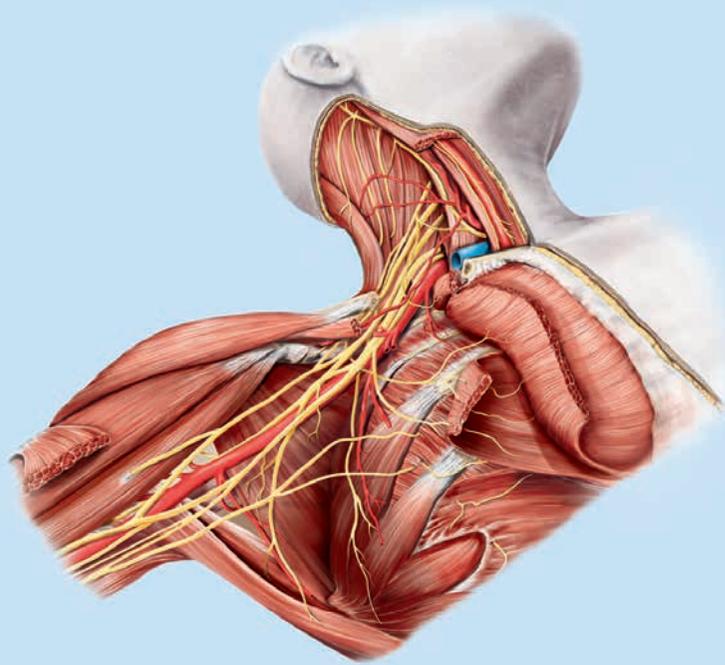


Верхняя конечность

Рельефная анатомия	184
Развитие.....	187
Скелет	189
Методы визуализации.....	214
Мышцы.....	218
Сосудисто-нервные комплексы	264
Топография.....	301
Изображения срезов.....	334

3



Общий обзор

Верхняя конечность (*Membrum superius*) состоит из плечевого пояса (*Cingulum pectorale*), также называемого поясом верхней конечности (*Cingulum membri superioris*), и свободной части верхней конечности (*Pars libera membri superioris*). В плечевой пояс входят ключица (*Clavicula*) и лопатка (*Scapula*). Свободная часть верхней конечности подразделяется на плечо (*Brachium*), предплечье (*Antebrachium*) и кисть (*Manus*). Плечевой пояс, как и вся верхняя конечность, фиксирован к туловищу единственным суставом — грудино-ключичным суставом (*Articulatio sternoclavicularis*). Верхняя конечность — орган тактильной чувствительности со способностью захватывать и удерживать предметы. В процессе эволюции объем движений в ней значительно вырос. Благодаря вращательным движениям, которые осуществляет предплечье совместно с запястьем, объем движений кисти значительно увеличивается.

Другой особенностью является различная подвижность отдельных пальцев и противопоставление большого пальца, что позволяет захватывать предметы и выполнять это максимально эффективно. Мышцы верхней конечности иннервируются плечевым сплетением (*Plexus brachialis*), в формировании которого принимают участие в основном спинномозговые нервы сегментов C5–T1 спинного мозга. От плечевого сплетения для иннервации плечевого пояса и свободной части верхней конечности отходят различные нервы. В кровоснабжении верхней конечности участвуют подключичные артерия и вена (*A., V. subclavia*) и их дистально расположенные ветви. На большом протяжении лимфатические сосуды идут в связке с венами и являются притоками подмышечных лимфатических узлов, которые также дренируют грудную стенку, включая молочную железу.

Основные цели

После изучения этой главы вы сможете:

- называть основные принципы развития конечностей, клинически значимые варианты и пороки развития;
- описать костные структуры плечевого пояса и свободной части верхней конечности, а также их соединения и объем движений;
- объяснить направление хода связок суставов, а также начало, прикрепление, функцию всех мышц плечевого пояса и свободной части верхней конечности, показать на скелете или секционном препарате;
- объяснить направление хода мышц кисти, их функции и иннервацию;
- описать образование плечевого сплетения, показать его структуры во время препарирования и объяснить симптомы повреждения сплетения;
- назвать функции нервов плечевого пояса и симптомы их повреждения;
- описать ход, функцию, симптомы повреждения крупных нервов свободной части верхней конечности и показать нервы на секционном препарате;
- показать все артерии верхней конечности на секционном препарате;
- назвать все анастомозы плечевого пояса и свободной части верхней конечности;
- указать основные пути венозного оттока от верхней конечности;
- назвать крупные поверхностные вены и показать их на секционном препарате;
- описать пути оттока лимфы от верхней конечности;
- назвать группы подмышечных лимфатических узлов и их клиническую значимость;
- указать сосудисто-нервные комплексы, пересекающие ключично-грудной треугольник;
- указать границы подмышечной области, описать проходящие в них структуры и показать их на секционном препарате;
- объяснить прохождение сосудисто-нервных комплексов в локтевом суставе;
- описать строение и структуры канала запястья и локтевого канала запястья.

Клиническая значимость

Клинический случай: повреждение плечевого сплетения

Описание

На обочине автомагистрали обнаружен мужчина (20 лет), где он оказался в результате столкновения мотоциклов. Пострадавший жалуется на головокружение, но находится в сознании и отвечает на вопросы. Явных внешних повреждений нет. Чтобы избежать риска смещения сломанных костей и повреждения спинного мозга, пострадавший стабилизирован на вакуумных носилках с шейным воротником и доставлен в больницу.

Результаты физикального обследования

Пациент находится в сознании и полностью ориентируется в окружающей обстановке. Он испытывает сильную боль в разных областях тела. Частота сердечных сокращений — 100 уд/мин, частота дыхания — 25 в минуту, артериальное давление — 140/100 мм рт. ст. (незначительно повышены).

Диагностические исследования

Во время осмотра обнаружены ушибы и ссадины на коже. Признаков переломов костей и внутренних повреждений во время компьютерной томографии не выявлено. На следующий день после наложения повязок проведено глубокое динамическое тестирование подвижности пациента, включающее проверку всех суставов и определение объема движений с помощью нейтрального ноль-проходящего метода. Правую руку пациент не может поднять (отвести) и согнуть в локтевом суставе (рис. а). Сохраняется мышечная слабость на соответствующей стороне тела. Ладонь обращена латерально и кзади, то есть плечо ротировано кнутри. Движения кисти и пальцев не изменены. На участке кожи в виде полосы от наружной поверхности плеча вдоль латеральной поверхности предплечья до большого пальца (дерматомы C5, C6) отсутствует тактильная чувствительность. Магнитно-резонансная томография области плечевого сустава показала, что оторваны корешки спинномозговых нервов сегментов спинного мозга C5 и C6 в местах их выхода (авульсия) (рис. б).

Диагноз

Верхнее повреждение плечевого сплетения (паралич Дюшенна–Эрба).

