляется физиологический кифоз, который бывает различно выражен у разных

людей в зависимости от многих условий (степень развития мышц, образ жизни и т.д.).

К старости грудной кифоз увеличивается в особенности после 70 лет. Это связано с ослаблением мышечного тонуса и ведет к образованию так называемого старческого горба, распространяющегося иногда и на шейную часть позвоночника. При этом развивается еще компенсаторный поясничный лордоз.

Изменения в грудной части позвоночника зависят не только от состояния мышц туловища, но и от тех изменений, которые происходят в грудных позвонках и лежащих между ними межпозвоночных хрящах. Грудные позвонки становятся к старости более пористыми, уплощаются, то же происходит и с межпозвоночными хрящами.

Ребра, начиная с 60-летнего возраста, претерпевают большие изменения. Реберные хрящи постепенно окостеневают, а костная часть ребра становится очень ломкой. Этим объясняется то, что переломы ребер у стариков возникают часто от незначительной травмы.

#### 2.2.5. Морфология грудной клетки

Грудная клетка человека имеет специфическую форму, уплощенную в передне-заднем направлении и расширенную в поперечном. Другая отличительная черта грудной клетки человека — ее укороченность, сопровождающаяся укорочением и расширением грудины.

В отличие от палочковидной сегментированной грудины низших обезьян тело грудины человека в зрелом состоянии представляет собой широкую плоскую пластинку, расширяющуюся книзу. Этот "гоминидный" тип встречается у человека наиболее часто (60-70%). В остальных случаях наблюдаются "паноидный" (узкое тело с параллельными краями) и "понгоидный" (широкое тело с параллельными краями) варианты. "Гориллоидный" тип с расширением тела грудины вверх не характерен для человека.

Со сравнительно-анатомической точки зрения представляет интерес редко встречающийся вариант строения, когда обе верхние пары ребер прикрепляются на рукоятке грудины, а III пара — в области синхондроза рукоятки и тела (в норме встречается у гиббона).

Половой диморфизм проявляется как в абсолютных размерах, так и в пропорциях грудины. Длина грудины у мужчин абсолютно и относительно больше, чем у женщин. Вариации абсолютной длины грудины (с мечевидным отростком) составляют от 155–235 мм у мужчин, до 140–205 мм у женщин. Относительная длина кости (к длине тела) составляет в среднем для мужчин 9,59; для женщин — 9,08. Половые различия, в основном, определяются вариациями длины тела грудины, последняя не связана с длиной рукоятки. По индексу "рукоятка/тело" вариации у мужчин составляют 30,1–75,6 (в среднем 46,2, у женщин — 36,4–84,4 (средняя 54,3). Индивидуальная вариабельность наблюдается в форме верхнего края грудины: отчетливая яремная вырезка отмечена в 65% случаев, плоский или выпуклый край — в 24%, в 7% описаны надгрудинные бугорки; возможны групповые различия. Отверстие грудины наблюдается у европейцев в 6,9%.

Варианты численности ребер незначительны. По данным флюорографического и рентгенографического обследования свыше 500 тыс. человек, "шейные ребра" встречаются в 0,3–0,5%, у женщин значительно чаще, чем у мужчин. Отсутствие I пары ребер наблюдается примерно в 1% случаев. На нижней границе грудной клетки отмечается как отсутствие XII пары ребер (0,3–2,8%), так и наличие "поясничных ребер" (0,7–14%). Обращает на себя внимание повышенная изменчивость длины XII пары — от 20 до 270 мм; коэффициент вариации — 26%. Рудиментарные XII ребра обнаруживают картину редукции: истончение компакты, атипичные редкие остеоны с малым числом циркулярных костных пластинок. XI пара значительно менее изменчива: коэффициент вариации 8,62%. I пара существенно варьирует по форме, но не по размерам.

### **2.3. СКЕЛЕТ КОНЕЧНОСТЕЙ**

Конечности человека выполняют следующие функции:

- нижние конечности служат для перемещения человека в пространстве и выполняют функцию опоры тела;
- верхние конечности утратили локомоторную функцию и превратились в хватательный орган, приспособленный для выполнения разнообразных и тонких движений.

#### **2.3.1. ФИЛОГЕНЕЗ СКЕЛЕТА КОНЕЧНОСТЕЙ**

Локомоция большей части позвоночных в первую очередь связана с конечностями. Полного развития они достигают у наземных форм, которые поднимают свое тело над землей, причем конечности принимают вертикальное положение. Примитивные наземные позвоночные, например, саламандры или даже крокодилы не могут удержать над землей тяжесть тела. Их конечности направлены в стороны (латерально), и они пользуются ими как веслами, чтобы проталкивать тело, волочащееся по земле. Усовершенствование конечностей млекопитающих прошло длинную историю. Один видный этап ее воплощен в пятипалой, опирающейся целиком на землю, стопе медведя, другой — в высокоспециализированной ноге лошади, касающейся земли кончиком одного пальца, одетого копытом. Конечности позвоночных бывают непарными и парными. Первые свойственны лишь водным формам. В дополнение к ним рыбы обладают двумя парными плавниками — грудным и тазовым. Их считают гомологами передних и задних конечностей наземных позвоночных. Положение парных плавников у рыб очень изменчиво, например, у тресковых рыб тазовый плавник лежит впереди грудного.

С развитием шеи у наземных позвоночных не только таз, но и грудные конечности смещаются в каудальном направлении. Позвоночные никогда не имеют более двух пар конечностей. Некоторые, например киты или новозеландская птица бескрыл, утрачивают одну пару. Змеи и безногие ящерицы вовсе лишены конечностей.

Скелет конечностей позвоночных, стоящих выше рыб, представляет единство в своем составе и в порядке размещения костных элементов. В основе конечности лежит группа из трех веером расходящихся костей, состав-

ляющих пояс конечностей. Пояс служит посредником между свободной конечностью и позвоночным столбом.

Плечевой пояс обычно не сочленяется непосредственно с позвоночником. Он привешен к грудной клетке с помощью связок и мышц; нередко (например у человека) он сочленяется с грудиной, укрепляя этим свое положение.

Тазовый пояс, напротив, прочно прикрепляется к одному или нескольким позвонкам при посредстве "крестцовых ребер", вошедших вместе с отростками позвонков в состав крестца. Таким образом, тазовый пояс, преимущественно поддерживающий тяжесть тела, предоставляет меньшую подвижность задним конечностям, тогда как плечевой приспособлен для прикрепления наиболее подвижной передней конечности.

Из костей, входящих в состав пояса, лопаткой (или соответственно подвздошной костью) называется та, которая направлена дорзально; кость, имеющая передне-вентральное направление, называется прокоракоидом в поясе передней конечности и лобковой костью — в поясе задней конечности. Наконец, третий элемент — коракоид, соответственно седалищная кость, располагается вентрально и направлена назад.

У человека во взрослом состоянии мы не находим следов прокоракоида. Функционально он вполне заменен здесь ключицей.

Тазовый пояс у наземных позвоночных прикрепляется к крестцу, представленному в простейшем случае (у амфибий) одним крестцовым позвонком. Между этим позвонком и подвздошной костью вставлено небольшое крестцовое ребро — предшественник "боковых масс" крестца млекопитающих. Седалищные элементы здесь тоже окостенели. В хрящевом состоянии остаются лобковые части, а также сочленовная ямка для бедренной кости — вертлужная впадина.

У млекопитающих все три элемента тазовой кости начинают срастаться в одну. Обе половины таза сходятся вентрально своими лобковыми частями, образуя лонный симфиз. Кроме того, у ряда млекопитающих (однопроходные, сумчатые, многие грызуны, насекомоядные, копытные и хищные) возникает и седалищный симфиз.

У приматов в некоторых случаях седалищные кости срастаются в передней части, но в задней значительно расходятся и несут резко выраженные седалищные бугры. Характерные для многих обезьян Старого света "седалищные мозоли" прикрепляются к этим буграм, что позволяет обезьянам подолгу находиться в сидячем положении.

### 2.3.2. СКЕЛЕТ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Скелет верхней конечности включает в себя пояс верхней конечности и свободную верхнюю конечность.

#### 2.3.2.1. Пояс верхней конечности

В процессе эволюции плечевой пояс позвоночных строится не только из преформированных хрящом костей, но дополняется костями соединительнотканного происхождения, утрачивая в то же время некоторые из более древних своих элементов. Для высших позвоночных характерно появление

ключицы, которая функционально замещает прокоракоид, но имеет иное происхождение. Кроме того, коракоид утрачивает свою самостоятельность, превращаясь в "коракоидный отросток" лопатки. Таким образом, плечевой пояс человека и приматов оказывается состоящим только из двух костей (с каждой стороны) — лопатки и ключицы. Эти кости не образуют сплошного кольца, остаются разъединенными со спинной стороны, а с грудины, играющей роль пряжки пояса. Плечевой пояс человека, будучи по общей форме и брюшной скреплены между собой посредством относительно размеру костей весьма сходным с плечевым поясом приматов, носит своеобразный отпечаток. Это своеобразие отражает превращение верхней конечности в свободный от локомоции совершенный орган труда, специфичный для гоминид. Верхняя конечность получает исключительную свободу движений, что сказывается как на способе прикрепления пояса к скелету туловища, так и отражено на форме костей: характер движения верхней конечности модифицировал ее мускулатуру, а в связи с этим изменились особенности ключицы и лопатки.

#### 2.3.2.1.1. Ключица

Ключица (*clavicula*) — трубчатая кость, вытянутая в форме удлиненного латинского *s*, являющаяся единственным костным скреплением между верхней конечностью и скелетом туловища. Средняя часть ключицы округлая в поперечном сечении и содержит весьма незначительную мозговую полость. Конец, прикрепляющийся к грудной кости — *extremitas sternalis* — толще, что соответствует его функциональной нагрузке. Наружный конец, сочленяющийся с акромиальным отростком лопатки — *extremitas acromialis* — уплощен. На нижней поверхности ключицы находится заметная шероховатость, служащая для прикрепления коракоидно-ключичной связки.

Функциональное значение ключицы весьма велико. Она образует podporку, удерживающую плечевой сустав на должном расстоянии от грудной клетки и тем обуславливающую свободу движений конечности. В результате верхняя конечность свешивается вниз позади линии тяжести и помогает удержанию вертикального положения тела. У человека ключица окостенева-ет раньше всех других костей. Перелом ключицы ведет к тому, что действи-ем мышц плечевой сустав прижимается к грудной клетке, и движения верх-ней конечности становятся крайне ограниченными и болезненными.

#### 2.3.2.1.2. Лопатка

Лопатка (*scapula*) представляет собой типичную тонкую плоскую кость, на дорзальной поверхности которой поднимается высокий крепкий гребень — лопаточная ость (*spina scapulae*). Подобно гребням на черепах некоторых обезьян или гребню на грудице птиц, ось лопатки служит для увеличения по-верхности прикрепления мышц, берущих начало на лопатке. Гребень свойст-венен лопатке млекопитающих и у других классов позвоночных не развива-ется. Он делит поверхность лопатки на две части, которые называются ямка-ми — надостной (*fossa supraspinata*) и подостной (*fossa infraspinata*). Направ-ление ости и относительная величина этих ямок находятся в зависимости от

распределения мышечных масс на лопатке, что в свою очередь отражает характер движений конечности. В этом отношении лопатка человека отличается от обезьяньей. Лопаточная ость человека направлена почти трансверзально, тогда как у низших обезьян она расположена почти сагиттально, а у человекообразных — косо, образуя переход к человеческому типу.

В связи с положением ости находится и относительная величина надостной и подостной ямок.

Для человека характерна сравнительно небольшая величина надостной ямки, размеры которой у большей части высших обезьян приближаются к величине подостной впадины. На передней поверхности лопатки, обращенной к ребрам, находятся несколько выступающих линий, которые раньше принимали за отпечатки ребер. На самом деле рельеф вентральной поверхности отражает прикрепляющуюся к ней мускулатуру.

Вентральная сторона лопатки представляет несколько вогнутую поверхность, называемую подлопаточной ямкой (*fossa subscapularis*); в ней помещается одноименная мышца.

На лопатке имеются поверхности и выступы для прикрепления мышц, она сочленяется с плечевой костью и своей подвижностью обеспечивает движения плечевого сустава, в связи с этим она соединена со скелетом туловища только с помощью ключицы.

Лопатка человека треугольной формы, имеет три края и три угла: нижний (*angulus inferior*) — находится на месте соединения бокового и медиального краев лопатки; верхний (*angulus superior*) — при соединении медиального и верхнего краев лопатки; латеральный (*angulus lateralis*) — при соединении верхнего и латерального краев.

На верхнем крае имеется довольно глубокая лопаточная вырезка (*incisura scapulae*), которая иногда костным мостиком в своей верхней части превращается в отверстие. Эта вырезка служит, главным образом, для прохождения нервов. Рельеф лопатки определяется ее отростками: один из них представляет собой расширяющееся к концу продолжение ости и называется плечевым или акромиальным отростком (*processus acromion*). Этим отростком лопатка соединяется с ключицей. Ключица направляется к акромиальному отростку над другим отростком — клювовидным или кораконидным (*processus coracoideus*), который отходит вперед над акромионом.

Лопатка утолщена лишь там, где она образует суставную впадину для плечевой кости. Эта утолщенная часть коротка и иногда называется шейкой лопатки (*collum scapulae*). Сочленовная впадина — *cavitas glenoidalis*, — находящаяся на латеральном углу лопатки, имеет чаще всего грушевидную форму и неглубока. Над ней находится надсуставная шероховатость (*tuberositas supraglenoidalis*), ниже — подсуставная шероховатость (*tuberositas infraglenoidalis*).

### 2.3.2.2. Свободная верхняя конечность

Свободная верхняя конечность включает в себя плечо, предплечье и кисть.

### 2.3.2.2.1. Плечо

Плечевая кость (*humerus*) человека наиболее массивная из костей верхней конечности. Будучи типичной трубчатой костью, плечевая кость состоит из длинного диафиза и двух эпифизов, которые четко приспособлены к соединению с соседними частями скелета. Проксимальный эпифиз имеет форму полушаровидной (эллиптической) головки (*caput humeri*), которая сочленяется с суставной ямкой лопатки. Ниже головки выделяется незначительное сужение, отделяющее головку — шейка, называемая анатомической (*collum anatomicum*); к ней прикрепляется суставная сумка. За шейкой следуют два бугра, к которым прикрепляются мышцы. Обращенный вентрально малый бугорок (*tuberculum minus*) отделен глубокой межбугорковой бороздой (*sulcus intertubercularis*) от латерального большого бугорка (*tuberculum majus*). От того и другого бугра по телу кости вниз идет довольно высокий гребень.

Диафиз кости на значительном протяжении напоминает трехгранную призму с задней, медиальной и латеральной поверхностями, которым противостоят передний, латеральный и медиальный края. Примерно на середине латеральной поверхности находится дельтовидная шероховатость (*tuberositas deltoidea*) — место прикрепления одноименной мышцы. К нижнему концу тело кости постепенно расширяется, уплощаясь в дорзо-вентральном направлении.

На дистальном эпифизе находится напоминающий катушку цилиндрический выступ, имеющий поперечное направление и снабженный бороздкой посередине. Это блок (*trochlea*), который охватывается полулунной вырезкой локтевой кости. Над ним на передней поверхности кости хорошо видна венечная ямка (*fossa coronoidea*), в которую входит венечный отросток локтевой кости при сгибании. На задней поверхности находится более глубокая локтевая ямка (*fossa olecrani*), куда входит локтевой отросток локтевой кости при разгибании. В глубине ямок иногда кость бывает продырявлена, образуя круглое отверстие. Это отверстие чаще встречается на ископаемых костях, чем на современных. Оно характерно как нормальное явление для некоторых обезьян.

Латерально от блока находится округленное головчатое возвышение (*eminentia capitata*) для сочленения с лучевой костью. Медиальный и латеральный края кости, находящиеся над блоком и головчатым возвышением, образуют выступы, называемые медиальным и латеральным надмыщелками (*epicondylus medialis et lateralis*). Медиальный надмыщелок толще и выступает заметнее латерального. К медиальному надмыщелку прикрепляется вся масса мышц, сгибающих кисть.

Выше медиального надмыщелка у человека изредка встречается образование, имеющее несомненный атавистический характер. Это — надмыщелковый отросток (*processus epicondyloides*), который представляет остаток стенки канала, имеющегося, как правило, на плечевых костях многих приматов и других млекопитающих (а также других позвоночных). У человека от конца этого отростка к медиальному надмыщелку нередко направляется сухожильный тяж, который дополняет отросток и образует канал, по которому

(как у низших позвоночных) проходит в таком случае нерв и кровеносный сосуд.

#### 2.3.2.2.2. Предплечье

Скелет предплечья (*antibrachium*) человека образован двумя костями, подвижно соединенными друг с другом. Латерально, соответственно большому пальцу, лежит лучевая кость (*radius*), медиально — локтевая (*ulna*). Локтевая кость несколько длиннее лучевой. Она утолщена на проксимальном конце и снабжена образованием для сочленения с блоком плечевой кости. Этой цели служит глубокая вырезка полулунной формы (*incisura semilunaris*), по которой проходит невысокий валик, соответствующий бороздке на блоке плечевой кости. Наличие бороздки и валика препятствует поперечному скольжению в суставе. Полулунная вырезка образована двумя выступами, из которых задний развит гораздо больше переднего. Он входит в локтевую ямку плечевой кости и называется локтевым отростком (*processus olecranon*); передний отросток называется венечным (*processus coronoideus*). На латеральной стороне полулунной вырезки находится углубление для сочленения с лучевой костью, называемое лучевой вырезкой (*incisura radialis*). На задней поверхности локтевого отростка имеется шероховатость, легко прощупываемая под кожей, служащая местом прикрепления сухожилия трехглавой мышцы плеча. У ископаемых форм гоминид, а также у высших антропоидов локтевой отросток гораздо массивнее, чем у современных людей. На передней поверхности кости под венечным отростком имеется крупная шероховатость, к которой прикрепляется плечевая мышца. Это шероховатость локтевой кости (*tuberositas ulnae*).

Тело локтевой кости напоминает трехгранную призму, одна из граней которой направлена медиально. Противоположное ребро призмы, наиболее острое, направлено в сторону лучевой кости и называется межкостным гребнем (*crista interossea*). Образующие этот гребень грани составляют ладонную (вентральную) и тыльную (дорзальную) поверхности кости.

Дистальный конец локтевой кости утончен и несет головку (*capitulum ulnae*), от которой медиально отходит небольшой шиловидный отросток (*processus styloideus ulnae*). Поверхность головки образует сглаженную сочленовную окружность (*circumferentia articularis ulnae*) для сочленения с лучевой костью.

Продольная ось локтевой кости, несколько изогнутая у человекообразных обезьян, направлена по прямой линии у человека. Другой характерной чертой локтевой кости человека считается высоко поднимающийся над венечным локтевой отросток, сравнительно меньше выступающий у шимпанзе и других антропоидов. Локтевая кость человекообразных обезьян — самая длинная кость их скелета.

Лучевая кость в некоторых отношениях противоположна локтевой, она тонка в проксимальном отделе и утолщена дистально. Ее головка (*capitulum radii*), несущая сочленовную окружность (*circumferentia articularis radii*), помещается на проксимальном эпифизе и входит в соответствующую вырезку локтевой кости. Эта головка отделена от тела кости утонченной шейкой



(*collum radii*), ниже которой находится шероховатость лучевой кости (*tuberositas radii*), где прикрепляется сухожилие двуглавой мышцы плеча. Трехгранное тело лучевой кости обращено наиболее острым ребром (*crista interossea*) к соответствующему ребру локтевой кости: между этими ребрами у живого человека натянута межкостная перепонка, дающая большую поверхность для прикрепления мышц.

Дистальный эпифиз лучевой кости утолщен и обращен суставной эллиптической поверхностью к запястью. Эта поверхность разделена поперечным невысоким валиком на две половины соответственно двум костям запястья, с которыми происходит сочленение (ладьевидной и полулунной). С медиальной стороны нижний конец лучевой кости несет небольшую вырезку для сочленения с локтевой. Латерально он заканчивается шиловидным отростком (*processus styloideus radii*).

Следует обратить внимание на то, что на проксимальном эпифизе важнейшую роль в сочленении с плечом играет локтевая кость, тогда как на дистальном конце в сочленении с запястьем участвует лучевая кость. Это обстоятельство важно для понимания механизма движений верхней конечности.

#### 2.3.2.2.3. Кисть

Последний отдел верхней конечности — кисть (*manus*) — в свою очередь делится на три части: запястье (*carpus*), пястье (*metacarpus*) и фаланги пальцев (*phalanges digitorum*).

Запястье человека во взрослом состоянии построено из 8 косточек неправильно-шестигранной формы, расположенных дугообразно, как бы в два ряда. В проксимальном ряду запястья располагаются, считая от лучевой кости: ладьевидная (*os naviculare*), полулунная (*os lunatum*), трехгранная (*os triquetrum*) и гороховидная (*os pisiforme*) косточки. Дистальный ряд, считая в том же направлении, представлен большой многоугольной (*os multangulum majus*), малой многоугольной (*os multangulum minus*), головчатой (*os capitatum*) и крючковатой (*os hamatum*) костями.

Три первые кости проксимального ряда входят в состав сочленения запястья с лучевой костью, гороховидная кость не принимает в этом участия. Уже древние анатомы высказывали предположение, что эта косточка не равноценна с другими костями запястья. Они были правы, так как она принадлежит к числу сесамовидных костей и не представлена на хрящевой стадии. Остальные кости запястья весьма глубокой древности. Уже у древнейших наземных позвоночных запястье было сходно по составу костей с тем, что имеется у человека. Так запястье водных черепах, устроенное весьма примитивно, состоит из трех рядов: проксимальный ряд построен из трех костей, которые по их положению относительно костей предплечья называются: лучевой, промежуточной и локтевой, второй ряд представлен несколькими (1–4) костями, занимающими срединное положение и названными центральными. Третий ряд представлен пятью костями, которые обозначаются просто номерами, начиная от лучевой стороны: первая карнальная, вторая карнальная и т.д. Эти названия, употребляемые в сравнительной анатомии, приме-

няются ко всем наземным позвоночным кроме человека, для запястья которого все еще сохраняются старинные названия, возникает вопрос о соответствии костей примитивного запястья тому, что имеется у человека, в основном, ответ на него дает следующее. Из центральных костей все, кроме одной, исчезают в филогенетическом процессе, оставшаяся срастается с лучевой и образует ладьевидную кость у человека. Такое утверждение опирается, во-первых, на процессы развития у человеческого эмбриона, у которого центральная кость представлена самостоятельным хрящевым элементом, потом соединяющимся с лучевым хрящом; во-вторых, на наблюдавшиеся иногда случаи сохранения у человека шва в ладьевидной кости, который намечает ее разделение на лучевую часть и часть, возникшую из центральной; наконец, на то, что у африканских человекообразных обезьян, как и у человека, нет центральной кости, тогда как орангутан и гиббон удерживают в запястье эту кость как отдельное морфологическое образование.

Промежуточная кость в сравнительной анатомии соответствует полулунной кости человека, а локтевая — трехгранной. Второго ряда (в сравнительно-анатомическом понимании) костей запястья у человека нет. Третий же ряд представлен не пятью запястными костями, а лишь четырьмя, так как четвертая и пятая запястные срастаются в крючковатую кость. Это срастание было древнейшим филогенетическим изменением первоначального типа запястья: оно имеет место у всех млекопитающих животных еще в эмбриональном периоде.

Область пясти (*metacarpus*) построена из пяти пястных костей, хотя и сходных между собой, но все же имеющих некоторые различия. Кроме пястной большого пальца, остальные пястные кости лежат в одной плоскости и уменьшаются по длине от второй к пятой. Проксимальные концы их расширены у оснований, дистальные округлены в головки. Основание первой пястной кости имеет седловидную поверхность; тело ее широкое и уплощенное, больше похоже на фаланги пальцев, чем на другие пястные кости. Основание второй пястной кости имеет глубокую вырезку для выступа малой многоугольной и косо срезанный край для сочленения с большой многоугольной. Средняя пястная тоже отличается формой основания, несущего тупой отросток, похожий на шиловидный отросток лучевой кости. Эта кость фиксирована прочнее остальных, что связано не только с наличием отростка, но и особенностями мышц и их нервов. Пястная кость мизинца своей подвижностью уступает только пястной большого пальца. По степени подвижности за ней следует пястная кость безымянного, а затем указательного. Такое распределение подвижности, видимо, связано с функцией облегчения схватывания предметов и образования ладонного углубления, фигурально называемого "кубком Диогена".

Последний отдел кисти — фаланги пальцев — сохраняют у человека число, свойственное древнейшим млекопитающим, а также приматам. Большой палец обладает двумя фалангами, а остальные — тремя. Все фаланги представляют собой удлинённые кости, значительно расширенные на концах, слегка изогнутые по продольной оси, выпуклые на дорзальной и вогнутые на

ладонной поверхности. Их проксимальный конец называется основанием, как и у пястных костей. На основных фалангах это основание имеет вогнутую сочленованную поверхность, соответствующую головке пястной кости. Дистальный конец основных и средних фаланг снабжен блоковидной суставной поверхностью, разделенной выемкой на две части. По бокам находятся шероховатые ямки для прикрепления связок. Средние фаланги имеют на проксимальных концах две разделенные небольшим возвышением выемки для суставных поверхностей основных фаланг. Конечные или ногтевые фаланги проксимально оканчиваются двумя углублениями, а дистально сплюсываются лопатообразно, приспособливаясь к несению ногтей.

### 2.3.3. СКЕЛЕТ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Скелет нижней конечности включает в себя пояс нижней конечности (таз) и свободную нижнюю конечность.

#### 2.3.3.1. Таз

Таз (*pelvis*) взрослого человека представляет полное костное кольцо, образованное крестцом, копчиком и двумя тазовыми костями, спереди сходящимися в симфизе. Соединение тазовых костей принадлежит к числу синартрозов, т.е. допускает лишь крайне ограниченные движения, что весьма важно при выполнении опорной функции.

Тазовая кость (*os coxae*) взрослого человека представляет одну сплошную костную массу, в которой не видны границы трех входящих в ее состав костей. Если держать палец у середины сочленованной впадины взрослой тазовой кости, придав ей исходное положение, то кверху от пальца будет находиться подвздошная кость, сочленяющаяся с крестцом, книзу окажется седалищная, а медиально лобковая (лонная). Седалищная и лобковая кости, сходясь между собой, а также с подвздошной, в суставной впадине, загибаются дугообразно и снова соединяются друг с другом противоположными концами, окружая запирающее отверстие (*foramen obturatum*), затянутое у живого человека соединительнотканной перепонкой.

##### 2.3.3.1.1. Подвздошная кость

Подвздошная кость (*os ilium*) состоит из утолщенной части, называемой телом, образующим верхнюю стенку суставной впадины. Кверху тело переходит в широкую пластинку — крыло (*ala*), тонкую, даже просвечивающую посередине и утолщенную по краям. Утолщенный край называется гребнем (*crista*) и позволяет различить на нем три параллельно проходящие линии — губы, которые служат для прикрепления трех широких мышц живота. Гребень легко прощупывается под кожей. Передний и задний края кости короче и тоньше гребня, спускаются вниз и имеют на себе полулунные вырезки. Углы вырезок называются остями (*spina*). Можно различить с каждой стороны таза четыре ости: переднюю верхнюю, переднюю нижнюю, заднюю верхнюю и заднюю нижнюю. Эти ости, а также гребень, имеют значение для определения размеров таза, так как они легко прощупываются у живого человека. Нижний край подвздошной кости вместе с верхним краем седалищной ограничивает глубокую и широкую вырезку, называемую большой седалищной

вырезкой (*incisura ischiadica maior*). Она превращена в большое седалищное отверстие посредством связки.

Внутренняя поверхность подвздошной кости образует обширную неглубокую впадину, называемую подвздошной ямкой (*fossa iliaca*) и несет на себе дуговую или пограничную линию (*linea terminalis*), составляющую границу между большим и малым тазом. Выше дуговой линии находится обширная полость большого таза, ниже, гораздо меньшая, — малого. Задняя часть кости имеет обращенную к крестцу, покрытую хрящом ушковидную суставную поверхность (*facies auricularis*), а позади нее довольно большую шероховатость подвздошной кости (*tuberositas iliaca*), непосредственно примыкающую к гребням крестца.

На наружной поверхности подвздошной кости видны три изогнутые линии: нижняя, средняя и задняя ягодичные линии (*linea glutea inferior, media, posterior*), которые делят поверхность кости на четыре площадки: две крупные — для прикрепления средней и малой ягодичных мышц, две другие — главным образом для прикрепления сухожилий.

#### 2.3.3.1.2. Седалищная кость

Седалищная кость (*os ischii*) получила свое название от греческого глагола "исхейн" — поддерживать, так как она поддерживает сидящего человека. Она, как указано, ограничивает снизу большую седалищную вырезку, образуя выступающую назад ость (*spina ischiadica*). К нижнему краю последней примыкает малая седалищная вырезка (*incisura ischiadica minor*). В месте изгиба кости находится большой сильно выступающий седалищный бугор (*tuber ischiadicum*). Считая телом кости ее часть, входящую в суставную впадину, в ней различают кроме тела еще две ветви: верхнюю и нижнюю. Они расходятся под углом, вершину которого образует седалищный бугор. Верхняя ветвь от седалищного бугра продолжается в тело кости. Нижняя ветвь сходится с одноименной ветвью лобковой кости, ограничивая вместе с ней запирающее отверстие, расположенное медиально от суставной ямки и напоминающее по виду треугольник с закругленными углами.

#### 2.3.3.1.3. Лобковая кость

Лобковая кость (*os pubis*) образует тело, занимающее передне-нижнюю часть вертлужной впадины и две ветви: верхнюю и нижнюю, сходящиеся под углом. По медиальному краю ветви лежит сочленовная поверхность, обращенная к сочленовной поверхности противоположной лобковой кости. Сближаясь между собой, они образуют симфиз. Острый край верхней ветви лобковой кости образует гребень (*pecten*), который является продолжением дуговой линии подвздошной кости. Этот гребень вблизи от симфиза переходит в лобковый бугорок (*tuberculum pubicum*).

#### 2.3.3.1.4. Таз как целое

Таз разделяется на большой и малый, граница между которыми определяется пограничной или дуговой линией (*linea terminalis*) и мысом (*promontorium*) крестца. Большой таз можно рассматривать как продолжение малого. Край таза имеет вырезки спереди и сзади. Передняя вырезка закрыта

мышечной брюшной стенкой, задняя — частично закрывается нижним поясничным позвонком.

Передняя стенка малого таза образована симфизом лобковых костей и ветвями лобковой и седалищной, окружающими запирающее отверстие, а также запирающей перепонкой. Боковые стенки образованы соответствующими частями тазовой кости, а задняя стенка — крестцом и копчиком. В полости малого таза можно различить входное и выходное отверстия. Выход меньше входа и имеет неправильные очертания, напоминающие карточное сердце.

### 2.3.3.2. Свободная нижняя конечность

Скелет свободной нижней конечности включает в себя бедро, голень и стопу.

#### 2.3.3.2.1. Бедро

Бедренная кость человека (*femur*) — самая крупная и наиболее мощная часть скелета. Диафиз бедренной кости несколько изогнут по длине, выпуклостью обращен вперед. В поперечном сечении он отдаленно напоминает треугольник, в нем можно различить переднюю, латеральную и медиальную поверхности с соответствующими краями. Из них задний — самый острый — образует гребень и называется шероховатой линией (*linea aspera*), которая состоит из двух параллельно проходящих губ: наружной и внутренней.

Проксимальный эпифиз у человека хорошо моделирован: длинная шейка (*collum*), несколько сжатая в переднезаднем направлении, переходит в шаровидную, покрытую хрящом головку (*caput femoris*), на которой заметна маленькая шероховатая ямка — место прикрепления круглой связки. Головка бедра образует не полную шаровую поверхность, а примерно 2/3 ее.

На месте перехода шейки в тело кости находятся два крупных бугра, называемых вертелами — большим и малым. Они служат для прикрепления мышц, поворачивающих бедренную кость. Латерально помещается большой вертел (*trochanter major*), который находится почти на продолжении оси диафиза, направлен кверху и с медиальной стороны у основания имеет вертельную ямку. Малый вертел (*trochanter minor*) находится на заднемедиальной стороне, у нижнего края шейки. Он соединен с большим вертелом, косо идущим, хорошо выраженным на задней поверхности бедра межвертельным гребнем (*crista intertrochanterica*); на передней поверхности ему соответствует слабее выраженная межвертельная линия (*linea intertrochanterica*).

К нижнему концу диафиза обе губы шероховатой линии расходятся, очерчивая на задней поверхности бедра гладкую треугольную подколенную площадку. По направлению книзу тело бедренной кости расширяется и переходит в два мыщелка — наружный и внутренний (*condylus medialis et lateralis*), разделенные между собой межмыщелковой ямкой. Медиальный мыщелок несколько больше латерального, что имеет значение при постановке бедра у живого человека (продольная ось бедренной кости занимает косое положение, направляясь нижним концом медиально).

Выше мышцелков находятся шероховатые выступы для прикрепления связок и мышц — надмышцелки — медиальный и латеральный (*epicondylus medialis et lateralis*). Суставная поверхность нижнего конца бедра сочленяется с большой берцовой костью, а также с коленной чашечкой, для которой имеется покрытая хрящом сочленовная поверхность на передней нижней части бедра. Мыщелки в сагиттальном сечении имеют не круглую (как у обезьян), а спиральную форму, что очень важно для увеличения подвижности сустава.

Коленная чашка (*patella*) включена в сухожилие большого разгибателя коленного сустава (четырёхглавой мышцы). Это сесамовидная кость. Она лежит непосредственно под кожей и при расслабленной мускулатуре легко прощупывается. Своей несколько притупленной вершиной коленная чашка обращена вниз, ее задняя поверхность покрыта хрящом в соответствии с поверхностью суставной площадки бедренной кости.

Для бедренных костей человека характерна отмеченная изогнутость тела кости, которая бывает выражена в разной степени. Изогнутость характерна для неандертальца и почти незаметна у питекантропа, кости которых в этом отношении напоминают кости гиббона. Другой, более существенный признак человеческих костей — наличие пялястры — плотного возвышения на задней поверхности тела бедра, на котором расположена шероховатая линия. Эта линия, как и несущая ее пялястра, едва заметны у человекообразных обезьян.

#### 2.3.3.2.2. Голень

Кости голени (*crus*) человека — большая и малая берцовые — расположены приблизительно параллельно одна другой, но развиты в неодинаковой степени. Разница возникла на поздних стадиях филогенеза наземных позвоночных. Малая берцовая, первоначально не уступавшая большой берцовой в развитии, перестала сочленяться с бедром, переместилась дистально и испытала известную степень дегенерации; она исчезает совсем или отчасти у некоторых млекопитающих. У человека только большая берцовая входит в коленное сочленение, она при стоянии несет тяжесть половины тела, а при ходьбе на нее с каждым шагом ложится масса всего тела, так как малая берцовая кость играет вспомогательную роль. Аналогичные отношения между этими костями наблюдаются у всех приматов.

Большая берцовая кость (*tibia*) — самая прочная кость в нашем теле, лежит на медиальной стороне голени, укреплена по своей длине костными пялястрами, напоминающими сходное образование бедренной кости. Наибольшего развития достигает передняя пялястра, называемая передним гребнем (*crista anterior*), который легко прощупывается на передней поверхности голени, под кожей. На латеральной поверхности находится другой острый гребень, называемый межкостным (*crisba interossea*), так как он обращен к соседней малоберцовой кости. С медиальной стороны край кости несколько округлен. Поперечное сечение вследствие развития гребней имеет треугольную форму, обнаруживая значительную изменчивость, как и диафиз бедренной кости. У человеческого плода и младенца большая берцовая кость имеет

округлую форму, при параличе мышц голени эта форма сохраняется и у взрослого. Таким образом, появление гребней связано с деятельностью мышечной системы.

Особого развития достигает проксимальный эпифиз, несущий медиальный и латеральный мыщелки. Они образуют суставную поверхность для сочленения с бедренной костью. Эта поверхность распадается на две площадки, между которыми находятся два выступа, разделенные ямкой. Площадки соответствуют двум мыщелкам бедра. Однако полного соответствия между сочленяющимися поверхностями этих двух костей нет, в связи с чем в суставе расположены серпообразные хрящевые мениски — медиальный и латеральный. На передней поверхности кости, ниже суставных площадок, находится шероховатость большеберцовой кости (*tuberositas tibiae*) — место прикрепления сухожилия. На латеральной стороне проксимального эпифиза лежит небольшая сочленовная площадка для головки малоберцовой кости.

Дистальный эпифиз имеет четырехугольную форму. С медиальной стороны он продолжается в медиальную лодыжку (*malleolus medialis*), на которой находится лодыжковая сочленовная поверхность. Она вместе с нижней сочленовной поверхностью образует общую поверхность для сочленения с таранной костью стопы. На наружной стороне дистального эпифиза находится небольшая гладкая вырезка (*incisura fibularis*) для малоберцовой кости.

Малоберцовая кость (*fibula*) получила свое латинское название в связи со своей чрезвычайной тонкостью, так как слово "фибула" значит заколка, булавка, шпилька. Она представляет собой дополнительную кость к большеберцовой, имеет одинаковую с ней длину, но весьма тонкую и расположенную ниже, так что ее верхний конец — головка (*capitulum*) — не входит в коленное сочленение, а примыкает к большеберцовой кости. Головка вытянута в несколько заостренную вершину (*apex*).

Дистальный эпифиз малоберцовой кости, образуя латеральную лодыжку (*malleolus lateralis*), опускается у человека глубже, чем медиальная лодыжка большеберцовой. Латеральная лодыжка входит в образование сочленовной поверхности, образуя вместе с большеберцовой крепкую вилочку, обхватывающую таранную кость.

Тело малоберцовой кости имеет вид неправильного четырехугольного стержня, на котором особенно отчетливо выступает передний острый край. Медиальный край нередко также заострен. Кроме того, часто бывает выражен межкостный гребень, обращенный к большеберцовой кости и поднимающийся в средней части медиальной поверхности. К нему прикрепляется межкостная перепонка, соединяющая обе голенные кости и образующая большую площадь для прикрепления мышц.

#### 2.3.3.2.3. Стопа

Человеческая стопа (*pes*) по сравнению со стопами других приматов испытала крайне одностороннюю специализацию, превратившись в ходильный и опорный аппарат. Лишь в ничтожной степени сохранила стопа человека

свою прежнюю хватательную способность, которая может быть развита и усовершенствована длительными упражнениями.

Главные отличия человеческой стопы от стопы высших обезьян заключаются в развитии большого пальца в длину и толщину, в утрате им способности противопоставляться другим пальцам, в уменьшении длины остальных пальцев, в укреплении и увеличении проксимального отдела стопы и в развитии ее свода. Все эти особенности можно считать приобретенными на последних этапах эволюции.

Кости стопы (*ossa pedis*) разделяются на кости предплюсны, плюсны и фаланги пальцев.

Вся задняя половина стопы человека образована костями предплюсны (*tarsus*), которая отделяется от остальной части стопы косо проходящей линией, соединяющей середины медиального и латерального краев стопы. В состав предплюсны входят семь коротких, толстых костей, лежащих частью в продольном, частью в поперечном направлении. Их можно распределить по двум рядам: проксимальному, состоящему из двух крупных костей — таранной и пяточной — и дистальному, в который входят остальные пять костей.

Таранная кость (*talus* или *astragalus*) обязана обоими названиями — греческим и латинским — своей форме, сходной с формой старинных игральных костей. Эта кость сочленяется с костями голени и переносит на стопу тяжесть тела. На ее верхней поверхности находится суставной валик или блок (*trochlea tali*), неглубокой продольной выемкой и суставными боковыми поверхностями входящий в суставную вилочку костей голени. Валик отходит от тела таранной кости. Впереди тело продолжается в суженную шейку, несущую овальную суставную поверхность — головку для сочленения с ладьевидной костью. Нижняя суставная поверхность для сочленения с пяточной костью разделена на проксимальную и дистальную части, между которыми проходит глубокая бороздка (*sulcus tali*).

Пяточная кость (*calcaneus*) — самая большая из костей предплюсны. Она лежит под таранной, выступая назад от нее в виде пяточного бугра (*tuber calcanei*). На верхней поверхности пяточной кости находятся суставные площадки для таранной кости. Впереди проходит шероховатая бороздка, которая вместе с соответствующей упомянутой бороздкой таранной кости образует канал (*sinus tarsi*), открывающийся латерально и направленный назад и медиально. Медиально от этой борозды выступает короткий отросток, служащий для поддержки головки таранной кости. На передней поверхности находится небольшая седловидная суставная поверхность для сочленения с кубовидной костью.

Ладьевидная кость (*os naviculare pedis*) входит во второй ряд тарзальных костей и располагается между головкой таранной кости и тремя клиновидными. На проксимальной стороне она несет вогнутую суставную площадку для головки таранной кости, дистальная же ее поверхность имеет три довольно ровные грани для клиновидных костей. На медиальном крае ее нижней поверхности имеется тупой выступ (*tuberositas navicularis*), легко прощупываемый под кожей.



Три клиновидные кости (*os cuneiforme primum, secundum, tertium*) обращены (кроме первой) узкими сторонами вниз и играют важную роль в образовании свода стопы. Они называются первая, вторая и третья от медиального края.

Кубовидная кость (*os cuboideum*) находится у наружного края стопы, впереди пяточной. На ее дистальной поверхности находятся две сочленовные площадки для 4-ой и 5-й плюсневых костей. На медиальной стороне имеется площадка для сочленения 3-й плюсневой кости. От заднемедиального угла ее отходит назад к пяточной кости отросток, поддерживающий передний край пяточной кости.

Плюсна (*metatarsus*) состоит из пяти плюсневых костей (1-я, 2-ая и т.д. от большого пальца). Выделяют следующие части: основание (*basis*), тело и на дистальном конце — головку. В области основания и головки находятся суставные площадки. На нижней поверхности основания I плюсневой и на латеральной поверхности основания 5 кости имеются бугристости.

Пальцы стопы (*digitorum pedis*) состоят из трех фаланг (*phalanges proximalis, media et distalis*), которые значительно короче фаланг пальцев руки. Большой палец стопы имеет две фаланги, остальные — по три. У каждой фаланги различают тело и два конца: проксимальный — основание и дистальный — головку.

Стопа человека выполняет две основные функции: она поддерживает тело и помогает его передвижению. Первая задача носит статический характер, вторая — динамический. Соответственно этому в стопе можно различить две части: 1) латеральную половину, представленную пяточной костью (частично), кубовидной, четвертой и пятой плюсневыми костями; 2) медиальную половину, составленную частично пяточной костью и всеми остальными костями стопы. Латеральная часть менее изогнута, уплощена и у живого человека дает сплошной отпечаток, так как представляет большую опорную поверхность. Медиальная половина изогнута дугообразно, приподнята над землей и может быть сравнена с пружиной. Образующийся таким образом свод стопы отличается эластичностью и подвижностью.

#### 2.3.4. ОНТОГЕНЕЗ СКЕЛЕТА КОНЕЧНОСТЕЙ

Большие изменения наблюдаются в течение всей человеческой жизни в костной системе; в частности, происходят большие изменения в конфигурации костей: очень сильно растут бугры на тех местах, где мышцы прикрепляются с помощью сухожилий. Особенно это заметно на большом и малом вертелах, межвертельной бугристости и др. Скелет конечностей новорожденных содержит относительно большое количество хрящевой ткани, которая по мере роста организма постепенно замещается костной, причем увеличивается костномозговая полость, окруженная в диафизе плотным веществом.

По мере окостенения эпифизы сначала приобретают ячеистое, а затем трабекулярное строение. После 60-70 лет между отдельными трабекулами образуются большие полости, при этом значительная часть трабекул подвер-

гается рассасыванию. Этим объясняется большая ломкость костей у людей пожилого возраста.

Надкостница, покрывающая кость, в раннем детском возрасте относительно толстая, в дальнейшем, по мере развития кости, она становится тоньше. Этим объясняется, почему у детей в раннем возрасте часты поднадкостничные переломы, между тем как у взрослых они представляют исключения.

#### 2.3.4.1. Пояс верхней конечности

Ключица по виду окостенения относится к первичным костям. Центр окостенения ключицы появляется в соединительнотканной основе средней ее части на 6-7-й неделе внутриутробного развития. В грудном конце ядро окостенения появляется на 12-16 году жизни и срастается с телом к 20-25 годам.

Окостенение лопатки начинается со II-III месяца внутриутробного развития в виде ядра обызвествления в треугольной хрящевой пластинке; отдельное ядро окостенения возникает в клювовидном отростке на первом году жизни и срастается с лопаткой к 16-17-летнему возрасту. Окостенение оставшихся хрящевых частей лопатки заканчивается на 18-25 году.

#### 2.3.4.2. Плечо

Плечевая кость проходит три стадии развития. У новорожденного верхний и нижний концы хрящевые, тело костное. В головке кости появляется ядро окостенения на первом году жизни, на месте большого бугра — в 2-3 года, в малом бугре — на 3-5 году. Все ядра окостенения проксимального эпифиза плечевой кости срастаются на 12-16 году, а с диафизом — в 20-25 лет. В блоке и боковом надмыщелке самостоятельные ядра возникают на 8-12 году, в головке — в 1-3 года, в медиальном надмыщелке — на 5-7 году.

Трабекулярное строение кости возникает сравнительно поздно. У детей до 2 лет преобладает ячеистое строение в очагах окостенения и даже в диафизе. У новорожденных в диафизе плечевой кости костномозговая полость почти полностью отсутствует. Ее появление следует отнести, главным образом, к первым месяцам жизни ребенка. У ребенка 9 месяцев она уже имеется, но вблизи от эпифизарных концов выражена слабее. Костномозговая полость достигает наибольшего развития к периоду полового созревания и сохраняет свои размеры на протяжении нескольких десятков лет жизни.

Ячеистое строение кости сохраняется приблизительно до 5-летнего возраста, после чего начинает заменяться трабекулярным строением, причем строение трабекул, их направление и толщина значительно изменяются в течение жизни ребенка. Наиболее сильное развитие они приобретают у людей от 20 до 40 лет.

У старых людей трабекулы частично рассасываются и промежутки между ними сильно увеличиваются. Развитие гребней и выступов плечевой кости, а также мыщелков, в значительной степени зависит от развития прикрепляющихся к ним мышц.

#### 2.3.4.3. Предплечье

Локтевая кость проходит мезенхимную, хрящевую и костную стадии. На 7-8-й неделе внутриутробного развития в диафизе появляется ядро окостенения. У новорожденного эпифизы хрящевые. В локтевом отростке костное ядро определяется на 8-10-м году, срастается с телом в 18-20-летнем возрасте, а в дистальном эпифизе — на 4-6-м году, сливаясь с диафизом кости к 20-24 годам.

Лучевая кость проходит три стадии окостенения. На 8-й неделе внутриутробного развития костные ядра появляются в диафизе, на первом году жизни — в дистальном эпифизе и на 3-7 году — в головке.

#### 2.3.4.4. Кисть

Кости кисти проходят три стадии окостенения. Кости запястья у новорожденного хрящевые. В головчатой кости возникает ядро окостенения на 2-ом месяце, в крючковатой — на 3-м месяце, в трехгранной — на 3-м году, в полулунной — на 4-м году, в ладьевидной — на 5-м, в трапециевидной кости — на 5-6-м году, в гороховидной: у девочек — на 7-12-м, у мальчиков — на 10-15 году жизни.

В пястных костях ядра окостенения возникают в диафизах на 9-10 неделе внутриутробного периода. После рождения на 3-м году появляются костные ядра в головках, у I пястной — в основании.

В фалангах пальцев ядра окостенения образуются в их основаниях на 8-12 неделе внутриутробного развития, а на 3-м году — в проксимальных эпифизах.

#### 2.3.4.5. Таз

Все кости таза проходят три стадии развития. Первым на 9-й неделе внутриутробного развития появляется ядро окостенения в подвздошной кости, на 4-м месяце — в теле седалищной кости, на 5-м — в теле лобковой кости. У новорожденного тазовые кости в основном хрящевые. На 8-м году происходит срастание нижних ветвей седалищной и лобковой костей, в 14-16 лет тела всех костей срастаются и образуют костную вертлужную впадину. В 8-12 лет на гребне подвздошной кости, подвздошной и седалищных остях, седалищном бугре возникают дополнительные точки окостенения, которые срастаются с костями таза к 20-25 годам.

#### 2.3.4.6. Бедро

На шестой неделе эмбрионального развития возникает ядро окостенения в хрящевой модели диафиза бедра. К моменту рождения верхний эпифиз всегда хрящевой, а в нижнем эпифизе имеется окостенение с поперечником 1 см. В начале первого года жизни в головке кости возникает ядро, которое срастается с шейкой бедра к 18-20 годам. Помимо этого, на 2-3-м году возникает самостоятельное ядро в большом вертеле, на 8-12-м году — в малом вертеле.

После рождения у человека отмечается не только формообразование, но и изменение положения головки и шейки бедра. Так, у новорожденных продольная ось, идущая через середину головки и шейки бедра, образует тупой угол, равный  $150^\circ$ , у 6-ти месячного ребенка —  $148^\circ$ , у 10-ти летнего —  $138^\circ$ ,

у взрослого человека в возрасте 25-30 лет — 125°. в дальнейшем также происходят изменения этого угла, и у старых людей он доходит до 120-115°.

#### 2.3.4.7. Голень

На большеберцовой кости ядро окостенения на 8-ой неделе внутриутробного развития возникает в диафизе, на 6-м месяце — в верхнем эпифизе. На 12-16 году ядро окостенения верхнего эпифиза сливается с ядром окостенения большеберцовой бугристости. В нижнем эпифизе ядро окостенения возникает на 1-3 году жизни.

На малоберцовой кости первое ядро окостенения возникает в теле на 8-ой неделе эмбрионального развития, в нижнем эпифизе — на 1-3-м году, в верхнем эпифизе — на 3-7-м году.

#### 2.3.4.8. Стопа

Все кости стопы проходят перепончатую, хрящевую и костную стадии развития. Ядра окостенения возникают в пяточной кости на 6 месяце, в таранной — на 6-7-м месяце, в кубовидной — на 9-м месяце внутриутробной жизни, в медиальной клиновидной — на 2-ом году, в клиновидной — на 3-м году, в латеральной клиновидной — на 1-ом году, в ладьевидной — на 4-ом году. На 3-7 году жизни в пяточном бугре возникают 1-2 самостоятельных ядра окостенения, которые у девочек сливаются с телом пяточной кости к 11-12 годам, у мальчиков — к 15 годам.

В фалангах пальцев стопы костные точки образуются в диафизе фаланг на 10-13 неделе внутриутробного развития, в проксимальном эпифизе — на 1-3-м году, а у плюсневых костей в головке — на 1-м году.

### 2.3.5. МОРФОЛОГИЯ СКЕЛЕТА КОНЕЧНОСТЕЙ

#### 2.3.5.1. Плечевой пояс

В соответствии с локомоторными адаптациями и соотносительным развитием хватательной и опорной функции конечностей в ряду приматов произошла существенная морфофункциональная перестройка плечевого пояса, наиболее отчетливо прослеживаемая на лопатке.

Лопатка человека сравнительно с четвероногим приматом отличается комплексом признаков, обусловленных, в первую очередь, изменением ее положения: на задней стороне грудной клетки оно меняется из латерального на фронтальное. Эти преобразования затронули общую форму лопатки, определяющуюся лопаточным указателем — процентным отношением морфологической длины лопатки (т.е. расстояния между "корнем" лопаточного гребня и центром сочленованной поверхности) к ее ширине (высоте). У человека длина лопатки значительно уменьшилась по сравнению с шириной. Вследствие этого снизился лопаточный индекс сравнительно с его значениями у высших и низших обезьян. Вариации групповых средних лопаточного индекса человека составляют 60,0–72,5; индивидуальные колебания от 54,6 до 76,6. Слева указатель обычно выше, чем справа; у женщин он больше, чем у мужчин. Половые различия существуют и в абсолютных размерах лопатки. У мужчин они больше. Следует подчеркнуть отсутствие однозначных связей размеров лопатки с длиной тела при межгрупповых сопоставлениях.

Ориентировка лопаточного гребня также отчетливо разграничивает типы лопаток человека и обезьян. Угол ости лопатки у человека близок к прямому —  $88^\circ$ , у человекообразных обезьян он равен  $32-59^\circ$ . Вариации этого угла описаны как у современных, так и у ископаемых гоминид. То же относится и к ориентировке сочленовной впадины по отношению к латеральному краю. Ее угол у человека равен в среднем  $132^\circ$  (латеральное положение впадины), средняя для человекообразных обезьян достигает всего  $108^\circ$  (косое положение впадины). Форма сочленовной впадины лопатки варьирует от грушевидной до узкоовальной. Широтно-длиннотный указатель суставной впадины варьирует от 66,9 до 81,8. Значения этого индекса у неандертальцев обычно не достигают даже минимума современных вариаций, т.е. им соответствует очень удлиненная и суженная по форме впадина.

Форма краев лопатки значительно варьирует. Медиальный край обычно выпуклый, но может быть прямым и даже вогнутым; у мужчин чаще встречается выпуклый край. В аспекте палеоантропологии представляют интерес вариации латерального края. Для неандертальского человека типичен массивный (амфимаргинальный) вариант с равномерным развитием дорсального и вентрального гребней.

Ключица в отличие от лопатки относится к числу относительно стабильных онтогенетически и "нейтральных" в сравнительно-анатомическом аспекте по структуре костей. Длина ключицы варьирует по группам от 116 до 156 мм (мужчины). Эти вариации не могут быть объяснены только различиями длины тела, поскольку между указанными признаками существует лишь умеренная связь. Половые различия в длине и весе ключиц проявляются уже при рождении и отчетливо выражены у человека, отражая индивидуальные и половые вариации в пропорциях верхней части туловища. По величине ключично-плечевого указателя колебания групповых средних у мужчин составляют  $42,4-52,1$ , у женщин —  $40,4 - 48,7$ . У неандертальского человека ключично-плечевой индекс превышает современный максимум. Левая ключица обычно длиннее правой и более изогнута. Значительно варьирует массивность ключиц, причем в абсолютных значениях в большей мере, чем в относительных. В целом групповые различия по длине и форме ключиц (изгиб, развитие подключичного желобка) своеобразны: очень разные популяции (например, алжирцы и вьетнамцы) могут иметь сходные по строению ключицы и наоборот, у популяций близких они могут заметно различаться.

#### 2.3.5.2. Плечо

Одним из следствий преобразования грудной клетки и перемещения лопаток в дорсальное положение является вращение верхнего эпифиза плечевой кости по отношению к нижнему, определяющее торзион этой кости. Поэтому углы торзиона особенно отличаются у человека (обычно  $150-160^\circ$ ) и четвероногого пропоградного примата ( $95-98^\circ$ ); у человекообразных обезьян эта величина промежуточная ( $125^\circ$ ). Групповые средние современного человека варьируют от  $129^\circ$  до  $167^\circ$ , индивидуальные вариации угла — от  $113$  до  $165^\circ$ . Существует высокая корреляция между торзионом и силой мышц вращателей плеча. Групповые средние кондиллодиафизарного угла —  $70-86^\circ$  (по-

ложение блока варьирует от косоугольного до почти горизонтального). Слева угол больше, чем справа. Очень большие значения угла отмечены на костях некоторых ископаемых людей. Головко-диафизарный угол варьирует в пределах 45-54.

Форма сечения диафиза плечевой кости человека, как и млекопитающих в целом, отражает ту или иную степень преобладания сагиттального диаметра над поперечным. Указатель сечения (процентное отношение поперечного диаметра к сагиттальному) варьирует по группам от 66,8 до 80,7; обычно он больше справа. У женщин индекс чаще бывает более высоким. Массивность диафиза весьма изменчива у современных и ископаемых людей. Групповые средние длинотно-толстого указателя (процентное отношение наименьшей окружности кости к ее длине) составляют у мужчин 18,2–22,5, у женщин индекс обычно ниже. Индивидуальный максимум достигает 25,2. Как правило, правая плечевая кость длиннее и толще левой.

Форма головки плечевой кости варьирует от шаровидной до эллиптической. Указатель сечения головки (поперечный диаметр в процентах вертикального) составляет у мужчин 87,0–97,5, у женщин — 84,0–95,0. У некоторых палеоантропов отмечены очень крупные головки с индексом выше 100. На форму головки плечевой кости гоминид могут влиять возрастно-половой и функциональный факторы. Величина головки четко дифференцирована по полу.

Строение нижнего эпифиза плечевой кости у человека и некоторых человекообразных обезьян (шимпанзе) весьма сходно. У них отмечена высокая степень трансгрессии основных абсолютных размеров и индексов. Существуют групповые вариации в соотношении развития ямки локтевого отростка и венечной ямки, а также в частоте перфорации ямки локтевого отростка. Последняя встречается в 4,1–5,8% случаев (чаще на женских и грациальных костях, чем на мужских и массивных). Частота встречаемости перфорации зависит и от возраста: до 7 лет перфорации, по-видимому, нет; после 7 лет она проявляется, к старости учащается.

### 2.3.5.3. Предплечье

На лучевой кости групповые различия выражены в таких признаках, как массивность (значения длинотно-толстого показателя — 15,7-20,2), изгиб (2,5-3,2), коллодиафизарный угол (160-172°), форма поперечного сечения диафиза (72,2-77,8). Указатель длины шейки составляет у человека 9-10, у палеоантропов он значительно выше. Форма и развитие бугристости лучевой кости исключительно изменчивы: от гладкой овальной площадки до сильно выступающего шероховатого возвышения, варьирует и ее положение. Более ультранарная ориентировка бугристости свойственна лучевой кости неандертальцев.

Обнаружены групповые различия массивности локтевой кости, проявляющей неполный параллелизм с массивностью лучевой, а также различия в изгибе диафиза и форме его сечения, зависящей, как и на луче, преимущественно от развития межкостного гребня (групповые средние поперечно-сагиттального индекса верхней части диафиза равны 72-90). У палеоантропов

значения этого указателя выше 100. Указатель у женщин, как правило, ниже, чем у мужчин.

Значительным колебаниям подвержено строение локтевого отростка; выступающие его купола у палеоантропов было большим, чем у современного человека.

#### 2.3.5.4. Кисть

Кисть человека — уникальный специализированный орган труда, в эволюции которого важнейшую роль сыграло формирование "точного" (прецизионного) зажима, означающего развитие наиболее полного и совершенного противопоставления 1 луча.

Относительная длина кисти (в процентах к длине тела) составляет 10-11 при вариациях групповых средних от 9,8 до 12,2. Этот индекс четко разграничивает человека и человекообразных обезьян (16,5 у гориллы; 20,7 у орангутана). Указатель относительного к длине верхней конечности развития кисти равен у современного человека 24-25 при межгрупповых колебаниях от 22,7 до 25,5. Пропорции отделов кисти характеризуют индексы запястья и пястно-фаланговый. Индекс запястья вычисляется как процентное отношение длины головчатой кости к длине III пястной кости. Его рубрикация: до 32,6 — микрокарпия; 32,7-33,8 — мезокарпия; 33,9 и больше — макрокарпия.

Вариации групповых средних — от 31,1 до 36,0. У человекообразных обезьян указатель значительно ниже: 25,8-27,9. Поздние ископаемые гоминиды обычно мезомакро- или мезокарпы. Пястно-фаланговый индекс представляет процентное отношение длины III пальца к длине III пястной кости. Вариации групповых средних этого указателя у человека от 136,8 до 158,5. У других приматов он варьирует в зависимости от конкретных локомоторных адаптаций.

Для человека длиннотные пропорции кисти более стабильны, чем широтные. Среди человечества могут встречаться различные варианты развития основных отделов кисти. Например, распространенный "силовой" вариант характеризуется макрокарпией и укороченными пальцами. У ребенка, по сравнению со взрослым, запястье относительно короче, а фаланги длиннее.

Метакарпальная формула человека (соотношение длин пястных костей): II, III, IV, V, I. Фаланговая (пальцевая) формула человека, как и обезьян, III, IV, II, V, I. Это древний признак высших приматов. Однако индивидуально, наряду с вариантом IV, II (ульнарным), встречается и вариант II, IV (радиальный). Последний, кроме человека, найден лишь у гиббона. Отмечены возрастные и половые вариации; ульнарный тип наблюдается у взрослых чаще, чем у детей; справа чаще, чем слева; у мужчин чаще, чем у женщин. Полагают, что наряду с генетическим фактором на соотношение II и IV пальцев может влиять физическая нагрузка, повышающая частоту ульнарного варианта.

Человек в масштабе других приматов имеет относительно широкое запястье; это выражено и у неандертальцев. Индекс ширины запястья представляет процентное отношение суммы широтных размеров костей запястья (кроме гороховидной) к длине III луча. Его рубрикация: до 42,0 — стенокарпия; 42,1-42,9 — метрикарпия; 43,0 и более — эурикарпия.

Вариации групповых средних — от 41,3 до 48,6. У человекообразных обезьян индекс меньше — 31,5-41,7. Индекс формы пясти представляет процентное отношение ширины ладони (по сумме широтных размеров проксимальных концов II-V пястных костей) к длине III пястной кости. Его рубрикация: 74,9 — стенохейрия; 75-84,9 — мезохейрия; 85 и более — эурихейрия.

Групповые вариации этого указателя снова разграничивают "силовой тип" кисти (свойственный в большей мере неандертальцам) от более грациального. В целом, относительная ширина кисти у мужчин обычно выше, чем у женщин. При праворукости правая кисть оказывается значительно шире левой. Среди обезьян форма кисти варьирует в связи с локомоторными адаптациями, более широкая кисть наблюдается у наземных форм, например, у горной гориллы, павиана.

Исключительный интерес, как признак высокого таксономического значения, представляет форма ногтевых (дистальных) фаланг, особенно на большом пальце. У человека групповые средние значения широтно-длиннотного указателя этой кости (по ширине головки) равны 41,8-44,7; у крупных человекообразных обезьян — 31,4-35,4.

Лучевая формула человека: III, II, IV, V, I, т.е. I луч абсолютно самый короткий; относительное его развитие (в процентах к длине III луча) варьирует у человека от 60,8 до 64,1, человек близок по этому указателю к верхней границе для ряда приматов, у которых колебания указателя составляют 15-67. Особое значение для кисти человека имеет индекс соотношения I-II лучей, так как для нее типичен процесс "радиализации", т.е. совместного удлинения обоих радиальных лучей и возрастания I луча относительно II. Этот индекс отличается своей стабильностью. У неандертальцев он в целом несколько ниже, главным образом из-за крупных размеров II пястной кости, что составляет специфическую особенность кисти этих гоминид. В онтогенезе дефинитивные пропорции лучей формируются сравнительно поздно.

#### 2.3.5.5. Таз

Строение тазового пояса человека существенно отличает его от негоминидных приматов, являясь индикатором прямохождения (бипедии). К числу основных признаков "гоминидного комплекса" таза относятся: укорочение и расширение подвздошной кости, дорсальная ротация крестцово-подвздошных сочленений по отношению к тазобедренным суставам и уменьшение расстояния между ними, укрепление вертлужной впадины и изменение ее положения, отчетливое оформление большой седалищной вырезки и обеих передних подвздошных остей.

Изменение общей формы таза человека по сравнению с другими приматами определяется расширением крыла подвздошной кости, особенно ее крестцовой части, и укреплением крестцово-подвздошных сочленений. Указатель ширины ушковидной поверхности по отношению к длине туловища равен у человека 11,2, у узконосых обезьян — 4,7-6,6. Другой процесс, оказавший влияние на общую форму таза человека, — укорочение тазовой кости и в первую очередь нижней части подвздошной кости, что обусловило сближение тазобедренных и крестцово-подвздошных сочленений. У человека отно-



сительная длина нижней части подвздошной кости (к длине туловища) составляет в среднем 10,5; у узконосых обезьян — 11,5-19,5. Все эти изменения отразились на общей форме таза: высотно-широтный указатель равен у человека в среднем 70-85, у обезьян — 92-135. Существуют и половые различия: мужской таз относительно выше и уже женского. Абсолютные размеры таза человека также обнаруживают половой диморфизм.

Одна из типичных особенностей человеческого таза — изменение взаимного положения трех его компонентов в связи с дорсальной ротацией крестцовой части подвздошной кости. Так, по величине подвздошно-седалищного угла человек (у мужчин он равен  $109^\circ$ , у женщин —  $115^\circ$ ) существенно отличается от узконосых обезьян ( $150-160^\circ$ ). С этим тесно связано четкое оформление большой седалищной вырезки, подчеркнутой также выступанием седалищной ости. Для человека характерна относительно глубокая и узкая седалищная вырезка. На переднем крае подвздошной кости следует особо подчеркнуть выступание нижнепередних подвздошных остей, связанное с прикреплением подвздошно-бедренной связки и развитием прямой мышцы бедра. Наконец, укрепление тазобедренных суставов отражается и в увеличении абсолютных и относительных размеров вертлужной впадины. Индекс ее относительного (к высоте таза) развития составляет у человека 25-27, у узконосых обезьян — 12,5-19. Этот комплекс типичных для человеческого таза признаков сформировался в филогенезе гоминид очень рано, по крайней мере, уже несколько миллионов лет назад.

Таз человека несет на себе отчетливые признаки полового диморфизма. Кроме влияния на общую форму таза, они проявляются и в абсолютном и относительном развитии вертлужной впадины, большем у мужчин.

Особенно большой интерес в аспекте полового диморфизма представляют форма большой седалищной вырезки и лобковый угол. Глубинно-широтный указатель вырезки равен в среднем у мужчин 71, у женщин — 60. Лобковый угол у женщин в среднем на  $15^\circ$  больше, чем у мужчин. Его групповые вариации у мужчин достигают  $56-60^\circ$  (индивидуальные —  $38-87^\circ$ ), у женщин —  $70-85^\circ$  (индивидуальные —  $54-100^\circ$ ). Лобковый симфиз у мужчин располагается выше, вершина угла острее, тогда как у женщин она более округла. Полость малого таза у женщин обычно имеет цилиндрическую, у мужчин — конусовидную форму. Рубрикация сагиттально-поперечного указателя входа в малый таз: до 89,9 — платипельвия; 90-94,9 — мезопельвия; 95 и более — долихопельвия.

Женский таз во всех группах имеет тенденцию к платипельвии, индивидуальные вариации велики. По-видимому, среди трех больших рас нет сколько-нибудь выраженных различий в указателе входа в малый таз. Для формы выхода из малого таза половые различия еще больше подчеркнуты: у мужчин он имеет вид продольного, у женщин — поперечного овала, т.е. указатель меньше в женских группах.

#### 2.3.5.6. Бедро

Для человеческого бедра типичным является, прежде всего, наклонное положение его оси. Для оценки этого признака служит кондиллодиафизарный

угол (угол инклинации), составленный анатомической осью кости и касательной к плоскости обоих мышечков. Вариации групповых средних этого угла довольно узкие: 78-82° (индивидуальные — 72-88°), что говорит об его относительной стабильности у человека. Низшие приматы и обезьяны имеют более высокие значения угла инклинации, но частичная трансгрессия существует с человекообразными обезьянами (79-94°). Коллодиафизарный угол, определяющий положение шейки бедренной кости по отношению к диафизу, характеризуется у человека довольно высокой групповой (121-133°) и особенно индивидуальной (114-153°) изменчивостью. Опущенная шейка типична для многих неандертальских бедер. Взаимное положение осей обоих эпифизов бедренной кости определяет торзион (скручивание), значительно отражающийся на структуре всего диафиза. Величина этого угла связывается с динамикой эволюционных изменений таза и действием ротирующих мускулов. Для человека типичен "положительный торзион" (антеверсия): ось шейки бедра проходит сзади латерально, вперед — медиально. Антеверсия является преобладающим признаком у большинства приматов, исключая человекообразных обезьян, для которых типична ретроверсия. Групповые вариации торзиона у человека составляют 8-39,7°, индивидуальные — от -25 до +49°, хотя отрицательные углы встречаются весьма редко. Угол торзиона существенно меняется в онтогенезе: на 12-й неделе утробного развития он составляет 9,75°, на 14-й неделе — равен 0°, далее увеличивается до 32°, на 1-2 году жизни наблюдается "деторзия", вплоть до статуса взрослого.

Изгиб диафиза в переднезаднем направлении типичен для бедра человека, но обладает высокой изменчивостью. Изгиб почти отсутствует у новорожденного и развивается постепенно, усиливаясь с возрастом; у женщин точка наибольшего изгиба бедра обычно расположена дистальнее, чем у мужчин. Здесь также следует указать на отсутствие связи с прямохождением, так как изгиб значительно варьирует среди приматов и млекопитающих в целом, встречаясь при разных типах локомоции.

Форма сечения диафиза варьирует на протяжении его длины: от цилиндрической до поперечно или сагиттально направленного овала и даже треугольника. Особое значение придается определению формы диафиза на уровне наибольшего развития шероховатой линии бедра или пиялястра. Развитие пиялястра объясняется как статическими причинами (контрофорс в результате реакции костной ткани на изгиб), так и динамическими (сила тяги прикрепляющихся мышц). Индекс пиялястрии (процентное соотношение сагиттального диаметра бедренной кости к поперечному) при межгрупповом сравнении варьирует от 100,0 до 129,4 (индивидуально — 72,5-136,7). Почти всегда указатель ниже у женщин. У человекообразных обезьян индекс составляет 75,4-97,1.

Помимо рельефа, на указатель пиялястрии влияет также форма сечения кости, поэтому следует оценивать развитие пиялястра отдельно, принимая во внимание как саму суперструктуру, так и толщину всей задней компакты бедра. Форма сечения диафиза на подвертельном уровне определяется при помощи указателя платимерии (процентное отношение сагиттального диа-

метра к поперечному на этом уровне). Его рубрикация: до 74,9 — гиперплатимерия; 75-84,9 — платимерия; 85-99,9 — эуримерия; 100 и более — стеномерия.

Массивность диафиза может зависеть от вариаций длины и толщины кости. Длина бедренной кости очень изменчива, как в групповом, так и в индивидуальном масштабе, поскольку она тесно связана с длиной тела и определяет последнюю. Слева бедренная кость обычно длиннее, чем справа. У женщин кость всегда короче, чем у мужчин, составляя 92% длины мужского бедра. Значительно варьирует также толщина бедренной кости в области диафиза, что и обуславливает колебания массивности. Групповые вариации длинотно-толстотного указателя от 18,8 до 20,4; у женщин он несколько ниже. Индивидуальный максимум может достигать 22,9.

Специфической для человека чертой верхнего эпифиза бедра является укрупнение сочленовной головки в связи с прогрессивным развитием и укреплением тазобедренных суставов. Сочленовная головка имеет сферическую или слегка эллипсоидную форму с сечения 97,6-101. Существуют индивидуальные и половые вариации абсолютных размеров; относительная массивность головки во всех группах ниже у женщин.

Специфической для человека чертой строения нижнего эпифиза является преобладание поперечного размера обоих мышцелков над сагиттальным и относительно крупный латеральный мышцелок. Отношение опорных поверхностей, контактирующих при разгибании с большеберцовой костью, для латерального и медиального мышцелков составляет у человека в среднем 95,3, при колебаниях 80,6-108,6; у крупных человекообразных обезьян — 57,7-70,9; у низших узконосых обезьян — 76,6-96,4. Для бедер неандертальских людей типично очень большое развитие в длину латерального мышцелка.

Таким образом, для бедренной кости человека типично сочетание антеверсии, сравнительно невысокого кондилодиафизарного угла, более или менее выраженного изгиба и хорошо развитого пиястра с крупной головкой, типичными пропорциями мышцелков, глубокой межмышцелковой ямкой. Большая часть этих признаков достаточно выражена уже на бедренных костях ранних гоминид.

#### 2.3.5.7. Надколенник

Индивидуальные различия в форме и величине этой кости значительны. Абсолютные размеры отчасти связаны с длиной тела. Самая частая форма — треугольная (66%). В среднем для человека характерно преобладание широтного размера над высотным. Широкая форма кости особенно выражена у неандертальцев. Групповые различия более отчетливы по относительной высоте коленной чашечки (к суммарной длине бедренной и большеберцовой костей) или относительной ее ширине (к надмышцелковой ширине бедра). Соответствующие значения средних указателей для человека — 52,5 и 54,0. Существуют групповые вариации: наиболее низкие и узкие кости у негроидов, противоположные соотношения у монголоидов. У плодов и новорожденных кость относительно крупнее, чем у взрослых.

### 2.3.5.8. Голень

Вариации положения верхнего эпифиза большеберцовой кости выражаются значениями углов ретроверсии и инклинации — соответственно отклонению верхнего эпифиза от диафизной или "физиологической" осей кости. Групповые средние угла ретроверсии человека от 7,6 до 20°, инклинации — от 5,3 до 16,5°. У человекообразных обезьян оба угла больше. Относительно высокие значения обоих углов свойственны и ископаемому человеку (палеоантропу). Групповые вариации могут связываться с привычными позотоническими напряжениями. Специфическим признаком большеберцовой кости человека является положительный торзион, связанный с торзионом бедра (оси обеих стоп конвергируют назад). Вариации групповых средних — от 6 до 33°, индивидуальных — от 0 до 53°. Отрицательный торзион у человека почти не встречается (0,1%). У человекообразных обезьян торзион в 85% случаев отрицательный.

Многообразие факторов, моделирующих диафиз кости, обуславливает значительную вариабельность указателя кнემии (процентное отношение поперечного диаметра диафиза к сагиттальному на уровне питательного отверстия). Групповые средние (59,3-74,1) и индивидуальные вариации (50-90) почти совпадают с колебаниями индекса у приматов в целом. Рубрикация указателя кнемии: до 64,9 — платикнемия; 65-69,9 — мезокнемия; 70 и более — эурикнемия.

Малоберцовая кость играет значительно меньшую роль в статике, чем большеберцовая. Групповые вариации ее структуры слабее выражены и менее изучены на фоне очень высокой индивидуальной вариабельности формы и рельефа. Например, форма сечения диафиза варьирует от трех- или четырехсторонней до округлой, Т- и У-образной, или даже ножевидно уплощенной. Некоторые групповые вариации существуют, по-видимому, в изгибе диафиза, форме и величине сочленовной головки, развитии верхушки головки и наружной лодыжки.

### 2.3.5.9. Стопа

Стопа человека, как и таз, служит отчетливым индикатором прямохождения, что определяется ее постоянным участием в опорной функции конечностей. Основные отличия стопы человека: пронированное положение, укрепление предплюсны, укорочение II-V пальцев, приведение и укрепление I луча, утрата им способности к противопоставлению, формирование сводов.

Относительная длина стопы (к длине тела) составляет в среднем 13,8-16,0. Соотношение отделов предплюсна — плюсна — фаланги пальцев довольно стабильно и составляет у современного человека 47,9-31,1-20,9, соответственно, на стопе гориллы это соотношение 40,5-28,8-30,1. Гоминидный тип стопы, сравнительно с "понгидным", характеризуется относительным удлинением предплюсны и укорочением пальцевого отдела.

Метатарзальная формула гоминоидов достаточно консервативна; наиболее типичный вариант для человека: II, III, IV, V, I (как и у человекообразных обезьян, кроме орангутана). Фаланговая формула человека обычно выглядит так: I, II, III, IV, V или II, I, III, IV, V, у детей чаще встречается второй вари-

ант. Он типичен также для 9-24-недельных плодов. У человека на 7-8 неделе плодного развития самый длинный палец — III (как у обезьян). В целом изменчивость II-V пальцев выше по сравнению с большим пальцем. Для IV-V лучей типична редукция средних фаланг, выражающаяся в их укорочении и изменении формы. Изменчивость этих фаланг исключительно высока (коэффициент вариации 22-30%). В межгрупповом масштабе процессы дедукции формы и длины могут быть разобщены. Так, у европейцев сравнительно длинная средняя фаланга V пальца обычно имеет бездиафизарную форму. Подобный тип этой кости отмечен еще у ранних палеоантропов, что свидетельствует о глубокой древности и медленности редукционных процессов. Слияние средней и дистальной фаланг V пальца наблюдается во всех группах современного человека (особенно часто у японцев — 73,5-80%).

Вариации формы таранной кости могут быть выражены индексами таранной кости — широтно-длиннотным и высотно-длиннотным. Их групповые колебания у современного человека равны соответственно 71,2-84,7 и 48,2-58,8; очень высокие значения обоих указателей типичны для некоторых ископаемых гоминид (палеоантропов). В целом при межгрупповых сопоставлениях различают варианты относительно узкой и низкой кости (например, у европейцев, негров, бирманцев) и относительно широкой и высокой (например, у маори и негритосов).

Особой чертой человеческой стопы является укрепление ее медиального края — "тибиализация" — по аналогии с "радиализацией" кисти. Этот процесс выражается, прежде всего, в приведении и усилении I луча стопы. Повидимому, в филогенезе приматов особая мощность большого пальца стопы является ранним признаком, достигшим наибольшего развития у прямоходящих гоминид. Индекс соотношений I-III лучей составляет у человека в среднем 98 против 66-70 у шимпанзе и гориллы. Особый интерес представляют пропорции I-II лучей. Индекс их соотношений варьирует у современного человека в среднем от 84,5 до 94,2, у африканских человекообразных обезьян — от 67,4 до 70,8.

Особое значение имеет морфология дистальной фаланги большого пальца стопы: ее расширение играло важную роль при освоении шагающей походки на двух ногах, поскольку как раз в этой области реализуется конечный этап фазы контакта с опорой — отталкивание.

В связи с этим, форма дистальной фаланги I пальца является признаком первостепенного таксономического значения. Широтно-длиннотный индекс этой кости у человека равен 52-54,5, у африканских человекообразных обезьян — 38,1. В онтогенезе массивность I луча и типичная расширенная форма его дистальной фаланги наблюдаются уже у 10-недельного эмбриона. Другая существенная особенность этой кости у человека — ее уплощенность.

Приведенное положение I луча связано с развитием ряда структурных адаптаций. Так, для человека типична плоская (а не выпуклая, как у обезьян) дистальная суставная площадка внутренней клиновидной кости, имеющая суженную форму с одной или двумя перетяжками, причем отсутствует от-

четливая медиальная скошенность самой площадки и ее захождение на внутреннюю поверхность клиновидной кости.

Положение большого пальца может быть варусным, когда ось большого пальца проходит внутрь I плюсневой кости; вальгусным, когда она идет наружу; или же обе оси могут соответствовать друг другу. У человека в среднем существует небольшая степень вальгусного отклонения: от  $+0,9$  до  $+6,9^\circ$ . С возрастом она увеличивается, половые различия нечеткие. При ношении обуви степень вальгуса выше, но и без нее соотношение варусного и вальгусного типов составляет 95:111.

Различают продольный свод, в формировании которого принимают участие все кости предплюсны и плюсны, и поперечный, образованный ладьевидной, кубовидной и клиновидными костями. К числу популяций с повышенным развитием сводов стопы принадлежат, например, европейцы, перуанцы, японцы. Относительно понижены своды у веддов, австралийцев, бушменов. Как групповой признак плоскостопие не встречается. Оно наблюдается как индивидуальная вариация в разных группах человека с варьирующей частотой, в этиологии изменчивости развития сводов (прежде всего, плоскостопия) существенную роль играют возрастно-половой и обменно-гормональный факторы, особенности мышечно-связочного аппарата и скелетного компонента стопы (вязкость полимеризованных мукополисахаридов, минерализация).

Большой интерес представляют структурные адаптации скелета стопы к гиперфлексии голеностопного сустава, наблюдающиеся при привычном употреблении некоторых статических поз покоя, в частности при сидении на корточках. Сюда относится прежде всего значительное переднее распространение блока таранной кости или даже формирование специальных "фасеток сидения на корточках" — медиальной и особенно латеральной. Латеральная фасетка встречается до 30-34% случаев (австралийцы), и ей может соответствовать и фасетка на дистальном конце большеберцовой кости.

#### 2.3.5.10. Пропорции длинных костей

Наибольший интерес в таксономическом плане представляет интермембральный указатель — процентное отношение суммы длин плечевой и лучевой костей к сумме длин бедренной и большеберцовой костей — отражающий типичные для вида пропорции конечностей. Изменчивость локтевой и малоберцовой костей значительно выше, чем лучевой и большеберцовой. Коэффициент вариации интермембрального указателя человека невелик (2,6%). Относительно невелики и групповые вариации этого индекса у человека: 64,4-74,9. У человекообразных обезьян групповые средние равны 106,3-148,2; низшие узконосые обезьяны занимают промежуточное положение: средний индекс у них приближается к 90.

Плечебедренный и лучеберцовый указатели по группам составляют у человека, соответственно, 68,8-72,9 и 62,6-70,9; у обезьян — 101-139 и 112-169,2.

Сейчас разработаны многочисленные приемы и формулы для определения длины тела по остеологическим материалам. Они основываются

на данных по отдельным костям (или даже их фрагментам) или сочетаниям разных костей, что дает большую точность.

#### **Формула Пирсона и Ли**

Длина тела =  $67,049 + 0,913\Phi + 0,600T + 1,225H - 0,187P$  (муж.)

Длина тела =  $67,459 + 0,782\Phi + 0,120T + 1,059H - 0,711P$  (жен.)

#### **Формула Дебеца**

Длина тела =  $2,244\Phi + 69 - 4,667(0,9\Phi - T - 3,91)$  (муж.)

Длина тела =  $2,244\Phi + 65 - 4,667(0,9\Phi - T - 4,01)$  (жен.)

#### **Формула Дюпертюн и Хэддена**

Длина тела =  $56,006 + 1,442\Phi + 0,931T + 0,083H + 0,480P$  (муж.)

Длина тела =  $57,495 + 1,544\Phi + 0,764T + 0,126H + 0,295P$  (жен.)

Способ Троттер и Глезера имеет то преимущество, что предлагает дифференцированные формулы для европеоидов, негроидов и монголоидов (мужчин):

Европеоиды: длина тела =  $65,53 + 2,32\Phi \pm 3,94$

Негроиды: длина тела =  $72,22 + 2,10\Phi \pm 3,91$

Монголоиды: длина тела =  $72,57 + 2,15\Phi \pm 3,80$

Для женщин Оливье и Тиссье рекомендуют следующие уравнения регрессии:

Длина тела =  $0,936(H+\Phi+T) + 58$

Длина тела =  $1,247(\Phi+T) + 63$

$\Phi$ ,  $T$ ,  $H$ ,  $P$  — соответственно длина бедренной, большеберцовой, плечевой и лучевой костей. Поскольку абсолютная точность определения длины тела не гарантируется ни одной из этих формул, целесообразно комбинированное их использование.

## **2.4. ЧЕРЕП**

Череп человека выполняет следующие функции:

- образует костную капсулу, в которой заключен головной мозг;
- образует полости, в которых расположены дистантные рецепторы;
- принимает участие в формировании верхней части дыхательной и пищеварительной систем.

### **2.4.1. ФИЛОГЕНЕЗ ЧЕРЕПА**

Череп образует костную основу переднего конца нервной и пищеварительной трубок. Нервная трубка в области головы сильно расширяется и усложняется, превращаясь в головной мозг; с ним тесно связаны органы чувств. Обеспечение опоры и защиты этим частям головы составляет функциональную задачу мозгового отдела черепа, называемого неврокранием (neurocranium). С ним неразрывно связан другой отдел черепа, обслуживающий начало пищеварительного и дыхательного путей — висцеральный отдел или спланхнокраний (splanchnocranium). Несмотря на теснейшую анатомическую связь неврокраниального отдела с висцеральным, последний имеет другое происхождение.

В эмбриональном периоде зачаток черепа мало похож на взрослую форму. Этот зачаток — "первичный череп" — представляет хрящевую основу, поддерживающую мозг, к которой с вентральной стороны привешены хрящевые висцеральные дуги. В дальнейшем развитии, во-первых, происходит окостенение почти всех хрящевых элементов первичного черепа и, во-вторых, хрящевая часть дополняется покровными костями, образующими свод черепа и другие части окончательного черепа. Череп взрослого человека представляет мозаику костей разного морфологического значения — покровных и замещающих хрящи.

Неврокраний акулы в виде хрящевого футляра окружает головной мозг; сзади он открывается затылочным отверстием, в которое входит продолговатый мозг и, кроме того, снабжен парными отверстиями для выхода нервов. По бокам его находятся ямки-глазницы. Впереди них лежат обонятельные капсулы, а позади — слуховые. Никаких костных частей нет. У вышеорганизованных рыб — осетровых — хрящ замещается костной тканью, но не сплошной, а дифференцирующейся около отдельных центров окостенения. Эти центры большей частью появляются возле мест выхода нервов головного мозга, где особенно важно дальнейшее укрепление одевающего мозг футляра. Возникающие таким путем кости отделены одна от другой остатками хряща в виде перекладин, все вместе образует так называемый "внутренний" череп, к которому у осетровых рыб присоединяется еще "внешний" череп кожного происхождения, внутренний череп тогда оказывается частично заключенным в костную коробку, возникшую в коже. Она построена из окостеневших участков соединительной ткани, соединенных посредством швов. Эти кости наружного черепа невелики, многочисленны и очень похожи на чешуйки, покрывающие остальное тело рыбы. Эти небольшие кожные косточки в дальнейшем разрастаются по краям, углубляются под кожу и вступают в соединение с внутренним черепом. В ходе эволюции такое соединение внутреннего черепа с внешним привело к образованию единого морфологического образования — сложного черепа высших позвоночных.

С увеличением мозга начинается разрастание и коренная перестройка хрящевой коробки. Уже у амфибий последняя имеет ряд отверстий, затянутых соединительной тканью. У рептилий отверстия в области крышки черепа увеличиваются, к ним присоединяются другие — в боковых частях черепа. У человека и высших млекопитающих из хряща возникает основание черепа. Лежащий на нем мозг разрастается подобно пузырю, и для него становится узкой основная хрящевая пластинка. Она расширяется и уплощается, в связи с чем глазные впадины и слуховые капсулы, лежащие по бокам хрящевой коробки, оказываются оттесненными под нее, и у млекопитающих располагаются в основании черепа. Исчезнувший хрящ замещается костями внешнего черепа. Эти кости у высших позвоночных образуют свод вокруг мозга взамен хрящевой коробки низших позвоночных. Особенно важную роль играют: пара лобных костей, пара теменных, части чешуи затылочной и височных костей.