Лечение

Нейрохирург фиксирует оторванные корешки нервов путем ушивания окружающей соединительной ткани. Во время хирургического вмешательства местно вводят факторы роста, которые должны ускорить восстановление нервной ткани. В послеоперационные дни начата физиотерапия и лечебная гимнастика. После нескольких месяцев интенсивных тренировок движения восстановились в ограниченной степени. Функция локтевого

сустава может быть ограниченно восстановлена, но нарушения чувствительности в области плеча и предплечья до большого пальца сохраняются. Повреждение плечевого сплетения — сложный комплекс клинических проявлений, которые можно объяснить только при хорошем знании анатомии.

Практическое занятие

Плечевое сплетение — одна из самых сложных для препарирования структур. Его можно выделить только после тщательного изучения по анатомическому атласу (см. рис. 3.91). Плечевое сплетение образовано передними ветвями спинномозговых нервов. В формировании этого сплетения участвуют нервы нижних шейных и верхнего грудного сегментов спинного мозга (C5–T1). Передние ветви этих спинномозговых нервов первоначально объединяются в три ствола, которые проходят между глубокими мышцами шеи через межлестничное пространство в подмышечную полость. В подмышечной полости стволы формируют три пучка (медиальный, латеральный и задний), окружающие подмышечную артерию.



В секционном зале необходимо уделить особое внимание месту начала нервов, чтобы не потерять их!

Из стволов и пучков выходят отдельные нервы. Краниально расположенные сегменты спинного мозга (C5, C6) посредством коротких ветвей сплетения иннервируют мышцы плечевого пояса и соответствующие участки кожи. Каудально расположенные сегменты спинного мозга (C8, T1) иннервируют предплечье и кисть посредством длинных ветвей. Мышечно-кожный нерв активирует мышцы плеча — сгибатели локтевого сустава — и образует латеральный кожный нерв предплечья. Сгибатели предплечья иннервируются срединным нервом (начинается двумя ножками из латерального и медиального пучков) и локтевым нервами (из медиального пучка). Мышцы-разгибатели иннервируются задним пучком лучевого нерва (из заднего пучка).

Патогенез

Симптомы указывают на поражение как двигательных, так и чувствительных нервных волокон. Учитывая нарушения, повреждения можно отнести к нервным волокнам, начинающимся из сегментов спинного мозга C5 и C6. Скорее всего, удар о барьерное ограждение вызвал смещение плеча вниз, что привело к отрыву верхних нервных корешков плечевого сплетения.



Рис. а Клиническая картина верхнего повреждения плечевого сплетения (паралич Дюшенна–Эрба) [L238].

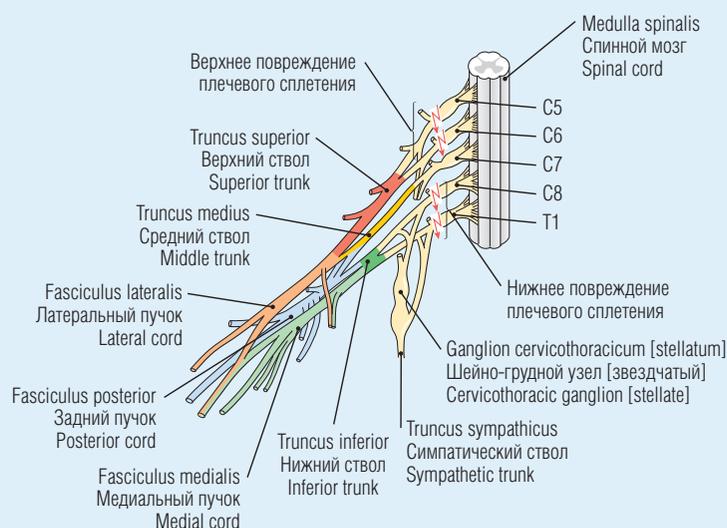


Рис. б Повреждения плечевого сплетения [L126].