Одновременное существование внутреннего и внешнего черепа наблюдается лишь у немногих живущих позвоночных, например, у черепах ясно выступает двойное строение черепа в виде небольшой внутренней коробки вокруг мозга и крышки черепного свода снаружи. Этот внешний череп сравнительно велик, так как на нем нередко образуются гребни для прикрепления хорошо развитой мускулатуры. И так, к костям, возникшим из хряща первичного черепа, присоединяется группа костей, получивших свое начало вне хрящевого черепа. Остатки первичного хряща находим в виде прослоек между некоторыми из костей основания черепа, а также в хрящевом скелете носа.

Последний этап развития черепа заключается в слиянии отдельных костных элементов в более сложные образования. Например, затылочная и височная кости человека представляют продукт такого слияния, основная кость черепа человека объединила в себе 10 отдельных костных элементов, существующих самостоятельно у низших форм. Этот процесс доходит до предела у птиц, череп которых во взрослом состоянии представлен единой коробкой, где исчезли всякие следы отдельных костей.

#### 2.4.2. КОСТИ ЧЕРЕПА

Череп (Cranium) состоит из мозгового и лицевого отделов. Все кости соединены между собой относительно неподвижно, кроме нижней челюсти, образующей комбинированный сустав, и подвижной подъязычной кости, лежащей свободно на шее. Кости мозгового черепа формируют вмещище для головного мозга, черепных нервов и органов чувств.

К мозговому отделу черепа относятся 8 костей: непарные — затылочная, клиновидная, лобная, решетчатая; парные — теменная, височная.

К лицевому отделу черепа относятся 15 костей: непарные — нижняя челюсть, сошник, подъязычная кость; парные — верхняя челюсть, небная, скуловая, носовая, слезная, нижняя носовая раковина.

##### 2.4.2.1. Кости мозгового черепа

Кости мозгового черепа, в отличие от костей лицевого черепа, имеют ряд особенностей: на внутренней их поверхности есть отпечатки извилин и борозд головного мозга. В губчатом веществе залегают каналы для вен, а некоторые кости (лобная, клиновидная, решетчатая и височная) имеют воздухоносные пазухи.

##### 2.4.2.1.1. Затылочная кость

Затылочная кость (*os occipitale*) входит в состав задней стенки и основания мозговой коробки. До 3-4 лет она состоит из четырех частей, расположенных вокруг большого затылочного отверстия, именно: основной части — впереди, двух боковых мышечковых частей — латерально и чешуйчатой части — сзади. Эти названия частей сохраняются и для взрослой кости, на которой границы отдельных частей незаметны. В 16-17 лет затылочная кость срастается с впереди ее лежащей клиновидной, но след бывшего здесь хряща обычно бывает заметен.

Чешуя (*squama*) затылочной кости образует заметный изгиб в том месте, где основание черепа переходит в его заднюю стенку. Здесь находится наружное затылочное возвышение (*protuberantia occipitalis externa*), к которому

прикрепляется вейная связка. Направо и налево от возвышения проходит по поверхности кости заметная шероховатость — верхняя вейная линия (*linea nuchae superior*), вдоль которой прикрепляются мышцы (трапециевидная и затылочная), участвующие в поддержании черепа в равновесии. От середины наружного затылочного возвышения вниз к большому затылочному отверстию проходит невысокий валик, по бокам которого заметны шероховатые линии, называемые нижними вейными линиями (*linea nuchae inferiores*), в свою очередь намечающими места отхождения мышц.

Таким образом, наружный рельеф чешуи затылочной кости обусловлен преимущественно мускулатурой и связками. На внутренней поверхности чешуи видны четыре большие ямки, отделенные друг от друга гребнеобразными линиями, проходящими крест-накрест. В месте их пересечения находится внутреннее затылочное возвышение — *protuberantia occipitalis interna*. Оно чаще лежит как раз против наружного возвышения, иногда несколько выше. Интересно отметить, что у ископаемых гоминид и у высших обезьян внутреннее возвышение помещается ниже наружного, внутреннее возвышение и отходящие от него вправо и влево двойные линии обозначают границу положения полушарий мозга и мозжечка. Две верхние затылочные ямки служат для затылочных долей большого мозга, а две нижние — для полушарий мозжечка.

На боковых частях (*partes laterales*) с наружной поверхности возвышаются парные овальные сочленовные мышцелки (*condyli occipitales*), сочленяющиеся с атлантом и лежащие по краям большого затылочного отверстия (*foramen occipitale magnum*). От мышцелков отходят латерально толстые короткие валики, признаваемые за гомологи поперечных отростков позвонков. На границе основания и мышцелков открываются под каждым мышцелком отверстия канала для выхода подъязычного нерва (*canalis nervi hypoglossi*).

Основная часть (*pars basilaris*) представляет костный выступ, направляющийся вперед и несколько вверх для соединения с основной костью, возле большого затылочного отверстия эта часть широка и тонка, впереди она суживается и утолщается. Приблизительно на середине ее наружной поверхности находится невысокий бугорок, служащий для прикрепления шва глотки — глоточный бугорок (*tuberculum pharyngeum*). Обращенная к мозгу поверхность гладка и называется скатом (*clivus*). На ней расположен продолговатый мозг и мост.

Затылочная кость развивается из парахордальных пластинок, за исключением верхней части чешуи. Все части кости проходят три стадии окостенения. Парное ядро окостенения появляется на 6-ой неделе эмбрионального развития впереди большого затылочного отверстия (базиллярная часть). На 8-9-й неделе возникают костные ядра по бокам и три ядра позади большого затылочного отверстия. Сращение костных частей начинается в возрасте 2-4 лет и заканчивается в 8-10 лет. Базиллярная часть затылочной кости срастается с телом клиновидной кости к 20 годам.

#### 2.4.2.1.2. Клиновидная кость

Основная или клиновидная кость (*os sphenoidale*) имеет более сложное строение, чем затылочная. В ее состав входит ряд непарных и парных скелетных элементов. К моменту рождения часть их срастается, и она расчленяется на 3 части, а к концу первого года жизни образует одну кость.

При рассмотрении спереди основная кость напоминает летучую мышь или гигантское насекомое. Среднюю часть ее называют телом (*corpus*); от него отходят в стороны большие крылья (*alae magnaе*), вверх и латерально — малые крылья (*alae parvae*); вниз свешиваются крыловидные отюстки (*processus pterygoidei*).

На верхней поверхности тела находится углубление, называемое турецким седлом (*sella turcica*). В нем помещается нижняя мозговая железа — гипофиз, один из важнейших органов внутренней секреции. Внутри тело основной кости полое, содержит воздух и представляет пазуху — *sinus sphenoidalis*, — сообщающуюся с носовой полостью.

От передневерхней поверхности тела кости отходит пара малых крыльев, имеющих горизонтальное направление. У основания каждого из малых крыльев находится крупное отверстие, точнее канал — зрительное отверстие (*foramen opticum*); через него проходит зрительный нерв. От нижнебоковых поверхностей тела отходят большие крылья, лежащие почти во фронтальной плоскости и имеющие переднюю выпуклую и заднюю вогнутую поверхности. По середине передней поверхности большого крыла проходит выступ, который делит ее на медиальную, более плоскую, и латеральную, более выпуклую. Медиальная обращена в полость глазницы, латеральная — на внешнюю поверхность черепа — в височную впадину.

Между малыми и большими крыльями находится широкая щель, ведущая из полости черепа в глазницу и называемая верхнеглазничной (*fissura orbitalis superior*). У основания большого крыла находятся отверстия для прохождения нервов. Переднее расположено более медиально — круглое отверстие (*foramen rotundum*). Латерально и кзади расположено более крупное овальное отверстие (*foramen ovale*). От основания больших крыльев вниз отходит с каждой стороны крыловидный отросток (*processus pterygoideus*). У места своего отхождения он продырявлен каналом, идущим прямо вперед и называемым крыловидным (*canalis pterygoideus*). Каждый крыловидный отросток разделяется на две пластинки — медиальную и латеральную. Между ними на задней стороне находится крыловидная ямка.

Занимая срединное положение на черепе и образуя многочисленные отростки, основная кость входит в соприкосновение со многими другими костями черепа и в значительной мере определяет его топографические отношения. Задней поверхностью тела она граничит с затылочной костью, передней — с решетчатой, лобной и сошником, отростками — с лобной, скуловыми, теменными, височными, небными, верхнечелюстными, а также с хрящом носовой перегородки.

На 8-ой неделе эмбрионального развития в хрящевых зачатках больших крыльев возникают костные точки, которые разрастаются в наружные пла-

стинки крыловидных отростков. Одновременно в соединительнотканых медиальных пластинках закладываются точки окостенения. На 9-10-ой неделе появляются костные зачатки и в малых крыльях. В теле закладываются три пары костных точек, из которых на 12-ой неделе внутриутробного развития две задние соединяются в одну. Костные точки располагаются впереди и позади турецкого седла, срастаясь на 10-13-м году жизни.

Пазуха клиновидной кости у новорожденного представлена выпячиванием слизистой оболочки носовой полости глубиной 2-3 мм, направленным вниз и назад. В возрасте 4 лет выпячивание слизистой оболочки проникает в резорбированную полость хрящевого тела клиновидной кости, в 8-10 лет — в тело клиновидной кости до ее середины, а к 12-15 годам разрастается до места сращения тела клиновидной и затылочной костей.

#### 2.4.2.1.3. Решетчатая кость

Решетчатая кость (*os etmoidale*) лежит непосредственно впереди тела основной и принадлежит к числу наиболее хрупких костных образований черепа, поэтому, как препарат, редко сохраняется полностью. Ее вид можно сравнить с буквой Т, однако в это сравнение необходимо ввести следующие поправки: вертикальную черту, которая соответствует срединной перпендикулярной пластинке (*lamina perpendicularis*) надо продолжить вверх, внутрь полости черепа; получившийся выступ представляет петуший гребень (*crista galli*); поперечная черта буквы Т соответствует продырявленной пластинке (*lamina cribrosa*). Если представить, что к обоим концам поперечной пластинки привешены прямоугольные ящики, то получим лабиринты решетчатой кости.

Лабиринты при рождении являются самостоятельными частями и вместе с хрящевой медиальной пластинкой представляют три части, которые на 5-ом году жизни срастаются в единую решетчатую кость. В полость черепа обращена продырявленная пластинка, составляющая часть его дна и крышу носовой полости; через ее отверстия проходят тонкие нервные обонятельные волокна. Перпендикулярная пластинка составляет верхнезаднюю треть носовой перегородки.

Лабиринт решетчатой кости построен из нескольких воздухоносных ячеек — решетчатых пазух (синусов), открывающихся медиально в носовую полость. Латеральная стенка лабиринта очень тонка и издавна получила название бумажной пластинки (*lamina papyracea*). Она обращена в полость глазницы, образуя часть ее медиальной стенки.

Кость проходит три стадии окостенения. На 16-ой неделе внутриутробного развития возникает ядро окостенения в средней раковине, на 20-ой — в верхней раковине, на IX месяце — два ядра в решетчатой пластинке.

Перпендикулярная пластинка решетчатой кости окостеневает к 6-8 годам. Вскоре после рождения в лабиринтах решетчатой кости возникают 2-3 воздухоносные ячейки, окончательное формирование которых заканчивается к 12-14 годам.

#### 2.4.2.1.4. Височная кость

Височная кость (*os temporale*) — одна из сложных костей и принадлежит к разряду полиморфных. Она состоит из следующих четырех образований: чешуи, барабанной, пирамидальной и сосцевидной. В течение первого года эти части срастаются. Образовавшаяся височная кость входит в состав боковых стенок и дна черепа. Спереди она примыкает к основной, сзади — к затылочной. Височная кость служитместилищем органа слуха и органа равновесия, в связи с чем обладает полостями и каналами.

Барабанная часть у новорожденного представляет собой неполное кольцо (*annulus tympanicus*), на котором натянута барабанная перепонка. В первые годы жизни кольцо разрастается в поперечном направлении, становясь трубкой и оттесняя пирамиду в медиальном направлении. Эта барабанная (тимпанальная) трубка расширяется и образует задне-нижнюю часть наружного костного слухового прохода, крыша которого образована чешуйчатой частью. От пирамиды она остается отделенной полостью, дно которой она образует. Это барабанная полость (*cavum tympani*); она отделена от трубки наружного слухового прохода барабанной перепонкой. Внутренняя и верхняя ее стенки образованы пирамидой. В этой полости находятся слуховые косточки. В ее стенке, образованной пирамидой, имеются два небольших отверстия: выше расположенное — овальное окошко (*fenestra ovalis*), ниже и назад от овального — круглое окошко (*fenestra rotunda*). Овальное окошко ведет в полость, находящуюся в наиболее плотной каменистой части пирамиды. Эта полость называется костным лабиринтом и содержит в себе внутренний слуховой орган. Костный лабиринт соответственно его строению делится на три отдела: преддверие (*vestibulum*), улитку (*cochlea*), которая идет вперед от преддверия, и три полукружных канала (*canales semicirculares*), ведущих назад от преддверия. Круглое окошко ведет в нижнюю часть улитки.

Пирамида (*pyramis*) является наиболее важной в функциональном отношении частью височной кости. Пирамида имеет три поверхности: нижняя обращена к наружному основанию черепа, передняя и задняя — внутрь черепной полости. На нижней поверхности находится большое отверстие (*foramen caroticum externum*), которым начинается канал сонной артерии (*canalis caroticus*); он, коленообразно изгибаясь, проходит внутри пирамиды, направляясь к ее вершине, где находится его внутреннее отверстие. На задней грани пирамиды находится отверстие внутреннего слухового прохода (*meatus acusticus internus*). В этот канал входят слуховой и лицевой нервы. На нижней поверхности пирамиды, на основании черепа находится отверстие, через которое выходит лицевой нерв. Это отверстие, расположенное на границе сосцевидной части у основания отходящего от пирамиды длинного шиловидного отростка, называется шиловидно-сосцевидным (*foramen stylomastoideum*). Шиловидный отросток (*processus styloideus*) вместе с охватывающей его основание костной манжеткой представляет гиоидную часть височной кости. Посредством отходящей от его вершины прочной связки он соединен с малым рожком подъязычной кости. Он граничит с лежащей на нижней поверхности пирамиды яремной ямкой, представляющей заметное чашкообразное

углубление. Сосцевидная часть имеет внутри ячеистое строение и переходит в сосцевидный отросток, хорошо выраженный у современного человека, но почти отсутствующий у человекообразных обезьян. У ископаемых предков человека можно проследить его постепенное развитие.

В состав боковой стенки черепа входит чешуя височной кости. На ее внутренней поверхности, обращенной к мозгу, видны возвышения, вдавления и бороздки, соответствующие разветвлениям средней артерии твердой мозговой оболочки. От нижней части наружной поверхности чешуи отходит направляющийся вперед скуловой отросток (*processus zygomaticus*). У его основания расположена овальная сочленовная ямка для нижней челюсти. Сюда входит суставной отросток нижней челюсти и образуется челюстной сустав, который у человека и других млекопитающих имеет принципиально иное строение, чем у остальных позвоночных.

Верхний край чешуи височной кости у новорожденного имеет почти прямолинейную форму. Таков он у человекообразных обезьян и к такому приближается у ископаемых гоминид. У современных взрослых людей край этот значительно изогнут, поднимаясь кверху более или менее выпуклой дугой. Это разрастание вверх чешуи височной кости связано, очевидно, со значительной высотой черепной коробки, характерной для современного человека в отличие от его предков.

Височная кость новорожденного состоит из трех самостоятельных частей. Наружный слуховой проход относительно короткий и широкий. Барабанная полость заполнена рыхлой соединительной тканью, которая рассасывается в течение первых 3 месяцев после рождения.

Барабанная часть представлена в виде неполного кольца, расположенного под чешуей латерально от пирамиды, в просвете кольца натянута барабанная перепонка. Процесс окостенения происходит в соединительной ткани (первичная кость), минуя хрящевую стадию. Из полукольца чешуи и сосцевидного отростка к 6 годам развивается наружный слуховой проход. На 8 неделе внутриутробного развития в волокнистой соединительной ткани чешуи появляются три точки окостенения. Из задней части чешуи и латеральной части пирамиды под действием грудино-ключично-сосцевидной мышцы формируется сосцевидный отросток, который пневматизируется в три этапа: до 1 года образуется барабанное впячивание, до 3-х лет формируются ячейки, до 6 лет полностью заканчивается пневматизация отростка. В хрящевой основе пирамиды на V месяце внутриутробного развития возникает 5 костных ядер, которые сливаются к моменту рождения.

#### 2.4.2.1.5. Теменная кость

Теменная кость (*os parietale*) занимает срединное положение в составе крыши черепа. Это — типичная плоская кость, имеющая две поверхности, четыре края и четыре угла, и своей формой приспособленная к форме покрываемой ею части головного мозга.

Три края теменной кости почти прямолинейны и несут на себе зубцы швов, которыми кость соединена с соседними костями. Передний край граничит с лобной костью по венечному шву (*sutura coronalis*), верхний край

граничит с теменной костью другой стороны черепа, образуя стреловидный шов (*sutura sagittalis*), задний край сходится с затылочной костью, соединяясь с ней с помощью ламбдовидного шва (*sutura lambdoidea*). Нижний край имеет вогнутую форму и заострен для соединения с чешуей височной кости, образуя чешуйчатый шов (*sutura squamosa*).

Из четырех углов теменной кости передненижний сужен в виде клина, внедряющегося между лобной костью и большим крылом основной в том месте, которое называется птерион. Передневерхний угол близок к прямому и лежит в месте пересечения венечного шва со стреловидным, где находится точка, называемая брегмой. Верхнезадний угол округлен и лежит в месте соединения стреловидного и ламбдовидного швов. Это место называется ламбда. Задненижний угол тупой; та его точка, где он соприкасается с сосцевидным отростком и ламбдовидным швом носит название астериона.

На внутренней поверхности теменной кости заметны отпечатки сосудов: ветвей средней артерии мозговой оболочки. Вдоль внутреннего края проходит полужелобок — это половина сагиттальной бороздки для помещения венозной сагиттальной пазухи. По его краю заметны углубления грануляций паутинной оболочки.

Для человека характерно значительное развитие теменных костей, связанное с развитием головного мозга. Они начинают заметно увеличиваться уже у обезьян. Если сравнивать длину теменной кости с длиной основания черепа, то у обезьян отношение между длинами вдвое больше, чем у собак, а у человека в полтора раза больше, чем у обезьян. Внешним выражением быстрого разрастания теменной кости служит поднимающийся над ней теменной бугор, особенно сильно выступающий в детском возрасте. Положение вершины теменного бугра соответствует месту, где начинается процесс окостенения, выступающие теменные бугры на человеческом черепе при рассмотрении сверху более или менее пятиугольную форму.

На 8-ой неделе внутриутробного развития в соединительнотканной пластинке теменной кости возникает по два ядра окостенения, которые сливаются вместе. После рождения углы теменной кости отсутствуют и представлены в виде прослоек соединительной ткани. Только на 2-ом году жизни заканчивается ее окостенение.

#### 2.4.2.1.6. Лобная кость

Лобная кость (*os frontale*) занимает самый передний отдел крыши черепа. Она построена из двух главных частей, соответственно двойной функции, вертикальная часть или чешуя (*squama frontalis*) образует переднюю стенку мозговой полости, горизонтальная часть связана с органом зрения и обоняния. В ней различают две глазничные части (*partes orbitales*), составляющие значительную долю верхних стенок глазниц и заключенную между этими пластинками непарную носовую часть (*pars nasalis*). Между чешуей и глазничной частью находится округленный верхнеглазничный край, несущий небольшую верхнеглазничную вырезку (*incisura supraorbitalis*). Латерально верхнеглазничный край оканчивается крупным выступом — скуловым отростком (*processus zygomaticus*); медиально этот край образует направленный

книзу отросток. Между правым и левым такими отростками заключен носовой край кости для сочленения с носовыми костями и лобными отростками верхне-челюстных костей. Точка, находящаяся в месте пересечения лобно-носового шва со срединной плоскостью, называется нозионом. Она служит пограничной точкой между мозговой и лицевой топографическими частями черепа. Выше нозиона лобная кость образует небольшой выступ вперед, резко выраженный на некоторых черепах с сильным рельефом. Эта выпуклость называется глабеллой и имеет существенное значение при сравнении ископаемых черепов с современными и с черепами высших обезьян.

Латерально от глабеллы справа и слева находятся небольшие возвышения — надбровные дуги (*arcus superciliares*). От скулового отростка лобной кости проходит вверх, а потом назад хорошо выраженный гребень, переходящий дальше в дугообразную височную линию (*linea temporalis*). Она очерчивает на боковой поверхности черепа обширную площадку, намечающую область, занятую у животного и человека височной мышцей. По направлению назад височная линия продолжается на теменную кость. Она служит границей между височной ямкой (*fossa temporalis*) и верхней поверхностью черепной коробки.

Чешуя лобной кости представляет собой широкую, выпуклую вперед пластинку, стоящую более или менее вертикально. Степень выпуклости ее, а также величина наклона к линии горизонта служат важными признаками, характеризующими современный вид человека в отличие от вымерших форм гоминид. У последних лобная кость была уплощена и направлена более наклонно. Приблизительно в центре каждой половины чешуи находится возвышение, хорошо заметное на ощупь. Это — лобный бугор (*tuber frontale*), особенно хорошо выраженный на детских черепах, а также на женских и вообще на черепах нежного сложения. У человекообразных обезьян и вымерших предков человека ледникового периода лобные бугры почти не выражены.

В области надбровной части внутри кости расположена более или менее развитая полость, называемая лобной пазухой (*sinus frontalis*). Лобные пазухи иногда довольно далеко заходят в горизонтальном направлении. С помощью небольшого отверстия лобная пазуха соединяется с носовой полостью. Латерально надбровные дуги не доходят до скулового отростка.

Внутренняя поверхность лобной кости, обращенная в полость черепа, несет по средней линии довольно острый лобный гребень (*crista frontalis*), проходящий от вырезки решетчатой кости до широкой неглубокой сагиттальной бороздки, в которой лежит венозная пазуха. У нижнего конца лобного гребня находится слепое отверстие (*foramen coecum*), куда заходит отросток твердой мозговой оболочки. На внутренней поверхности лобной кости заметны отпечатки мозговых извилин.

Ни одна из костей мозговой коробки не испытала столь значительных изменений в эволюции человека, как лобная. Узкая и уплощенная у древнейших гоминид, эта кость была резко наклонена и образовывала очень покатый, западающий назад лоб. В дальнейшей эволюции наблюдается ее под-



нятие, параллельно с чем увеличивается объем лобных долей мозга; при этом возрастает кривизна чешуи. У современного человека чешуя лобной кости изогнута в виде более или менее правильной дуги. У древних форм лобная кость была расчленена глубоким заглазничным сужением на две части: заднюю — чешую и переднюю — глазничную часть. На ней по краю глазниц от одного скулового отростка до другого проходил один сплошной толстый валик. Он был настолько мощным, что позади него возникала широкая заваликовая борозда, обособляющая чешую от глазничной части. Позднее надглазничный валик стал тоньше, а потом атрофировался в латеральных частях, где верхние края глазниц стали заостренными. Лишь медиальная половина надглазничного валика бывает иногда выражена у современного человека в виде невысокой надбровной дуги (*arcus superciliaris*). Лобные пазухи у некоторых ископаемых гоминид были много обширнее, чем у современных людей.

Лобная кость развивается на основе волокнистой соединительной ткани, за исключением носовой части, которая развивается в хряще. На 8-ой неделе внутриутробного развития в лобных буграх возникают костные точки, соединяющиеся в одну кость в 7-8 лет. Лобная пазуха образуется путем врастания слизистой оболочки из передних ячеек решетчатой кости. У новорожденного имеется пазуха величиной 4 x 3,5 мм, которая ежегодно увеличивается особую группу костей в связи с тем, что имеют другое происхождение в фило- на 1-2 мм. Полного развития пазуха достигает к 25 годам.

#### 2.4.2.2. Кости лицевого черепа

Кости лицевого черепа представляют и онтогенезе, чем кости мозгового черепа. Они образуют вместилища для органов чувств и тесно связаны с дыхательной и пищеварительной системами.

##### 2.4.2.2.1. Верхняя челюсть

Верхняя челюсть (*maxilla*) — парная кость со сложным строением. Она выполняет многообразные функции: участвует в образовании глазничной и носовой полости, служит основой перегородки, отделяющей носовую полость от ротовой, несет 8 зубных ячеек (с каждой стороны), служит местом прикрепления ряда лицевых мышц. Кость состоит из центральной части — тела и четырех отростков. В теле находится воздухоносная полость — верхнечелюстная пазуха или Гайморова полость, сообщающаяся с носовой полостью, подобно лобным пазухам.

От тела отходят четыре отростка: вверх, вниз, внутрь и кнаружи. Идущий вниз альвеолярный отросток несет ячейки, в которых сидят зубы. На его наружной тонкой стенке корни передних зубов образуют заметные выступы; внутренняя стенка, обращенная в ротовую полость, утолщена и таких выступов не несет. Над ячейками последних коренных зубов поднимается треугольное основание скулового отростка (*processus zygomaticus*), направляющегося кнаружи для сочленения со скуловой костью. К основанию этого отростка сходятся три поверхности верхнечелюстной кости: глазничная, лицевая и нижневисочная. Передняя или лицевая поверхность представляется вогнутой на современных черепах (у неандертальцев она была плоской). На

ней видна ямка, лежащая латерально от продольного валика, соответствующего положению корня клыка. Ямка называется клыковой или "собачьей" (*fossa canina*), из ее верхней части на поверхность кости открывается нижнеглазничным отверстием (*foramen infraorbitale*) одноименный канал. Третий – лобный отросток (*processus frontalis*) направлен кверху. Он имеет треугольную форму и своей острой вершиной входит в носовую вырезку лобной кости. Передним краем лобный отросток поддерживает носовые кости, задним — сочленяется со слезной косточкой. На границе лицевой и глазничной поверхностей проходит острый нижнеглазничный край (*margo infraorbitalis*), который продолжается вверх по лобному отростку в виде невысокого слезного гребешка (*crista lacrimalis*). На медиальной поверхности лобного отростка, обращенной к полости носа, находится поперечный валик для прикрепления средней носовой раковины. Ниже его, уже на теле верхнечелюстной кости, располагается другой валик для нижней раковины. Область между этими двумя валиками составляет часть среднего носового хода.

Задняя поверхность верхнечелюстной кости обращена в нижневисочную ямку. Она гладка, выпукла и имеет приблизительно в центре задние альвеолярные отверстия. Медиально к ней прикреплены пластинки крыловидного отростка основной кости, а часть ее, лежащая над местом их прикрепления, является передней стенкой крылонебной ямки (*fossa pterygopalatina*), в которой помещается небно-клиновидный узел (*ganglion sphaenopalatinum*). Глазничная поверхность треугольной формы и слегка вогнута. Своим задним краем она ограничивает нижнеглазничную щель.

Обращенная к полости носа, т.е. медиальная, поверхность, имеет довольно крупное отверстие, ведущее в Гайморову полость. Между этим отверстием и лобным отростком находится ямка, представляющая значительную часть стенки слезного канала (*canalis nasolacrimalis*). На границе медиальной поверхности и альвеолярного отростка находится небный отросток, направленный внутрь. Своим медиальным краем он сходится с небным отростком другой верхнечелюстной кости, образуя по линии соприкосновения невысокий носовой гребень, сочленяющийся с сошником и образующий часть носовой перегородки. Самая передняя его часть выступает в форме передней носовой ости (*spina nasalis anterior*).

Та часть верхнечелюстной, кости, в которой сидят резцы, является, по существу, отдельной нижнечелюстной (*praemaxilla*) костью, рано срастающейся у человека с соседней, верхнечелюстной. У большей части млекопитающих межчелюстная кость представляет собой самостоятельный элемент скелета лица, отделенный заметным швом от соседних костей. У человека этот шов бывает виден лишь в раннем возрасте, у взрослых же иногда сохраняется в качестве вариации. Межчелюстную кость в направлении сверху вниз пронизывает резцовый канал, нижнее отверстие которого хорошо заметно позади средних резцов.

Небные отростки правой и левой верхнечелюстных костей, соединяясь между собой по средней линии, образуют большую переднюю часть твердого неба, задняя часть которого образована пластинками небных костей.

Верхняя челюсть проходит две стадии развития. В ее перепончатой основе на 7-8-й неделе внутриутробного развития появляются два ядра окостенения. Одно из них закладывается под глазничным пузырьком, образуя лобный, скуловой, заднюю часть небного отростка и глазничную поверхность. Второе ядро находится в передней части небного отростка и формирует межчелюстную кость, которая сохраняется у животных в виде самостоятельной кости. На V месяце внутриутробного развития костные ядра окостенения сливаются в одну кость. В альвеолярном отростке заложены зачатки молочных и постоянных зубов. Воздухоносная пазуха возникает на VI месяце внутриутробного развития в виде выпячивания слизистой оболочки среднего носового хода. После рождения полость пазухи увеличивается и к 8-9 годам заполняет почти все тело верхней челюсти.

#### 2.4.2.2.2. Небная кость

Небная кость (*os palatinum*) парная, она примыкает к верхнечелюстной кости сзади. Она представляет собой нежное образование сложной формы, в которой можно выделить горизонтальную и вертикальную пластинки (сообразно двум основным архитектурным задачам, разрешаемым этой костью): она завершает собой оформление твердого неба и участвует в образовании боковой стенки носа. Горизонтальная пластинка (*lamina horizontalis*) соединяется с такой же пластинкой кости другой стороны и образует заднюю треть твердого неба, продолжаясь по средней линии назад в виде заостренной задней носовой ости (*spina nasalis posterior*). Впереди и выше этого отростка горизонтальные пластинки сочленяются с сошником. Перпендикулярная или вертикальная пластинка (*lamina perpendicularis*) составляет часть боковой стенки носовой полости, расположенной непосредственно позади медиальной поверхности верхнечелюстной кости. От верхнего края вертикальной пластинки отходят два отростка: глазничный (*processus orbitalis*), составляющий самый задний отдел дна глазницы, и клиновидный (*processus sphenoidalis*) в виде маленькой пластинки, приложенной к нижней поверхности тела клиновидной кости и достигающей ее крыльев и сошника.

Единственное ядро окостенения возникает в соединительнотканном зачатке кости на 7-й неделе внутриутробного развития. Первоначально окостеневают соединительная ткань перпендикулярной пластинки, а затем — горизонтальной.

#### 2.4.2.2.3. Скуловая кость

Скуловая кость (*os zygomaticum*) парная, она представляет собой важную архитектурную часть лицевого черепа, соединяя его с элементами мозгового. Она имеет слегка выпуклую лицевую поверхность, переходящую в 4 угла и 4 края. Из последних три свободны, а верхнечелюстной край (*margo maxillaris*) и все углы кости сочленяются с соседними костями. Глазничный край переходит в вогнутую глазничную поверхность и составляет нижнебоковую треть стенки глазницы. Нижний край шероховат и служит для прикрепления жевательной мышцы, височный край заострен и неровен, к нему прикрепляется фасция височной мышцы, височный отросток вместе со скуловым

отростком височной кости образует скуловую дугу (*arcus zygomaticus*). Скуловая кость содействует укреплению верхнечелюстной кости на черепе.

Кость проходит соединительнотканную и костную стадии развития. Ядро окостенения появляется на 8 неделе внутриутробного развития.

#### 2.4.2.2.4. Носовая кость

Носовая кость (*os nasale*) парная, она обнаруживается у человека, по сравнению с низшими млекопитающими, признаки недоразвития. Об этом говорит как небольшая величина кости, так и значительная изменчивость формы. Однако, по сравнению с высшими обезьянами, у человека носовые кости хорошо развиты. У орангутана носовые кости представлены небольшим остатком, почти сходящим на нет. Носовые кости несколько больше развиты у шимпанзе, хотя и уступают человеческим. И только у гориллы сравнительно хорошо развиты носовые кости. У человека каждая носовая кость напоминает формой трапецию и соединяется с другой костью носовым швом, не зарастающим в течение всей жизни. Нижним краем носовые кости поддерживают носовой хрящ, на черепе ограничивают верхний край носового отверстия (*apertura piriformis*), а верхним соединяются с лобной костью.

Наружная поверхность носовых костей более или менее седлообразно изогнута, внутренняя (носовая) поверхность несет срединный гребень, который соединяется вверху с носовой остью лобной кости, внизу — с вертикальной пластинкой решетчатой кости. Носовые кости образуют переносье и костную часть спинки носа.

Ядро окостенения в перепончатой соединительной ткани возникает на 9-й неделе внутриутробного развития.

#### 2.4.2.2.5. Сошник

Сошник (*vomer*) — непарная костная пластинка, участвует в образовании перегородки носа. Ее верхний край раздвоен и охватывает при соединении клюв клиновидной кости. Нижний край соединяется с носовым гребнем, образованным при соединении небных отростков верхней челюсти и горизонтальных пластинок небной кости. Передний край соприкасается с перпендикулярной пластинкой решетчатой кости. Задний край кости свободен и разделяет хоаны. На III месяце внутриутробного развития в сошнике появляются перихондрально две точки окостенения.

#### 2.4.2.2.6. Нижняя носовая раковина

Нижняя носовая раковина (*concha nasalis inferior*) — парная пластинка изогнутой формы. Участвует в формировании нижнего носового хода. На IV месяце внутриутробного развития в хряще нижней носовой раковины возникает ядро окостенения.

#### 2.4.2.2.7. Слезная кость

Слезная кость (*os lacrimale*) парная, подобно носовой, испытывает у высших приматов редукцию. Она лежит между бумажной пластинкой решетчатой кости и лобным отростком верхнечелюстной. У низших приматов она настолько развита, что часть ее выходит из полости глазницы на наружную поверхность лица, тогда как у высших форм слезная косточка целиком заключена внутри глазницы, занимая ее передне-внутренний угол.

По виду она похожа на ноготь, но несет вдоль своей поверхности невысокий острый гребень (*crista lacrimalis*), делящий ее поверхность на переднюю и заднюю части. Гребень книзу заканчивается крючком (*hamulus*), который нередко достигает края орбиты. Крючок является остатком той части слезной кости, которая у низших приматов выступает на лицевую поверхность. Лежащая впереди гребня часть латеральной поверхности кости представляет собой слезную ямку (*fossa lacrimalis*) и вместе с соответствующим углублением лобного отростка верхнечелюстной кости заключает в себе слезный мешочек (*sacculus lacrimalis*). Здесь начинается слезно-носовой канал.

#### 2.4.2.2.8. Нижняя челюсть

Нижняя челюсть (*mandibula*) — единственная подвижная кость черепа. Непарная у взрослого, она возникает из парного образования, обе половины которого срастаются вместе по средней линии на втором году жизни. У многих млекопитающих нижняя челюсть всю жизнь остается парной. Каждая половина нижней челюсти возникает в качестве покровной кости, развивающейся вокруг Меккелева хряща, и принимает форму коленчатого образования, состоящего из горизонтальной и вертикальной части. Обе горизонтальные части сливаются в тело нижней челюсти, вертикальные — представляют ее ветви (*ramus*). Угол, под которым ветвь наклонена к телу, близок к  $180^{\circ}$  у эмбриона, снижается до  $150^{\circ}$  к моменту рождения и уменьшается до  $130\text{--}110^{\circ}$  у взрослого. С потерей зубов в старости угол ветви снова увеличивается.

У человекообразных обезьян угол близок к  $90^{\circ}$ , но у шимпанзе несколько больше. На ископаемой гейдельбергской челюсти он немногим больше  $90^{\circ}$ , у неандертальцев же значительно увеличивается. Нижний край тела кости утолщен и округлен и переходит в нижний край ветви, где он более тонкий.

Альвеолярный отросток нижней челюсти несет зубы, причем положение корней большей части их видно по вертикальным вздутиям на передней поверхности челюсти. Когда в старости зубы выпадают, альвеолярный отросток постепенно атрофируется и тело становится тонким и низким. На передней поверхности нижнего конца симфиза челюсти находится небольшая треугольная площадка — подбородочный выступ (*eminentia mentalis*), наличие которого характеризует челюсти современного человека. У неандертальцев этот выступ почти не выражен, а у человекообразных обезьян вместо него имеется загибающаяся назад поверхность переднего края челюсти. Подбородок свойственен только человеку из всех млекопитающих.

На задней стороне симфиза находятся два небольших заостренных бугорка, составляющих подбородочную ость (*spina mentalis*), вместо которых у антропоморфных обезьян находится ямка. В ряду ископаемых челюстей предков человека можно подобрать все переходные формы от свойственной обезьянам ямки, сочетающейся с полным отсутствием подбородка, до развитой ости, которой соответствует выступающий вперед подбородок. Это эволюционное преобразование рельефа задней поверхности симфиза нижней челюсти связано с изменением в способе отхождения мышц языка: у обезьян эти мышцы прикрепляются к нижней челюсти сразу мясистой частью, тогда

как у современного человека — сухожилиями. Второй способ прикрепления открывает гораздо большую возможность для разнообразных и тонких движений этих мышц, участвующих в воспроизведении человеческой речи.

На задней поверхности нижнего края симфиза, по обе стороны от средней линии, находятся небольшие ямки для прикрепления двубрюшной мышцы. Начинаясь ниже подбородочных остей, тянется по внутренней стороне тела постепенно поднимающаяся челюстно-подъязычная линия (*linea mylohyoidea*), которая намечает положение широкой одноименной мышцы, образующей дно ротовой полости. Эта линия у человекообразных обезьян лежит относительно выше. На наружной латеральной стороне тела кости, приблизительно на середине его высоты, под вторым предкоренным зубом, находится небольшое круглое отверстие (*foramen mentale*). Под ним, от нижнего края тела наискось к верхнему, проходит спереди назад косая линия (*linea obliqua*), заканчивающаяся у переднего края ветви.

Ветвь нижней челюсти представляет из себя уплощенную пластинку, несущую на верхнем крае два отростка: передний, заостренный — венечный отросток (*processus coronoideus*) и задний, валикообразный — сочленовный (*processus condyloideus*). Между ними находится округленная вырезка (*incisura mandibulae*). Головка сочленовного отростка входит в сочленовную ямку височной кости. Головка помещается на несколько суженной шейке. На ее медиальной части находится ямка для прикрепления наружной крыловидной мышцы. Венечный отросток служит местом прикрепления височной мышцы, поднимающей нижнюю челюсть при жевании. Угол нижней челюсти (*angulus mandibulae*) округлен и моделирован вследствие образования шероховатостей на его наружной и внутренней поверхностях. Первая служит для прикрепления жевательной мышцы, вторая — для внутренней крыловидной.

Внутри нижней челюсти проходит канал, вход в который находится приблизительно в середине медиальной поверхности ветви. Это отверстие несколько прикрыто небольшим язычком, который слабо развит на челюстях обезьян, вообще внутренняя поверхность челюсти человека моделирована много резче, чем у обезьян, отличающихся гораздо более гладкими челюстями. Современные люди имеют сравнительно с древними гоминидами тонкие и легкие челюсти, что связано со снижением функции зубов, значительная часть которой заменена искусственным приготовлением пищи.

Нижняя челюсть формируется преимущественно из соединительной ткани, развивающейся из I жаберной дуги (меккелев хрящ). На IV месяце внутриутробного развития появляется шесть костных точек, сливающихся в костную пластинку. После рождения ребенка возникают вторичные ядра окостенения в области подбородочного отверстия, на уровне резцов, в шейке нижней челюсти и в основании венечного отростка. Соединение правой и левой половин в единую нижнюю челюсть начинается на 1-ом и заканчивается в конце 2-го года жизни.

#### 2.4.2.2.9. Подъязычная кость

Подъязычная кость (*os hyoideum*) подобно нижней челюсти входит в состав висцерального аппарата, но не в состав черепа. Лишь в некоторых случаях она оказывается спаянной с черепом при посредстве шиловидных отростков. Она помещается под языком в том месте, где горизонтальная часть переднего контура шеи переходит в вертикальную.

Подъязычная кость имеет форму подковы и содержит квадратную среднюю часть — тело и по два отростка с каждой стороны, называемые большими и малыми рогами (*cornua majora et minora*). Подъязычная кость играет большую роль в прикреплении многочисленных мышц шеи. В этой мускулатуре совершенно скрыты малые рога, но большие рога и тело кости легко прощупываются под кожей шеи.

Подъязычная кость развивается из шести парных хрящей, принадлежащих жаберным дугам. Костные ядра возникают на IX месяце внутриутробного развития или после рождения ребенка в теле и отростках подъязычной кости. К 25 годам наступает полное ее окостенение. Она хрупкая и при надавливании может сломаться.

#### 2.4.2.3. Череп как целое

Все кости черепа с помощью швов соединяются в единую черепную коробку. Исключение составляет соединение нижней челюсти с основанием черепа височно-нижнечелюстным суставом и изолированное положение подъязычной кости.

##### 2.4.2.3.1. Наружная поверхность черепа

На своде черепа (*calvaria*), образованном чешуей лобной, затылочной, височной костей, большими крыльями клиновидной кости, парными пластинками теменных костей, видны два лобных, два теменных бугра и затылочный бугор. В области сагиттального шва, а также на месте соединения сосцевидного отростка с теменной костью располагаются отверстия венозных выпускников. На боковой поверхности черепа дугообразно проходит верхняя височная линия (*linea temporalis superior*), которая начинается от лобной кости, пересекает теменную и заканчивается у сосцевидного отростка височной кости.

##### 2.4.2.3.2. Наружное основание черепа

В образовании наружного основания черепа (*basis cranii externa*) принимают участие нижние поверхности лицевого и мозгового черепа. Условно наружное основание черепа подразделяется на три отдела: передний, средний и задний.

Передний отдел начинается от резцов и доходит до заднего края горизонтальных пластинок небных костей, соединяющихся спереди с небными отростками верхней челюсти в костное небо (*palatum osseum*). В нем позади резцов формируется резцовая ямка (*fossa incisiva*), где начинается резцовый канал, ведущий в нижние носовые ходы; по средней линии костного неба имеется шов (*sutura mediana*). Медиальнее заднего края альвеолярной дуги

верхней челюсти находятся большое и малые небные отверстия (*forr. palatina majus et minor*), которые ведут в большой небный канал (*canalis palatinus minor*).

Средний отдел наружного основания черепа находится между твердым небом и передним краем большого затылочного отверстия. По бокам граница проходит по верхнему краю наружного слухового отверстия до сосцевидного отростка. На наружном основании черепа имеются два отверстия, открывающиеся в полость носа. У вершины пирамиды височной кости видно парное рваное отверстие (*foramen lacerum*).

Задний отдел наружного основания черепа располагается от переднего края большого затылочного отверстия до наружного затылочного бугра.

#### 2.4.2.3.3. Внутреннее основание черепа

Внутреннее основание черепа (*basis cranii interna*) топографически разделяется на три ямки.

Передняя черепная ямка (*fossa cranii anterior*) спереди ограничена чешуей лобной кости, сзади — краем малых крыльев клиновидной кости. Дно передней черепной ямки образовано глазничными частями лобной кости, малыми крыльями клиновидной и продырявленной пластинкой решетчатой кости. В полость ямки по средней линии выступает верхняя часть перпендикулярной пластинки — петуший гребень.