Рельефная анатомия верхней конечности

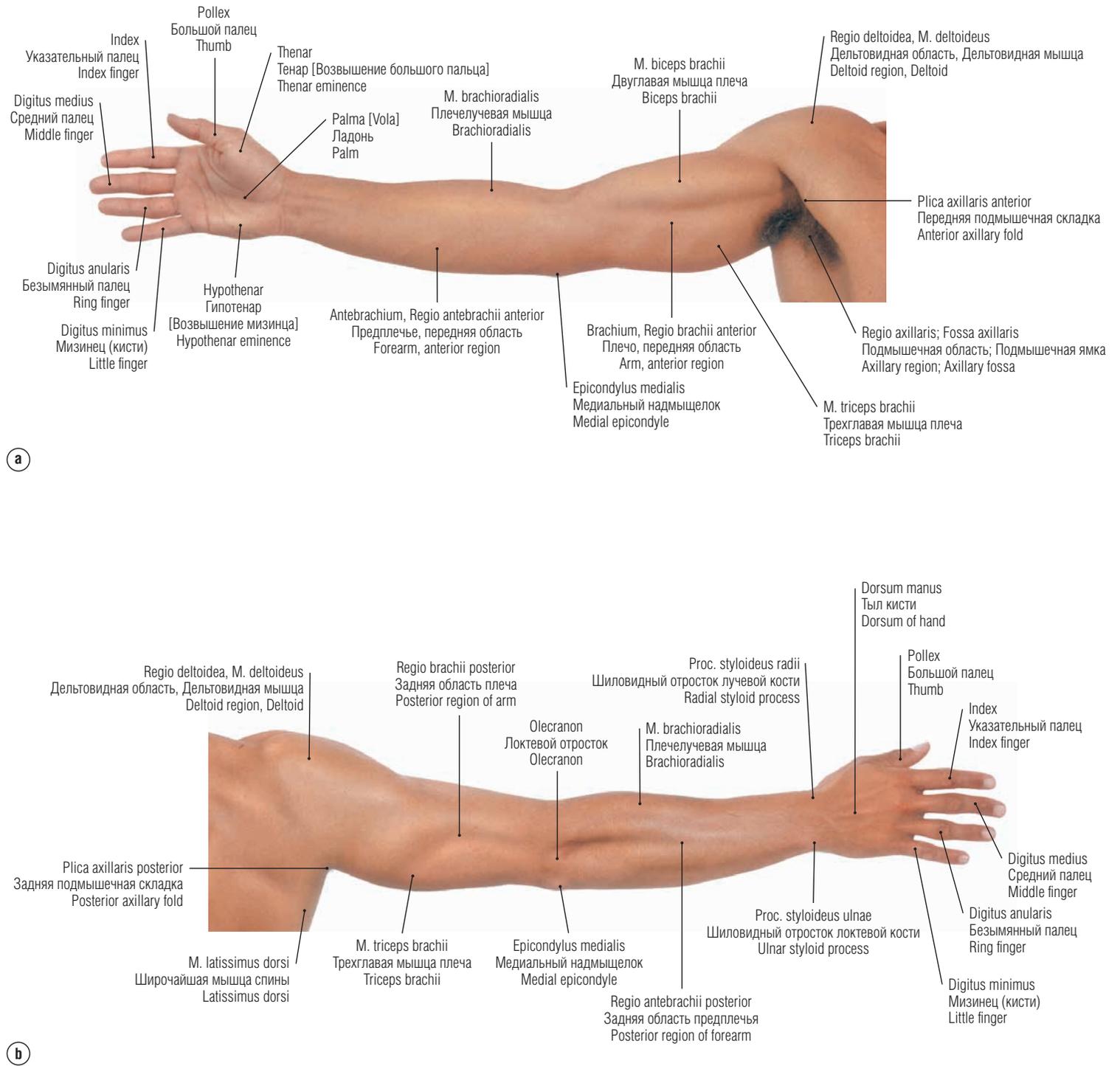
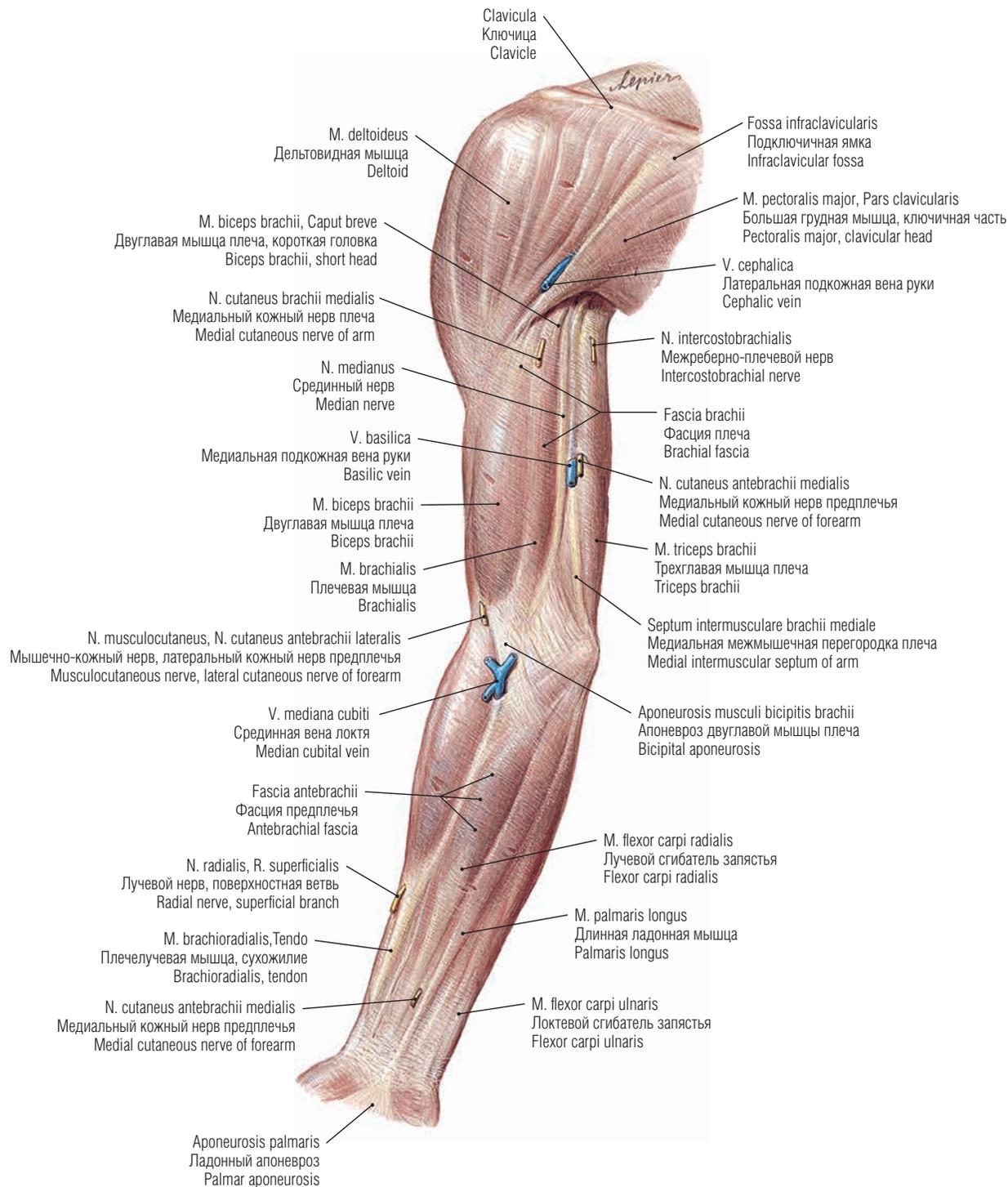


Рис. 3.1 Рельефная анатомия верхней конечности, правая сторона. (a) Вид спереди. (b) Вид сзади.

Клинические заметки

Рельеф верхней конечности сформирован мышцами и некоторыми костными образованиями. Пальпируемые костные ориенти-

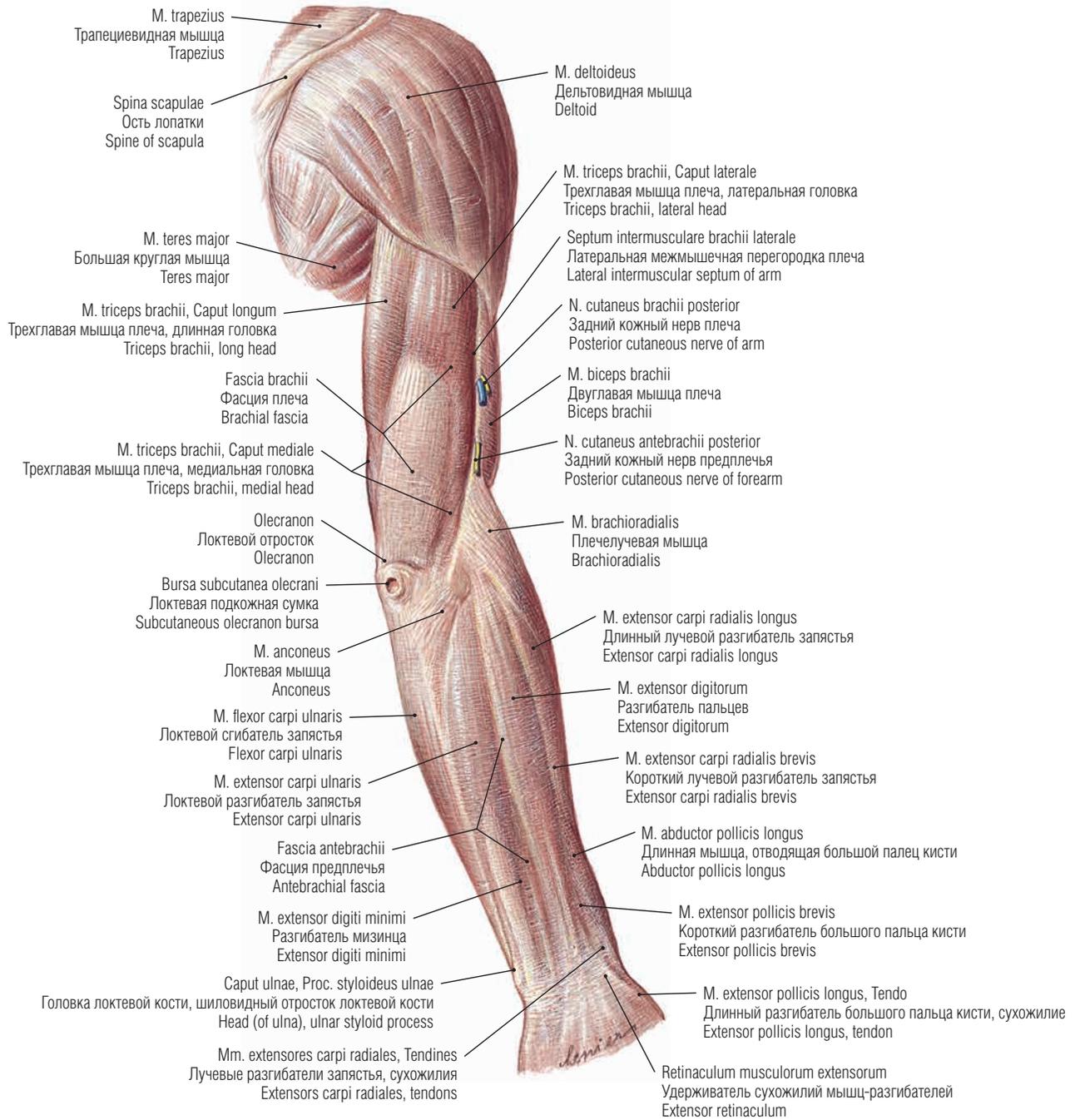
ры помогают ориентироваться во время физического обследования.