Средняя черепная ямка (*fossa cranii media*) находится между задними краями малых крыльев и верхними краями пирамид височных костей, дно ямки образовано телом и большими крыльями клиновидной кости, передними поверхностями пирамид височных костей. Помимо тех отверстий и образований, которые встречались при изучении отдельных костей черепа, в средней черепной ямке у вершин пирамид имеются рваные отверстия, образованные вершинами пирамид, телом и основанием больших крыльев клиновидной кости.

Задняя черепная ямка (*fossa cranii posterior*) образована затылочной костью, задней поверхностью каменистых частей, сосцевидными отростками височных костей, частью тела клиновидной кости и нижнезадними углами теменных костей. В задней черепной ямке есть образования, которые не встречаются на отдельных костях черепа: яремное отверстие (*foramen jugulare*), каменисто-затылочная щель (*fissura petrooccipitalis*), скат (*clivus*).

Яремное отверстие образуется за счет соединения яремных вырезок пирамиды и затылочной кости. Каменисто-затылочная щель располагается между пирамидой и телом затылочной кости. Скат представляет площадку, расположенную на внутренней поверхности тела клиновидной и затылочной костей.

#### 2.4.2.3.4. Глазница

Глазница (*orbita*) — парная полость конической формы с четырьмя стенками, переходящими одна в другую без четко выраженных углов. Вход в глазницу ограничен надглазничными и подглазничными краями.

Верхнюю стенку формируют глазничная часть лобной кости, имеющей форму свода, и малые крылья клиновидной кости. Нижняя стенка представ-



лена глазничной поверхностью верхней челюсти, частично скуловой костью и глазничным отростком небной кости. В построении медиальной стенки глазницы участвуют лобный отросток верхней челюсти, слезная кость, глазничная пластинка решетчатой кости и тело клиновидной кости. Глазница сообщается с полостью черепа через следующие отверстия и щели: канал зрительного нерва, переднее решетчатое отверстие, верхнюю глазничную щель.

#### 2.4.2.3.5. Полость носа

Полость носа (*cavum nasi*) ограничена костями лицевого черепа, имеет входное грушевидное отверстие (*apertura piriformis*) и открывается на наружном основании черепа двумя хоанами. Стенки носовой полости можно рассмотреть только на распиленном черепе по *linea parasagittalis*. На одной половине распиленного черепа сохраняется костная перегородка (медиальная стенка), не всегда располагающаяся строго по срединной плоскости, искривленная вправо или влево.

В построении носовой перегородки участвует сошник, который в задней части соединяется с клювом клиновидной кости, а в верхнепередней части — с перпендикулярной пластинкой решетчатой кости, книзу сошник соединяется с носовым гребнем верхних челюстей и небных костей. Латеральные стенки носовой полости в основном ограничены медиальными поверхностями верхних челюстей, слезных костей, лабиринтами решетчатой кости, нижними носовыми раковинами, перпендикулярными пластинками небных костей и медиальными пластинками крыловидных отростков клиновидных костей. Верхняя стенка носовой полости образована носовыми и лобными костями, горизонтальной пластинкой решетчатой кости, телом клиновидной кости и крыльями сошника, нижняя стенка — небными отростками верхних челюстей и горизонтальными пластинками небных костей.

Тремя парными носовыми раковинами правая и левая полости носа разделяются на верхний, средний и нижний носовые ходы (*meatus nasi superior, medius et inferior*), имеющие форму щелей. Часто при искривлении носовой перегородки правая и левая носовые полости неравны, что отражается на форме и ширине носовых ходов. В верхний носовой ход, находящийся между верхней и средней носовыми раковинами, открываются задние ячейки решетчатой кости, заднее решетчатое отверстие, клиновидно-небное отверстие из крылонебной ямки и отверстие пазухи клиновидной кости. Средний носовой ход длиннее верхнего, располагается между средней и нижней носовыми раковинами. В него открываются пазухи верхней челюсти и лобной кости, передние и средние ячейки решетчатой кости и нижний носовой ход, ограниченный нижней носовой раковиной и твердым небом, открывается и носослезный канал.

#### 2.4.2.3.6. Височная ямка

Височная ямка (*fossa temporalis*) находится на боковой поверхности черепа. Она ограничена сверху нижней височной линией, снизу — подвисочным гребнем и нижним краем скуловой дуги, спереди — скуловой костью, височная ямка заполнена одноименной мышцей.

#### 2.4.2.3.7. Подвисочная ямка

Подвисочная ямка (*fossa infratemporalis*) ограничена спереди височной поверхностью верхней челюсти и скуловой кости, медиально-боковой пластинкой крыловидного отростка, сверху — большим крылом клиновидной кости; снаружи ямка прикрыта ветвью нижней челюсти.

#### 2.4.2.3.8. Крылонебная ямка

Крылонебная ямка (*fossa pterygopalatina*) — парная, представляет треугольную щель, где залегает крылонебный нервный узел; она находится между верхней челюстью и крыловидным отростком клиновидной кости. С медиальной стороны ее ограничивает перпендикулярная пластинка небной кости, с наружной стороны она сообщается с подвисочной ямкой. Крылонебная ямка имеет пять отверстий, посредством которых она сообщается с соседними образованиями: полостью черепа (*foramen rotundum*), ротовой полостью (*canalis palatinus major*), полостью носа (*foramen sphenopalatinum*), наружным основанием черепа (*canalis pterygoideus*), глазницей (*fissura orbitalis inferior*).

### 2.4.3. ОНТОГЕНЕЗ ЧЕРЕПА

Индивидуальное развитие скелета черепа условно можно подразделить на пренатальный и постнатальный периоды.

#### 2.4.3.1. Пренатальный период

Развитие лицевого и мозгового черепа следует рассматривать отдельно, так как они имеют независимые эмбриональные зачатки, особенности строения и функции, хотя топографоанатомически находятся в тесных взаимоотношениях. В построении мозгового черепа принимает участие более древнее образование — основание черепа, проходящее хрящевую стадию развития, с которым связаны капсулы органов чувств и филогенетически более молодые кости свода черепа и лица, окостеневающие на основе перепончатой соединительной ткани. Основание и свод черепа принимают участие в формировании костного вместилища для центральной нервной системы и защищают головной мозг от повреждения.

##### 2.4.3.1.1. Развитие мозговой части черепа

Кости основания черепа проходят три стадии развития: перепончатую, хрящевую и костную.

Первичная сегментация в области головы у эмбрионов наблюдается только в затылочной части, где на уровне заднего мозга появляется скопление мезенхимы вокруг хорды. С ростом мозга развивается и окружающая его мезенхима; ее глубокий листок служит производным мозговых оболочек, а наружный — превращается в перепончатый череп. Перепончатый череп у некоторых водных животных сохраняется на протяжении всей жизни, а у человека встречается только в эмбриональном периоде и после рождения в виде родничков и прослоек перепончатой ткани между костями. В этот период развивающиеся полушария головного мозга не встречаются препятствий со стороны перепончатого черепа.

На 7-ой неделе внутриутробного развития наблюдается превращение перепончатой ткани основания черепа в хрящевую, а крыша и лицевая его часть остаются перепончатыми. Хрящевая ткань основания черепа разделяется на черепные перекладины, лежащие впереди хорды — прехордальные и по краям хорды — паракордальные пластины и капсулы органов чувств. В этот период развития черепа кровеносные сосуды и нервы прорастают его основания и принимают участие в формировании будущих отверстий, щелей и каналов костей основания черепа. Черепные перекладины и паракордальные пластинки срастаются в общую пластинку, которая имеет отверстие на месте будущего турецкого седла, находящегося около переднего конца хорды. Через это отверстие проходят клетки задней стенки глотки, формирующие переднюю долю гипофиза. Общая хрящевая пластинка также срастается с обонятельными, глазными и слуховыми капсулами и с перепончатой крышей черепа. Передний конец хрящевого основания черепа преобразуется в вертикальную пластинку между обонятельными капсулами в виде будущей носовой перегородки.

Позднее, на 8-10-й неделе внутриутробного развития, в хрящевом основании и крыше перепончатого черепа возникают костные точки.

#### 2.4.3.1.2. Развитие лицевой части черепа

Развитие костей лица необходимо рассматривать и сопоставлять с развитием и строением костей водных животных. У них на протяжении всей жизни сохраняется жаберный аппарат, а у эмбриона человека его зачатки существуют сравнительно короткое время. У человека и млекопитающих в стадии развития перепончатого основания и свода черепа закладывается семь жаберных дуг. В этот период лицевой череп имеет много общих черт с черепом акулы.

Различия заключаются в том, что у акулы имеется открытое сообщение между наружными и внутренними жаберными карманами. У эмбриона человека жаберные щели закрыты соединительной тканью. В дальнейшем из жаберных дуг образуются различные органы.

Таким образом, из жаберного аппарата развивается только часть костей лицевого черепа (нижняя челюсть, подъязычная кость, слуховые косточки).

Процесс формирования лицевого черепа прослеживается у эмбриона человека и нижестоящих видов животных. На примере развития черепа можно убедиться, что человек прошел сложный путь эволюционного развития от водного предка до наземного животного. Бальфур и Дорн показали, что голова представляет преобразованный конец тела, который до развития ЦНС имел такое же строение, как и все тело, и был сегментирован. С формированием органов чувств и головного мозга на переднем конце тела и соответствующим преобразованием жаберных дуг в челюстную и подчелюстную дуги отделы позвонков хордальной части головы слились друг с другом и дали основу для черепа. Следовательно, прехордальная и паракордальные пластинки являются преобразованными частями осевого скелета.

#### 2.4.3.2. Постнатальный период

Череп от момента рождения ребенка до конца жизни претерпевает большие изменения. Эти перестройки связаны с теми особенностями реакции соединительной ткани, в частности костей, которые наблюдаются в различные возрастные периоды жизни человека. Нас в первую очередь интересует не изменение внутренней структуры костей черепа, а преобразование его внешней формы, хотя оно наступает под влиянием архитектуры кости. Изменения в черепе условно можно разделить на шесть возрастных периодов.

#### 2.4.3.2.1. Младенческий период

Череп новорожденного имеет следующие характерные черты:

- форма и размеры черепа, соотношение его частей значительно отличаются от черепа взрослого человека;
- число костей больше, чем у взрослого;
- между костями крыши и основания черепа наблюдаются значительные прослойки соединительной ткани и хряща.

Череп новорожденного очень эластичен, так как многочисленные части костей соединены одна с другой прослойками соединительной ткани. Эта особенность несомненно облегчает приспособление головки плода к костно-фиброзному кольцу малого таза женщины во время родов, когда наблюдается захождение краев теменных костей по средней линии друг на друга, а также чешуи лобной и затылочной костей на теменные кости. В результате межтеменной и переднезадний диаметры уменьшаются и увеличивается продольный размен головки. Череп новорожденного имеет долихоцефалическую форму. Окружность головы составляет 34 см, объем у мальчиков — 380 см<sup>3</sup>, у девочек — 360 см<sup>3</sup>. Расстояние между буграми теменных костей равно 9,5 см; расстояние между наружными слуховыми проходами — 6,0 см; затылочно-лобный размер — 11,5 см; затылочно-подбородочный — 13,0 см.

Из этих размеров следует, что во время родов головка не должна проходить затылочно-подбородочным размером через родовые пути, в противном случае возникают осложнения.

При рассмотрении черепа новорожденного спереди отмечается значительное развитие мозговой части черепа по сравнению с лицевой, что составляет 65% длиннотного показателя головы. Лицевой череп короткий и широкий, в нем хорошо развиты глазницы. Это обусловлено тем, что глазное яблоко и вспомогательный аппарат глаза хорошо развиты и подготовлены для восприятия световых раздражений. Верхняя челюсть, имеющая зачаток воздухоносной пазухи и лишенная альвеолярного отростка, небольших размеров. Это, в свою очередь, оказывает влияние на размеры полости носа и носоглотки, которые представлены в виде узкой щели. Только с включением акта сосания и дыхания увеличивается функция мышц, что вместе с пищей и воздухом оказывает формообразующее влияние на кости черепа.

Черепно-мозговые полости новорожденного заметно отличаются от полостей черепа взрослого. Костная ткань наружного слухового прохода отсутствует и барабанная полость со слуховыми косточками, заключенными в соединительную ткань, находится под кожей.

Глазница имеет форму треугольной пирамиды, вход округлый, диаметр его 25-27 мм (у взрослого 35-40 мм), верхняя и нижняя глазничная щели широко открыты. Между костями, образующими глазницу, располагаются заметные прослойки соединительной ткани. Ввиду плохого развития глазничной пластинки решетчатой кости медиальная стенка выражена слабо.

Полость носа представлена щелью высотой 18 мм и шириной 7 мм на уровне нижнего носового хода; на уровне верхнего — ширина 3 мм (у взрослого, соответственно, 54, 15 и 10 мм). Со средним носовым ходом сообщается зачаток воздухоносной пазухи верхней челюсти. Другие пазухи и ячейки решетчатой кости отсутствуют.

Крылонебная ямка выражена хорошо, имеет сообщение с пятью широкими каналами.

Височная ямка ограничена с медиальной стороны чешуей височной кости и большим крылом клиновидной кости. Глубина ямки 12 мм, у взрослого в два раза больше, хотя другие размеры черепа взрослого превосходят размеры черепа новорожденного в несколько раз. Это косвенно свидетельствует о том, что в височной ямке располагаются крупные и хорошо развитые жевательные мышцы.

Многие кости черепа новорожденного, представленные у взрослого в виде одной кости, состоят из отдельных частей. Эту особенность можно объяснить не только тем, что такой мозаичный череп легче приспособливается к форме родового канала, но и тем, что он повторяет свое филогенетическое развитие. У всех животных, стоящих ниже человека на эволюционной лестнице, наблюдается большее число костей в черепе. Сращение костей в черепе взрослого человека обусловлено необходимостью защиты полушарий головного мозга.

Между отдельными костями и их частями наблюдаются большие прослойки перепончатой соединительной ткани и хряща, называемые родничками. Прослойки между костями основания черепа заполнены хрящом.

У новорожденного имеется шесть родничков. Снаружи они покрыты кожей и апоневрозом головы, со стороны полости черепа к ним прилегает твердая мозговая оболочка. В области родничков ощущается пульсация артерий мозга и оболочек, почему эти участки и называются пульсирующими или фонтанирующими, величина и размеры родничков подвержены значительным колебаниям, зависящим от скорости окостенения костей черепа. По времени закрытия родничков можно судить о минеральном обмене и оценивать физическое развитие ребенка.

На черепе новорожденного выделяют следующие роднички:

1. Передний родничок (*fonticulus anterior*) непарный, обычно ромбовидной формы, размером 3,5 x 2,5 см. Ограничен чешуей лобной кости и двумя теменными костями. Замещается костью к концу 2-го года жизни.

2. Задний родничок (*fonticulus posterior*) непарный, находится между чешуей затылочной кости и углами теменных костей, имеет треугольную форму с длинником в 1 см. Окончательное закрытие наблюдается к концу 2-го месяца после рождения.

3. Клиновидный родничок (*fonticulus sphenoidalis*) парный, неправильной прямоугольной формы, размером 0,8 x 1,2 см. Ограничен краем переднего нижнего угла теменной кости, чешуей лобной и височной костей, большим крылом клиновидной кости.

4. Сосцевидный родничок (*fonticulus mastoideus*) парный, несколько меньше предыдущего. В отличие от других родничков закрыт хрящом. Он располагается между нижним задним углом теменной кости, чешуей височной и затылочной костей. Клиновидный и сосцевидный роднички закрываются на 5-м месяце после рождения.

Встречаются еще дополнительные роднички, которые закрываются в первые дни после рождения.

На основании черепа различают прослойки, заполненные хрящом:

1) прослойка парная, ограничена пирамидой височной кости и латеральными частями затылочной кости, заполнена фиброзным хрящом;

2) прослойка парная, находится между верхушкой пирамиды и телом клиновидной кости

3) хрящевая прослойка между телом клиновидной и затылочной костей, в результате формируется скат;

4) хрящевая прослойка между отдельными частями затылочной кости.

#### 2.4.3.2.2. Период первого детства

Период первого детства охватывает возраст от 1 года до 7 лет. Для него характерен активный рост черепа. В первые 6 месяцев после рождения объем мозгового черепа увеличивается в два раза, углубляются черепные ямки. В связи с этим затылочная область выступает. Носовая полость за счет роста верхней челюсти также увеличивается в высоту до 22 мм. На первом году жизни исчезает хрящ в затылочной кости и перепончатая ткань свода черепа. Намечается формирование швов.

От одного года до 2 лет объем мозгового черепа утраивается, а до 5 лет достигает 3/4 объема черепа взрослого человека. Наблюдается равномерный рост мозгового и лицевого черепа, голова становится шире. Основание черепа достигает такой величины, как у взрослого человека. Окончательно формируется диаметр большого затылочного отверстия. Благодаря росту зубов и альвеолярных отростков высота верхней и нижней челюстей увеличивается, что отражается на форме лица, ротовой и носовой полостей. Важным моментом является формирование швов, которые не только скрепляют отдельные кости черепа, но и служат местом их роста в ширину.

По форме швы черепа подразделяются на:

1) зубчатый шов (*sutura serrata*): на одной кости имеются углубления, а со стороны второй кости — выступы, заполняющие эти углубления; такой шов наиболее прочный;

2) чешуйчатый шов (*sutura squamosa*): края двух костей накладываются друг на друга;

3) плоский шов (*sutura plana*): соприкасающиеся поверхности кости шовные или слегка волнистые. Все швы заполнены волокнистой соединительной тканью.

По местоположению в черепе различают сагиттальный, венечный, ламбдовидный и чешуйчатый швы.

Сагиттальный шов (*sutura sagittalis*) у ребенка, по сравнению со взрослыми, длиннее, так как начинается от лобно-носового шва, достигает верхнего угла чешуи затылочной кости. Передняя часть шва, соединяющая половины лобной кости, называется метопическим швом (*sutura metopica*) и закрывается к 5 годам, а задняя часть сагиттального шва остается. Метопический шов встречается у взрослых в 8% случаев.

Венечный шов (*sutura coronalis*) проходит справа налево во фронтальной плоскости на стыке лобной и теменных костей.

Ламбдовидный шов (*sutura lambdoidea*) располагается во фронтальной плоскости на месте соединения затылочной чешуи и теменных костей.

Раннее закрытие этих трех швов приводит к формированию конической формы головы.

Чешуйчатый шов (*sutura squamosa*) формируется при соединении чешуи височной и теменной костей, когда край одной кости накладывается на другую.

Соединение костей лицевого черепа друг с другом и мозговым черепом (за исключением соединения нижней челюсти с височной костью) происходит за счет плоского шва, где края соприкасающихся костей ровные или слегка волнистые. Названия швов, имеющих плоскую форму, составляются из названий костей, их образующих, например: лобно-верхнечелюстной (*sutura frontomaxillaris*), височно-скуловой шов (*sutura temporozygomatica*) и т.д. Соединение небных отростков верхней челюсти называется *sutura palatina mediana*, а соединение горизонтальных пластинок небных костей с небными отростками костей верхней челюсти — *sutura palatina transversa*.

#### 2.4.3.2.3. Период второго детства

Период второго детства, от 8 до 14 лет, характеризуется относительным замедлением роста костей черепа, хотя отмечается значительное увеличение полости носа, верхней челюсти и глазницы.

#### 2.4.3.2.4. Юношеский период

Юношеский период длится от начала полового созревания (14-16 лет) до 20-25 лет, когда заканчивается рост скелета. В этом возрасте развитие черепа полностью завершается, лицевой череп относительно мозгового растет более интенсивно, особенно у мужчин. Увеличивается основание черепа не только в поперечном, но и в переднезаднем направлениях. Оформляются воздухоносные пазухи, бугры, выступы, надпереносье и борозды.

#### 2.4.3.2.5. Стабильный период

Стабильный период (26-45 лет) характеризуется отсутствием изменений размеров черепа. В этот период происходит окостенение швов. У мужчин первым окостеневают задняя часть сагиттального шва, у женщин — венечный шов. Затем закрываются сосцевидно-затылочный и ламбдовидный швы. Последним исчезает чешуйчатый шов. У долихоцефалов облитерация швов наступает раньше, чем у брахицефалов. Редко швы сохраняются на протяжении всей жизни, как, например, у философа Канта — до 80 лет.

#### 2.4.3.2.6. Регрессивный период

Регрессивный период продолжается от момента заращения швов до старости. Для него характерно заметное преобразование лицевого черепа, связанное с выпадением зубов. Отсутствие части или всех зубов приводит к атрофии костного вещества альвеолярных отростков верхней и нижней челюстей. В этом случае форма лица несколько напоминает форму лица новорожденного. Атрофия альвеолярных отростков костей отражается на перестройке твердого неба, нижней и верхней челюстей, суставной ямки и бугорка височной кости, скулового отростка и скуловой кости. У стариков толщина компактной пластинки и губчатого вещества кости уменьшается, череп становится легким, во многих костях (слезные, решетчатые, большие крылья клиновидной кости, барабанная часть височных костей) выявляются дополнительные полости вследствие резорбции костного вещества. Наоборот, чешуя лобной кости на фоне атрофии других костей черепа часто сохраняется и бывает толще. По химическому составу костная ткань у пожилых людей существенно отличается в сравнении с молодыми. При значительной резорбции органических веществ, перестройке архитектоники и увеличении содержания минеральных солей в костях, они приобретают большую хрупкость, ломаются и трескаются при меньшем усилии по сравнению с костями молодого человека.

#### 2.4.4. МОРФОЛОГИЯ ЧЕРЕПА

К отличительным признакам черепа человека сравнительно с черепом шимпанзоидного типа следует отнести увеличение абсолютных и относительных размеров мозгового отдела, повышение и округление свода, ротацию затылочной области черепа назад и вниз, разрастание верхней части чешуи затылочной кости, изменение положения затылочного отверстия, изгиб основания черепа, перестройку рельефа, сокращение лицевого отдела, укорочение неба и уменьшение выпячивания лица, грациализацию нижней челюсти, изменение формы альвеолярных дуг с большим округлением их передних отделов, развитие подбородочного рельефа.

##### 2.4.4.1. Форма черепа

Общую форму черепа можно определить методами краниоскопии и краниометрии. Краниоскопия дает общую характеристику формы черепной коробки, лба, затылка, глазницы, устанавливает асимметрию и т.д. Череп рассматривается по отношению к наблюдателю в различных положениях: *norma verticalis* — со стороны свода, *norma basalis* — со стороны основания, *norma lateralis* — сбоку, *norma facialis* — спереди, *norma occipitalis* — сзади.

При рассматривании сверху форма черепа вписывается в форму эллипса, овоида, пентагоида, сфероида. Рассматривая череп со стороны основания, можно определить его форму в виде овоида или эллипса; со стороны затылка или лица череп имеет бобовидную форму или прямоугольную, либо расширяющуюся вверх или вниз. При рассматривании сбоку оценивается форма надпереносья, носовой вырезки, затылочного выступа и др. Эта описательная характеристика неточна и только дополняет данные, полученные при краниометрии.



Методом краниометрии проводятся многочисленные измерения черепа с точностью до 0,1 мм. В результате измерения получают индексы, на основании которых можно судить о половых и расовых различиях. Например, процентное отношение поперечного диаметра к продольному размеру по данному индексу определяет конфигурацию черепа. Индекс меньше 75,0 характерен для длинной головы — долихокрании, индекс больше 80,0 — для круглой головы — брахикрании, промежуточный индекс (75,0-80,0) типичен для мезокрании.

По процентному отношению высотно-поперечного к высотно-продольному индексу черепа разделяются также на три группы: индекс меньше 70,0 соответствует хемокрании, больше 75,0 — гипсикрании, 70-75 — ортокрании. Первый индекс характерен для низкой черепной коробки, второй — для высокой, третий — для средневысокой.

Важным показателем при определении общей формы черепа является топография лицевого отдела головы и мозгового отдела. При рассмотрении сбоку видно, что лицевой череп выдается в различной степени у каждого человека. Это определяется по лицевому углу, который состоит из двух пересекающихся линий: горизонтальная линия проводится от нижнего края центральных резцовых ячеек альвеолярного отростка верхней челюсти по верхнему краю наружного слухового прохода, вертикальная линия идет от надбровной дуги к началу горизонтальной линии. Между этими линиями измеряется величина лицевого угла, который колеблется от 56 до 72°. Значительное выступание лица (угол около 56°) называется прогнатизмом, малое выступание (угол около 72°) — ортогнатизмом. Лицевой угол у антропоморфных обезьян равняется 28-38°.

#### 2.4.4.2. Индивидуальные особенности черепа

При детальном разборе формы черепа отмечается, что все его кости имеют неповторимые индивидуальные особенности.

Постоянной индивидуальной особенностью является асимметрия половин черепа. Обычно правая половина черепа, ее борозда, шероховатости, бугры, отростки развиты значительно, чем слева. Эту особенность связывают с лучшим развитием соответствующих мышц черепа и тела справа. Довольно часто встречается асимметрия не только лицевого скелета, но и мозгового отдела, что зависит от неравномерного зарастания швов. Изменение формы лицевого и мозгового черепа возможно под влиянием внешних и патологических факторов. При раскопках древних захоронений (особенно сарматов Поволжья, аваров степей Восточной Европы, в Южной Америке) встречаются черепа со следами искусственной деформации, вызванной длительным сдавливанием. У некоторых народов Малайского архипелага и Центральной Африки сохранился обычай, по которому считается красивой "башенная голова". Такая форма придается голове путем тугого бинтования в детском возрасте. Это пример того, как форма черепа легко перестраивается под влиянием внешних факторов.

К индивидуальным особенностям относится и наличие вставочных костей (вормиевые кости), например, на стыке лобной, теменной и затылочной

костей. Эти кости, а также скуловая могут состоять из многих частей. Редко встречается индивидуальная особенность у височной кости в виде развитого отростка позади суставной ямки. Этот отросток очень выражен у шимпанзе и гориллы. Иногда выявляется наличие поперечной кости, лежащей между небной костью и крыловидным отростком клиновидной кости. Она бывает видна со стороны полости рта. В медиальной стенке глазницы, между слезной костью и лобным отростком верхней челюсти, встречается предлобная кость. Ниже носовой вырезки, соответственно положению верхних центральных резцов, бывает иногда самостоятельная межчелюстная кость; она есть у всех животных, а у человека закладывается в эмбриональном периоде и затем срастается с верхней челюстью. В 8% случаев встречается несращение половин чешуи лобной кости.

Угол нижней челюсти очень изменчив: он составляет от 90 до 148°, в среднем 127°. Размеры глазниц, носовой полости, длина и ширина носовых костей подвержены большим колебаниям у каждого индивидуума.

#### 2.4.4.3. Половой диморфизм

Мужской и женский черепа имеют существенные анатомические особенности, отмеченные в 80% случаев. При определении пола по черепу необходимо учитывать расовый тип: то, что характерно для черепа женщин одной расы, может быть свойственно черепу мужчин другой расы.

Важным признаком женского черепа является меньшая толщина костей, чем у мужчин. На черепе женщины не так рельефно выступают бугры и линии прикрепления мышц. Женский череп легче мужского на 10%. Емкость черепной коробки у мужчин в среднем равняется 1500-1550 см<sup>3</sup>, у женщин — 1350-1400 см<sup>3</sup>. У мужчин хорошо развиты надбровные дуги и кости лицевого черепа, поэтому лоб скошен; у них особенно выступает подбородок, шире нос и его корень, больше ширина резцов. У женщин глазницы и их полость больше, продольные оси ближе друг к другу. Задняя черепная ямка больше у мужчин. Длина основания черепа у мужчин по отношению к длине свода составляет 1:4,04; у женщин — 1:4,22.

#### 2.4.4.4. Расовые особенности

Череп имеет некоторые особенности, характерные для рас. У евразийской (европеоидной) расы отмечается значительное выступание носа с высоким переносьем и глубоким корнем, клыковые ямки глубокие. Альвеолярные отростки и передние зубы имеют прямое (вертикальное) положение. Скуловые кости не контурируются и не выступают из общих размеров черепа. Положение лицевого черепа по отношению к мозговому ортогнатическое. Форма черепа больше приближается к брахицефалии.

Череп азиатско-американской расы (монголоида) характеризуется большим лицевым углом (ортогнатия) по сравнению с европеоидной. Заметно уплощение носовых и скуловых костей, причем последние поставлены шире. Клыковые ямки четко не выражены. Череп крупный, имеет брахицефалическую форму.

У экваториальной (австрало-негроидной) расы лицевой угол меньше (прогнатизм). Это зависит от косоного положения альвеолярных отростков и

резцов. Носовые кости уплощены, поставлены широко, корень носа неглубокий. Форма черепа чаще долихоцефалическая.

### **3. ОБЩАЯ СИНДЕСМОЛОГИЯ**

---

Первоначальной формой соединения костей (у низших позвоночных, живущих в воде) являлось сращение их при помощи соединительной ткани, а позднее и хрящевой. Однако такой сплошной способ соединения костей ограничивает объем движения. С образованием костных рычагов движения в промежуточной между костями ткани, вследствие рассасывания последней, стали появляться щели и полости, в результате чего возник новый вид соединения костей — прерывный. Кости стали не только соединяться, но и сочленяться; образовались суставы, позволившие костным рычагам производить обширные движения, необходимые животным, особенно для наземного существования. Таким образом, в процессе филогенеза развились 2 вида соединения костей: первоначальный — сплошной с ограниченным размахом движений и более поздний — прерывный, позволивший производить обширные движения. Отражая этот филогенетический процесс приспособления животных к окружающей среде при помощи движения в суставах, в эмбриогенезе человека развитие соединений костей проходит эти 2 стадии.

Вначале зачатки скелета непрерывно связаны между собой прослойками мезенхимы. Последняя превращается в соединительную ткань, из которой образуется аппарат, связывающий кости. Если участки соединительной ткани, расположенные между костями, окажутся сплошными, то получится сплошное непрерывное соединение костей — синартроз. Если внутри них путем рассасывания соединительной ткани образуется полость, то возникает другой вид соединения — полостной или прерывный диартроз.

Между этими формами существует переходная — от непрерывных к прерывным или обратно. Она характеризуется наличием небольшой щели, не имеющей строения настоящей суставной полости, вследствие чего такую форму называют полусуставом — гемиартроз.

#### **3.1. СНАРТРОЗЫ**

Скелет в своем развитии проходит 3 стадии: соединительно-тканную, хрящевую и костную. Так как переход из одной стадии в другую связан также и с изменением ткани, находящейся в промежутке между костями, то соединения костей в своем развитии проходят те же 3 фазы, вследствие чего различаются 3 вида синартрозов:

1. Если в промежутке между костями после рождения остается соединительная ткань, то кости оказываются соединенными посредством соединительной ткани — синдесмоз;

2. Если в промежутке между костями соединительная ткань переходит в хрящевую, которая остается после рождения, то кости оказываются соединенными посредством хрящевой ткани — синхондроз;

3. Если в промежутке между костями соединительная ткань переходит в костную (при десмальном остеогенезе) или сначала в хрящевую, а затем в костную (при хондральном остеогенезе), то кости оказываются соединенными посредством костной ткани — синостоз.

Характер соединения костей не является неизменным в течение жизни одного индивидуума. Соответственно 3-м стадиям окостенения синдесмозы могут переходить в синхондрозы и синостозы. Последние являются завершающей стадией развития скелета.

### 3.1.1. Синдесмоз

Синдесмоз — соединение костей прослойками соединительной ткани различной толщины. В зависимости от толщины соединительнотканной прослойки синдесмозы подразделяются:

1. Если соединительная ткань заполняет большой промежуток между костями, то такое соединение приобретает вид межкостных перепонки (*membrana interossa*), например, между костями предплечья или голени;

2. Если соединительная ткань приобретает строение волокнистых пучков, то получаются фиброзные связки (*ligamenta*), присутствующие во всех суставах. В некоторых местах (например, между дугами позвонков) связки состоят из эластической соединительной ткани и потому имеют желтоватую окраску;

3. Когда промежуточная соединительная ткань приобретает характер тонкой прослойки между костями черепа, то получаются швы. По форме соединяющихся костных краев различают следующие швы:

- а) зубчатый — зубцы на краю одной кости входят в промежутки между зубцами другой;
- б) чешуйчатый — край одной кости накладывается на край другой;
- в) гладкий — прилегание незазубренных краев.

### 3.1.2. Синхондроз

Синхондроз — непрерывное соединение костей посредством хрящевой ткани и вследствие физических свойств хряща является упругим соединением. Движения при синхондрозе ограничены и имеют пружинящий характер. Они зависят от толщины хрящевой прослойки: чем она толще, тем подвижность больше.

По строению хрящевой ткани (гиалиновой или фиброзной) различают:

- 1. Гиалиновый синхондроз, например, между ребрами и грудиной.
- 2. Волокнистый синхондроз, возникающий там, где сказывается большое сопротивление механическим воздействиям, например, между телами позвонков. Здесь волокнистые синхондрозы в силу своей упругости играют роль буферов, смягчая толчки и сотрясения.

По длительности своего существования синхондрозы бывают:

- 1. Временные — существуют только до определенного возраста, после чего замещаются синостозами, например синхондрозы между эпифизом и метафизом или между тремя костями тазового пояса, сливающимися в единую тазовую кость. Временные синхондрозы представляют вторую фазу развития скелета;

2. Постоянные — существуют в течение всей жизни, например синхондрозы между пирамидой височной кости и клиновидной костью, между пирамидой и затылочной костью.

Если в центре синхондроза образуется узкая щель, не имеющая характера настоящей суставной полости с суставными поверхностями и капсулами, то такое соединение становится переходным от непрерывных к прешовным и называется полусуставом (*hemiarthrosis*), например лонное соединение или лонный симфиз. Полусустав может образоваться и в результате обратного перехода от прерывных к непрерывным соединениям в результате редукции суставов, например, у некоторых позвоночных между телами ряда позвонков от суставной поверхности остается щель.

### 3.1.3. Синостоз

Соединение костей путем костной ткани, которая возникает на месте хряща или соединительнотканых прослоек. Этот вид соединения наиболее прочный, но теряет функцию амортизации. Вот почему у пожилых людей после зарращения швов черепа, уменьшения толщины межпозвоночных дисков и суставных хрящей движения более осторожные, а толчки при ходьбе вызывают более сильное сотрясение головного мозга.

## 3.2. ДИАРТРОЗЫ

Прерывные соединения характеризуются образованием прерывистости, создавая тем самым функциональную непрерывность в скелетной системе. К прерывным соединениям относятся суставы (*articulatio*), у которых на первый план выступает функция движения. В суставах, представляющих в филогенезе более молодые образования, возникшие с выходом животных на сушу, за счет особенностей строения сведены до минимума препятствия движению.

Суставы имеют общий план строения, включающий:

1. Суставную полость (*cavum articulare*), ограниченную суставными поверхностями двух и более костей, заключенных в суставную капсулу. Выделять суставную полость на неповрежденном суставе можно условно, так как между капсулой и суставными концами костей пустоты не существует, а находится синовиальная жидкость.

2. Суставные площадки (*facies articularis*), представляющие у длинных и коротких трубчатых костей эпифизарный конец, окруженный капсулой сустава и находящийся в суставной полости. Суставная площадка у коротких костей может располагаться на теле и отростках, например позвонках. Суставные концы имеют различную форму, что и определяет в какой-то степени характер движения в суставе. Суставная поверхность каждой кости покрыта суставным хрящом толщиной 0,25-4 мм, имеющим гладкую и блестящую поверхность. В суставах, несущих большую нагрузку, хрящ толще. С возрастом наблюдается омельтвление суставного хряща, и его толщина значительно уменьшается/

3. Суставную капсулу (*capsula articularis*), охватывающую суставные концы костей, образуя герметический мешок, который состоит снаружи из фиброзного слоя, а с внутренней стороны представлен синовиальной оболочкой. Эта оболочка покрыта мезотелием, лежащим на рыхлой соединительной ткани. В

рыхлой ткани синовиальной ободочки имеется жировая подкладка, которая в ряде суставов (например, в коленном) образует толстые жировые подушки. Внутренняя поверхность синовиальной ободочки, гладкая и блестящая, местами формирует выросты и складки или образует синовиальные сумки под сухожилиями мышц. Последние уменьшают трение сухожилия о кость. В складках, выростах и под синовиальным слоем капсулы сустава находятся кровеносные сосуды и нервы. Синовиальная оболочка не только выделяет синовиальную жидкость в полость сустава, но и резорбирует ее из полости обратно. Тем самым не только обеспечивается постоянный обмен жидкости, но и поддерживается определенное ее количество (2-3 мл). Синовиальная жидкость прозрачная и вязкая. Свойство вязкости зависит от присутствия в ней мукополисахаридов (гиалуроновая кислота).

4. Суставные диски, или мениски, представляющие пластинки, построенные из гиалинового или фиброзного хряща, находящегося в суставе между суставными концами костей. Диски способствуют увеличению площади соприкосновения суставной поверхности кости и делают сустав более устойчивыми и прочными, а также способствуют увеличению объема движений.

5. Вне- и внутрикапсулярные связки, образованные коллагеновыми волокнами, которые участвуют в скреплении костей и укреплении капсулы сустава, а также обеспечивают направление и торможение движений. Внутрикапсулярные связки покрыты синовиальной оболочкой.

6. Соединительнотканые губы (labrum), имеющиеся в некоторых суставах для большей конгруэнтности.

7. Надколенник, имеющийся в коленном суставе и относящийся к группе сесамовидных костей. Сесамовидные кости способствуют увеличению момента вращения мышцы.

Синовиальная жидкость, заполняющая суставную капсулу и являющаяся неотъемлемой частью любого сустава, выполняет следующие функции:

1. Является прекрасной смазкой, увлажняя суставные поверхности, она уменьшает трение между ними и тем самым предотвращает их преждевременное изнашивание.

2. Укрепляет сустав, создавая силу молекулярного сцепления между суставными поверхностями.

3. Выполняет буферную функцию, смягчая толчки, которые кости испытывают при ходьбе, прыжках и других видах движения.

4. Выполняет трофическую функцию, обеспечивая питание хрящевой ткани.

Исследуя функцию синовиальной оболочки, ученые пришли к выводу, что она работает как биологический насос. В этой оболочке обнаружены узкодифференцированные клетки типа А и В. При этом клетки типа В специализируются на выработке гиалуроновой кислоты, которая и сообщает синовию чудесное свойство способствовать осуществлению движения без трения. Клетки типа А — своеобразные уборщики: они отсасывают из синовиальной жидкости отработанные продукты жизнедеятельности клеток.

### 3.2.1. ФОРМА СУСТАВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Каждый сустав человека имеет определенную геометрическую форму, которая напоминает цилиндр, эллипсоид, шар или сложную гиперболическую поверхность (блоковидный сустав). Форма суставных поверхностей определяет объем движений в суставе, и по ней можно оценивать его функциональные особенности. Главным условием для оценки движений в суставе является разница величин двух суставных поверхностей сочленяющихся костей. Образованию соответствующей суставной поверхности способствуют мышцы, расположенные в виде мышечных групп: сгибатели — разгибатели, приводящие — отводящие и др. Закон о единстве формы и функции без особых доказательств подтверждается на примере строения суставов.

Для понимания особенностей движения в суставах необходимо представить их биомеханическую классификацию.

### 3.2.2. КЛАССИФИКАЦИЯ СУСТАВОВ

Суставы в зависимости от числа костей, участвующих в их формировании, подразделяются на простые и сложные.

1. Простой сустав (*articulatio simplex*) образован суставными поверхностями двух костей. Например, в формировании плечевого сустава участвуют головка плечевой кости и суставная впадина лопатки.

2. Сложный сустав (*articulatio composita*) состоит из трех и более простых суставов, окруженных общей капсулой. Примером может служить локтевой сустав, который складывается из суставных поверхностей плечевой, локтевой и лучевой костей.

3. Комбинированный сустав формируется из двух или более суставов, которые анатомически разобщены, но функционируют одновременно. Примером могут служить правый и левый височно-нижнечелюстные суставы.

По форме и по функции классификация проводится следующим образом. Функция сустава определяется количеством осей, вокруг которых совершаются движения. Количество же осей, вокруг которых происходят движения в данном суставе, зависит от формы его сочленовных поверхностей. Следовательно, между числом осей и формой сочленовных поверхностей имеется полное соответствие: форма суставных поверхностей определяет характер движений сустава и, наоборот, характер движений данного сочленения обуславливает его форму.

#### 3.2.2.1. Одноосные суставы

1. Цилиндрический сустав (*articulatio trochoidea*) является конгруэнтным суставом, в котором форма и величина сочленовных поверхностей соответствуют друг другу и представляют отрезок поверхности тела вращения с одной осью. Классическим примером служит сочленение между локтевой и лучевой костями, где ось вращения проходит от головки лучевой кости к головке локтевой кости. Вокруг этой оси совершается вращение внутрь и наружу.

2. Блоковидный сустав (*ginglymus*) представляет поверхность цилиндра с углублением для соединения с валиком суставной впадины другой кости. Наличие углубления и валика в суставе обеспечивает большую прочность, и движения совершаются только по одной оси, проходящей по длиннику этого

блока. К блоковидным относятся, например, голеностопный и межфаланговые суставы.

3. Винтообразный сустав (*articulatio cochlearis*) представляет разновидность блоковидного. Отличие от последнего заключается в том, что направляющий валик и соответствующее углубление образуют винтообразное направление на цилиндрической поверхности винтообразного сустава. К таким суставам относится локтевой.

#### 3.2.2.2. Двухосные суставы

1. Мыщелковый сустав (*articulatio condylaris*) представляет промежуточную форму эллипсоидного и блоковидного суставов. Такую форму имеют коленный и височно-нижнечелюстной суставы. В коленном суставе движения возможны по двум осям только при согнутом коленном суставе.

2. Эллипсоидный сустав (*articulatio ellipsoidea*) — суставная головка и впадина имеют форму яйца. Движения совершаются по двум осям, проходящим поперечно к длиннику эллипса. Такую форму имеет сустав между затылочной костью и атлантом.

3. Седловидный сустав (*articulatio sellaris*) характеризуется тем, что в нем нельзя различить суставную головку и впадину. Эти седловидные поверхности равнозначны и прилежат перпендикулярно друг к другу. Движения в подобном суставе совершаются по двум взаимно перпендикулярным осям. У человека имеется седловидный сустав между I пястной костью и трапециевидной костью запястья, а также пяточно-кубовидный сустав.

#### 3.2.2.3. Многоосные суставы

1. Шаровидный сустав (*articulatio spherioidea*), в котором суставная головка составляет отрезок шара. Площадка соответствующей суставной впадины значительно меньше. Разница площади суставных поверхностей и обеспечивает размах движений в суставе: они совершаются по тем взаимно перпендикулярным осям, которые можно провести в различных плоскостях, поэтому число движений может быть бесконечно. Как правило, в шаровидных суставах капсула обширна и не укреплена связками, что способствует хорошей подвижности сустава. Например, плечевой сустав, образованный головкой плечевой кости и суставной впадиной лопатки, не имеет связок.