a

Рис. 3.2 Фасция плеча (*Fascia brachii*) и фасция предплечья (*Fascia antebrachii*), правая сторона. **(a)** Вид спереди. Рельеф верхней конечности образован в первую очередь отдельными мышцами. Мышцы покрыты собственными фасциями и объединены в группы. Собственные фасции покрыты более поверхностно расположенными фасциями — фасцией плеча и фасцией предплечья, которые лежат под кожей. Для демонстрации фасций подкожная жировая клетчатка полностью удалена после выделения таких подкожных структур, как кожные нервы и поверхностные вены. ►

Фасции верхней конечности



b

Рис. 3.2 окончание Фасция плеча (Fascia brachii) и фасция предплечья (Fascia antebrachii), правая сторона. (b) Вид сзади.

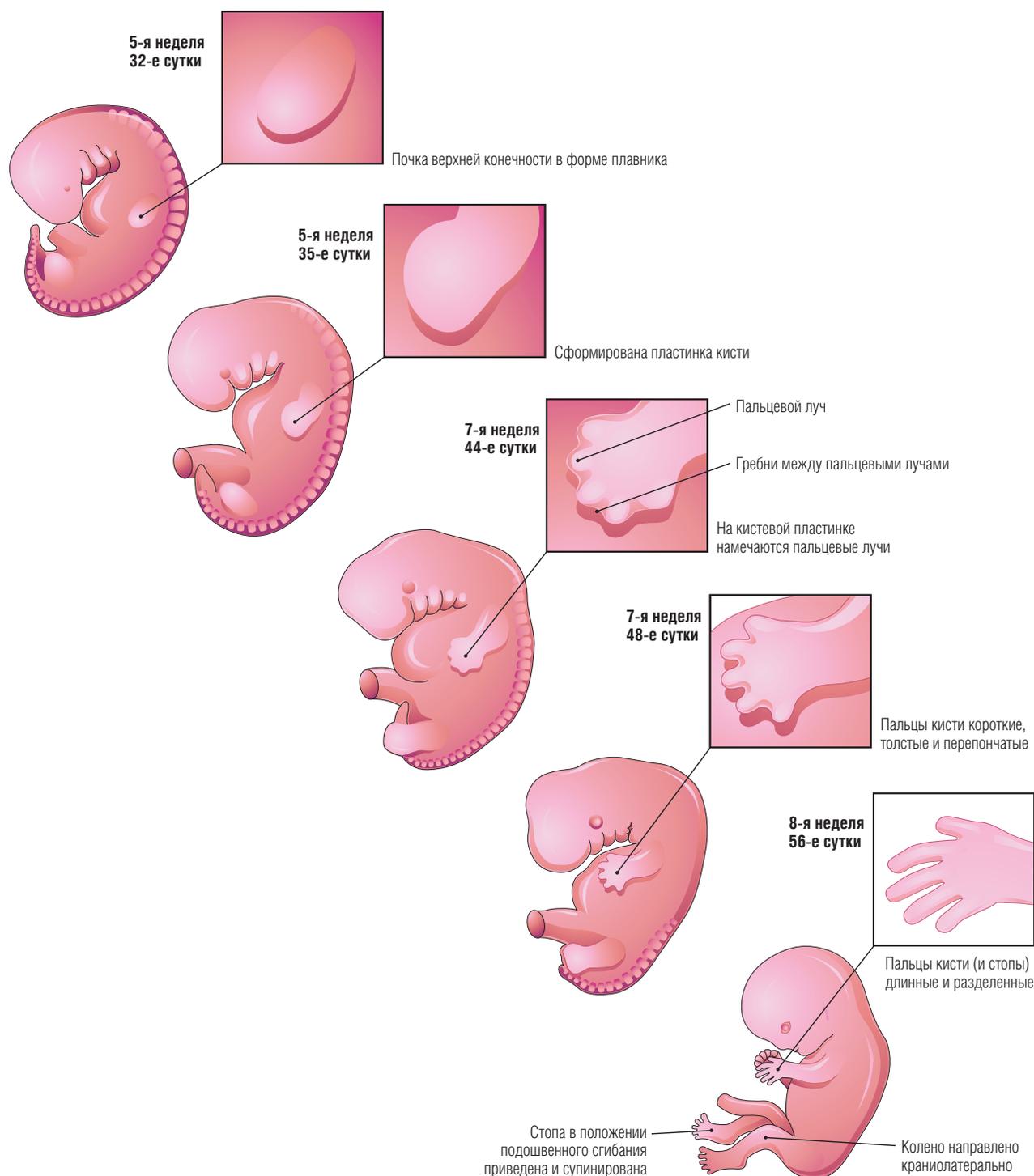


Рис. 3.3 Развитие конечностей на 5–8-й неделе [Е347-09]. Конечности начинают развиваться на 4-й неделе. Похожие на плавники почки верхних конечностей формируются на 26–27-е сутки, на 2 суток раньше почек нижних конечностей. На этой стадии первичные конечности состоят из мезенхимального ядра соединительной ткани (производной мезодермальной соматоплевры) и поверхностного слоя (эктодермы), который в последующем формирует эпидермис кожи (см. рис. 3.4). Эктодерма дистального края почек конечностей (эктодермальная боковая полоска) продуцирует факторы роста, которые вызывают миграцию клеток-предшественников мышечных клеток из мезодермы туловищных сомитов. На 5–6-й неделе на первичных верхних и нижних конечностях появляются признаки сегментации. С 6-й недели пальцевые лучи разъединяются в результате запрограммированной гибели клеток (апоптоз) в межпальцевой ткани. До конца 8-й недели пальцы рук и ног разделяются полностью. В отличие от первичных верхних конечностей, первичные нижние конечности на 8-й неделе претерпевают вращение, в результате которого устанавливается краниолатеральное направление колена. Вследствие этого мышцы-разгибатели на нижней конечности расположены вентрально, в то время как на верхней конечности — дорсально. Помимо этого, на 8-й неделе стопа находится в положении подошвенного сгибания, приведена и супинирована. Такое положение стопы обычно меняется к 11-й неделе.

Клинические заметки

Врожденная косолапость — самый частый порок развития нижних конечностей. В этом случае стопа фиксирована в положении подошвенного сгибания и супинации. Вероятно, такая де-

формация обусловлена нарушением изменения положения стопы к 8–11-й неделе гестации.

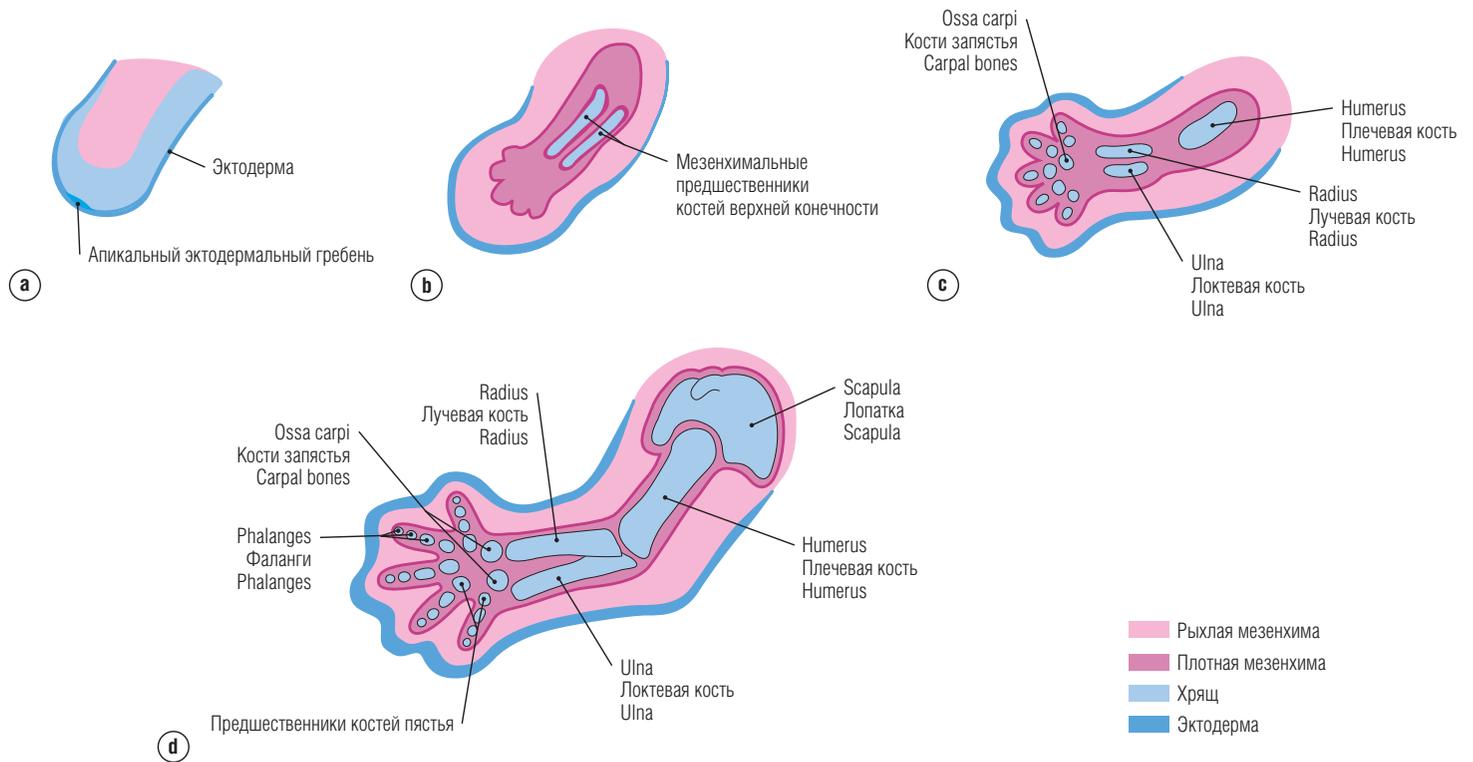


Рис. 3.4 Развитие хрящевых предшественников костей верхних конечностей на 4–8-й неделях гестации; схемы продольных срезов [E347-09]. **(а)** На 4-й неделе первичные конечности состоят из мезенхимального ядра соединительной ткани и поверхностного слоя эктодермы, которая в дальнейшем сформирует эпидермис кожи. Мезенхима уплотняется, и между 4-й и 6-й неделями в верхних конечностях образуется хрящевой скелет — предшественник будущих костей. **(б)** В нижних конечностях он появляется между 6-й и 8-й неделями. Этот процесс идет в дистальном направлении. **(с)** В хрящевом скелете появляются центры окостенения, которые с 7-й недели инициируют процесс превращения хрящевого скелета в костную ткань (энхондральное окостенение). Процесс окостенения протекает по определенной модели (см. рис. 1.22). К 12-й неделе центры окостенения можно обнаружить во всех костях верхней конечности, кроме запястья. Центры окостенения в запястье появляются только в постнатальный период между 1-м и 8-м годами жизни. Исключением является ключица, которая образуется с 7-й недели без хрящевого предшественника, т.е. полностью развивается из мезенхимы (десмальное окостенение). **(д)** Процесс окостенения нижней конечности происходит немного позднее. Первые центры окостенения появляются в бедренной кости и костях голени на 8-й неделе, но в фалангах появляются, начиная с 9-й недели. В постнатальный период происходит окостенение костей предплечья (1–4-й годы жизни) и тазового пояса (иногда вплоть до 20 лет). Закрытие эпифизарных зон роста, т.е. завершение роста конечностей в длину, происходит в возрасте от 14 до 25 лет (как правило, до 21 года).