2. Чашеобразный сустав (*articulatio cotylica*) представляет разновидность шаровидного сустава. Он построен так, что головка кости находится в глубокой суставной впадине. На краях ее располагается губа из волокнистой соединительной ткани, которая еще больше охватывает головку кости. Движения совершаются по всем осям, но в меньшем объеме, чем в шаровидном суставе (например, тазобедренный сустав).

3. Плоский сустав (*articulatio plana*) имеет малоизогнутые суставные поверхности, соответствующие друг другу. Эти поверхности представляют отрезки большого шара, поэтому движения в плоских суставах совершаются по всем осям в виде скольжения с незначительным объемом. Плоские суставы образуют сочленения суставных отростков между позвонками. Незначительные смещения многих межпозвоночных суставов, объединяясь, обеспечива-



ют большую амплитуду движений позвоночника, что позволяет производить круговое движение.

4. Полуподвижный сустав (amphiartrrosis) образован равными суставными поверхностями. У таких суставов они конгруентные. Суставы укреплены короткими прочными связками, что ограничивает амплитуду движения до 4-7°. В этих суставах значительно затухают толчки и сотрясения.

## 4. ЧАСТНАЯ СИНДЕСМОЛОГИЯ

---

### 4.1. СОЕДИНЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА

Рядом лежащие позвонки соединяются друг с другом телами, дугами, остистыми, поперечными и суставными отростками.

#### 4.1.1. СОЕДИНЕНИЯ ТЕЛ ПОЗВОНКОВ

За исключением I и II шейных позвонков, крестца и копчика, между телами позвонков имеются толстые прослойки фиброзного хряща толщиной от 2 мм (грудной отдел) до 10 мм (поясничный отдел), названные межпозвоночными дисками (*disci intervertebrales*). До 18-летнего возраста между крестцовыми и копчиковыми позвонками также существует гиалиновый хрящ, который окостеневает.

На разрезе фиброзная ткань межпозвоночного диска располагается кругами по периферии диска. В действительности фиброзные волокна идут в противоположных направлениях, начавшись на одном позвонке в виде спирали, делают поворот и закрепляются в нижележащем позвонке. При вращении позвоночника вправо натягивается одна группа волокон, влево — противоположная. Центральная часть межпозвоночного диска заполнена железиноподобным ядром (*nucleus pulposus*), представляющим остаток хорды. Находясь в центре межпозвоночного диска, т.е. в замкнутом пространстве, и обладая определенным модулем упругости, оно, стремясь расправиться, тем самым раздвигает тела позвонков. У молодых людей после полного отдыха позвоночник удлиняется на 1-3 см за счет утолщения межпозвоночных дисков. Благодаря им позвоночник приобретает упругость, в нем затухают и смягчаются толчки, сотрясения, возникающие при ходьбе и беге. Межпозвоночный диск обладает большой прочностью. При травмах разрыв диска наблюдается редко; чаще ломается тело позвонка.

На всем протяжении позвоночника спереди и сзади тел позвонков проходят продольные связки (*ligg. longitudinalia anterius et posterius*), представляющие два тяжа из коллагеновой ткани. Часть коллагеновых волокон и связок вплетается в межпозвоночные диски, продолжаясь в их кольцевые волокна.

#### 4.1.2. СОЕДИНЕНИЕ ДУГ ПОЗВОНКОВ

Пространства между дугами позвонков, за исключением боковых частей, где проходят спинномозговые нервы и сосуды, заполнены желтыми связками (*ligg. flava*), образованными из эластической ткани. Эти связки хорошо видны со стороны позвоночного канала.

#### 4.1.3. СОЕДИНЕНИЯ ОСТИСТЫХ ОТРОСТКОВ

Различные по размерам промежутки между остистыми отростками заполнены межостистыми связками (*ligg. interspinalia*), имеющими форму тонких перепонки с отверстиями. На верхушках остистых отростков они сливаются в прочную надостную связку (*ligg. supraspinale*). В области шеи надостная связка, начавшись от верхушек остистых отростков, образует треуголь-

ную пластинку, названную выйной связкой (*ligg. nuchae*) и достигающую наружного гребня затылочной кости. Выйная связка с мышцами затылка и шеи удерживает в равновесии голову, у которой центр тяжести проходит впереди атлантозатылочного сочленения, и голова стремится наклониться вперед.

#### 4.1.4. СОЕДИНЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ ОТРОСТКОВ

От верхушки поперечного отростка одного позвонка к верхушке другого перекидываются межпоперечные связки (*ligg. intertransversaria*), которые наиболее развиты в грудном отделе. Эти связки переплетаются с одноименными мышцами.

#### 4.1.5. СОЕДИНЕНИЕ СУСТАВНЫХ ОТРОСТКОВ

Межпозвоночные суставы парные, образуются суставными отростками позвонков, которые, за исключением суставов между I и II позвонками и нижних поясничных позвонков, имеют плоскую форму. Суставные площадки этих суставов соответствуют друг другу. Межпозвоночные суставы во II, III, IV и V поясничных позвонках имеют цилиндрическую форму с вертикальной осью вращения.

#### 4.1.6. СОЕДИНЕНИЕ ВЕРХНИХ ШЕЙНЫХ ПОЗВОНКОВ

Соединение I и II шейных позвонков имеет анатомические и функциональные особенности. В их формировании принимают участие три сустава: срединный атлантоосевой (*articulatio atlantoaxialis mediana*) и парный боковой (*articulatio atlantoaxialis lateralis*). Срединный атланто-осевой сустав образуется суставной ямкой дуги атланта и зубом II позвонка. Зуб удерживается в ямке поперечной связкой (*lig. transversum*), которая перекидывается между внутренними поверхностями латеральных масс атланта, позади зуба II позвонка. Между зубом и связкой залегает синовиальная сумка. Сустав имеет форму цилиндра; вращение в нем происходит вокруг вертикальной оси зуба.

В латеральном атланто-осевом суставе суставные поверхности сферические, что при свободной суставной капсуле и длинных желтых связках обеспечивает движение I позвонка вместе с черепом на  $40^\circ$  вправо и влево. В целом как срединный, так и боковые суставы объединены функционально в единое целое. У человека они хорошо развиты, чему способствовала редукция шейных ребер.

#### 4.1.6. СОЕДИНЕНИЕ ЧЕРЕПА С ПОЗВОНОЧНИКОМ

Атлантозатылочный сустав (*articulatio atlantooccipitalis*) парный, комбинируется из мыщелков затылочной кости и суставной поверхности атланта. Формируется эллипсоидный сустав с сагиттальной и фронтальной осями. Вокруг фронтальной оси совершаются сгибания и разгибания в объеме  $45^\circ$ , по сагиттальной оси — отведение — приведение в пределах  $20-25^\circ$ . Этот сустав укрепляется парными крыловидными связками (*ligg. alaria*). Они начинаются от боковых частей зуба II шейного позвонка, расходятся вверх и в стороны под углом  $60-80^\circ$ , прикрепляясь к внутренней поверхности мыщелков затылочной кости. За счет этих связок и удерживается череп на позвоночнике, а I шейный позвонок, зажатый между черепом и II шейным позвонком выполняет функцию мениска или диска. При разрыве крыловидной связки

зуб II позвонка выходит из-под поперечной связки и разрушает спинной и продолговатый мозг.

Все пять суставов (атлантозатылочные, парные; атлантоаксиальные, боковые, парные; срединный непарный) можно объединить функционально в единый затылочный сустав, где движения совершаются по всем осям, т.е. он выполняет функцию шаровидного сустава.

#### 4.1.7. ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Основание крестцовой кости соединяется с V поясничным позвонком, так же как позвонки друг с другом. Особенностью является большая вырезка межпозвоночного диска в передней части.

#### 4.1.8. КРЕСТЦОВО-КОПЧИКОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Тело V крестцового позвонка соединяется с I копчиковым позвонком за счет межпозвоночного диска. Различие с другими межпозвоночными дисками заключается в том, что вместо желатинообразного ядра имеется полость, подобно полости симфиза лонных костей, которая во время родового акта облегчает отхождение копчика назад. Спереди имеется вентральная крестцово-копчиковая связка (*lig. sacrococcygeum ventrale*), являющаяся продолжением (*lig. longitudinale anterius*) позвоночника. На задней поверхности крестцово-копчикового соединения проходит одноименная глубокая связка (*lig. sacrococcygeum dorsale profundum*), представляющая конечную часть задней продольной связки позвоночника.

Поверхностная крестцово-копчиковая связка (*lig. sacrococcygeum dorsale superficiale*) соответствует измененным желтым связкам, межостистым связкам и капсулам межпозвоночных суставов. Эта связка замыкает отверстие позвоночного канала. От нижнего конца (*crista sacralis lateralis*) к рудименту поперечного отростка копчика проходит парная боковая связка (*lig. sacrococcygeum laterale*). У мужчин после 25 лет она окостеневает.

#### 4.1.9. МЕХАНИЗМ ДВИЖЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА

При изучении соединений позвонков видно, что движения в этих соединениях незначительные, а в сумме возможен большой объем движений. Сгибание и разгибание вокруг фронтальной оси происходит в пределах 170-245°, отведение и приведение вокруг сагиттальной оси — в пределах 110-165°, вращение вокруг вертикальной оси при сидении — 54°, при стоянии — 90-120°. Сочетая эти движения, можно выполнить круговое движение позвоночником. В этом процессе не все его отделы принимают равноценное участие. Поясничная часть от III до V поясничного позвонка практически неподвижна. В этом отделе имеются цилиндрической формы суставы. Ось через них проходит вертикально. В этих суставах происходит вращение туловища вокруг вертикальной оси. Кроме того, характерной особенностью III-V поясничных позвонков является то, что нижележащие суставные отростки находятся латерально от вышележащего отростка и поставлены под углом 15-20° к вертикальной линии. Суставной отросток вышележащего позвонка соприкасается с нижележащим суставным отростком с внутренней стороны и при нагрузке на верхний позвонок в этих суставах происходит заклинивание, что придает большую устойчивость позвоночнику. От IX грудного до III пояс-

ничного позвонка суставные поверхности отростков имеют сферическую форму, поэтому в данном отделе возможны движения по всем осям. Движения от II до IX грудного позвонка самые незначительные. Выполнению движений мешают укрепленные грудиной ребра.

Самой подвижной частью позвоночника являются суставы между V-VII шейными позвонками, которые имеют сферическую форму. Начиная от соединения III позвонка со II шейным и кончая верхним суставом V шейного позвонка, из-за расхождения осей суставов движения невозможны. Эти позвонки образуют стержень для опоры головы.

Таким образом, вращение позвоночником совершается между V-VII шейными позвонками и в области от XI грудного до III поясничного. Из комбинации всех движений складывается круговое движение.

#### 4.2. СОЕДИНЕНИЕ РЕБЕР

Каждое из десяти верхних ребер имеет четыре сочленения: с телами позвонков, поперечными отростками позвонков, с грудной костью и друг с другом. XI и XII ребра имеют сочленение только с телом соответствующего позвонка. I ребро соединяется с грудной костью с помощью хряща.

1. Головки I, XI и XII ребер соединены с ямкой на теле I, XI и XII позвонков. Остальные позвонки имеют полуямки: две полуямки формируют ямку, которая с головкой ребра образует сустав (*articulatio capitis costae*). Полость сустава, за исключением тех, где имеется целая ямка, перегороджена внутрисуставной связкой (*lig. capitis costae intraarticulare*), которая идет от гребешка головки ребра к межпозвоночному диску. Капсула сустава головки ребра снаружи укреплена радиальной связкой (*lig. capitis costae radiatum*). Ее волокна расходятся с головки ребра на тела двух соседних позвонков и межпозвоночных дисков.

2. Реберно-поперечный сустав (*articulatio costotransversaria*) образован бугорками 10 верхних ребер и суставными ямками поперечных отростков. Суставы имеют цилиндрическую форму и укрепляются реберно-поперечной связкой (*lig. costotransversarium laterale*). Первая часть этой связки идет от шейки ребра к поперечному отростку и представляет наиболее прочную связку в этом сочленении. Вторая часть связки находится между боковой частью бугорка ребра и верхушкой поперечного отростка. Верхняя реберно-поперечная связка (*lig. costotransversarium superius*) направляется от шейки ребра к верхушке вышележащего поперечного отростка.

3. Хрящ I ребра не образует сустава и переходит в костную часть грудины. Только у пожилых лиц, когда хрящ становится менее эластичным, в его толще иногда появляется полость, благодаря чему увеличивается подвижность I ребра. Хрящи II-VII ребер соединяются с вырезками грудины, образуя суставы (*articulationes sternocostales*), прикрепленные внутрисуставными связками. От реберных хрящей к грудине проходят укрепляющие лучистые реберно-реберные связки (*lig. sternocostalia radiata*).

4. Передние концы VIII, IX и X ребер не достигают грудины, а, соединяясь друг с другом межхрящевыми суставами, образуют парную реберную дугу (*arcus costarum*), ограничивающую подгрудинный угол (*angulus infrasternalis*),

открытый книзу. Передние концы XI и XII ребер имеют очень короткие хрящи, заканчивающиеся в мышцах брюшной стенки.

### 4.3. СОЕДИНЕНИЕ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА

Соединения костей мозгового черепа осуществляются за счет волокнистой соединительной ткани, образующей у новорожденного роднички, а у детей и взрослых — швы.

Височно-нижнечелюстной сустав (*articulatio temporomandibularis*) формируется за счет соединения головки нижней челюсти и суставной ямки височной кости. В суставе имеется суставной диск (*discus articularis*), который срастается с капсулой сустава и разделяет его полость на верхнюю и нижнюю части.

Головка нижней челюсти имеет форму эллипса. Ось, проведенная по длине суставных отростков, проецируется не строго во фронтальной плоскости. В конечном счете правая и левая оси суставов пересекаются впереди затылочного отверстия под углом  $160^\circ$ .

Суставная ямка значительно больше суставной головки. Ямку ограничивают: спереди — суставной бугорок, сзади — нижняя стенка наружного слухового прохода, снаружи — начало скулового отростка, изнутри — щель между пирамидой и чешуей височной кости, сверху — тонкая костная пластинка, отделяющая от средней черепной ямки полость сустава.

Передняя внутрикапсулярная часть суставной ямки покрыта хрящом до каменисто-барабанной щели (*fissura petrotympanica*). Задняя часть ямки находится вне суставной капсулы, позади этой щели. Площадь суставной ямки в 2-3 раза больше головки нижней челюсти, что обеспечивает большую подвижность височно-нижнечелюстного сустава. На глубину суставной ямки оказывает влияние высота суставного бугорка, который в среднем имеет задний наклон  $35^\circ$ , обращенный в полость сустава. Величина наклона зависит от зубного прикуса. Если условно провести линию, параллельную поверхности наклона суставного бугорка, то она закончится в щели между большими коренными зубами. Поэтому в беззубой челюсти перестраивается наклон суставного бугорка и изменяется глубина суставной ямки, и наоборот, при ношении зубных протезов необходимо время, чтобы форма и глубина суставной ямки перестроились на соответствующий прикус и протез стал более удобным.

Суставной диск (*discus articularis*) построен из фиброзного хряща, сращенного с суставной капсулой. Характерной особенностью его является то, что диск движется вместе с головкой нижней челюсти. Это обусловлено тем, что капсула сустава, находящаяся между диском и шейкой нижней челюсти, более прочная, сильнее натянута, и с внутренней стороны в нее вплетаются пучки латеральной крыловидной мышцы. Эти мышцы и смещают вперед нижнюю челюсть.

Суставная капсула (*capsula articularis*) очень свободная. Внизу прикрепляется к шейке суставного отростка, на основании черепа граница прикрепления капсулы проходит по передней поверхности суставного бугорка, затем с внутренней стороны у *spina angularis* клиновидной кости достигает *fissura*

retrotympanica и с наружной стороны прикрепляется к основанию скулового отростка.

Височно-нижнечелюстной сустав укрепляется единственной латеральной связкой (ligg. lateralis), которая начинается от начала скулового отростка и направляется вниз и назад к шейке мышечного отростка нижней челюсти. Она не только укрепляет сустав, но и тормозит движение назад и в стороны. Выделяют еще три пучка утолщенных фасций, которые подвешивают нижнюю челюсть. Эти пучки условно названы связками. Шило-нижнечелюстная связка (ligg. styiomandibulare) начинается от шиловидного отростка и достигает угла нижней челюсти. Вторая связка, клиновидно-челюстная (ligg. sphenomandibulare), берет начало от spina annularis клиновидной кости и прикрепляется к язычку нижней челюсти. Третья связка, крыловидно-нижнечелюстная (ligg. pterygomandibulare), представляет короткий тонковолокнистый пучок. Она начинается от крючка крыловидного отростка и прикрепляется к основанию язычка нижней челюсти. Все три связки образуют петлю, на которой подвешивается нижняя челюсть, и головка удерживается в суставной ямке.

Нижняя челюсть представляет двуплечий рычаг, а центр ее вращения находится у места прикрепления связок к язычку нижней челюсти. Они также препятствуют выполнению шарнирного движения в суставной ямке при значительном и максимальном опускании челюсти. При этом мышечный отросток вместе с диском вынужден скользить на суставной бугорок.

Оба височно-нижнечелюстных сустава функционируют вместе (комбинированный сустав). Во время акта жевания нижняя челюсть опускается, поднимается, движется вперед и назад, в стороны. Благодаря особому строению суставов возможны разнообразные движения, которые в виде отдельных элементов выполняются в суставах различных животных — жвачных, грызунов и хищников. Головка нижней челюсти у хищников длинником располагается во фронтальной плоскости и глубоко сидит в суставной ямке. Подобное строение допускает только опускание и поднятие челюсти вокруг фронтальной оси. Таким образом, хищники могут пищу только откусывать. Эта функция сохранилась и у человека. Нижняя челюсть опускается и поднимается по дуге в объеме  $35^\circ$ . Жвачные животные имеют плоский нижнечелюстной сустав. При подобном строении осуществляются в основном боковые движения челюсти, направленные на перетирание грубой растительной пищи коренными зубами. У человека суставная ямка заполнена диском, который обеспечивает смещение нижней челюсти в стороны и жевание. У грызунов суставная головка нижней челюсти повернута на  $90^\circ$  по сравнению с хищниками и в виде валиков длинниками располагается в желобообразных ямках в сагиттальной плоскости. При подобном строении возможны движения челюсти вперед и назад. Эти движения ограничивают резцы. У человека также возможны движения нижней челюсти вперед и назад с общим размахом от 8 до 12 мм за счет смещения диска. Таким образом, при анализе движений челюсти различных видов животных мы видим, что височно-

нижнечелюстной сустав человека является универсальным. Это обеспечивается суставным диском и особым прикреплением мышц.

Характер движения в височно-нижнечелюстном суставе зависит от величины опускания челюсти. При незначительных движениях — опускание челюсти на 1-1,5 см (тихая речь) — суставные головки вращаются в суставной ямке вокруг фронтальной оси. При выполнении более значительного движения, когда расстояние между резцами увеличивается до 4 см, наблюдается не только вращение головки в задней части сустава, но и движение ее вместе с суставным диском на середину суставного бугорка.

При максимальном опускании нижней челюсти ее суставная головка в конечном счете на вершине суставного бугорка выполняет завершающее шарнирное движение. Дальнейшее скольжение суставного диска и суставной головки задерживается за счет напряжения латеральной связки. При опускании нижней челюсти головка вместе с диском может сместиться с вершины суставного бугорка вперед. В этом случае возможен вывих нижней челюсти.

Боковые движения совершаются при одностороннем смещении головки и диска вперед, а в противоположной стороне сустава происходит поворот вокруг вертикальной оси головки. Чередование боковых движений в объеме 15° с опусканием и подниманием челюсти формирует акт жевания. Нижняя челюсть при этом описывает линию в виде овала с большим вертикальным диаметром.

#### 4.4. СОЕДИНЕНИЕ КОСТЕЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

##### 4.4.1. СОЕДИНЕНИЕ КОСТЕЙ ПОЯСА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

###### 4.4.1.1. Соединение ключицы

Ключица — единственная кость, соединяющая пояс верхней конечности с костями туловища. Ее грудинный конец вставлен в ключичную вырезку грудины, образуя *articulatio sternoclavicularis*, и имеет седловидную форму. Благодаря *discus articularis*, представляющему преобразованную *os episternale* низших животных, формируется шаровидный сустав. Сустав укрепляется четырьмя связками: сверху расположена межключичная связка (*ligg. interclaviculare*) (проходит над яремной вырезкой между грудинными концами ключицы); снизу — реберно-ключичная связка (*lig. costoclaviculare*) (развита лучше других). Она начинается от ключицы и прикрепляется к I ребру. Имеются также передняя и задняя грудино-ключичные связки (*lig. sternoclavicularia anterius et posterius*). При смещении пояса верхней конечности движения осуществляются в этом суставе: по вертикальной оси — вперед и назад, вокруг сагиттальной оси — вверх и вниз. Возможно вращение ключицы вокруг фронтальной оси. При объединении всех движений акромиальный конец ключицы описывает круг.

Акромиально-ключичный сустав (*articulatio acromioclavicularis*) соединяет акромиальный конец ключицы с акромионом лопатки, образуя плоский сустав. В суставе очень редко (1% случаев) встречается диск. Сустав укрепляется *lig. acromioclaviculare*, которая находится на верхней поверхности ключицы и перекидывается на акромион. Вторая связка (*lig. coracoacromiale*), расположенная между акромиальным концом ключицы и основанием клюво-



видного отростка, находится вдали от сустава и удерживает ключицу у лопатки. Движения в суставе незначительные. Смещение лопатки вызывает смещение и ключицы.

Собственные связки лопатки не имеют отношения к суставам и возникли в результате утолщения соединительной ткани. Наиболее хорошо развита клювовидно-акромиальная связка (*lig. coracoacromiale*), плотная, в форме арки, в которую упирается большой бугорок плечевой кости при отведении руки более чем на 90°. Короткая верхняя поперечная связка лопатки (*lig. transversum scapulae superius*) перекидывается над вырезкой лопатки, иногда в пожилом возрасте окостеневаает. Под этой связкой проходит надлопаточная артерия.

#### 4.4.2. СОЕДИНЕНИЕ КОСТЕЙ СВОБОДНОЙ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

##### 4.4.2.1. Плечевой сустав

Плечевой сустав (*articulatio humeri*) образован суставной впадиной лопатки и головкой плечевой кости. Это типичный шаровидный сустав, в котором суставная площадка головки больше, чем суставная площадка впадины лопатки (в поперечном направлении — в 2 раза, в вертикальном — на 2/3). Конгруэнтность в суставе в какой-то степени компенсируется за счет губы (*labrum glenoidale*), которая состоит из хряща и располагается по краям суставной впадины.

Суставная капсула свободная, начинается от костного края суставной впадины и прикрепляется к анатомической шейке плечевой кости. В области межбугорковой борозды сумка перекидывается над бороздой между буграми, образуя мостик, под которым проходит сухожилие длинной головки двуглавой мышцы плеча. Это единственный сустав, где сухожилие мышцы проходит в его полости. В области межбугорковой борозды синовиальный слой суставной капсулы окружает сухожилие, затем переходит на кость. Тем самым образуется синовиальный выворот, который облегчает движение сухожилия мышцы в борозде. Второе выпячивание синовиальной сумки располагается на передней поверхности плечевого сустава, проникает между шейкой лопатки и сухожилием подлопаточной мышцы (*bursa subtendinea m. subscapularis*).

Плечевой сустав связок не имеет, но фиброзный слой суставной капсулы толще в верхней ее части, чем в других отделах. Функцию связок выполняют мышцы, которые прикрывают сустав спереди, сверху и сзади, срастаясь с капсулой сустава. Со стороны подмышечной ямки мышцы отсутствуют, и у худых субъектов через нее можно прощупать головку плечевой кости. Особенно это легко выполнить при вывихе плечевого сустава. Мышцы, обладая постоянным мышечным тонусом, особенно при сокращении, развивают значительную силу, часть которой идет на компрессию в суставах. У пожилых и ослабленных болезнью лиц, когда уменьшается тонус мышц, возможны вывихи в плечевом суставе.

Благодаря шарообразной форме и отсутствию тормозящих механизмов в плечевом суставе совершаются разнообразные движения. Наиболее значительные движения отмечаются: вокруг фронтальной оси (сгибание). Даль-

нейшее отведение возможно только за счет вращения лопатки в объеме  $65^\circ$ . При отведении руки до вертикальной линии ( $180^\circ$ ) происходит еще и сгибание позвоночника в противоположную сторону до  $30^\circ$ . При поднимании обеих рук грудной кифоз позвоночника несколько выправляется, а поясничный лордоз усиливается. Вращение плечевой кости вокруг вертикальной оси совершается в объеме  $90-100^\circ$ . Как правило, сочетание движений плечевого сустава, лопатки и ключицы обеспечивает выполнение кругового движения верхней конечности на  $360$ . Подобная свобода пояса верхней конечности и плечевого сустава является важной, так как обеспечивает условия для быстрого перемещения верхней конечности с большим размахом.

#### 4.4.2.2. Локтевой сустав

Локтевой сустав (*articulatio cubiti*) представляет собой сложное соединение, состоящее из трех суставов с общей суставной капсулой. В локтевой сустав входят: плечелоктевой (*art. humeroulnaris*), плечелучевой (*art. humeroradialis*) и проксимальный лучелоктевой (*art. radioulnaris proximalis*) суставы.

Плечелоктевой сустав образован блоком плечевой кости и блоковой вырезкой локтевой кости с направляющим валиком. Углубление на блоке имеет винтовое склонение  $3,6^\circ$  к середине от продольной линии. Фронтальная ось сустава также располагается не строго во фронтальной плоскости, а имеет наклон около  $4^\circ$ . Поэтому предплечье при сгибании направляется к середине груди. Объем движений в плечелоктевом суставе возможен до  $140^\circ$ .

Плечелучевой сустав формируется соединением головки мыщелка плечевой кости и ямки на головке лучевой кости. По форме это шаровидный сустав, но движения совершаются только вокруг двух осей: по фронтальной — сгибание и разгибание до  $140^\circ$ , по вертикальной — вращение на  $120-140^\circ$ . Движение по сагиттальной оси невозможно, так как лучевая кость соединена с локтевой.

Проксимальный лучелоктевой сустав имеет форму цилиндра. Он образован окружностью головки лучевой кости и вырезкой на локтевой кости. Возможно вращение по вертикальной оси лучевой кости при выполнении движений кнаружи (*supinatio*) и внутрь (*pronatio*) на  $120-140^\circ$ .

Суставная капсула на плечевой кости прикрепляется по краям суставной поверхности. Особенностью является то, что ямка локтевого отростка и венечная ямка (*fossae olecrani et coronoidea*) оказываются заключенными в полость сустава. В этих ямках находятся и синовиальные выпячивания капсулы сустава, куда помещается локтевой отросток при разгибании и венечный отросток при сгибании. Синовиальная сумка в ямках содержит жировые подушки, многочисленные складки и ворсины. Внизу, т.е. на лучевой кости, суставная капсула (фиброзный слой) срастается с кольцевой связкой, а синовиальный слой достигает шейки лучевой кости, срастается с надкостницей и обеспечивает герметизацию капсулы. На локтевой кости капсула прирастает по краю блоковой вырезки. При сгибании в локтевом суставе в передней части суставной капсулы появляются складки, которые должны были бы ущемляться в суставной щели, однако этого не происходит из-за натяжения сус-

тавной капсулы плечевой мышцей (*m. brachialis*), которая и оттягивает ее при сгибании. При разгибании капсулу оттягивает локтевая мышца (*m. anconeus*).

В локтевом суставе имеется две коллатеральные связки: локтевая и лучевая (*lig. collateralia ulnare et radiale*), которые срастаются с фиброзным слоем суставной капсулы. Поэтому на препарате эти связки видны неотчетливо. Локтевая связка начинается от внутреннего мыщелка плечевой кости, затем веерообразно расходится и прикрепляется по краям блоковой вырезки. Лучевая коллатеральная связка идет от наружного мыщелка плечевой кости, на уровне шейки лучевой кости делится на переднюю и заднюю части. Обе ветви охватывают шейку лучевой кости и прикрепляются к переднему и заднему краям лучевой вырезки локтевой кости, формируя кольцевую связку (*lig. anulare radii*). Связки локтевого сустава сильно натянуты и плохо контурируются на поверхности фиброзного слоя суставной капсулы.

#### 4.4.2.3. Соединение костей предплечья

Головка лучевой кости и лучевая вырезка локтевой кости образуют *articulatio radioulnaris proximalis*, который описан с локтевым суставом потому, что он входит в его состав, а функционально объединен со вторым подобным же суставом, расположенным на дистальном конце предплечья.

Дистальный лучелоктевой сустав (*articulatio radioulnaris distalis*) формируется суставной окружностью головки локтевой кости и вырезкой лучевой. Форма сустава цилиндрическая, движения возможны только по вертикальной оси. От локтевой вырезки лучевой кости к шиловидному отростку локтевой кости отходит фиброзный хрящ треугольной формы, который выполняет функцию суставного диска (*discus articularis*). Диск верхней стороной ограничивает полость *articulatio radioulnaris distalis*, а нижней — *articulatio radiocarpea*.

Капсула сустава очень свободна и на дорсальной стороне значительно толще, прикрепляется по краям суставных поверхностей. Между лучевой и локтевой костями имеется синовиальная сумка. Связки в этом суставе отсутствуют.

Суставы между костями предплечья обеспечивают вращение лучевой кости вокруг локтевой. Эти движения уже описаны — вращение кнаружи (*supinatio*) и вращение внутрь (*pronatio*). Оба сустава функционируют всегда вместе, образуя комбинированный сустав. Единственная ось проходит через головку и шейку лучевой кости и продолжается на головку локтевой кости. Лучевая кость, перемещаясь, описывает около локтевой кости дугу в  $140^\circ$ , а вместе с предплечьем движется и кисть. Если к этому присоединить вращение плечевой кости, то получится объем движений в сумме около  $220-360^\circ$ , что очень важно для выполнения многообразных движений верхней конечности. Способность лучевой кости вращаться вокруг локтевой с помощью специальных мышц, наличие связок, укрепляющих проксимальный лучелоктевой сустав, и суставного диска в дистальном лучелоктевом суставе характерны только для человека и связаны с его трудовой деятельностью.

В соединении костей предплечья преимущественное значение имеет межкостная перепонка (*membrana interossea*), состоящая из коллагеновых во-

локон. Эта перепонка, натянутая между гребнями локтевой и лучевой костей, удерживает их, не стесняя движений лучевой кости. В верхней части предплечья в межкостной перепонке имеется отверстие для прохождения задней межкостной артерии. Сверху это отверстие ограничено не мембраной, а утолщенным фиброзным пучком, названным *chorda obliqua*.

#### 4.4.2.4. Соединение костей кисти

1. Лучезапястный сустав (*articulatio radiocarpea*). Образован с одной стороны суставной поверхностью, находящейся на расширенном конце лучевой кости, и суставным диском, который дополняет дистальный короткий эпифиз локтевой кости, с другой — суставными поверхностями трех костей запястья: *ossa scaphoideum, lunatum et triquetrum*, которые, соединяясь между собой межкостными связками, формируют эллипсоидную суставную поверхность. У многих млекопитающих сустав между предплечьем и кистью имеет форму цилиндра с фронтальной осью вращения, а не эллипса, как у человека. У животных в этом суставе возможно только сгибание и разгибание, а у человека — сгибание, разгибание, отведение и приведение. У млекопитающих дистальный лучелоктевой сустав отсутствует. С появлением вращения лучевой кости вокруг локтевой (*supinatio et pronatio*) развивается дистальный лучелоктевой сустав, что и привело к редукции нижнего конца локтевой кости. На редуцированном конце этой кости остается шиловидный отросток, а свободное от кости пространство замещается треугольной формы суставным хрящом. На этом примере хорошо видны взаимоотношения функции органа и его анатомического строения. Новые функциональные особенности верхней конечности привели к перестройке и изменению формы соединения костей предплечья. С другой стороны, анатомическая перестройка соединения привела к преобразованию функции. Эти процессы взаимосвязаны и в историческом развитии человека постоянно взаимодействуют.

Суставная капсула лучезапястного сустава свободна и тонка, начинается по краям суставных поверхностей, костей и суставного диска. Сумка подкрепляется тонкими связками, построенными из коллагеновых волокон с примесью большого числа эластических волокон. Иногда суставная полость лучезапястного сустава сообщается с полостью дистального лучелоктевого сустава или среднезапястного сустава.

В лучезапястном суставе связки делятся на тыльные, ладонные и коллатеральные. Тыльная лучезапястная связка (*lig. radiocarpeum dorsale*) вверху начинается от нижнего конца лучевой кости, прикрепляется на костях первого ряда запястья (*ossa scaphoideum, lunatum et triquetrum*), однако большая часть связки подходит к *os triquetrum*.

Ладонная лучезапястная связка (*lig. radiocarpeum palmare*) выражена лучше, чем предыдущая, начинается от шиловидного отростка и края суставной поверхности лучевой кости и прикрепляется по средней линии к костям первого ряда костей запястья, в ней различают два пучка связок, которые прикрепляются к *os lunatum* и далее, перекинувшись через *articulatio mediocarpea*, заканчиваются на бугристости *os capitatum*. Общее направление волокон лучезапястной ладонной связки будет перпендикулярно направле-

нию волокон тыльной связки, т.е. по диагонали от бокового края лучевой кости к медиальному краю запястья.

Ладонная локтезапястная связка (*lig. ulnocarpeum palmare*) выражена слабо, начинается от шиловидного отростка локтевой кости и радиально расходится к костям первого ряда запястья.

Лучевая коллатеральная связка запястья (*lig. collaterals capri ulnare*) в виде тонкого пучка берет начало от верхушки шиловидного отростка лучевой кости и заканчивается на *os scaphoideum*.

Локтевая коллатеральная связка запястья (*lig. collaterale capri ulnare*) начинается от *processus styloideus ulnare* и прикрепляется к *os tryguetrum* и *os pisiforme*. Лучезапястный сустав функционально связан с *articulatio mediocarpea*. Движения этих суставов рассматриваются вместе.

2. Среднезапястный сустав (*articulatio mediocarpea*). Образуется суставными поверхностями дистального и проксимального рядов костей. Суставная щель на фронтальном разрезе кисти имеет форму латинской буквы *s*. Если срединной продольной линией разделить кисть на две части, то получаются как бы два парных шаровидных сустава. Один из них будет на лучевой стороне и с проксимального конца образует головку за счет *os scaphoideum*. С дистальной стороны суставная ямка образуется за счет *ossa trapezium et trapezoideum*. Второй сустав расположен на локтевой стороне и в проксимальном отделе образует суставную ямку за счет *ossa lunatum et triguetrum* и медиальной части *os scaphoideum*.

Головку этого сустава составляют *ossa capitatum et hamatum*, расположенные дистально.

Суставная капсула прикрепляется по краям суставных поверхностей проксимального и дистального рядов костей запястья.

В укреплении среднезапястного сустава принимают участие лучистая связка запястья (*lig. capri radiatum*), которая начинается от головки *os capitatum* и заканчивается на костях проксимального ряда запястья.

3. Межзапястные суставы (*articulationes intercarpeae*) мелкие, плоские, находятся между костями запястья. Их суставные полости сообщаются с *articulatio mediocarpea*. Суставы укрепляются многочисленными межкостными связками (*ligg. intercarpea interossea*).

При комбинации движений, возникающих в эллипсоидном лучезапястном и среднезапястном суставах, дополненных движениями межзапястных суставов, образуется один функциональный сустав с двумя осями движения. Первая ось проходит от дорсальной поверхности шиловидного отростка лучевой кости через центр головки *os capitatum* и заканчивается на *os pisiforme*. Вокруг этой оси совершается сгибание на  $70-85^\circ$ , из которых  $40-55^\circ$  приходятся на лучезапястный и  $30^\circ$  — на среднезапястный суставы. Разгибание также возможно до  $45-85^\circ$ ; в том числе  $15^\circ$  приходятся на лучезапястный и  $30-70^\circ$  — на среднезапястный суставы. Таким образом, разгибание преимущественно осуществляется в среднезапястном суставе. Сагиттальная ось пересекается с предыдущей в области головки *os capitatum*. Вокруг сагиттальной оси совершается приведение кисти на  $40^\circ$  большей частью за счет

лучезапястного сустава. Отведение кисти возможно на  $20^\circ$  за счет среднезапястного сустава, так как в лучезапястном суставе движение останавливается массивным шиловидным отростком лучевой кости.

Чередование сгибания, разгибания, приведения и отведения позволяет выполнить вращение кисти по кругу (*circumductio*).

4. Сустав гороховидной кости (*articulatio ossis pisiformis*) выделяется самостоятельно в группе межзапястных суставов, так как в 70% случаев существует самостоятельно, а в остальных — сообщается с *articulatio radiocarpea*. Сустав образован суставной площадкой *os trigyetrum* и плоской площадкой *os pisiforme*. Незначительные скользящие движения совершаются в различных направлениях. Сустав гороховидной кости не участвует в движениях кисти, так как эта кость является сесамовидной и включена в сухожилие *m. flexor carpi ulnaris*. Часть сухожилия от гороховидной кости до места прикрепления получила название связок: *lig. pisohamatum* и *lig. pisometacarpeum*. Первая связка заканчивается на крючковидной кости, вторая — на основании III — V пястных костей.

5. Запястно-пястные суставы (*articulationes carpometacarpeae*) соединяют два отдела кисти, где суставные поверхности *ossa hamatum, capitatum et trapezoideum* и основания II — V пястных костей формируют неправильной формы суставную щель. Капсулы суставов сильно натянуты и укреплены *lig. carpometacarpea dorsalia et palmaria*. Движения в этих суставах незначительные, в пределах  $5-10^\circ$ , поэтому они относятся к типу тугоподвижных соединений (*amphiarthrosis*). V пястная кость более подвижна ( $20^\circ$ ).

Кости второго ряда запястья и четыре пястные кости составляют твердую основу кисти, где на проксимальном и дистальном концах существуют более подвижные суставы.

Особое место среди запястно-пястных суставов занимает соединение I пястной кости с *os trapezium*, которое называется *articulatio carpometacarpea pollicis*. Суставная капсула свободная, полость сустава не сообщается с другими суставами, суставные поверхности имеют седловидную форму. Это единственный сустав с такой формой, встречается только у человека. Благодаря седловидному суставу удается не только производить сгибательные и разгибательные движения, но и противопоставлять I палец всем другим, что дает возможность захватить орудие труда. Суставная капсула свободная и очень тонкая, укреплена слабыми связками с тыльной и ладонной сторон.

Движения I пястной кости совершаются вокруг двух осей. Фронтальная ось располагается не строго поперечно и проецируется от многоугольной кости на головку локтевой кости, т.е. располагаясь к классической фронтальной оси под углом  $45^\circ$ . Около этой оси совершаются противопоставление (*oppositio*) и обратное движение (*repositio*) в объеме  $35-40^\circ$ , отведение и приведение на  $45-60^\circ$ . Седловидный сустав позволяет выполнять и круговые движения I пальцем и пястной костью.

6. Межпястные суставы (*articulationes intermetacarpeae*) сформированы суставными площадками оснований четырех пястных костей и представляют узкие щели, сообщающиеся с *articulationes carpometacarpeae*. Рядом лежащие

пястные кости сращены межкостными связками (*lig. metacarpea interossea*); особенно хорошо они развиты между *os capitatum* и *os hamatum*, а от них направляются к основаниям IV и V пястных костей. Движения в этих суставах незначительные.

7. Пястно-фаланговые суставы (*articulationes metacarpophalangeae*) формируются головками пястных костей и ямками на основаниях проксимальных фаланг, образуя шаровидные суставы.

Суставная капсула свободная и тонкая, движений не ограничивает. Движения в суставах ограничиваются коллатеральными связками.

Связки располагаются по бокам костей фаланг — *lig. collateralia*.

Вокруг фронтальной оси возможно сгибание и разгибание в объеме  $90^\circ$ , по сагиттальной оси — приведение и отведение с размахом  $40^\circ$ . Кроме этих движений, возможно круговое движение пальцев.

Пястно-фаланговый сустав I пальца имеет блоковидную форму. Движения возможны вокруг фронтальной оси в объеме  $70^\circ$ .

8. Межфаланговые суставы (*articulationes intermetacarpeae*) находятся между костями фаланг пальцев и имеют блоковидную форму; следовательно, движения возможны вокруг фронтальной оси. Суставная капсула тонкая, укреплена двумя коллатеральными связками (*lig. collateralia*), тормозящими боковые движения. В межфаланговых суставах возможно сгибание и разгибание в пределах от  $90$  до  $180^\circ$ .

#### **4.5. СОЕДИНЕНИЕ КОСТЕЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ**

##### **4.5.1. СОЕДИНЕНИЕ КОСТЕЙ ПОЯСА НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ**

###### **4.5.1.1. Таз**

К поясу нижней конечности относится тазовая кость (*os coxae*), парная, плоская, соединяющаяся с крестцом и нижними конечностями. Вместе с крестцом они формируют таз (*pelvis*), в котором располагаются внутренние органы.

1. Крестцово-подвздошный сустав (*articulatio sacroiliaca*) парный, по форме плоский, малоподвижный, так как соединяются две одинаковые по размерам ушковидные поверхности тазовой и крестцовой костей.

Суставная капсула прочная, сильно натянута и сращена с окружающими связками.

Наиболее прочными считаются межкостные крестцово-подвздошные связки (*ligg. sacroiliaca interossea*). Они в виде коротких пучков заполняют щель, образованную бугристостью крестца и подвздошной кости. Спереди крестцово-подвздошный сустав укрепляется вентральными связками (*ligg. sacroiliaca ventralia*), сзади — дорсальными (*ligg. sacroiliaca dorsalia*).

В верхней части таза имеется большая подвздошно-поясничная связка (*lig. iliolumbale*), натянутая между задней частью подвздошного гребня и поперечным отростком V поясничного позвонка.

Движения в этом суставе ограничены, достигают  $4-7^\circ$ , у беременных — до  $13^\circ$ .

2. Лобковое соединение (*symphysis pubica*) образуется за счет соединения лобковых частей тазовых костей; в центре его имеется полость — полу-

сустав, который залегает в толще волокнисто-хрящевого межлобкового диска (*discus interpubicus*). В области лобкового хряща выделяются и коллагеновые пучки утолщенной надкостницы, получившие название верхней лобковой связки (*lig. pubicus superius*) и дугообразной связки лобка (*lig. arcuatum pubis*); так как движения в этом сращении ограничены, то и связки развиты слабо.

Связки тазовых костей:

а) Запирательная мембрана (*membrana obturatoria*) парная, почти полностью закрывает одноименное отверстие, оставляя у верхней ветви лобковой части тазовой кости в области запирательной борозды место для прохождения из таза на бедро по так называемому запирательному каналу (*canalis obturatorius*) одноименных кровеносных сосудов и нерва. Запирательная мембрана состоит из коллагеновых волокон, тонкая и может иметь отверстия. Находясь между костями, естественно, она не укрепляет суставы, но служит местом начала для внутренней и наружной запирательных мышц.

б) Крестцово-бугорная связка (*lig. sacrotuberale*) парная, начинается в виде нескольких пучков от боковых частей крестца и копчика на всем протяжении, затем пучки сходятся вместе и прикрепляются к медиальной поверхности седалищного бугра.