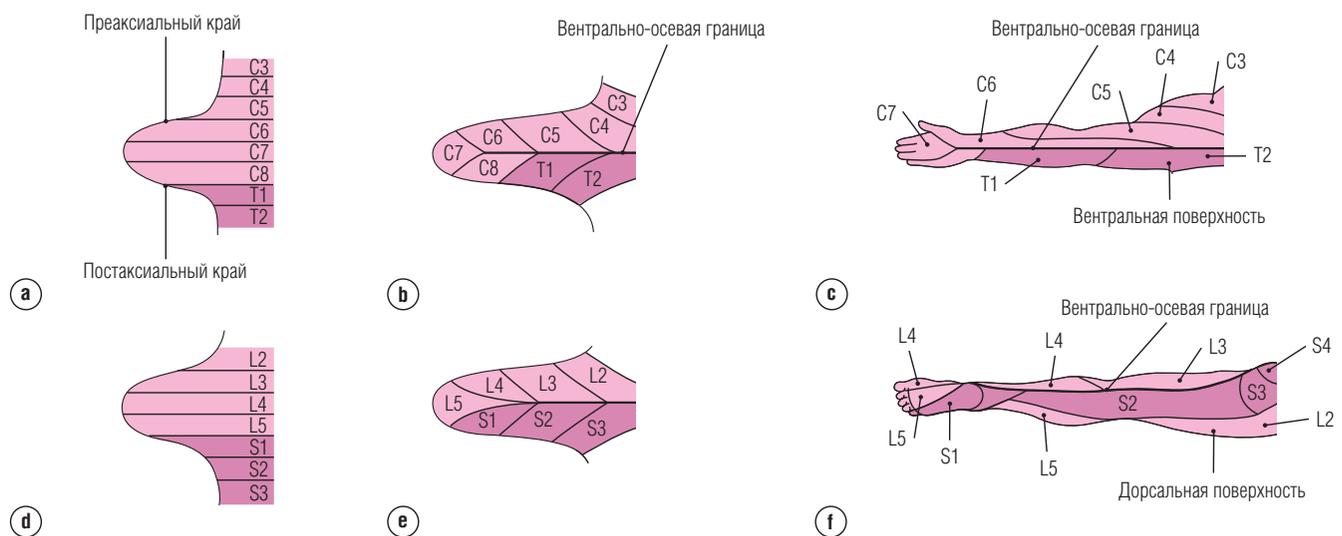


Рис. 3.5 Развитие дерматомов в области конечностей [E347-09]. Отдельные сегменты спинного мозга участвуют в чувствительной иннервации соответствующих областей кожи (дерматомы). **(а, д)** В отличие от дерматомов туловища, расположенных горизонтально по типу пояса, дерматомы конечностей изначально имеют практически продольное направление и в процессе развития принимают все более косое направление (см. рис. 3.94, рис. 4.126). **(б, с, е, ф)** Верхние и нижние конечности имеют вентрально-осевую границу, некоторые области чувствительной иннервации практически не перекрывают друг друга.

Клинические заметки

Используя рентгенографию, можно спрогнозировать интенсивность роста ребенка после начала окостенения и рост, которого он достигнет во взрослом возрасте. При рентгенологическом исследовании ребенка для дифференциальной диагностики пере-

лома кости необходимо иметь в виду, что между центрами окостенения еще присутствуют хрящевые зоны роста, которые ошибочно можно принять за перелом.

Скелет верхней конечности

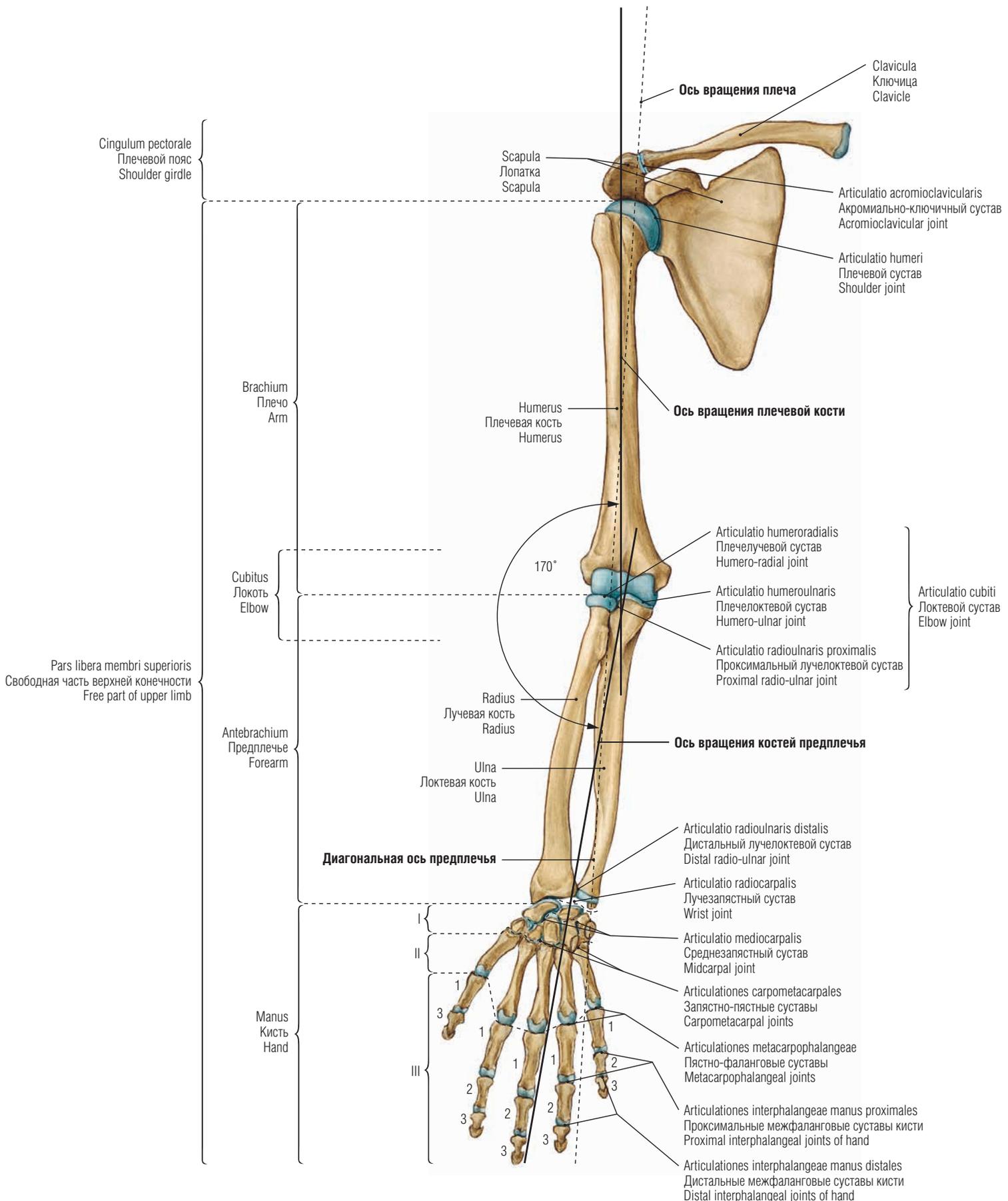


Рис. 3.6 Кости и соединения верхней конечности (*Membrum superius*), правая сторона; вид спереди. Кости плеча и предплечья образуют открытый латерально угол в 170° , который делится пополам поперечной осью, проходящей через локтевой сустав. Ось вращения плеча и предплечья соответствует линии, соединяющей головку плечевой кости и локтевой сустав. Продолжением ее является диагональная ось, протянувшаяся от проксимального до дистального лучелоктевого сустава. Пронация и супинация предплечья происходят вокруг этой оси. I — запястье (*Carpus*), кости запястья (*Ossa carpi*); II — пястье (*Metacarpus*), пястные кости (*Ossa metacarpi*); III — кости пальцев (*Ossa digitorum*); 1 — проксимальная фаланга (*Phalanx proximalis*); 2 — средняя фаланга (*Phalanx media*); 3 — дистальная фаланга (*Phalanx distalis*).