в) Крестцово-остистая связка (*lig. sacrospinale*) парная, несколько тоньше и короче предыдущей. Берет начало от верхушки крестца, затем идет вбок и вниз, перекрещиваясь с *lig. sacrotuberale*. Прикрепляется к *spina ischiadica*.

Крестцово-бугорная и крестцово-остистая связки вместе с большой и малой седалищными вырезками в боковой части таза ограничивают большое и малое седалищные отверстия (*forr. ischiadica majuset minus*). Через эти отверстия из полости таза проходят мышцы, сосуды и нервы. Обе связки выполняют удерживающую функцию. Позвоночник, испытывая тяжесть тела, оказывает давление на основание крестца, который обращен вперед. При этом крестец, с одной стороны, подобно клину, раздвигает тазовые кости, чему препятствуют межкостная подвздошно-поясничная и крестцово-подвздошная передняя и задняя связки, с другой — основание крестца смещается вперед, а его вершина — назад. Этому движению препятствуют крестцово-бугорная и крестцово-остистая связки, которые удерживают крестец за верхушку.

#### 4.5.2. СОЕДИНЕНИЕ КОСТЕЙ СВОБОДНОЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

##### 4.5.2.1. Тазобедренный сустав

Тазобедренный сустав (*articulatio coxae*) образуется головкой бедренной кости и вертлужной впадиной тазовой кости. Суставная поверхность вертлужной впадины покрыта хрящом только в области *facies lunata*. Эта поверхность и соприкасается с хрящом головки бедра. Находящееся в центре суставной впадины углубление и нижняя часть около вырезки заполнены рыхлой соединительной тканью, покрытой синовиальной оболочкой. Эта ямка служит местом прикрепления связки головки бедра. По краям вертлужной впадины располагается губа высотой 5-6 мм, образованная из коллагеновых волокон. Благодаря этому суставная головка бедра плотно охвачена вертлуж-



ной впадиной. Над ее вырезкой губа не прерывается, образуя поперечную связку (*lig. transversum acetabuli*), под которой имеется пространство. Оно содержит рыхлую соединительную ткань, служащую для прохождения кровеносных сосудов и нервов в связку головки бедра и через нее в головку бедренной кости.

Капсула сустава очень прочная. Она прикрепляется к тазовой кости позади суставной губы. Спереди — к *linea intertrochanterica*. В результате большая часть шейки бедра заключена в полость суставной капсулы.

К передней поверхности капсулы сустава прилежит подвздошно-поясничная мышца. Суставная капсула в этом месте истончена и в 10-12% случаев здесь образуется синовиальная сумка (*bursa iliopectinea*).

В полости сустава находится связка головки бедра (*lig. capitis femoris*), состоящая из рыхлой соединительной ткани и покрытая синовиальной оболочкой. В толще связки проходят сосуды к головке бедренной кости. Связка начинается от ямки вертлужной впадины и заканчивается в ямке головки бедра. Ее механическое значение невелико, так как при выведении головки бедра из суставной впадины она легко растягивается. Тем не менее эта связка играет определенную роль в соединении костей. В момент движения между вертлужной впадиной и головкой бедра возникает пространство, заполняемое связкой головки бедра и синовиальной жидкостью, которые обеспечивают большую конгруэнтность суставных поверхностей и повышают прочность соединения.

Подвздошно-бедренная связка (*lig. iliofemorale*) — самая прочная связка не только тазобедренного сустава, но и всего организма, имеет толщину 0,8-10 мм. Начинается от *spina iliaca anterior inferior* и расходится веерообразно вниз, прикрепляясь к *linea intertrochanterica* бедренной кости. Связка тормозит разгибание и поворот бедра внутрь.

Таз, как твердая опора туловища и нижних конечностей, представляет, как уже указывалось, два параллельных рычага первого рода. Туловище с тазом, балансируя на головках бедренных костей, стремится перевернуться назад. Естественно, для удержания туловища в вертикальном положении необходимо развитие мощных связок и мышц на передней поверхности сустава. У человека в связи с вертикальным положением *lig. iliofemorale* сильно развита и тормозит разгибание в тазобедренном суставе, позволяя движение в объеме не более чем на 7-13°.

Седалищно-бедренная связка (*lig. ischiofemorale*) развита значительно слабее, чем предыдущая. Она располагается позади тазобедренного сустава, начинаясь от той части седалищной кости, которая участвует в образовании вертлужной впадины. Затем волокна этой связки направляются вверх и кнаружи, пересекая заднюю поверхность шейки бедра. Часть волокон вплетается в сумку сустава, другая достигает заднего края большого вертела бедренной кости. Связка тормозит движение бедра внутрь.

Лобково-бедренная связка (*lig. pubofemorale*) представляет тонкий пучок волокон, расположенных на нижней поверхности тазобедренного сустава. Начавшись от *g. superior ossis pubis*, направляется назад и кнаружи. Ее пучки

вплетаются в капсулу сустава и прикрепляются к малому вертелу. Связка тормозит отведение бедра, особенно при разогнутом тазобедренном суставе.

Круговая зона (*zona orbicularis*) представляет скопление коллагеновых пучков в толще суставной капсулы. Эти волокна охватывают середину шейки бедра.

Тазобедренный сустав имеет шаровидную форму, где 2/3 головки погружены в глубокую вертлужную впадину. Эта разновидность шаровидного сустава (*articulatio spherioidea*) выделяется в группу ореховидных суставов (*enarthrosis*). Следовательно, движения в ореховидном суставе, как и у всякого многоосного сустава, разнообразны. Наибольший размах движений бедра совершается вокруг фронтальной оси, проходящей через головки бедренных костей, в виде сгибания в объеме  $122^\circ$  при условии согнутого коленного сустава. Дальнейшее сгибание в тазобедренном суставе ограничивается не натяжением связок сустава, а передней стенкой живота. Разгибание в тазобедренном суставе (отсчет ведется от вертикальной линии) возможно только на  $7-13^\circ$  и ограничивается натяжением подвздошно-бедренной связки. Таким образом, в дальнейшем движении бедра назад тазобедренный сустав участия не принимает, а движение совершается за счет образования изгиба в поясничной части позвоночника.

Отведение и приведение бедра происходят вокруг сагиттальной оси в объеме  $45^\circ$ . Дальнейшему отведению мешает большой вертел, который упирается в крыло подвздошной кости. При согнутом положении бедра большой вертел обращен назад и не мешает отведению бедра до  $100^\circ$ . Движение бедра вокруг вертикальной оси совершается на  $40-50^\circ$ . При сочетании движений, совершаемых вокруг трех осей, можно выполнить и круговое движение нижней конечностью (*circumductio*).

В тазобедренном суставе совершаются не только движения бедра, но и перемещение таза, а следовательно, всего туловища по отношению к нижним конечностям. Эти движения производятся постоянно, например при ходьбе, когда одна нога свободна, а в другом суставе совершается движение таза по отношению к фиксированной опорной нижней конечности. Объем этих движений зависит от величины крыльев подвздошной кости, большого вертела, угла шейки бедренной кости, что отражается и на величине угла между вертикальной осью, проходящей через головку бедра к центру тяжести на стопе и продольной осью бедренной кости, который равняется  $5-7^\circ$ . Угол шейки бедра с его телом равен у новорожденных около  $150^\circ$ , у взрослых мужчин этот угол уменьшается до  $125^\circ$ , у женщин — до  $112-118^\circ$ . И в тех случаях, когда человек балансирует на одной ноге, верхнее плечо рычага, идущее от верхушки большого вертела к подвздошному гребню будет больше, чем расстояние от седалищной кости к бедру. Тяга за верхнее большее плечо рычага будет сильнее и таз наклоняется в сторону опорной ноги.

У женщин верхнее плечо рычага больше, чем у мужчин. Этим объясняется женская раскачивающаяся походка.

#### 4.5.2.2. Коленный сустав

Коленный сустав (*articulatio genus*) образуется суставной поверхностью мыщелков бедренной и большеберцовой костей. К передней поверхности сустава прилежит надколенник (*patella*), находящийся в толще сухожилия четырехглавой мышцы бедра. Суставные поверхности костей неконгруентны и дополняются двумя менисками.

Капсула коленного сустава самая обширная среди всех суставов и может вмещать до 300 мл жидкости. На бедренной и большеберцовой костях капсула прикрепляется по краям суставных поверхностей. К надколеннику синовиальный слой капсулы прикреплен по краям таким образом, что задняя поверхность его обращена в полость сустава.

Синовиальный слой капсулы имеет многочисленные складки и ворсины, особенно хорошо выраженные вокруг надколенника и в ямке между мыщелками бедренной кости. В дистальных отделах коленного сустава вокруг его капсулы находится скопление жировой ткани (*corpus adiposum infrapatellare*), заполняющее пространство, ограниченное спереди *lig. patellae*, большеберцовой костью и надколенником.

Полость коленного сустава посредством крестообразных связок (*lig. cruciata genus*) разделяется на правую и левую части. Крестообразные связки сустава спереди и по бокам покрыты синовиальной оболочкой. Кроме этого, полость сустава разделена на верхний и нижний отделы двумя хрящевыми менисками (*meniscus medialis et lateralis*). Наружные края обоих менисков утолщены и сращены с суставной сумкой, а к центру мениски истончаются. В срединной части менисков имеются отверстия, через которые сообщаются верхний и нижний отделы полости коленного сустава. Верхняя поверхность менисков вогнута и повторяет кривизну мыщелков бедренной кости, а нижняя — плоская и прилежит к хрящу мыщелка большеберцовой кости. Присутствие менисков углубляет суставную поверхность большеберцовой кости на 4-6 мм. Форма менисков различна. Медиальный мениск имеет диаметр больше, чем латеральный мениск. Объем коленного сустава увеличивается за счет сообщения ее полости с синовиальными сумками.

Синовиальная надколенная сумка (*bursa suprapatellaris*) самая большая. Она располагается на 7-8 см выше надколенника позади сухожилия четырехглавой мышцы бедра. У новорожденных, как правило, она обособлена от полости сустава. У взрослых только в 20% случаев сумка отделена от полости сустава тонкой перемычкой.

Сумка подколенной мышцы (*bursa m. poplitei*) залегает под одноименной мышцей. В области латерального мениска сумка сообщается с полостью коленного сустава.

Сумка полуперепончатой мышцы (*bursa m. semimembranosi*) располагается между медиальным мыщелком и полуперепончатой мышцей. Сумка сообщается не только с полостью сустава, но и с сумкой, лежащей между головкой икроножной и перепончатой мышц.

Сумка икроножной мышцы (*bursa m. gastrocnemii medialis*) находится между головкой одноименной мышцы и суставной капсулой.

У коленного сустава имеются еще слизистые сумки, не сообщающиеся с полостью сустава. Эти сумки возникли в результате давления сухожилия или кожи на кость и мягкие ткани (*bursa m. gastrocnemii lateralis*, *bursa anserina*, *bursa infrapatellaris profunda*, *bursa prepatellaris subcutanea*).

Связки коленного сустава укрепляют капсулу сустава и участвуют в соединении костей. К сумочным относятся косая и дугообразная подколенная связки (*ligg. popliteum obliquum et arcuatum*), находящиеся на задней поверхности капсулы сустава. Косая связка представляет собой продолжение части пучков сухожилия полуперепончатой мышцы, дугообразная — утолщенный нижний край фиброзного слоя суставной капсулы. Связки коленного сустава, участвующие в соединении костей, хорошо развиты.

Малоберцовая коллатеральная связка (*lig. collaterale fibulare*) представляет собой толстый тяж, который начинается от бокового надмыщелка бедра и достигает головки малоберцовой кости. Проходя около сустава, отделен от капсулы сустава рыхлой клетчаткой.

Большеберцовая коллатеральная связка (*lig. collaterale tibiale*) спускается в виде широкого тяжа от медиального надмыщелка бедренной кости. Проходя около сустава, срастается с наружным краем латерального мениска; прикрепляется на боковой поверхности большеберцовой кости. Большеберцовая коллатеральная связка значительно более развита, чем предыдущая. Это объясняется тем, что при разгибании в коленном суставе нарастает натяжение связки вследствие большого радиуса латерального мыщелка бедра.

Связка надколенника (*lig. patellae*) представляет собой продолжение сухожилия четырехглавой мышцы бедра. Прикрепляется к бугристости большеберцовой кости. От боковых частей этой связки отделяются пучки, которые вплетаются в капсулу сустава в виде сухожильного растяжения (*retinaculum patellae mediale et laterale*). Эти связки укрепляют боковые отделы капсулы сустава.

Крестообразная передняя и задняя связки (*lig. cruciata anterior et posterior*) — очень прочные образования. Первая проходит от внутренней поверхности латерального мыщелка бедра к *area intercondylaris anterior tibiae*. Связка натягивается при сгибании в коленном суставе. Задняя связка начинается на внутренней поверхности медиального мыщелка, затем направляется назад и вниз, прикрепляясь к *area intercondyloidea posterior* большеберцовой кости. Задняя связка развита несколько лучше, чем передняя. Вместе в *lig. collaterale tibiale*, когда бедренная и большеберцовая кости находятся в вертикальном положении, она препятствует разгибанию в коленном суставе. Таким образом, задняя крестообразная связка, принимая нагрузку одновременно с коллатеральной большеберцовой, тормозит разгибание в коленном суставе, обеспечивая большую прочность и устойчивость нижней конечности.

Поперечная связка колена (*lig transversum genus*) тонкая и короткая. Соединяет передние части менисков, препятствуя их расхождению.

Коленный сустав имеет фронтальную ось движения, где функцию направляющего валика и углубления выполняют коллатеральные и крестообразные связки. Суммарная подвижность голени в суставе колена  $170^\circ$ , где

130° составляет активное сгибание, 30° — пассивное сгибание и 10° приходится на переразгибание. Переразгибание и заключительная ротация бедра в объеме 5° совершаются только при быстрой ходьбе и выполнении очень резких и сильных движений. В согнутом суставе, когда *lig. collateralia tibiale et fibulare* и *lig. cruciatum posterius* расслаблены, возможно движение вокруг вертикальной оси с общим объемом около 40°. Сгибание и особенно разгибание в коленном суставе совершаются плавно не только за счет мышечного тонуса сгибателей и разгибателей, но и в силу особого расположения и формы мышечков бедренной кости. При согнутом коленном суставе радиус мышечков бедра в заднем отделе равняется 1,5-1,7 см. Этот радиус возрастает кпереди до 3,8-4,1 см. Таким образом, при разгибании будет увеличиваться радиус мышечков при прежней длине связок. Следовательно, по мере разгибания нарастает напряжение связок, что является фактором, тормозящим движение. Мениски, состоящие из эластического хряща, и жировые подушки обеспечивают при каждом положении мышечков недостающую для них конгруэнтность.

Значение надколенной чашки в движениях коленного сустава заключается в том, что она облегчает скольжение сухожилия четырехглавой мышцы бедра по нижнему эпифизу бедренной кости на площади 5-7 см. Кроме этого, при сокращении четырехглавой мышцы бедра нижний конец надколенника поднимается вверх и вперед, увеличивая угол подхода *lig. patellae* к большеберцовой кости. Это более выгодно для увеличения момента вращения силы мышцы.

#### 4.5.2.3. Соединение костей голени

Соединение костей голени имеет некоторые отличия от соединения костей предплечья, так как голень приспособлена для выполнения опоры и перемещения тела в пространстве. Принципиальным отличием голени является отсутствие движений в виде супинации и пронации. Кости голени соединяются с помощью полуподвижного плоского сустава (*amphiarthrosis*) и фиброзной соединительной ткани (*junctura fibrosa*).

Межберцовый сустав (*articulatio tibiofibularis*) образован суставной поверхностью головки *fibula* и площадкой на большеберцовой кости под латеральным мышечком, отстоящей на 0,7 см от капсулы. Эта площадка обращена наружу, назад и вниз. Суставная капсула прочная, прирастает по краям суставных поверхностей. Связки, расположенные впереди сустава (*lig. capitis fibulae anterioris*) и позади (*lig. capitis fibulae posterioris*), короткие, значительно ограничивают его подвижность.

Сустав представляет собой типичное тугоподвижное соединение с незначительными скользящими движениями.

Межкостная перепонка голени (*membrana interossea cruris*) представляет из себя плотную, тонкую, но прочную и мало уступающую растяжениям соединительнотканную пластинку, пучки которой ориентированы от межкостного гребня одной кости к гребню другой. Вверху и внизу имеются отверстия; через них проходят кровеносные сосуды.

Межберцовый синдесмоз (*junctura fibrosa tibiofibularis*) находится на дистальном конце голени между мыщелком малоберцовой кости и вырезкой большеберцовой кости. Впереди и сзади соединения от *incisura fibularis tibia* к соответствующим поверхностям латерального мыщелка проходят прочные связки (*lig. tibiofibularia anterius et posterius*). В этом соединении совершаются незначительные смещения, особенно при сгибании в голеностопном суставе.

#### 4.5.2.4. Соединение костей стопы

Голеностопный сустав (*articulatio talocruralis*) имеет блоковидную форму. Он образован суставными поверхностями дистального конца большеберцовой кости, латеральной лодыжки и таранной костью. Латеральная и медиальная лодыжки образуют вилку, которая охватывает таранную кость сверху и по бокам. Суставная площадка таранной кости спереди шире на 0,3-0,5 см, чем сзади. Это несоответствие является важным в том отношении, что при вертикальной позе происходит заклинивание таранной кости в вилке голени, благодаря чему создается более устойчивое положение нижней конечности.

Суставная капсула свободна и тонка; спереди и сзади сустава она отступает на *tibia* на 0,5 см от края суставной поверхности, а на таранной кости — до 1-1,8 см, поэтому при сгибании и разгибании образуются складки суставной капсулы.

В области лодыжек капсула укреплена и сращена с крупными связками. От верхушки медиальной лодыжки начинается медиальная связка (*lig. mediate*), которая расходится в виде треугольника и прикрепляется к ладьевидной, таранной и пяточной костям четырьмя частями: *partes tibionavicularis, tibio calcanea, tibiotaralis anterior et posterior*. Каждая часть связки прикрепляется к соответствующей кости.

На боковой стороне сустава имеются три связки. Передняя таранно-малоберцовая связка (*lig. talofibulare anterius*) расположена горизонтально и проходит от переднего края боковой лодыжки к боковой поверхности таранной кости. Задняя таранно-малоберцовая связка (*lig. talofibulare posterius*) соединяет латеральную лодыжку с латеральным бугорком таранной кости. Связка располагается горизонтально и видна только сзади.

Пяточно-малоберцовая связка (*lig. calcaneofibulare*) начинается от верхушки латеральной лодыжки и прикрепляется к боковой поверхности пяточной кости. Эта связка более развита, чем предыдущие.

Движения совершаются вокруг фронтальной оси, проходящей от верхушки медиальной лодыжки через центр блока таранной кости к заднему краю латеральной лодыжки. Если оценивать движения из положения, когда стопа и голень образуют прямой угол, то разгибание возможно только на 20°. Дальнейшее разгибание тормозится передним краем большеберцовой кости, который упирается в шейку таранной кости. Кроме того, суставная площадка таранной кости несколько шире спереди, чем сзади, и при разгибании стопы наблюдается ее заклинивание в вилке костей голени. Помимо этого, чем больше разгибание, тем сильнее напрягаются связки. Сгибание в голеностопном суставе происходит только на 45°. При полном сгибании возможны некоторые боковые движения, так как более узкая задняя часть та-

ранной кости располагается свободно в вилке костей голени. Общий объем движений в этом суставе равняется  $65^\circ$ .

Межпредплюсневые суставы (*articulationes intertarseae*) являются самостоятельными. В их состав входят следующие суставы:

а) Подтаранный сустав (*articulatio subtalaris*), образованный задней частью суставной площадки пяточной кости, имеющей выпуклый рельеф, и соответствующей вогнутой суставной поверхностью таранной кости. Суставная капсула натянута и прикрепляется по краям суставных поверхностей. Сустав укрепляется преимущественно межкостной таранно-пяточной связкой (*lig. talocalcaneum interosseum*), расположенной в *sinus tarsi*. Кроме этой связки, имеются латеральные и медиальные таранно-пяточные связки (*lig. talocalcaneum laterale et mediale*).

б) Таранно-пяточно-ладьевидный сустав (*articulatio talocalcaneonavicularis*), образованный суставными площадками пяточной, таранной и ладьевидной костей. Таранная кость выполняет функцию суставной головки, а суставная ямка образована суставными площадками ладьевидной и пяточной костей. Суставные площадки таранной кости располагаются на ее головке и впереди *sulcus tali*.

Связки очень прочные. Подошвенная пяточно-ладьевидная связка (*lig. calcaneonaviculare plantare*) находится на подошвенной стороне, главным образом удерживая головку таранной кости в контакте с ладьевидной костью и пяточную кость с кубовидной. Связка начинается на нижней поверхности пяточной кости и достигает бугристости ладьевидной кости. У пожилых она превращается в хрящевую ткань, а иногда пропитывается и солями извести. Растяжение связки и потеря тонуса задней большеберцовой мышцы приводят к опусканию головки таранной кости, что способствует развитию плоскостопия.

Важной связкой таранно-пяточно-ладьевидного сустава является раздвоенная связка (*lig. bifurcatum*), которая начинается между передней суставной поверхностью и *processus trochlearis* пяточной кости. Затем на месте соединения ладьевидной, кубовидной и пяточной костей раздвоенная связка разделяется на две ножки, из которых одна прикрепляется к боковой части ладьевидной кости, а другая — к тыльной поверхности кубовидной.

С тыльной стороны между головкой таранной кости и ладьевидной находится слабо развитая таранно-ладьевидная связка (*lig. talonaviculare*).

Сустав имеет шаровидную форму, но движения совершаются вокруг одной оси. Эта ось также является общей и для *articulatio subtalaris*. Спереди ось проецируется с тыльной стороны от головки таранной кости, затем идет назад, вниз и латерально и выходит на боковой поверхности пяточной кости около прикрепления *lig. calcaneofibulare*. Таким образом, ось проецируется почти в сагиттальной плоскости. Движения в этих суставах совершаются в виде одновременного приведения и вращения стопы внутрь (*supinatio*), отведения и вращения кнаружи (*pronatio*).

в) Пяточно-кубовидный сустав (*articulatio calcaneocuboidea*), образованный соответствующими суставными площадками соприкасающихся пяточной и кубовидной костей.

Суставная капсула в латеральной части более свободна и прикрепляется к пяточной и кубовидной костям на расстоянии 0,3 см от суставных поверхностей. В средней части сумка сильно напряжена.

Связки прочные и преимущественно располагаются на подошвенной стороне сустава. Подошвенная пяточно-кубовидная связка (*lig. calcaneocuboideum plantare*) начинается от пяточной кости и прикрепляется к бугристости кубовидной кости. Эту связку покрывает длинная подошвенная связка (*lig. plantare longum*), протягиваясь от пяточного бугра к бугристости кубовидной кости и к основаниям II-V костей плюсны. Вместе с бороздой кубовидной кости длинная подошвенная связка формирует канал для сухожилия длинной малоберцовой мышцы, имеющей здесь синовиальную сумку. С дорсальной стороны пяточно-кубовидный сустав укреплен одноименной связкой (*lig. calcareocuboideum dorsale*), представляющей короткие и тонкие пучки.

Форма сустава сложная и напоминает седловидную, а функционирует он как одноосный сустав. В нем совершаются незначительные вращательные движения дистальной части стопы.

В практике медицины для удобства выполнения ампутации дистального отдела стопы выделяется поперечное предплюсневое сочленение (*articulatio tarsi transversa*) (сустав Шопара), объединяющее два сустава: *articulationes calcaneocuboidea et talocalcaneonavicularis*, скрепленные *lig. bifurcatum*, описанной выше. При перерезке этой связки легко удается отделить дистальную часть стопы.

г) Клиновидно-ладьевидный сустав (*articulatio cuneonavicularis*), образованный передней суставной поверхностью ладьевидной кости и задними суставными площадками трех клиновидных костей. Суставная щель сообщается с суставными полостями, находящимися между клиновидными костями.

Суставная капсула, общая для всех суставов, тонкая, сильно натянутая и прикрепляется по краям всех суставных поверхностей.

Связки, укрепляющие это сочленение, короткие, перекидываются между соседними костями. Суставы представляют малоподвижное сочленение, где совершаются незначительные скользящие движения.

д) Предплюсно-плюсневые суставы (*articulatio tarsometatarsae*), образованные суставными поверхностями трех клиновидных, кубовидной и плюсневых костей.

Суставная капсула сильно натянута, разделяется на три самостоятельные части, окружающие: 1) соединение между I клиновидной и I плюсневой костями; 2) соединение между II и III клиновидными костями со II и III плюсневыми костями; 3) соединение между кубовидной костью и IV и V плюсневыми костями.

Суставная полость второго сочленения сообщается с *art. cuneonavicularis*.



Связки короткие, находятся в виде сплошных соединительнотканых пластинок на дорсальной и подошвенной сторонах соприкасающихся костей — *lig. tarsometatarsae dorsalia et plantaria*.

Эти суставы малоподвижны. В них совершаются скользящие движения. В совокупности суставы образуют сочленение Лисфранка, имеющее непрямую суставную линию, так как основание II плюсневой кости находится в нише между I и III клиновидными костями, и этой нише между I клиновидной костью и основанием II плюсневой кости проходит межкостная связка, которая и укрепляет сустав. По сочленению Лисфранка удобно выполнять ампутацию дистальной части стопы.

Межплюсневые суставы (*articulationes intermetatarsae*) находятся между основаниями плюсневых костей и, как правило, сообщаются с предплюсноплюсневым суставом. Сумка для каждого сустава самостоятельная. Связки находятся поперечно (*lig. metatarsae dorsalia et plantaria*), а также между рядами лежащих костей (*ligg. metatarsae interossea*).

Движения в межплюсневых суставах возможны в виде скольжения.

Плюснефаланговые суставы (*articulationes metatarsophalangeae*) находятся между суставными головками плюсневых костей и ямками на основаниях проксимальных фаланг. Суставы имеют шаровидную форму. На подошвенной стороне суставной капсулы I плюсневой кости и фаланги I пальца имеются две сесамовидные кости, которые скользят по соответствующим бороздам на головке I плюсневой кости. Поэтому сустав функционирует как блоковидный.

Суставные капсулы плюснефаланговых суставов свободны и тонки.

Связки располагаются по бокам суставов (*lig. collateralia*), на подошвенной стороне (*lig. plantaria*); для соединения головок плюсневых костей имеется поперечная связка (*lig. metatarsae transversum*).

Во всех суставах совершаются сгибание и разгибание, незначительные отведения и приведения, кроме I пальца. Разгибание происходит в большем объеме, чем в соответствующих соединениях кисти.

Межфаланговые суставы (*articulationes interphalangeae pedis*) образованы суставными поверхностями фаланг пальцев и имеют блоковидную форму. Сустав между средней и концевой фалангами V пальца иногда зарастает.

Суставные капсулы свободны и укреплены окольными связками. Движения в межфаланговых суставах возможны в виде сгибания и разгибания.

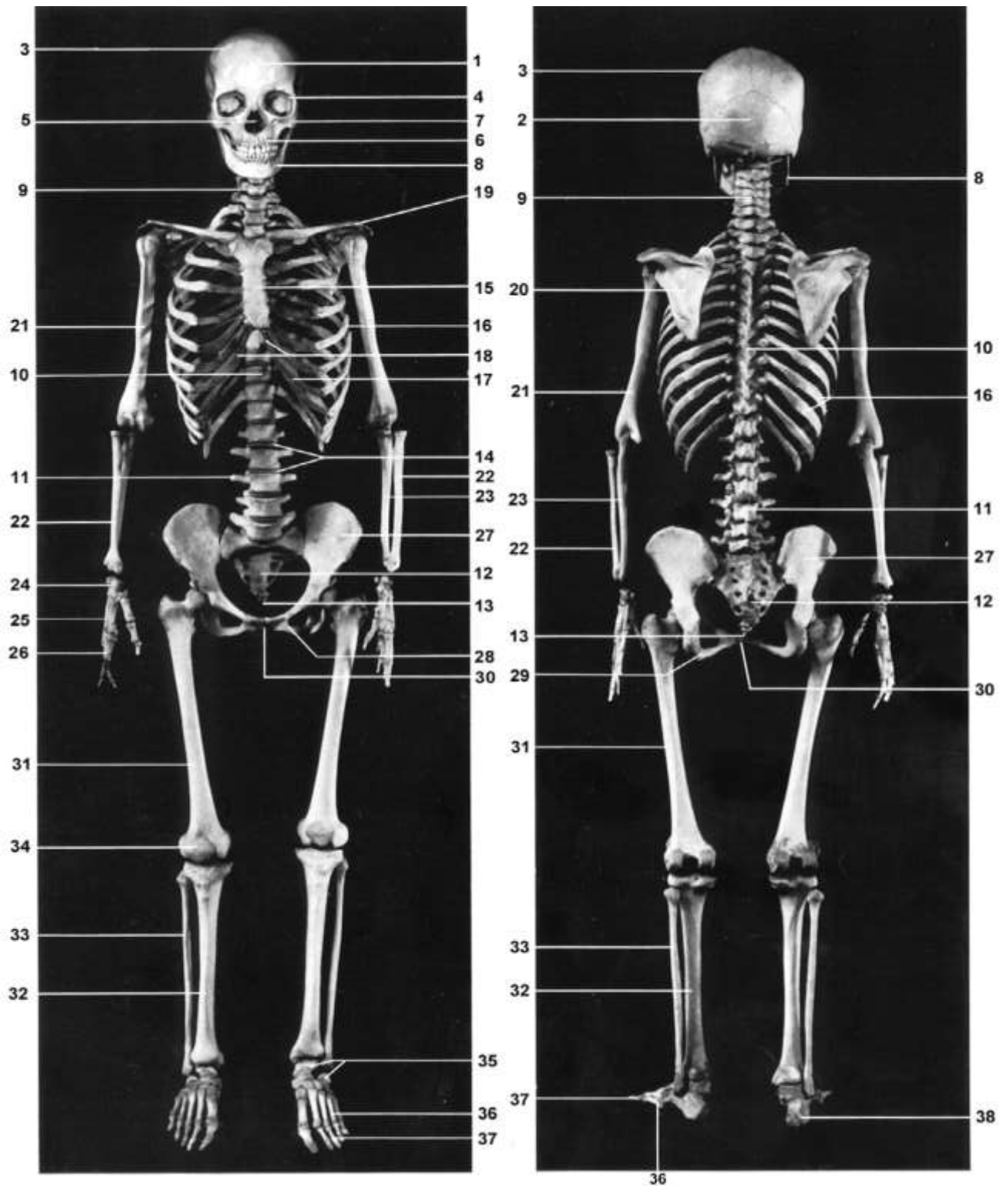
#### **4.6. РАЗВИТИЕ СОЕДИНЕНИЙ**

Данные сравнительной анатомии показывают, что у водных животных преобладают соединения костей или хрящей за счет волокнистой соединительной ткани (*junctura fibrosa*) и хряща (*junctura cartilaginea*). У наземных животных возникает качественно новый вид соединения — суставы, которые значительно облегчают движение не только тела, но и его отдельных частей, увеличивают размах и скорость движений. Эмбриологические исследования подтверждают, что все суставы возникли из непрерывных форм соединений.

Развитие суставов находится в тесной зависимости от формирования кости, соединительнотканых образований и мышечной ткани. В зачатках

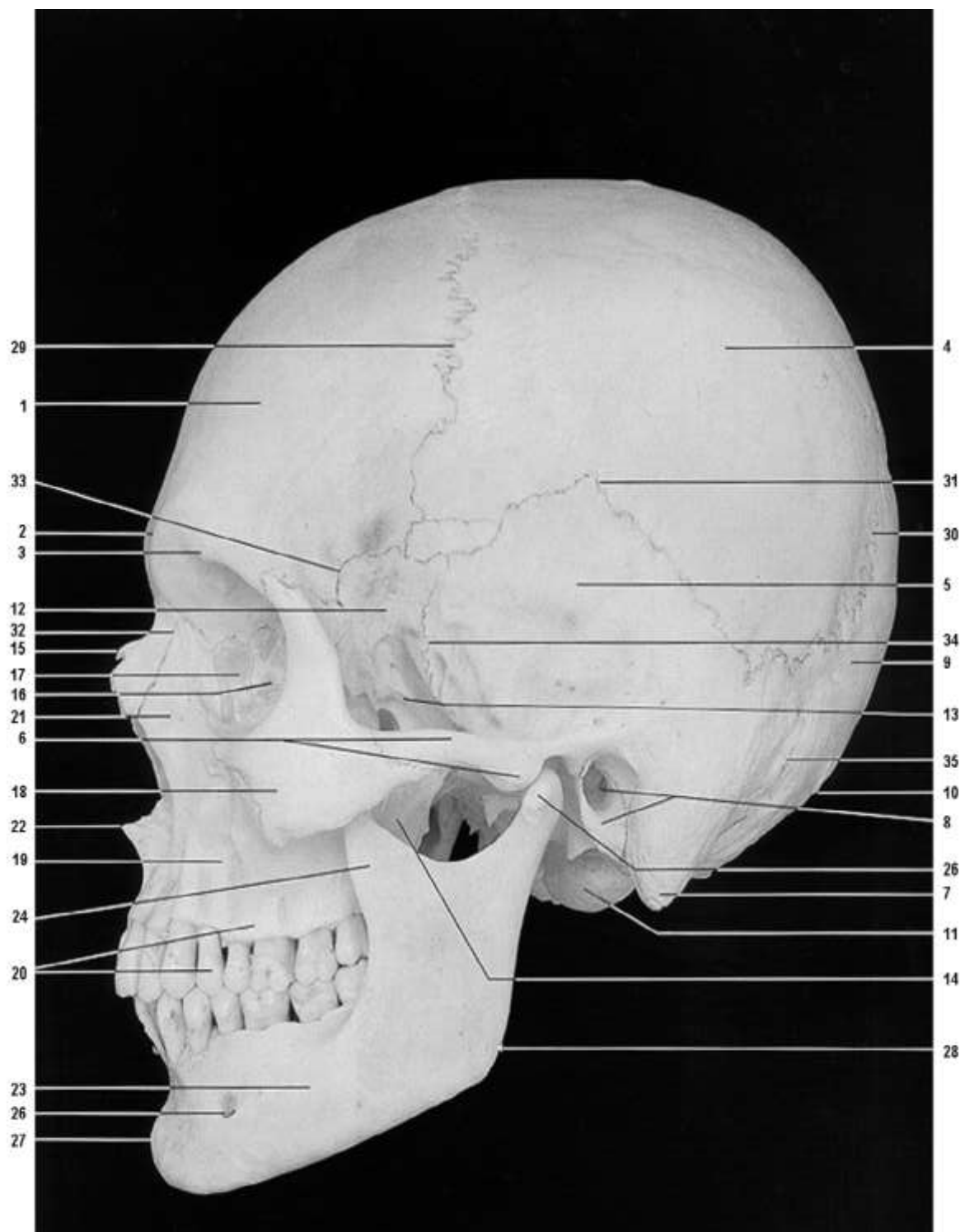
будущих костей на 6-7-й неделе развития мезенхима становится более плотной в хрящевой модели кости. Между хрящевыми зачатками костей намечаются соединения, имеющие меньшую концентрацию мезенхимы, в тех случаях, если будет формироваться сустав, на 8-9-й неделе намечается разрыхление мезенхимы и образование суставной щели. В этот период диафизы костей окостеневают, а эпифизы остаются хрящевыми. Прослойка хряща, обращенная к суставной щели, остается и после появления эпифизарного ядра окостенения. Такая же прослойка сохраняется до 25 лет между эпифизарной и диафизарной точками окостенения (ростковый хрящ). Из окружающей сустав мезенхимы развиваются связки, фиброзная капсула и синовиальная оболочка, которая очень рано продуцирует синовиальную жидкость. У новорожденного имеются уже все виды соединений, кроме швов черепа. В суставах представлены все соединительнотканые элементы, кроме тех геометрических форм суставных поверхностей, которые встречаются у взрослого человека. В дальнейшем на формирование суставных поверхностей оказывают влияние движения, которые представляют функцию целостного организма.

**АТЛАС**  
**АНАТОМИЧЕСКИХ СТРУКТУР**  
**КОСТНОЙ СИСТЕМЫ**



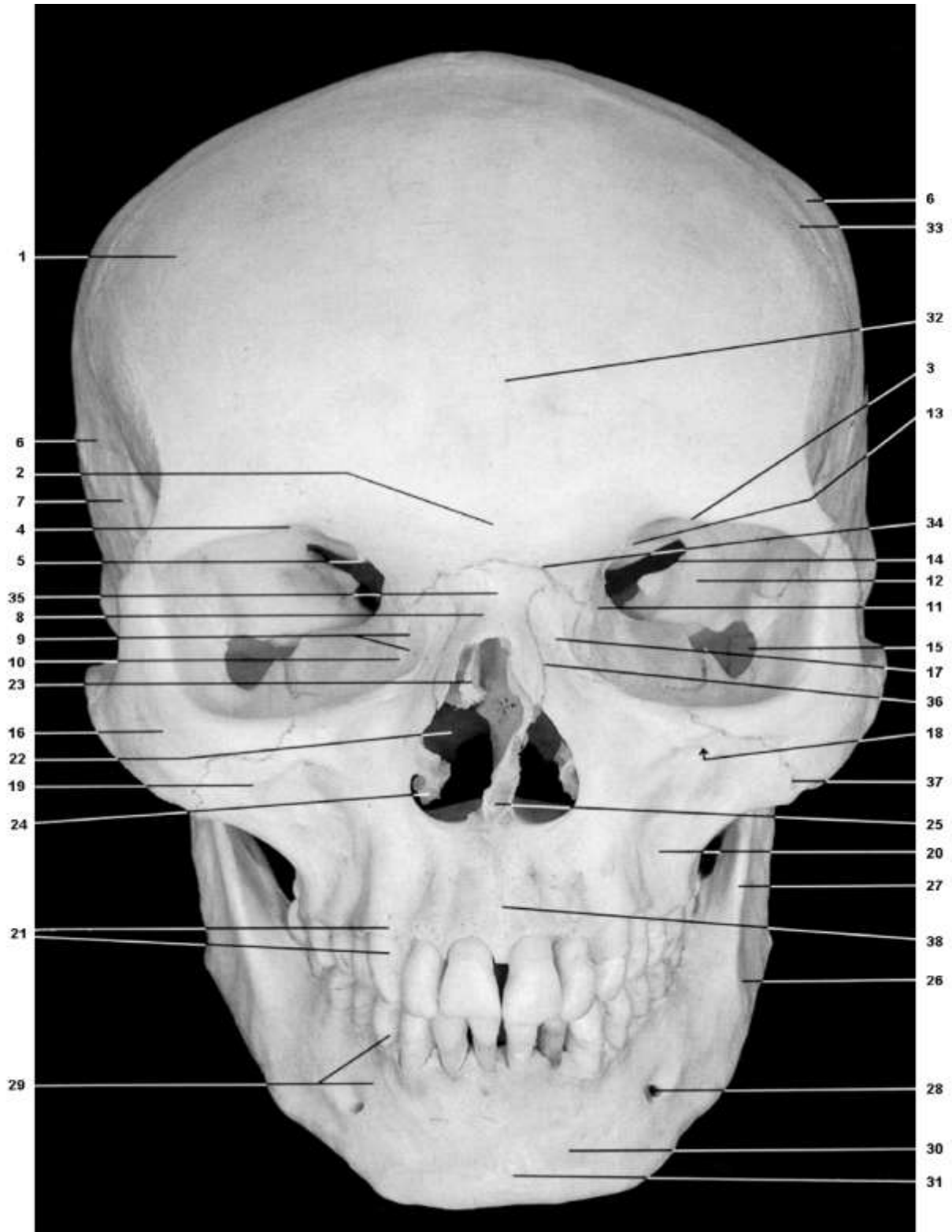
**Рис. 1. СТРОЕНИЕ СКЕЛЕТА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТЕЛА**

1. Лобная кость / *Os frontale*
2. Затылочная кость / *Os occipitale*
3. Теменная кость / *Os parietale*
4. Глазница / *Orbita*
5. Носовая полость / *Apertura piriformis*
6. Верхняя челюсть / *Maxila*
7. Скуловая кость / *Os zygomaticum*
8. Нижняя челюсть / *Mandibula*
9. Шейные позвонки / *Vertebrae cervicale*
10. Грудные позвонки / *Vertebrae thoracicae*
11. Поясничные позвонки / *Vertebrae lumbales*
12. Крестец / *Os sacrum*
13. Копчик / *Os coccygis*
14. Межпозвоночные диски / *Disci intervertebrales*
15. Грудина / *Sternum*
16. Ребра / *Costae*
17. Реберные хрящи / *Cartilago costalis*
18. Подгрудинный угол / *Angulus infrasternalis*
19. Ключица / *Clavicula*
20. Лопатка / *Scapula*
21. Плечевая кость / *Humerus*
22. Лучевая кость / *Radius*
23. Локтевая кость / *Ulna*
24. Кости запястья / *Ossa carpi*
25. Пястные кости / *Ossa metacarpi*
26. Кости пальцев кисти / *Ossa digitorum manus*
27. Подвздошная кость / *Os illi*
28. Лонная кость / *Os pubis*
29. Седалищная кость / *Os ischii*
30. Лобковый симфиз / *Symphysis pubica*
31. Бедренная кость / *Femur*
32. Большеберцовая кость / *Tibia*
33. Малоберцовая кость / *Fibula*
34. Надколенник / *Patella*
35. Кости предплюсны / *Ossa tarsi*
36. Кости плюсны / *Ossa metatarsi*
37. Кости пальцев стопы / *Ossa digitorum pedis*
38. Пяточная кость / *Calcaneus*