Плечевой пояс

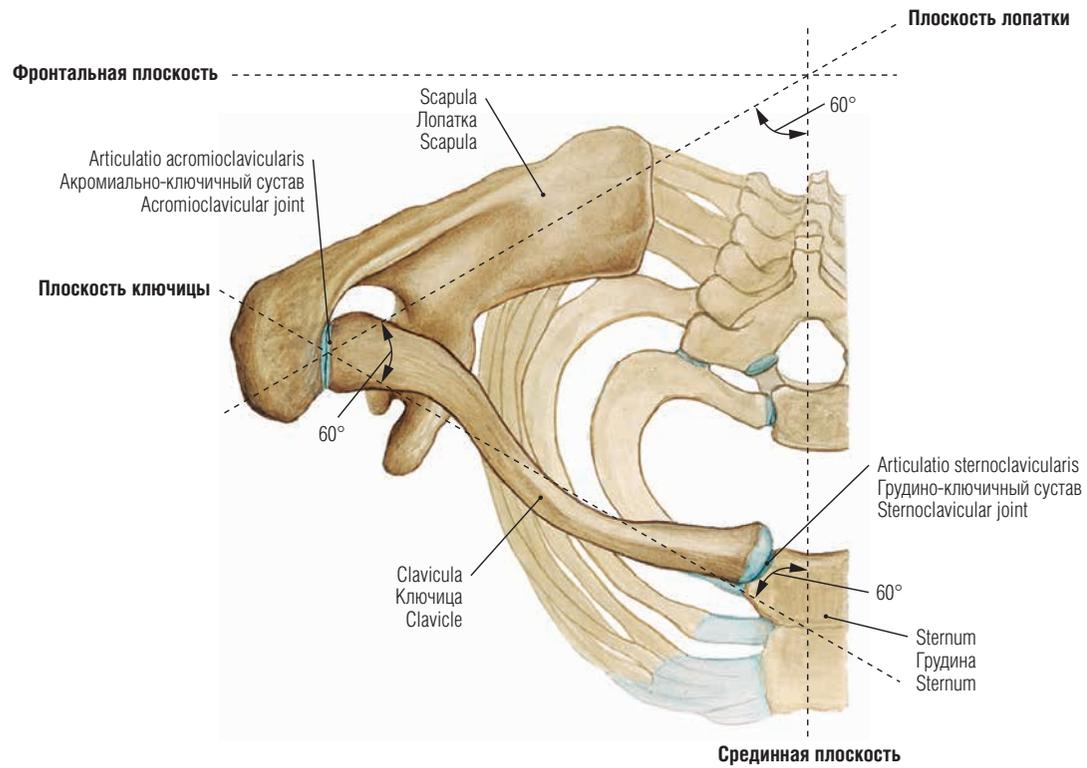


Рис. 3.7 Плечевой пояс (Cingulum pectorale), правая сторона; вид сверху. Плечевой пояс состоит из ключицы и лопатки. Обе кости соединяются латерально посредством акромиально-ключичного сустава. Медиально ключица сочленяется с осевым скелетом только посредством грудно-ключичного сустава. Ключица образует со срединной плоскостью и с плоскостью лопатки углы приблизительно 60° . Лопатка образует со срединной плоскостью также угол 60° .

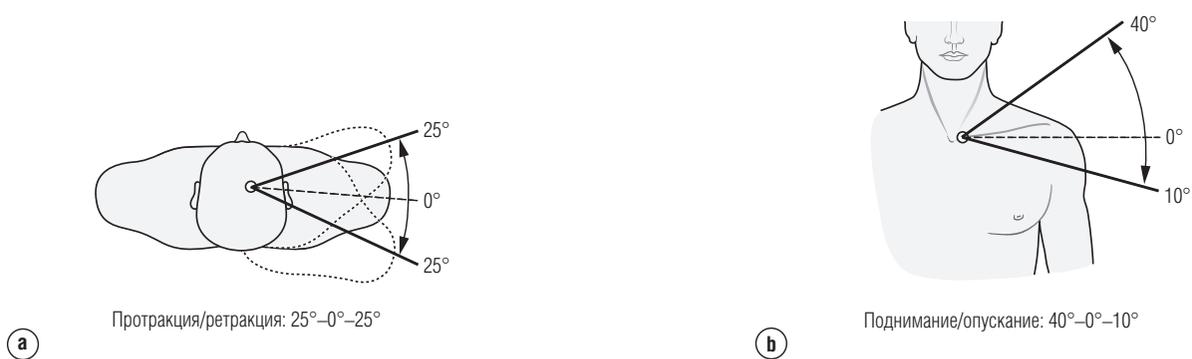


Рис. 3.8 Объем движений в плечевом поясе, начиная с грудно-ключичного сустава [L126]. Оба сустава ключицы — грудно-ключичный и акромиально-ключичный — в функциональном плане относятся к многоосным суставам. В дополнение к движениям вперед (ретракция) и назад (протракция) (а) возможны незначительное опускание и относительно большее по объему поднятие плеча (б). Фиксированный грудинный конец ключицы делает возможным вращение примерно на 45° . Объем движений верхней конечности существенно увеличивается благодаря подвижности плечевого пояса.