**Рис. 2. ВИД ЧЕРЕПА СБОКУ**

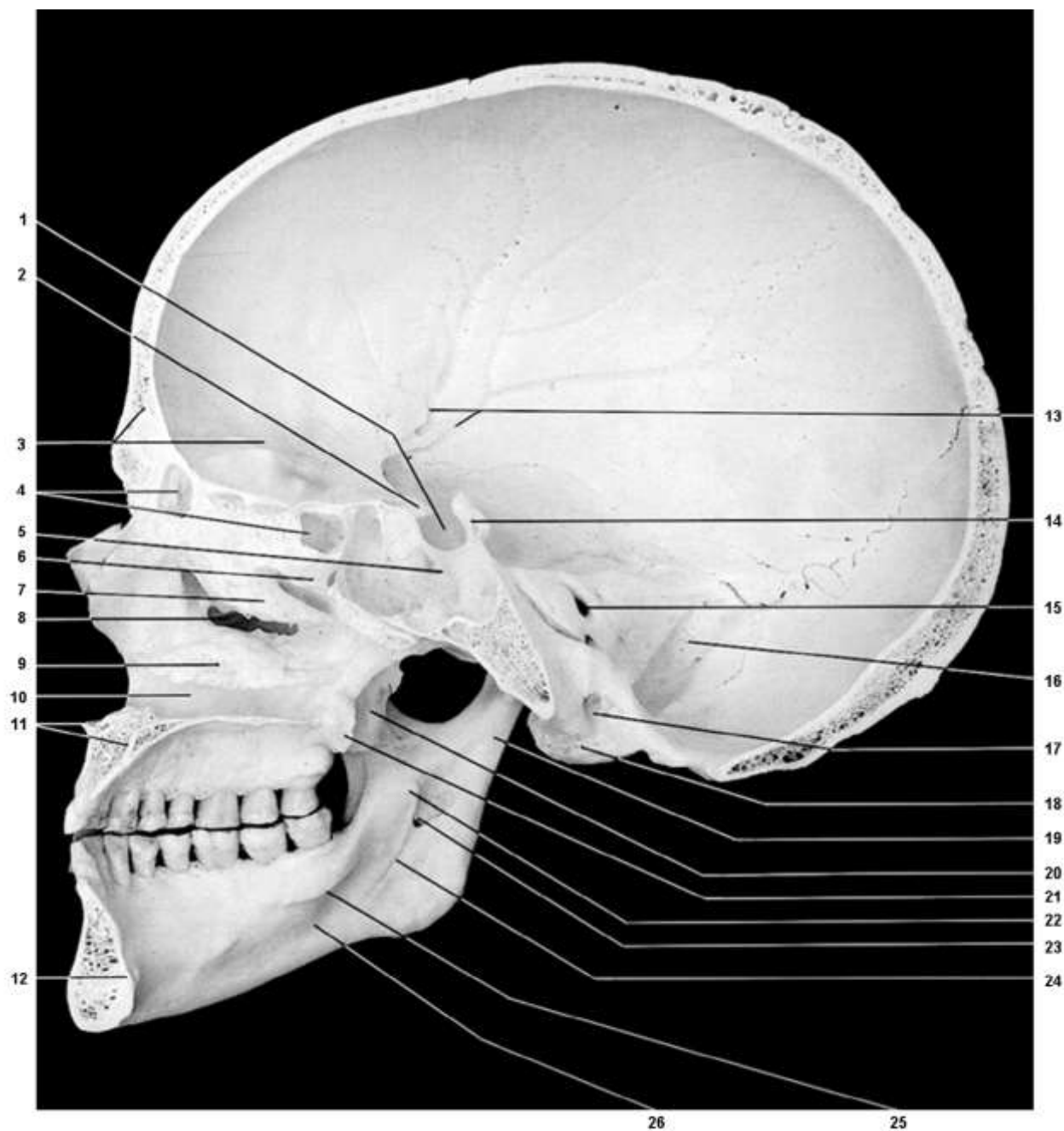
1. Лобная кость / *Os frontale*
2. Надпереносье / *Glabella*
3. Надглазничный край / *Margo supraorbitalis*
4. Теменная кость / *Os parietale*
5. Височная кость / *Os temporale*
6. Скуловой отросток / *Processus zygomaticus*
7. Сосцевидный отросток / *Processus mastoideus*
8. Барабанная часть и наружный слуховой проход / *Pars tympanica et meatus acusticus*
9. Затылочная кость / *Os occipitale*
10. Наружный затылочный бугор / *Protuberantia occipitalis ext*
11. Затылочный мыщелок / *Condylus occipitalis*
12. Клиновидная кость / *Os sphenoidale*
13. Височный гребень клиновидной кости / *Crista infratemporalis*
14. Крыловидный отросток / *Processus pterygoideus*
15. Носовая кость / *Os nasale*
16. Решетчатая кость / *Os ethmoidale*
17. Слезная кость / *Os lacrimale*
18. Скуловая кость / *Os zygomaticum*
19. Верхняя челюсть / *Maxilla*
20. Альвеолярные отростки и зубы / *Processus alveolaris et dens*
21. Лобный отросток / *Processus frontalis*
22. Передний носовой гребешок / *Spina nasalis anterior*
23. Нижняя челюсть / *Mandibula*
24. Венечный шов / *Processus coronoideus*
25. Суставной отросток / *Processus condylaris*
26. Подбородочное отверстие / *Foramen mentale*
27. Подбородочное возвышение / *Protuberantia mentalis*
28. Угол нижней челюсти / *Angulus mandibulae*
29. Венечный шов / *Sutura coronalis*
30. Лямбдовидный шов / *Sutura lambdoidea*
31. Чешуйчатый шов / *Sutura squamosa*
32. Носо-верхнечелюстной шов / *Sutura nasomaxillaris*
33. Лобно-клиновидный шов / *Sutura sphenofrontalis*
34. Клиновидно-чешуйчатый шов / *Sutura sphenosquamosa*
35. Затылочно-сосцевидный шов / *Sutura occipitomastoidea*



**Рис. 3. ВИД ЧЕРЕПА СПЕРЕДИ**

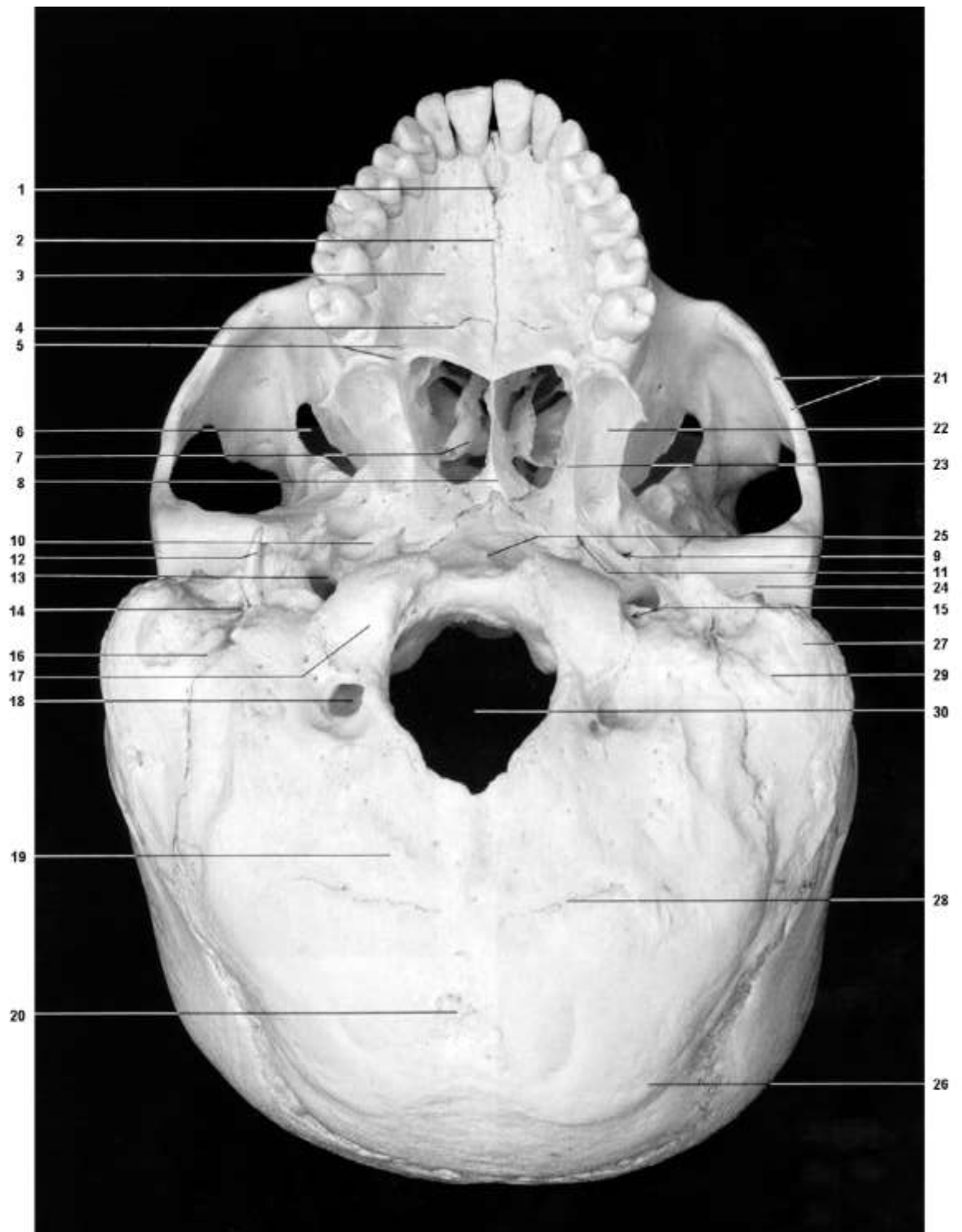


1. Лобная кость / *Os frontale*
2. Надпереносье / *Glabella*
3. Надглазничный край / *Margo supraorbitalis*
4. Надглазничная вырезка / *Incisura supraorbitalis*
5. Хрящевой шип / *Spina trochlearis*
6. Теменная кость / *Os parietale*
7. Височная кость / *Os temporale*
8. Носовая кость / *Os nasale*
9. Слезная кость / *Os lacrimale*
10. Задний слезный гребешок / *Crista lacrimalis posterior*
11. Решетчатая кость / *Os ethmoidale*
12. Большое крыло клиновидной кости / *Ala major ossis sphenoidalis*
13. Малое крыло клиновидной кости / *Ala minor ossis sphenoidalis*
14. Верхняя глазничная щель / *Fissura orbitalis superior*
15. Нижняя глазничная щель / *Fissura orbitalis inferior*
16. Скуловая кость / *Os zygomaticum*
- Верхняя челюсть / *Maxilla*
17. Лобный отросток / *Processus frontalis*
18. Подглазничное отверстие / *Foramen infraorbitale*
19. Скуловой отросток / *Processus zygomaticus*
20. Тело верхней челюсти / *Corpus maxillae*
21. Альвеолярные отростки / *Processus alveolaris*
- Носовая полость / *Cavitas nasi*
22. Передняя носовая апертура / *Apertura nasalis anterior*
23. Средняя носовая раковина / *Concha nasalis media*
24. Нижняя носовая раковина / *Concha nasalis inferior*
25. Носовая перегородка / *Septum nasi*
- Нижняя челюсть / *Mandibula*
26. Тело нижней челюсти / *Corpus mandibulae*
27. Ветвь нижней челюсти / *Ramus mandibulae*
28. Подбородочное отверстие / *Foramen mentale*
29. Альвеолярная часть / *Pars alveolaris*
30. Основание нижней челюсти / *Basis mandibulae*
31. Подбородочное возвышение / *Protuberantia mentalis*
- Швы / *Suturae*
32. Лобный шов / *Sutura frontalis*
33. Венечный шов / *Sutura coronalis*
34. Лобно-носовой шов / *Sutura frontonasalis*
35. Межносовой шов / *Sutura internasalis*
36. Носо-верхнечелюстной шов / *Sutura nasomaxillaris*
37. Скуло-верхнечелюстной шов / *Sutura zygomaticomaxillaris*
38. Межверхнечелюстной шов / *Sutura intermaxillaris*



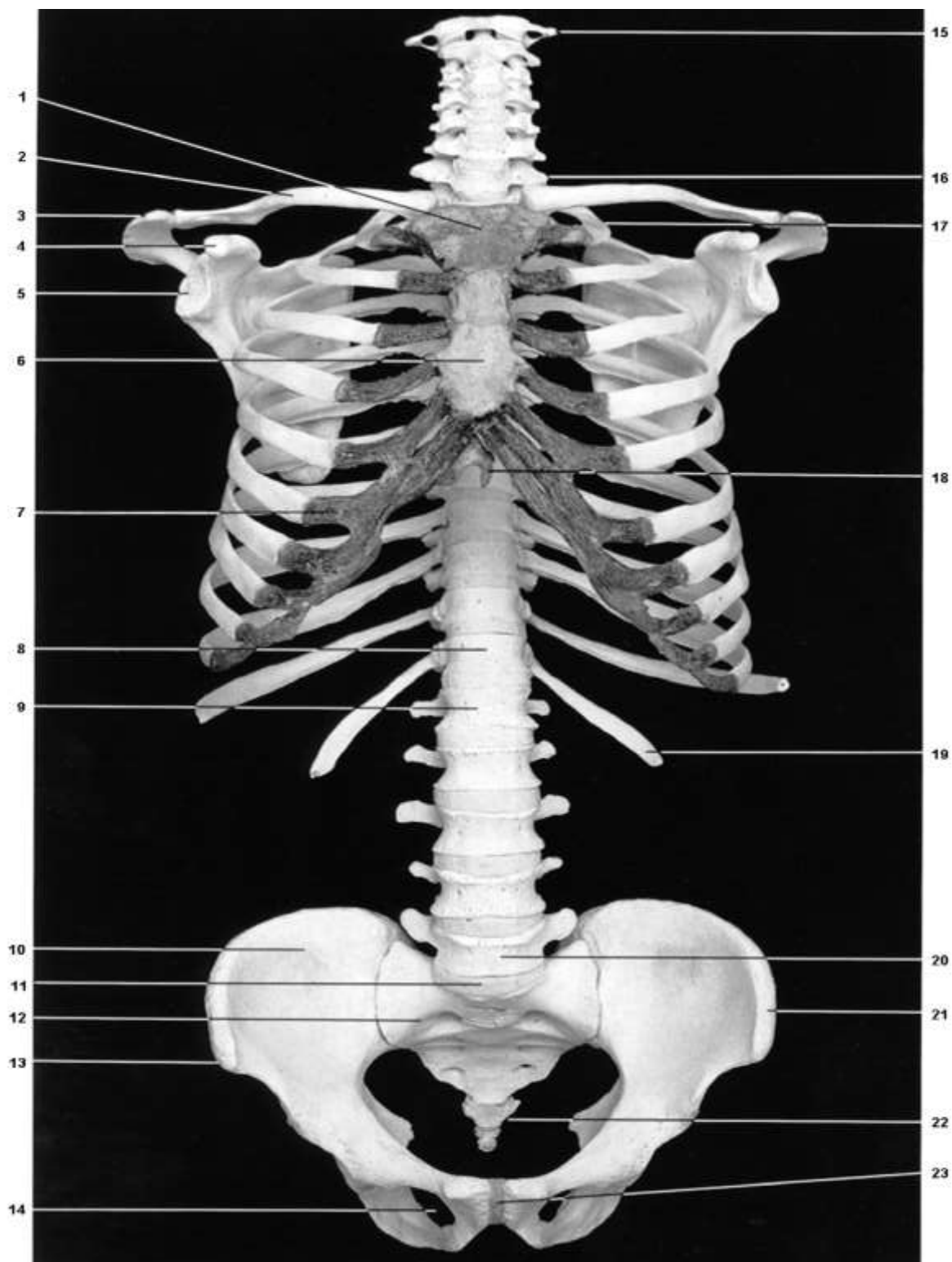
**Рис. 4. САГИТАЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ ЧЕРЕПА**

1. Турецкое седло / *Sella turcica*
2. Передний клиновидный отросток / *Processus clinoideus anterior*
3. Лобная кость / *Os frontale*
4. Полости решетчатой кости / *Cellulae ethmoidales*
5. Пазуха клиновидной кости / *Sinus sphenoidalis*
6. Верхняя носовая раковина / *Concha nasalis superior*
7. Средняя носовая раковина / *Concha nasalis metdia*
8. Отверстие верхней челюсти / *Hiatus maxillaris*
9. Нижняя носовая раковина / *Concha nasalis inferior*
10. Нижний носовой ход / *Meatus nasi inferior*
11. Передний носовой гребень / *Spina nasalis anterior*
12. Подбородочные кости / *Spina mentalis*
13. Борозда средней мозговой артерии / *Sulci arteriosi*
14. Спинка турецкого седла / *Dorsum sellae*
15. Внутренний слуховой проход / *Porus acusticus interior*
16. Борозда сигмовидного синуса / *Sulcus sinus sigmoidei*
17. Канал подъязычного нерва / *Canalis hypoglossi*
18. Затылочный мыщелок / *Condylus occipitalis*
19. Мыщелковый отросток / *Processus condylaris*
20. Латеральная крыловидная пластинка / *Lamina lateralis processus pterygoidei*
21. Медиальная крыловидная пластинка / *Lamina medialis processus pterygoidei*
22. Язычок нижней челюсти / *Lingula mandibulae*
23. Отверстие нижней челюсти / *Foramen mandibulae*
24. Челюстно-подъязычная борозда / *Sulcus mylohyoideus*
25. Челюстно-подъязычная линия / *Linea mylohyoidea*
26. Подчелюстная ямка / *Fovea submandibularis*



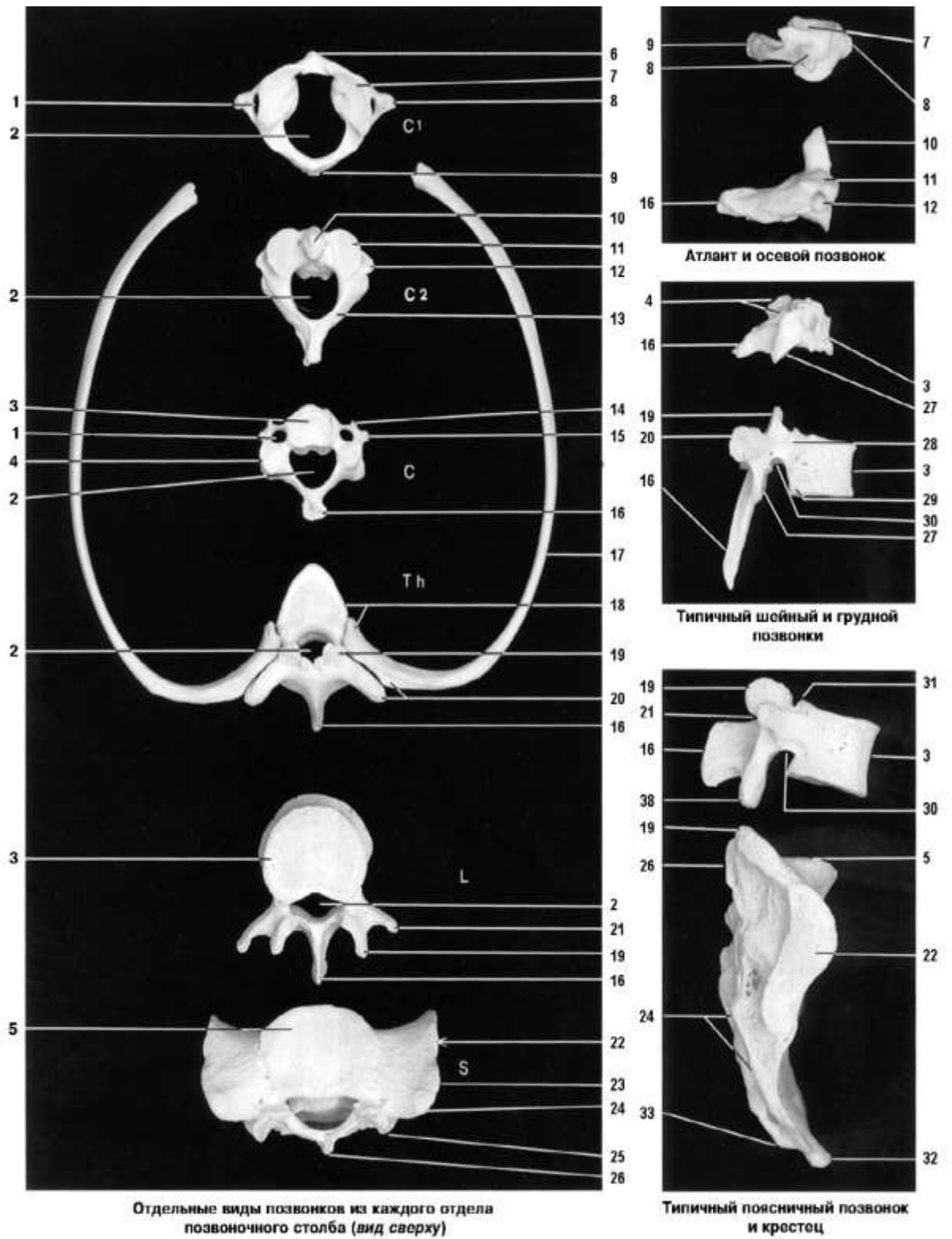
**Рис. 5. ОСНОВАНИЕ ЧЕРЕПА**

1. Канал резца / *Canalis incisivus*
2. Средний небный шов / *Sutura palatina mediana*
3. Небный отросток верхней челюсти / *Processus palatinus maxillae*
4. Небно-верхнечелюстной шов / *Sutura palatina transversa*
5. Большое и малое небные отверстия / *Foramen palatinum majus et minus*
6. Нижняя глазничная щель / *Fissura orbitalis inferior*
7. Средняя носовая раковина / *Concha nasalis media*
8. Сошник / *Vomer*
9. Овальное отверстие / *Foramen ovale*
10. Борозда слуховой трубы / *Sulcus tubae auditivae*
11. Крыловидный канал / *Canalis pterygoideus*
12. Шиловидный отросток / *Processus styloideus*
13. Канал сонной артерии / *Canalis caroticus*
14. Шилососцевидное отверстие / *Foramen stylomastoideum*
15. Яремное отверстие / *Foramen jugulare*
16. Борозда затылочной артерии / *Sulcus a. occipitalis*
17. Затылочный мыщелок / *Condylus occipitalis*
18. Мыщелковый канал / *Canalis condylaris*
19. Выйная линия / *Planum occipitale*
20. Наружный затылочный бугор / *Protuberantia occipitalis ext.*
21. Скуловая дуга / *Arcus zygomaticus*
22. Латеральная крыловидная пластинка / *Lamina lateralis processus pterygoidei*
23. Медиальная крыловидная пластинка / *Lamina medialis processus pterygoidei*
24. Нижнечелюстная ямка / *Fossa mandibularis*
25. Глоточный бугорок / *Tuberculum pharyngeum*
26. Верхняя выйная линия / *Linea nuchae superior*
27. Сосцевидный отросток / *Processus mastoideus*
28. Нижняя выйная линия / *Linea nuchae inferior*
29. Сосцевидная вырезка / *Incisura mastoidea*
30. Большое затылочное отверстие / *Foramen magnum*



**Рис. 6. СКЕЛЕТ ТУЛОВИЩА (ВИД СПЕРЕДИ)**

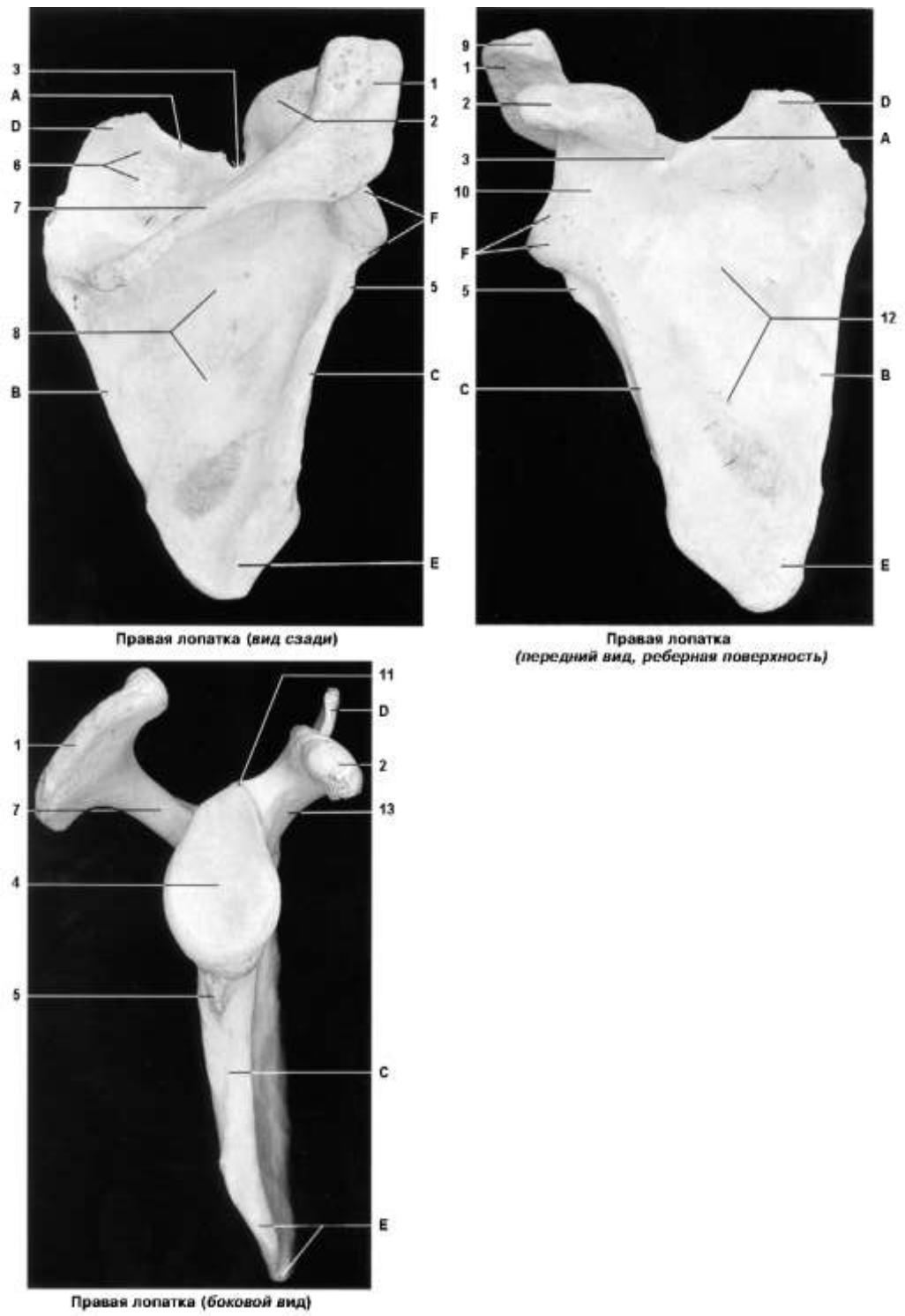
1. Рукоятка грудины / *Manubrium sterni*
2. Ключица / *Clavicula*
3. Акромиальный отросток лопатки / *Acromion*
4. Клювовидный отросток лопатки / *Processus coracoideus*
5. Суставная впадина лопатки / *Cavitas glenoidalis*
6. Тело грудины / *Corpus sterni*
7. Реберный хрящ / *Cartilago costalis*
8. Тело грудного XII позвонка / *Corpus vertebrae thoracicae XII-Th12*
9. Тело I поясничного позвонка / *Corpus vertebrae lumbalis I -L1*
10. Тазовая кость / *Os coxae*
11. Крестцовый мыс / *Promontorium*
12. Крестец / *Os sacrum*
13. Передняя подвздошная ость / *Spina iliaca anterior superior*
14. Запирательное отверстие / *Foramen obturatum*
15. Атлант / *Atlas*
16. Седьмой шейный позвонок / *Vertebra prominens-C7*
17. Первое ребро / *Costa 1*
18. Мечевидный отросток / *Processus xiphoideus*
19. Двенадцатое ребро / *Costa XII*
20. Тело V поясничного позвонка / *Corpus vertebrae lumbalis -L5*
21. Подвздошный гребень / *Crista iliaca*
22. Копчик / *Os coccygis*
23. Лобковый симфиз / *Symphysis pubica*



**Рис. 7. ВИДЫ ПОЗВОНКОВ**

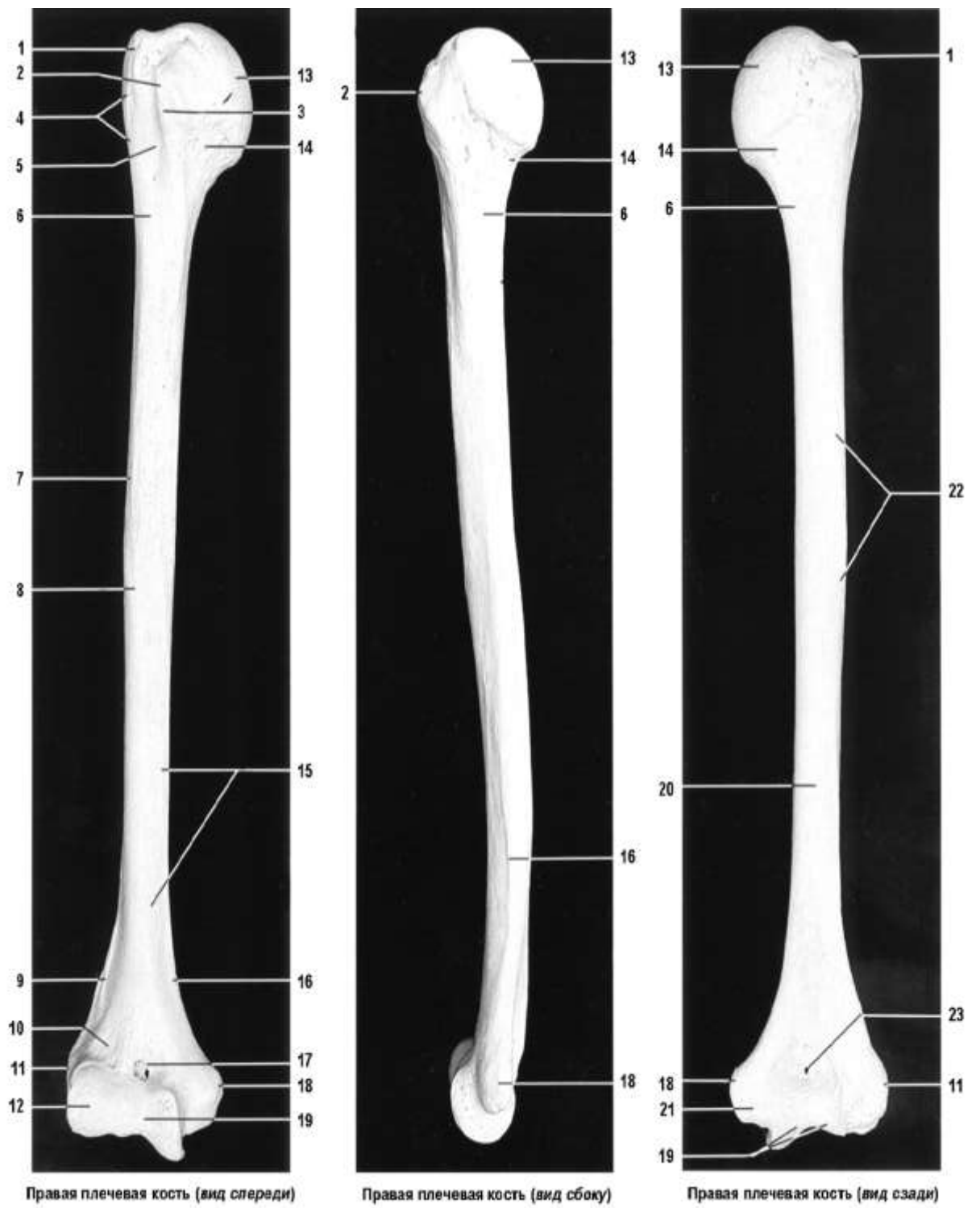


1. Отверстие в поперечных отростках / Foramen processus transversi
2. Позвоночное отверстие / Foramen vertebrale
3. Тело позвонка / Corpus vertebrae
4. Верхняя суставная поверхность / Facies articularis superior
5. Основание крестца / Basis ossis sacri
6. Передний бугорок атланта / Tuberculum anterior atlantis
7. Верхняя суставная поверхность атланта / Fovea articularis superior
8. Поперечный отросток / Processus transversus atlantis
9. Задний бугорок атланта / Tuberculum posterior
10. Зуб второго шейного позвонка / Dens axis
11. Верхняя суставная поверхность / Facies articularis superior
12. Поперечный отросток / Processus transversus
13. Дуга позвонка / Arcus vertebrae
14. Передний бугорок поперечного отростка / Tuberculum anterior vertebrae
15. Задний бугорок поперечного отростка / Tuberculum posterior vertebrae
16. Остистый отросток / Processus spinosus
17. Тело ребра / Corpus costae
18. Тело позвонка и головка ребра / Corpus vertebrae et caput costae
19. Верхний суставной отросток / Processus articularis superior
20. Поперечный отросток и бугорок ребра / Processus transversus et tuberculum costae
21. Поперечный отросток / Processus costalis
22. Ушковидная поверхность / Facies articularis
23. Боковая часть крестца / Pars lateralis ossis sacri
24. Боковой крестцовый гребень / Crista sacralis lateralis
25. Промежуточный крестцовый гребень / Crista sacralis intermedia
26. Срединный крестцовый гребень / Crista sacralis mediana
27. Нижняя суставная поверхность / Facies articularis inferior
28. Верхняя полусуставная поверхность / Fovea costalis superior
29. Нижняя полусуставная поверхность / Fovea costalis inferior
30. Нижняя вырезка позвонка / Incisura vertebralis inferior
31. Верхняя вырезка позвонка / Incisura vertebralis superior
32. Вершина крестца / Apex ossis sacri
33. Крестцовый рог / Cornu sacrale
34. Копчик / Os coccygis
35. Задние крестцовые отростки / Foramen sacralis posterior
36. Сосочковый отросток / Processus mamillaris
37. Ножки / Pediculus arcus vertebrae
38. Нижний суставной отросток / Processus articularis inferior



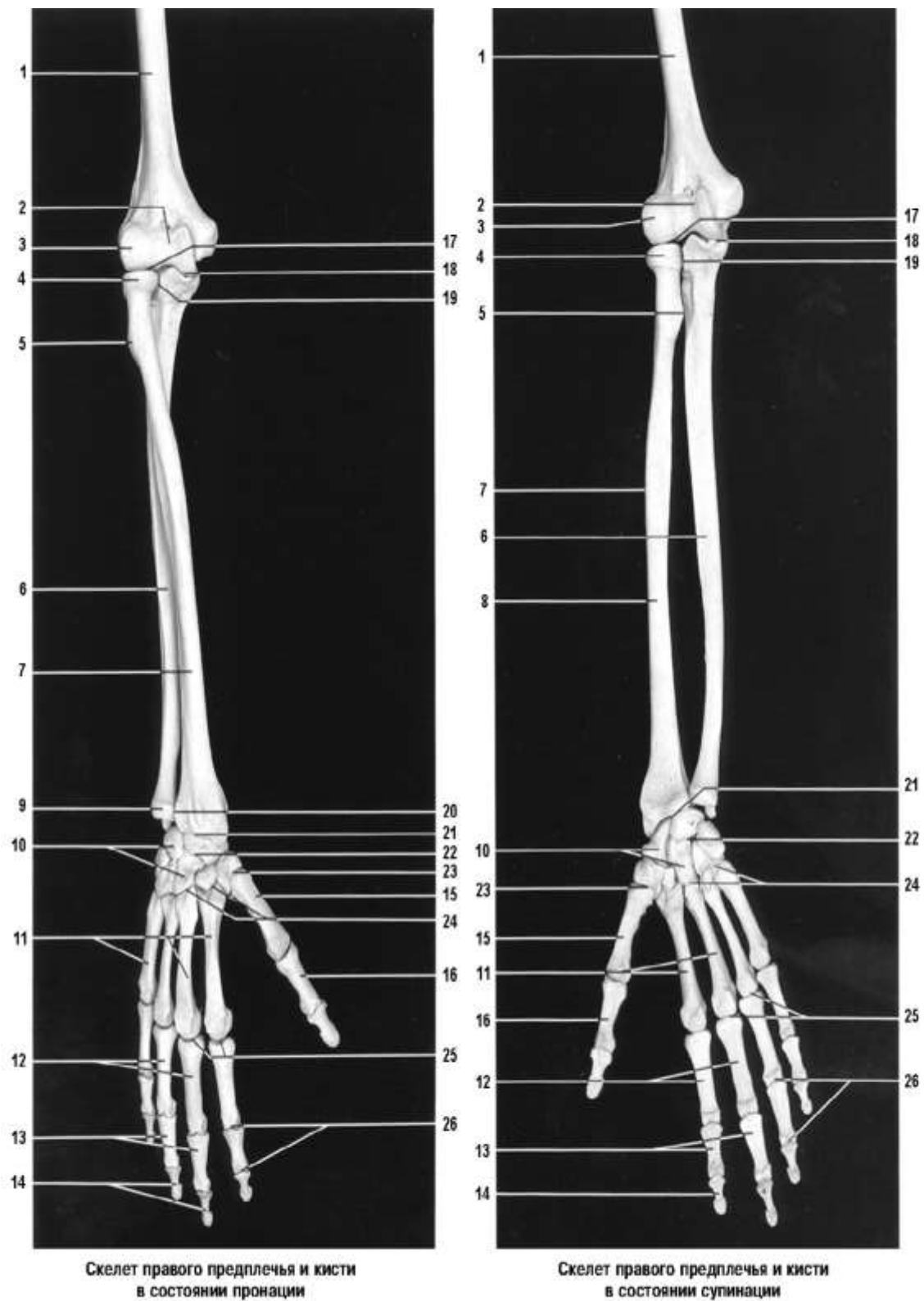
**Рис. 8. ЛОПАТКА / SCAPULA**

- A. Верхний край / *Margo superior*
- B. Медиальный край / *Margo medialis*
- C. Латеральный край / *Margo lateralis*
- D. Верхний угол / *Angulus superior*
- E. Нижний угол / *Angulus inferior*
- F. Боковой угол / *Angulus laterali*
- 1. Плечевой отросток / *Acromion*
- 2. Клювовидный отросток / *Processus coracoideus*
- 3. Вырезка лопатки / *Incisura scapulae*
- 4. Суставная впадина / *Cavitas glenoidalis*
- 5. Нижнесуставной отросток / *Tuberculum infraglenoidale*
- 6. Надостная ямка / *Fossa supraspinata*
- 7. Ость / *Spina scapulae*
- 8. Подостная ямка / *Fossa infraspinata*
- 9. Суставная поверхность акромиона / *Facies articularis acromii*
- 10. Шейка / *Collum scapulae*
- 11. Надсуставной бугорок / *Tuberculum supraglenoidale*
- 12. Реберная поверхность / *Facies costalis scapulae*
- 13. Основание клювовидного отростка / *Basis processus coracoidei*



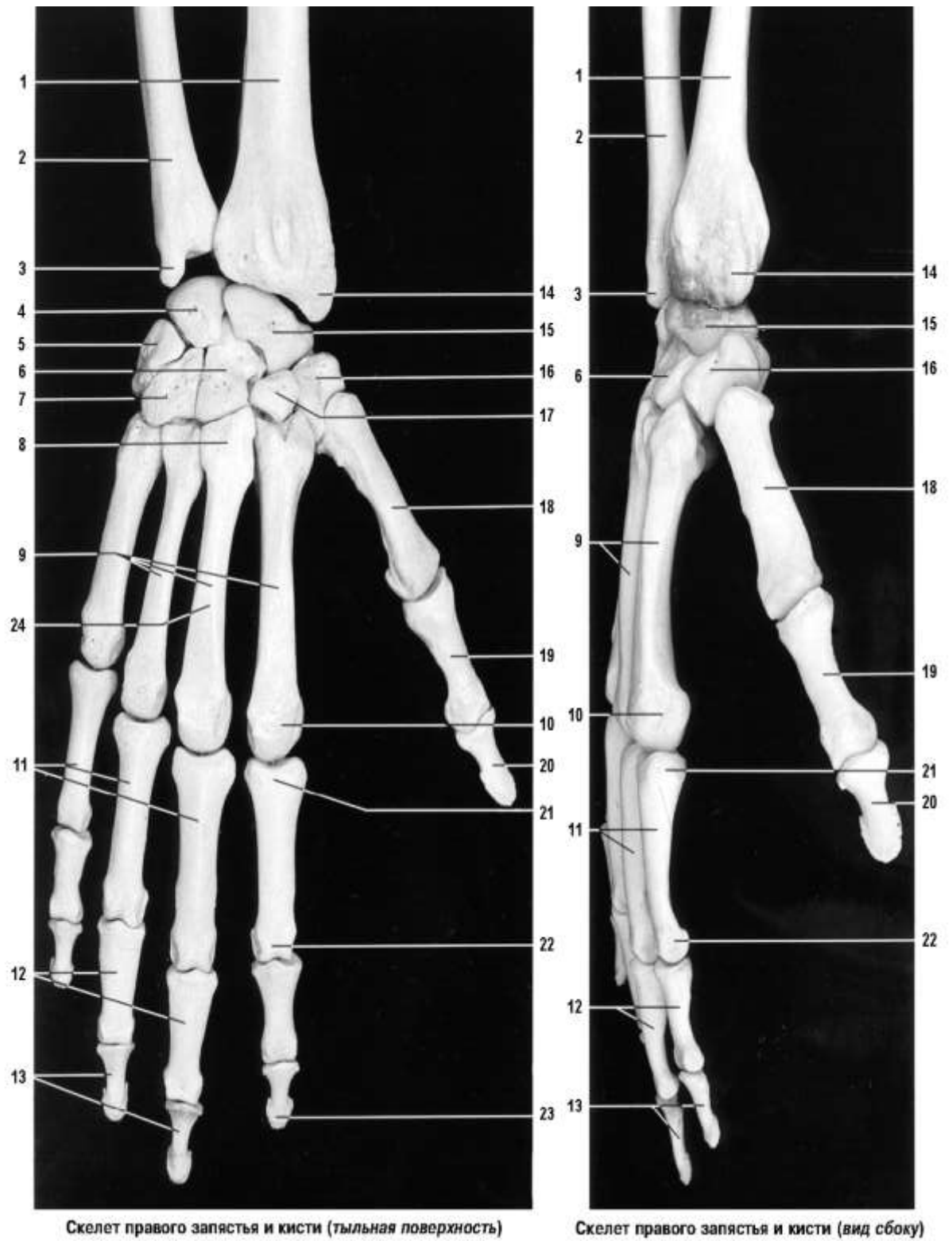
**Рис. 9. ПЛЕЧЕВАЯ КОСТЬ / HUMERUS**

1. Большой бугорок / *Tuberculum majus*
2. Малый бугорок / *Tuberculum minus*
3. Гребень малого бугорка / *Crista tuberculi minoris*
4. Гребень большого бугорка / *Crista tuberculi majoris*
5. Междубугорная борозда / *Sulcus intertubercularis*
6. Хирургическая шейк / *Collum chirurgicum*
7. Дельтовидная бугристость / *Tuberositas deltoidea*
8. Передне-боковая поверхность / *Facies anterior laterale humeri*
9. Боковой надмышцелковый гребень / *Margo lateralis*
10. Лучевая ямка / *Fossa radialis*
11. Боковой надмыщелок / *Epicondylus laterale humeri*
12. Головочка плеча / *Capitulum humeri*
13. Головка плеча / *Caput humeri*
14. Анатомическая шейка / *Collum anatomicum*
15. Передне-срединная поверхность / *Facies anterior medii humeri*
16. Срединный надмышцелковый гребень / *Margo medialis*
17. Венечная ямка / *Fossa coronoidea*
18. Медиальный надмыщелок / *Epicondylus mediale humeri*
19. Блок / *Trochlea humeri*
20. Задняя поверхность / *Facies posterior humeri*
21. Борозда локтевого нерва / *Sulcus n. ulnaris*
22. Борозда лучевого нерва / *Sulcus n. radialis*
23. Ямка локтевого отростка / *Fossa olecrani*



**Рис. 10. СКЕЛЕТ ПРЕДПЛЕЧЬЯ**

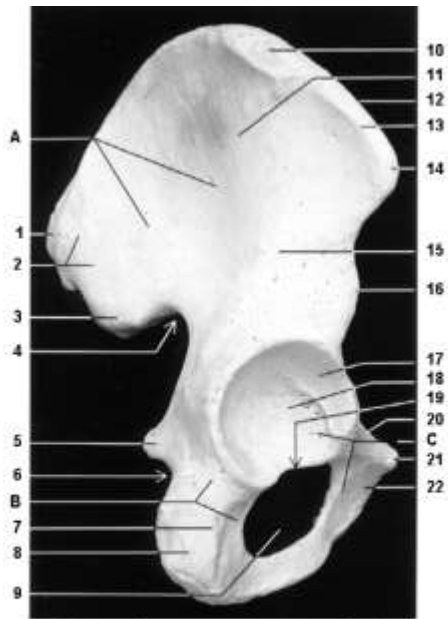
1. Плечевая кость / *Humerus*
2. Блок плечевой кости / *Trochlea humeri*
3. Головочка плечевой кости / *Capitulum humeri*
4. Круглая суставная поверхность лучевой кости / *Circumferentia articularis radii*
5. Бугристость лучевой кости / *Tuberositas radii*
6. Передняя поверхность локтевой кости / *Ulna-facies anterior*
7. Задняя поверхность лучевой кости / *Radius-facies posterior*
8. Передняя поверхность лучевой кости / *Radius facies anterior*
9. Круглая суставная поверхность локтевой кости / *Circumferentia articularis ulnae*
10. Запястные кости / *Carpus-ossa carpi*
11. Пястные кости / *Metacarpus ossa metacarpi*
12. Проксимальные фаланги / *Phalanges proximale*
13. Средние фаланги / *Phalanges mediale*
14. Дистальные фаланги / *Phalanges distale*
15. Пястная кость большого пальца / *Os metacarpale*
16. Проксимальная фаланга большого пальца / *Phalanx proximale pollicis*
17. Плече-лучевой сустав / *Articulatio humeroradialis*
18. Плече-локтевой сустав / *Articulatio humeroulnaris*
19. Проксимальный луче-локтевой сустав / *Articulatio radioulnaris proximale*
20. Дистальный луче-локтевой сустав / *Articulatio radioulnaris distale*
21. Лучезапястный сустав / *Articulatio radiocarpalis*
22. Межпястный сустав / *Articulatio mediocarpalis*
23. Запястно-пястный сустав большого пальца / *Articulatio carpometa-*  
*carpalis pollicis*
24. Запястно-пястные суставы / *Articulationes carpometa-*  
*carpales*
25. Пястно-фаланговые суставы / *Articulationes metacarpophalangeales*
26. Межфаланговые суставы пальцев кисти / *Articulationes interphalangeales manus*



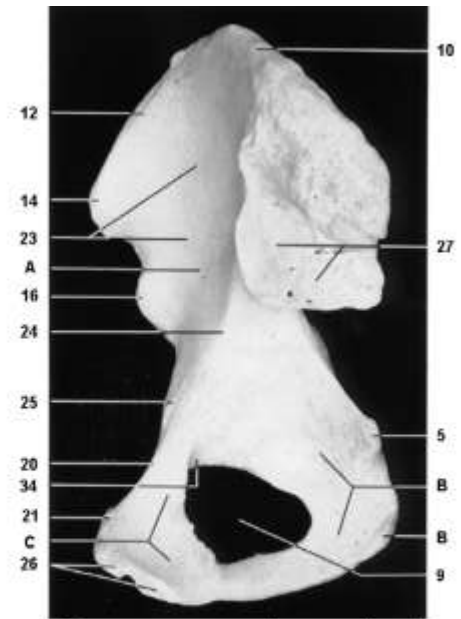
**Рис. 11. СКЕЛЕТ КИСТИ**



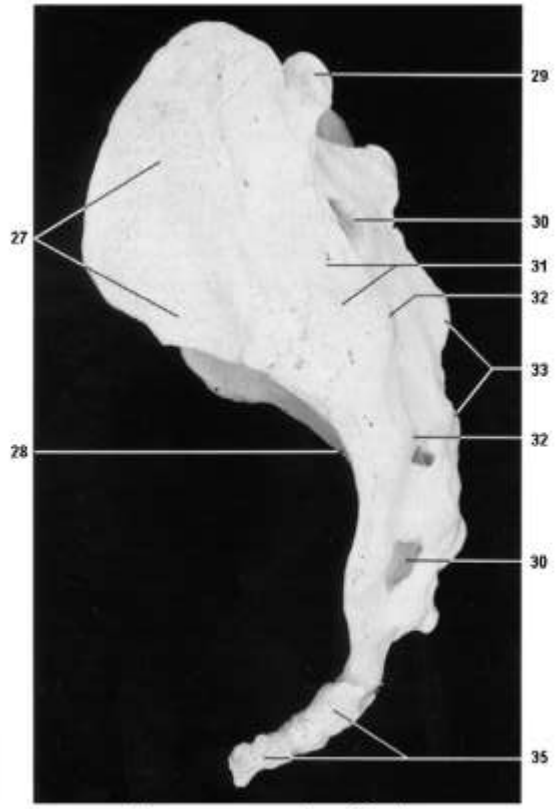
1. Лучевая кость / Radius
2. Локтевая кость / Ulna
3. Шиловидный отросток локтевой кости / Processus styloideus ulnae
4. Полулунная кость / Os lunatum
5. Трехгранная кость / Os triquetrum
6. Головчатая кость / Os capitatum
7. Крючковидная кость / Os hamatum
8. Основание третьей пястной кости / Basis ossis metacarpalis III
9. Пястные кости / Ossa metacarpi
10. Головка пястной кости / Caput ossis metacarpalis
11. Проксимальные фаланги кисти / Phalanges proximale manus
12. Средние фаланги кисти / Phalanges mediae
13. Дистальные фаланги кисти / Phalanges distale
14. Шиловидный отросток лучевой кости / Processus styloideus radii
15. Ладьевидная кость / Os scaphoideum
16. Кость-трапеция / Os trapezium
17. Трапезиевидная кость / Os trapezoideum
18. Пястная кость большого пальца / Os metacarpale I
19. Проксимальная фаланга большого пальца / Phalanx proximale pollicis
20. Дистальная фаланга большого пальца / Phalanx distale pollicis
21. Основание второй проксимальной фаланги / Basis phalangis II
22. Головка второй проксимальной фаланги / Caput phalangis II
23. Бугристость дистальной фаланги / Tuberositas phalangis distale
24. Тело третьей пястной кости / Corpus ossis metacarpalis III



Правая бедренная кость (вид сбоку)



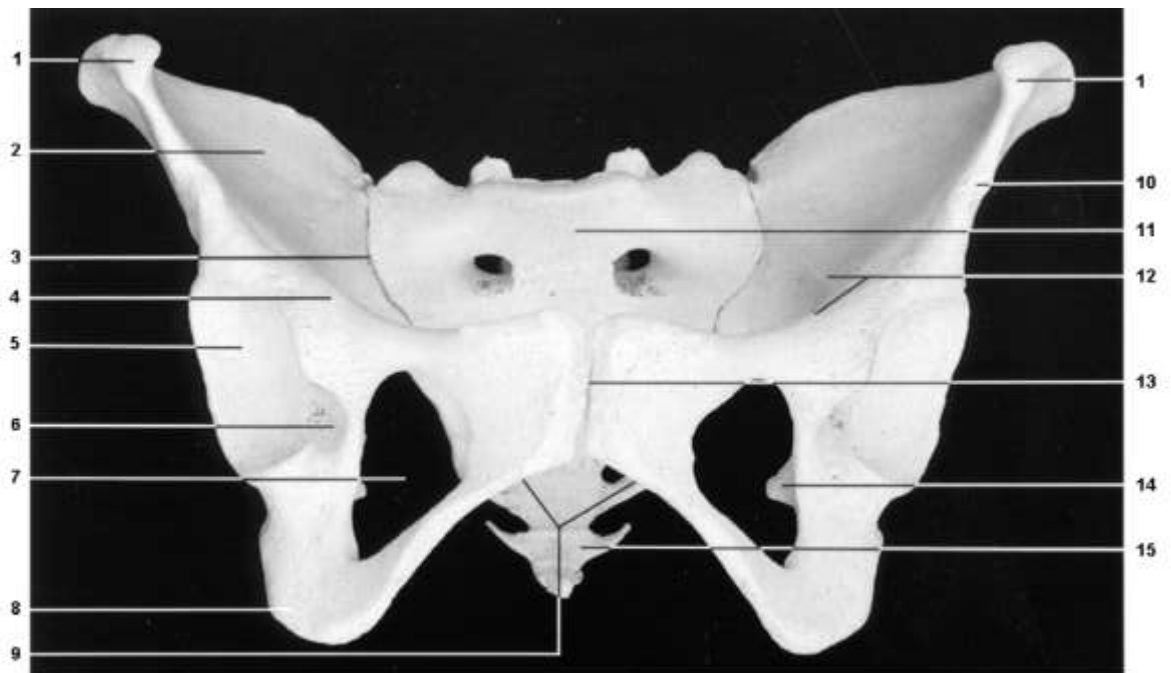
Правая тазовая кость (срединный вид)



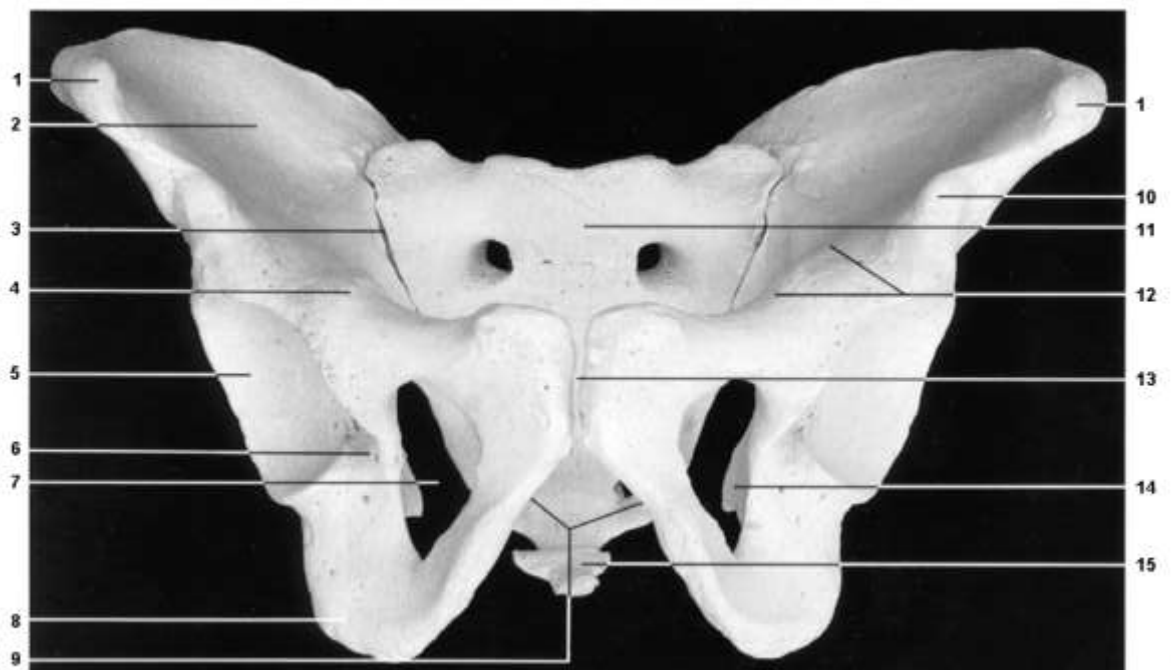
Крестец и копчик (вид сбоку)

**Рис. 12. ТАЗОВАЯ КОСТЬ / OS COXAЕ**

- А. Подвздошная кость / *Os ilii*  
 В. Седалищная кость / *Os ischii*  
 С. Лобковая кость / *Os pubis*
1. Задняя верхняя подвздошная ость / *Spina iliaca posterior superior*
  2. Задняя ягодичная линия / *Linea glutea posterior*
  3. Задняя нижняя подвздошная ость / *Spina iliaca posterior inferior*
  4. Большая седалищная вырезка / *Incisura ischiadica major*
  5. Седалищная ость / *Spina ischiadica*
  6. Малая седалищная вырезка / *Incisura ischiadica minor*
  7. Тело седалищной кости / *Corpus ossis ischii*
  8. Седалищная бугристость / *Tuber ischiadicum*
  9. Запирательное отверстие / *Foramen obturatum*
  10. Подвздошный гребень / *Crista iliaca*
  11. Передняя ягодичная линия / *Linea glutea anterior*
  12. Внутренняя губа подвздошного гребня / *Labium interior cristae iliacaе*
  13. Наружная губа подвздошного гребня / *Labium exterior cristae iliacaе*
  14. Передняя верхняя подвздошная ость / *Spina iliaca anterior*
  15. Нижняя ягодичная линия / *Linea glutea inferior*
  16. Передняя нижняя подвздошная ость / *Spina iliaca anterior inferior*
  17. Полулунная поверхность вертлужной впадины / *Acetabulum-facies lunata*
18. Вертлужная ямка / *Fossa acetabuli*
  19. Вертлужная вырезка / *Incisura acetabuli*
  20. Лобковый гребень / *Crista pubica*
  21. Лобковый бугор / *Tuberculum pubicum*
  22. Тело лобковой кости / *Corpus ossis pubis*
  23. Подвздошная ямка / *Fossa iliaca*
  24. Дугообразная линия / *Linea arcuata*
  25. Подвздошно-лобковое возвышение / *Eminentia iliopubica*
  26. Суставная поверхность лобковой кости / *Facies symphysialis*
  27. Ушковидная поверхность крестца / *Facies auricularis*
  28. Тазовая поверхность крестца / *Facies pelvina*
  29. Верхний суставной отросток крестца / *Processus articularis superior*
  30. Заднее крестцовое отверстие / *Foramen sacralis dorsalia*
  31. Крестцовая поверхность / *Tuberositas sacralis*
  32. Боковой крестцовый гребень / *Crista sacralis lateralis*
  33. Срединный крестцовый гребень / *Crista sacralis mediana*
  34. Запирательная борозда / *Sulcus obturatorius*
  35. Копчик / *Os coccygis*



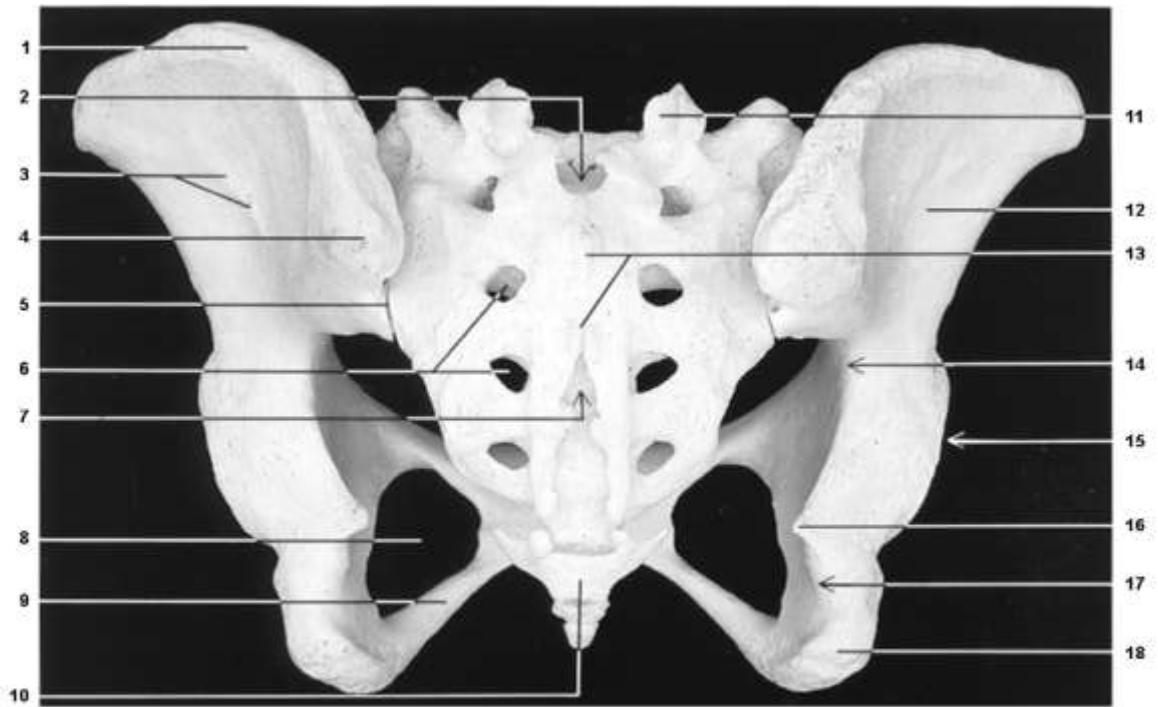
Женский таз (вид спереди). Видна разница между формой и размерами мужского и женского таза. Лобковая дуга женского таза шире, чем мужского. Форма запирающего отверстия женского таза - треугольная, мужского таза - овальная



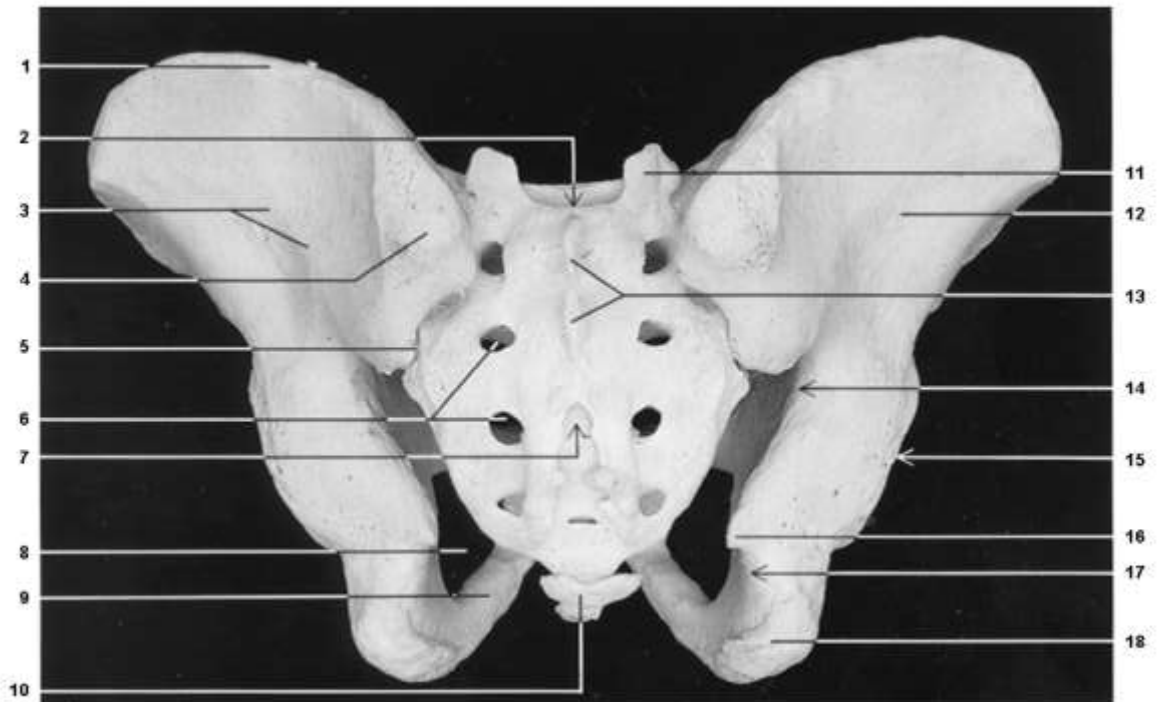
Мужской таз (вид спереди). Сравните с предыдущей фотографией

**Рис. 13. ТАЗ (ВИД СПЕРЕДИ)**

1. Верхняя передняя подвздошная ость / *Spina iliaca anterior superior*
2. Подвздошная ямка / *Fossa iliaca*
3. Расположение крестцово-подвздошного сустава / *Articulatio sacroiliaca*
4. Подвздошно-лобковое возвышение / *Eminentia iliopubica*
5. Полулунная поверхность вертлужной впадины / *Acetabulum-facies lunata*
6. Вертлужная вырезка / *Incisura acetabuli*
7. Запирательное отверстие / *Foramen obturatum*
8. Седалищная бугристость / *Tuber ischiadicum*
9. Лобковая дуга / *Arcus pubis (angulus pubis)*
10. Передняя нижняя подвздошная ость / *Spina iliaca anterior inf.*
11. Крестец / *Os sacrum*
12. Пограничная линия (край верхней вырезки) / *Linea terminalis*
13. Лобковый симфиз / *Symphysis pubica*
14. Седалищная ость / *Spina ischiadica*
15. Копчик / *Os coccygis*



**Женский таз (задний нижний вид). Видна разница между женским и мужским тазом, которые отличаются строением нижней вырезки, формой крестца, обеих седалищных вырезок и лобковой дуги**



**Мужской таз (вид сзади и снизу). Сравните с женским тазом (изображен выше)**

**Рис. 14. ТАЗ (ВИД СЗАДИ)**

1. Подвздошный гребень / *Crista iliaca*
2. Крестцовый канал / *Canalis sacralis*
3. Задняя ягодичная линия / *Linea glutea posterior*
4. Задняя верхняя подвздошная ость / *Spina iliaca posterior superior*
5. Расположение крестцово-подвздошного сустава / *Articulatio sacroiliaca*
6. Задние крестцовые отверстия / *Foramen sacralia dorsalia*
7. Крестцовая щель / *Hiatus sacralis*
8. Запирающее отверстие / *Foramen obturatum*
9. Ветвь седалищной кости / *Ramus ossis ischii*
10. Копчик / *Os coccygis*
11. Верхний суставной отросток крестца / *Processus angularis ossis ilii*
12. Ягодичная поверхность подвздошной кости / *Facies glutea ossis ilii*
13. Срединный крестцовый гребень / *Crista sacralis mediana*
14. Большая седалищная вырезка / *Incisura ischiadica major*
15. Расположение вертлужной впадины / *Acetabulum*
16. Седалищная ость / *Spina ischiadica*
17. Малая седалищная вырезка / *Incisura ischiadica minor*
18. Седалищная бугристость / *Tuber ischiadicum*

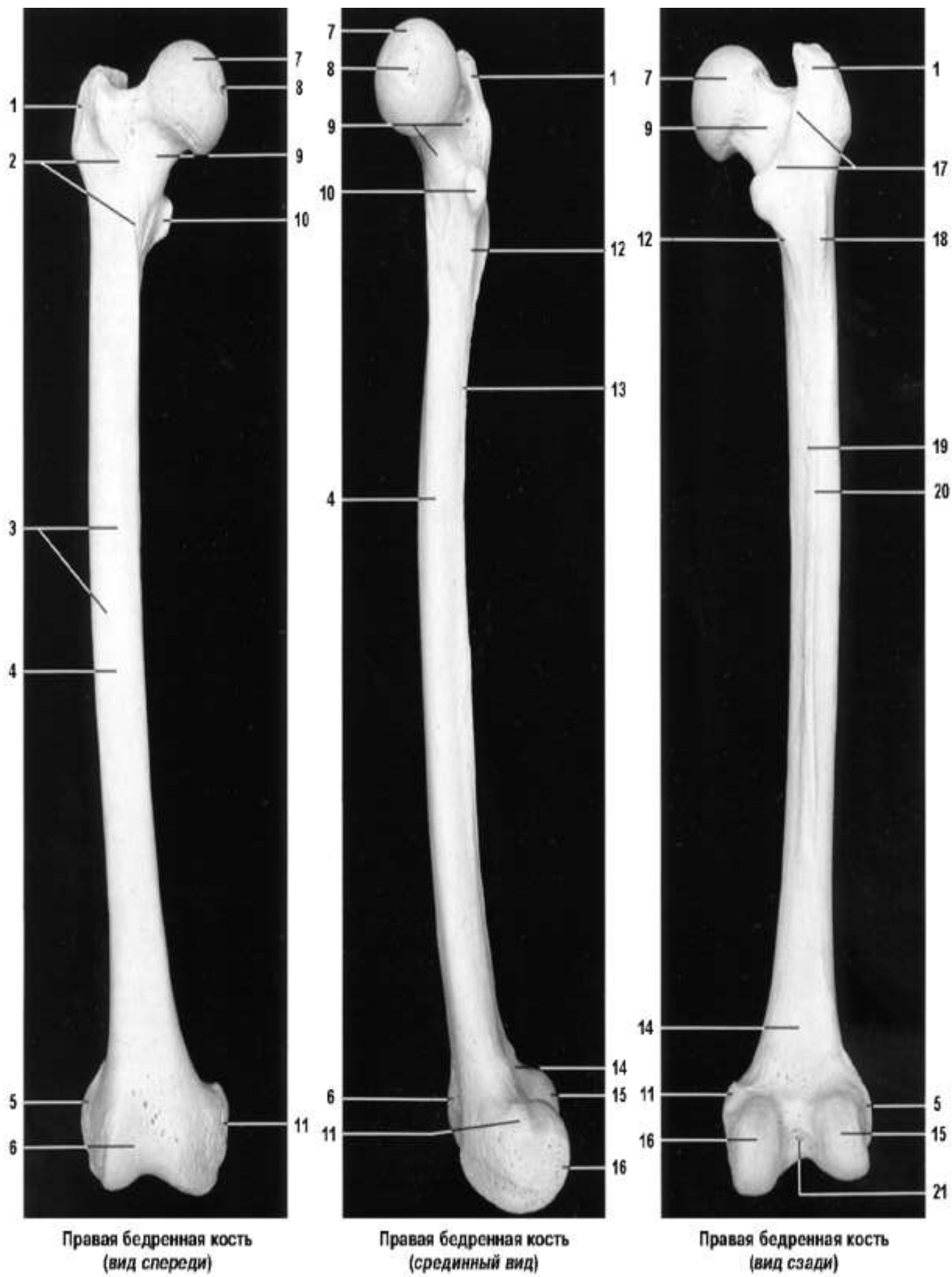
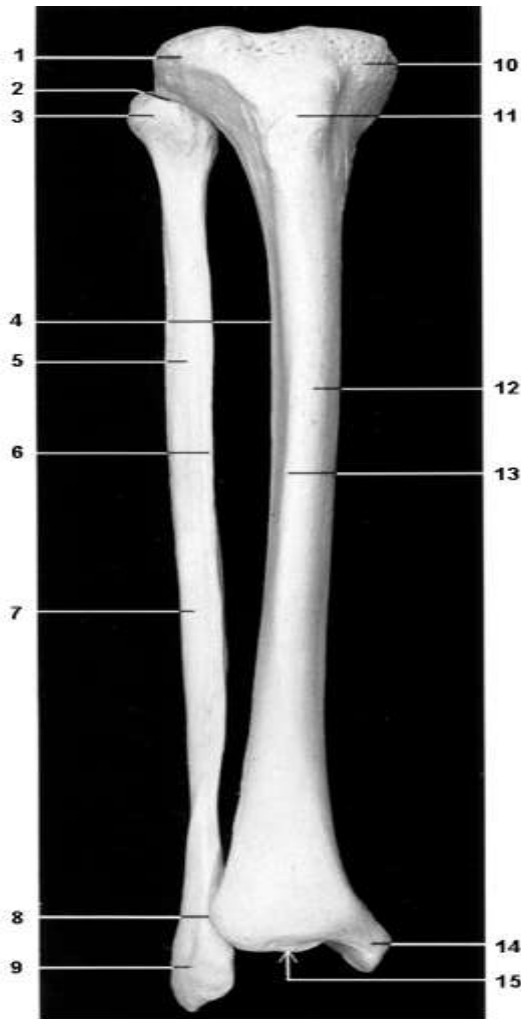


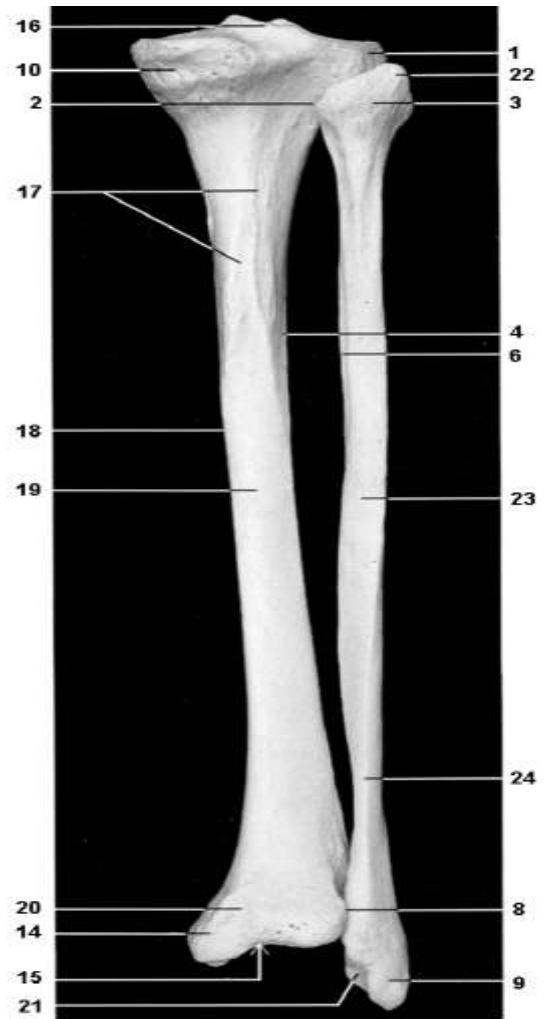
Рис. 15. БЕДРО / FEMUR



1. Большой вертел / Trochanter major
2. Межвертельная линия / Linea intertrochanterica
3. Питательное отверстие / Foramen nutritia
4. Тело бедренной кости (диафиз) / Corpus femoris-diaphysis
5. Латеральный надмыщелок / Epicondylus lateralis
6. Надколенниковая поверхность / Facies patellaris
7. Головка / Caput femoris
8. Ямка головки / Fovea capitis femoris
9. Шейка / Collum femoris
10. Малый вертел / Trochanter minor
11. Медиальный надмыщелок / Epicondylus medialis
12. Гребенчатая линия / Linea pectinea
13. Шероховатая линия / Linea aspera
14. Подколенная поверхность / Facies poplitea
15. Латеральный мыщелок / Condylus lateralis
16. Медиальный мыщелок / Condylus medialis
17. Межвертельный гребень / Crista intertrochanterica
18. Третий вертел / Trochanter tertius
19. Медиальная губа шероховатой линии / Labium med. lineae asperae
20. Латеральная губа шероховатой линии / Labium lateralis
21. Межмыщелковая ямка / Fossa intercondylaris



Кости правой ноги, большая и малая берцовые кости (вид спереди)



Кости правой ноги, большая и малая берцовые кости (вид сзади)

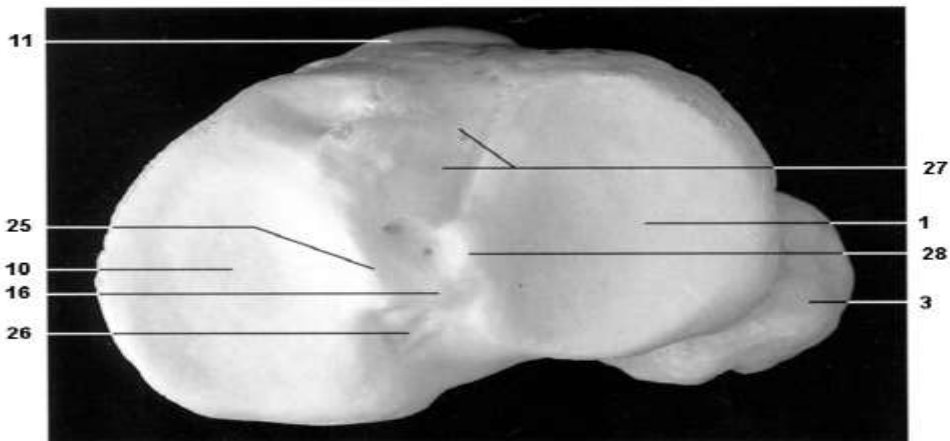
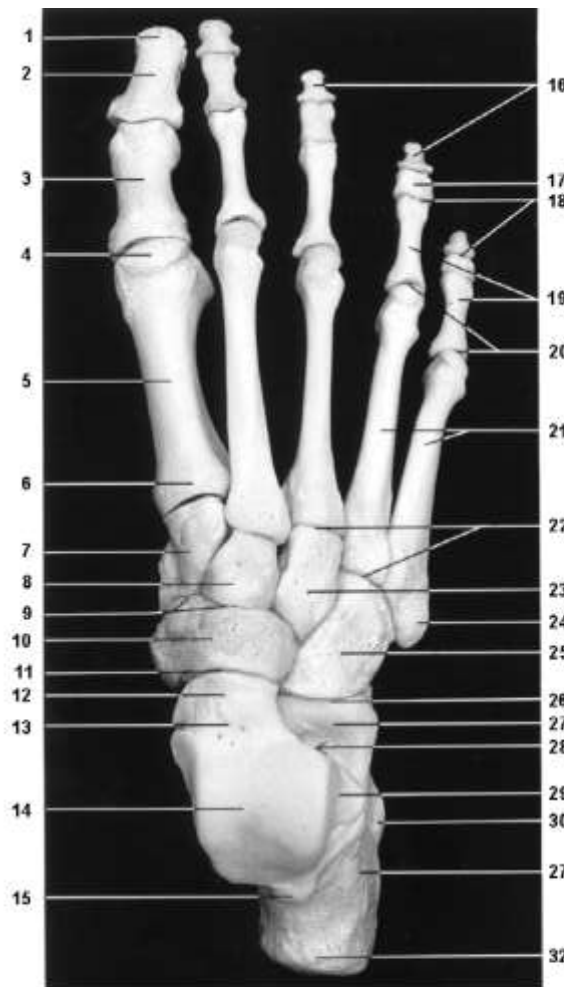
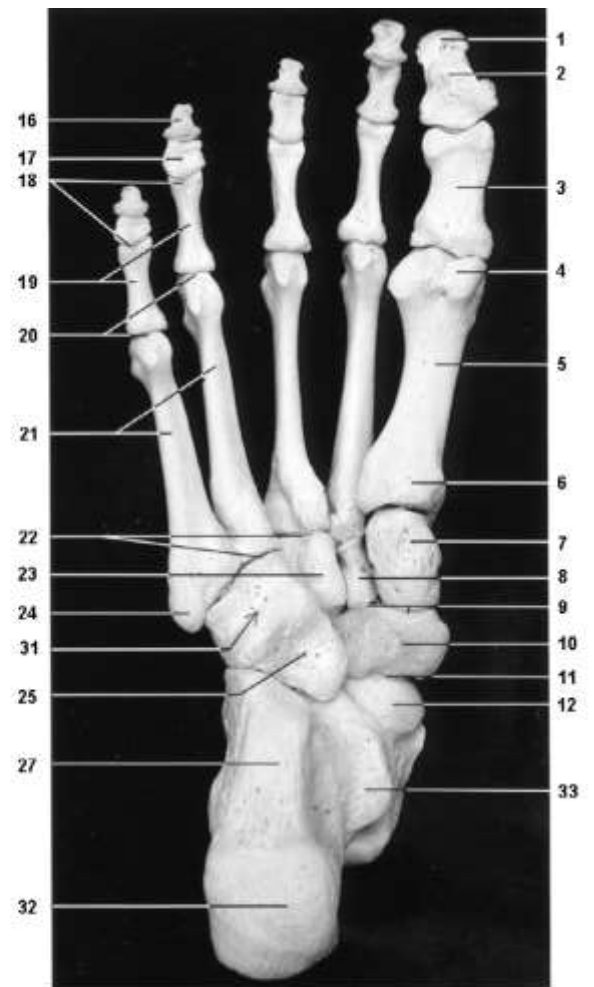


Рис. 16. ГОЛЕНЬ

1. Латеральный мыщелок большеберцовой кости / *Condylus lat. tibiae*
2. Расположение большеберцово-малоберцового сустава / *Articulatio tibiofibularis*
3. Головка малой берцовой кости / *Caput fibulae*
4. Межкостный край большеберцовой кости / *Margo interosseus tibiae*
5. Тело большеберцовой кости / *Corpus fibulae-diaphysis*
6. Межкостный край малоберцовой кости / *Margo interosseus fibulae*
7. Латеральная поверхность малоберцовой кости / *Facies lat. fibulae*
8. Расположение большеберцово-малоберцового сустава / *Syndesmosis tibiofibularis*
9. Латеральная лодыжка / *Malleolus lat. fibulae*
10. Медиальный мыщелок большеберцовой кости / *Condylus med. tibiae*
11. Бугристость большеберцовой кости / *Tuberositas tibiae*
12. Тело большеберцовой кости (диафиз) / *Corpus tibiae-diaphysis*
13. Передний край большеберцовой кости / *Margo anterior tibiae*
14. Медиальный надмыщелок / *Malleolus med. tibiae*
15. Нижняя суставная поверхность большеберцовой кости / *Facies articularis inf. tibiae*
16. Межмыщелковое возвышение / *Eminentia intercondylaris*
17. Камбаловидная линия / *Linea m. solei*
18. Медиальный край большеберцовой кости / *Margo med. tibiae*
19. Задняя поверхность большеберцовой кости / *Facies posterior tibiae*
20. Лодыжковая борозда большеберцовой кости / *Sulcus malleolaris tibiae*
21. Лодыжковая суставная поверхность большеберцовой кости / *Facies articularis malleoli*
22. Верхушка головки большеберцовой кости / *Apex capitis fibulae*
23. Задняя поверхность малоберцовой кости / *Facies posterior fibulae*
24. Задний край малоберцовой кости / *Margo posterior fibulae*
25. Медиальный межмыщелковый бугорок / *Tuberculum intercondylare med.*
26. Задняя межмыщелковая область / *Area intercondylaris posterior*
27. Передняя межмыщелковая область / *Area intercondylaris anterior*
28. Латеральная межмыщелковая бугристость / *Tuberculum intercondylare lat.*



Кости правой стопы (тыльная поверхность)



Кости правой стопы (ладонная поверхность)



Рис. 17. СКЕЛЕТ СТОПЫ

1. Бугристость дистальной фаланги большого пальца / *Tuberositas phalangis distalis hallucis*
2. Дистальная фаланга большого пальца / *Phalanx distalis hallucis*
3. Проксимальная фаланга большого пальца / *Phalanx proximalis hallucis*
4. Головка первой плюсневой кости / *Caput metatarsale*
5. Первая плюсневая кость / *Os metatarsale I*
6. Основание первой плюсневой кости / *Basis metatarsalis I*
7. Медиальная клиновидная кость / *Os cuneiforme mediale*
8. Промежуточная клиновидная кость / *Os cuneiforme intermedium*
9. Расположение клиновидно-ладьевидного сустава / *Articulatio cuneonavicularis*
10. Ладьевидная кость / *Os naviculare*
11. Расположение таранно-пяточно-ладьевидного сустава / *Articulatio talocalcaneonavicularis*
12. Головка таранной кости / *Caput tali*
13. Шейка таранной кости / *Collum tali*
14. Блок таранной кости / *Trochlea et facies malleolaris med. tali*
15. Задний таранный отросток / *Tuberculum posterior tali*
16. Дистальные фаланги / *Phalanges distale*
17. Средние фаланги / *Phalanx media*
18. Расположение межфаланговых суставов / *Articulationes interphalangeales pedis*
19. Проксимальные фаланги / *Phalanges proximale*
20. Расположение плюсне-фаланговых суставов / *Articulationes metatarsophalangealis*
21. Плюсневые кости / *Ossa metatarsi*
22. Расположение предплюсно-плюсневых суставов / *Articulationes tarsometatarsales*
23. Боковая клиновидная кость / *Os cuneiforme lat.*
24. Бугристость 5-ой плюсневой кости / *Tuberositas ossis metatarsalis quinti*
25. Кубовидная кость / *Os cudoideum*
26. Расположение пяточно-кубовидного сустава / *Articulatio calcaneocuboidea*
27. Пяточная кость / *Calcaneus*
28. Канал стопы / *Sinus tarsi*
29. Боковая лодыжковая поверхность таранной кости / *Facies malleolaris lat. tali*
30. Малоберцовый блок таранной кости / *Trochlea peronealis*
31. Борозда сухожилия длинной малоберцовой мышцы / *Sulcus tendinis m. peronei longi*
32. Бугор пяточной кости / *Tuber calcanei*
33. Подпорка таранной кости / *Sustentaculum tali*
34. Большеберцовая кость / *Tibia*

- 35. Медиальная лодыжка / Malleous med.
- 36. Малоберцовая кость / Fibula
- 37. Расположение большеберцово-малоберцового синдесмоза /  
Syndesmosis  
tibiofibularis
- 38. Расположение голеностопного сустава / Articulatio talocruralis
- 39. Латеральная лодыжка / Malleolus lat.
- 40. Расположение подтаранного сустава / Articulatio subralaris

## ЛИТЕРАТУРА

1. Валькер Ф.И. Морфологические особенности развивающегося организма. Л.: Медгиз, 1959. 206 с.
2. Гремяцкий М.А. Анатомия человека. М.: Советская наука, 1950. 630 с.
3. Иваницкий М.Ф. Анатомия человека. – М.: Физкультура и спорт, 1966. 351 с.
4. Иванов Г.Ф. Основы нормальной анатомии человека. М.: Медгиз, 1949. 795 с.
5. Колесников Н.В. Учебник анатомии и гистологии человека. М.: Медгиз, 1948. 359 с.
6. Колесников Н.В. Анатомия человека. М.: Высшая школа, 1967. 432 с.
7. Краев А.В. Анатомия человека. М.: Медицина, 1978. Т.1. 352 с.
8. Липченко В.Я., Самусев Р.П. Атлас нормальной анатомии человека. М.: Медицина, 1988. 319 с.
9. Моренков Э.Д. Морфология мозга человека. М.: Медицина, 1978. 270 с.
10. Морфология человека (Под ред. Б.А.Никитюка). М.: МГУ, 1983. 320 с.
11. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. Анатомия человека. Л.: Медицина, 1974. 671 с.
12. Сапин М.Р., Билич Г.Л. Анатомия человека. М.: Медицина, 1989. 543 с.
13. Синельников Р.Д., Синельников Я.Р. Атлас анатомии человека: В 4-х т. М.: Медицина, 1989 –1992.
14. Татаринов В.Г. Анатомия и физиология. М.: Медицина, 1969. 352 с.
15. Харрисон Д., Уайнер Д., Теннер Д., Барникот Н. Биология человека. М.: Мир, 1979. 611 с.
16. Хомутов А.Е., Крылова Е.В. Остеология. Учебное пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2000. 150с.
17. Щербатых Ю.В., Туровский И.Н. Анатомия центральной нервной системы. Санкт-Петербург: Питер, 2007. 128 с.

Хомутов Александр Евгеньевич  
Крылова Елена Валерьевна  
Копылова Светлана Вячеславовна

АНАТОМИЯ ЧЕЛОВЕКА. ОСТЕОЛОГИЯ  
Учебное пособие  
Часть I

Учебно-методическое пособие

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
Национальный исследовательский университет  
603950, Нижний Новгород, проспект Гагарина, 23.

Подписано к печати. Формат 60×84 1/16  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.  
Усл.печ.л. 6,3 Уч.-изд.л.  
Заказ. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии госуниверситета им. Н.И.Лобачевского  
603600, г.Н.Новгород, ул. Большая Покровская, 37  
Лицензия ПД № 18-0099 от 14.05.01.