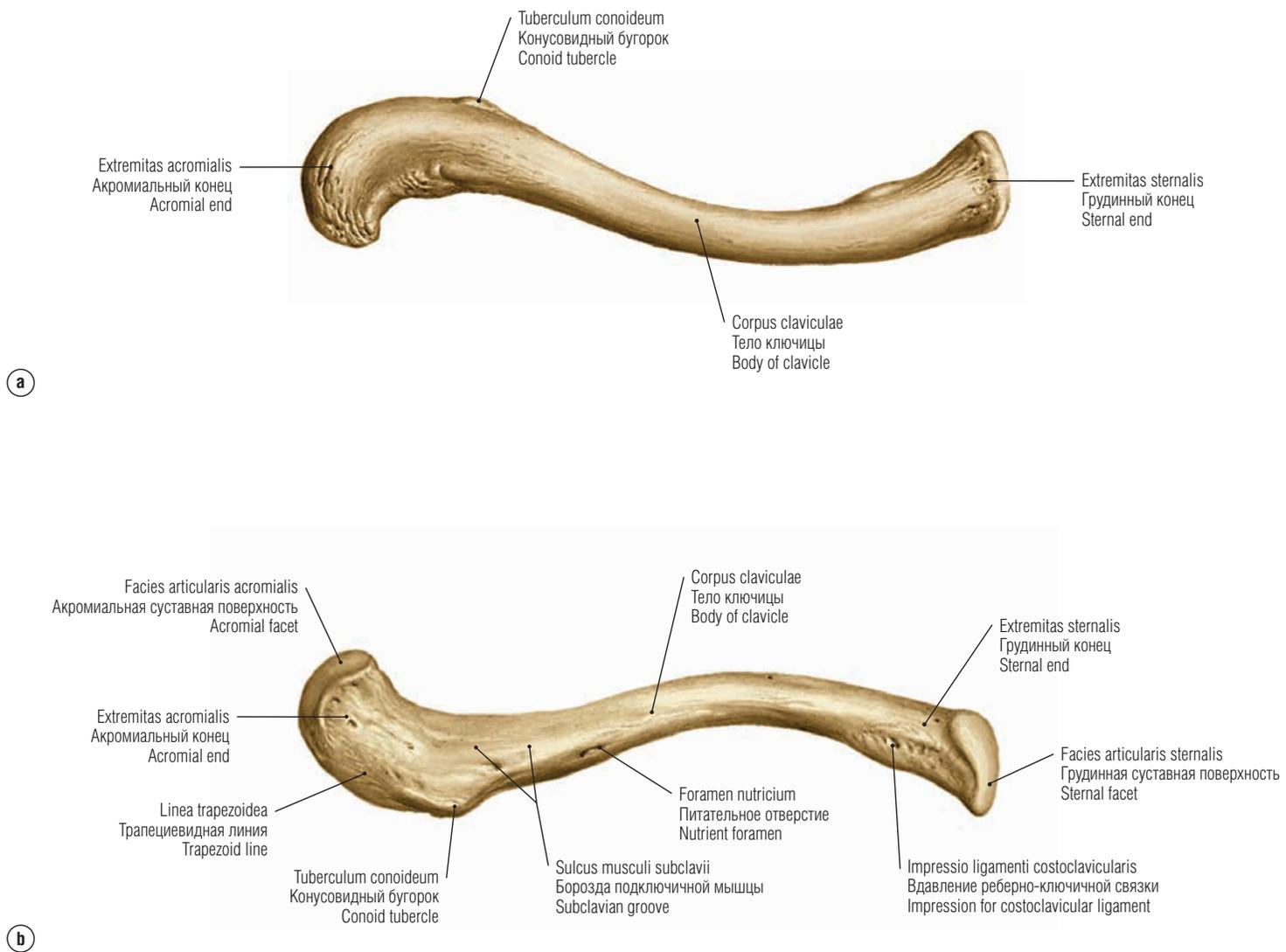


Рис. 3.9 Ключица (Clavicula), правая сторона. **(a)** Вид сверху. **(b)** Вид снизу. Определить по отдельной ключице, правая она или левая, нелегко. Необходимо отметить, что грудинный конец довольно грубой формы, в то время как акромиальный конец плоский и удлинённый. На скелете изгиб на грудинном конце направлен кпереди. На нижней поверхности кости есть два характерных апофиза, к которым прикрепляются две части клювовидно-ключичной связки (Lig. coracoclaviculare) (см. рис. 3.18). Конусовидный бугорок расположен медиально, трапецевидная линия — латерально.

Лопатка

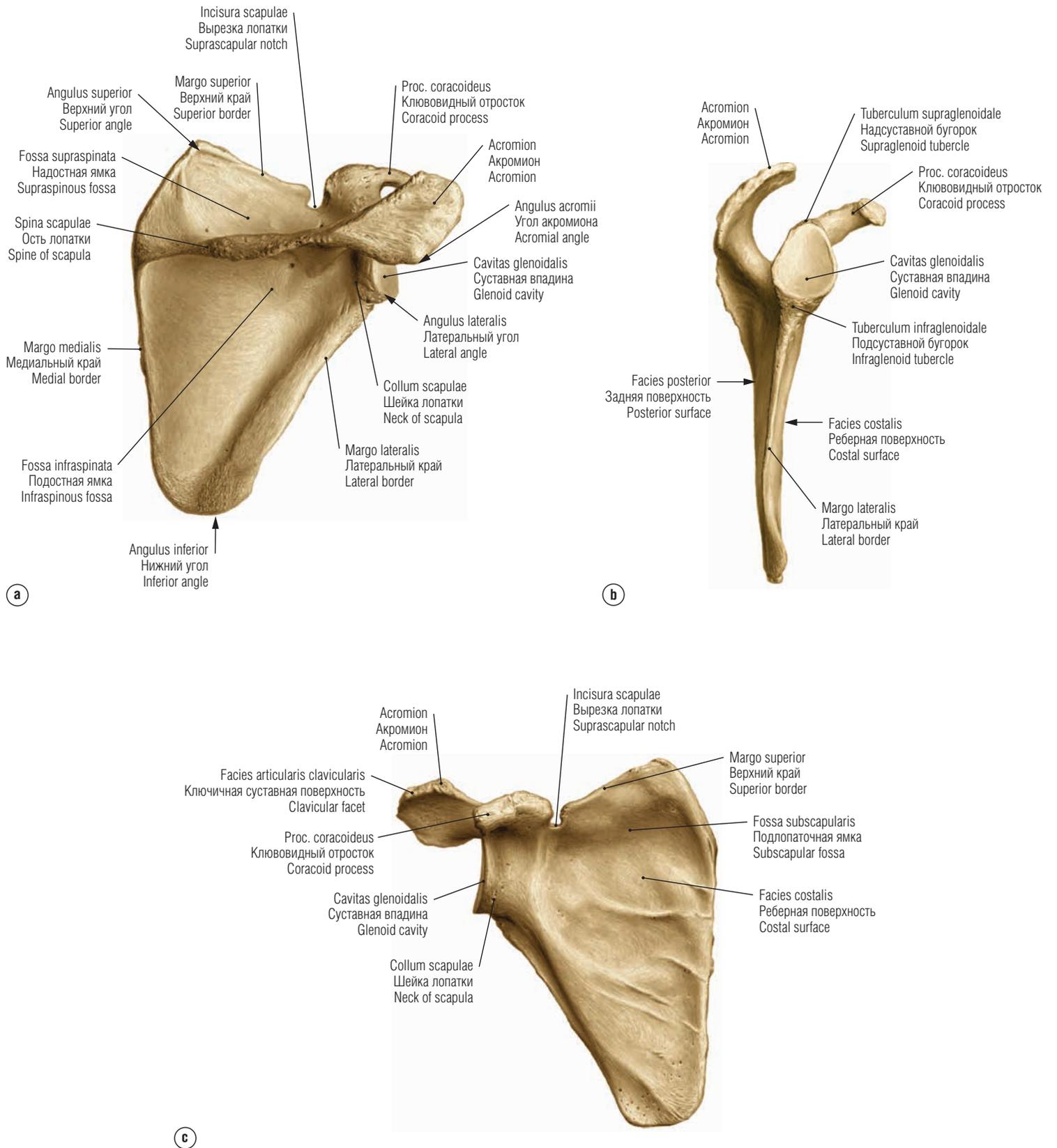


Рис. 3.10 Лопатка (Scapula), правая сторона. **(а)** Вид сзади. **(б)** Вид с латеральной стороны. **(с)** Вид спереди. Лопатка является плоской костью с тремя краями и тремя углами. Ость лопатки (Т-образный выступ сзади) является важным апофизом для прикрепления и начала мышц.

Клинические заметки

Надлопаточный нерв проходит через вырезку лопатки, сверху ограниченную верхней поперечной связкой лопатки (см. рис. 3.18). В случае минерализации связки возможно сдавление над-

лопаточного нерва, в результате появится слабость иннервируемых им мышц — надостной и подостной, которые участвуют в отведении и латеральном вращении плеча.

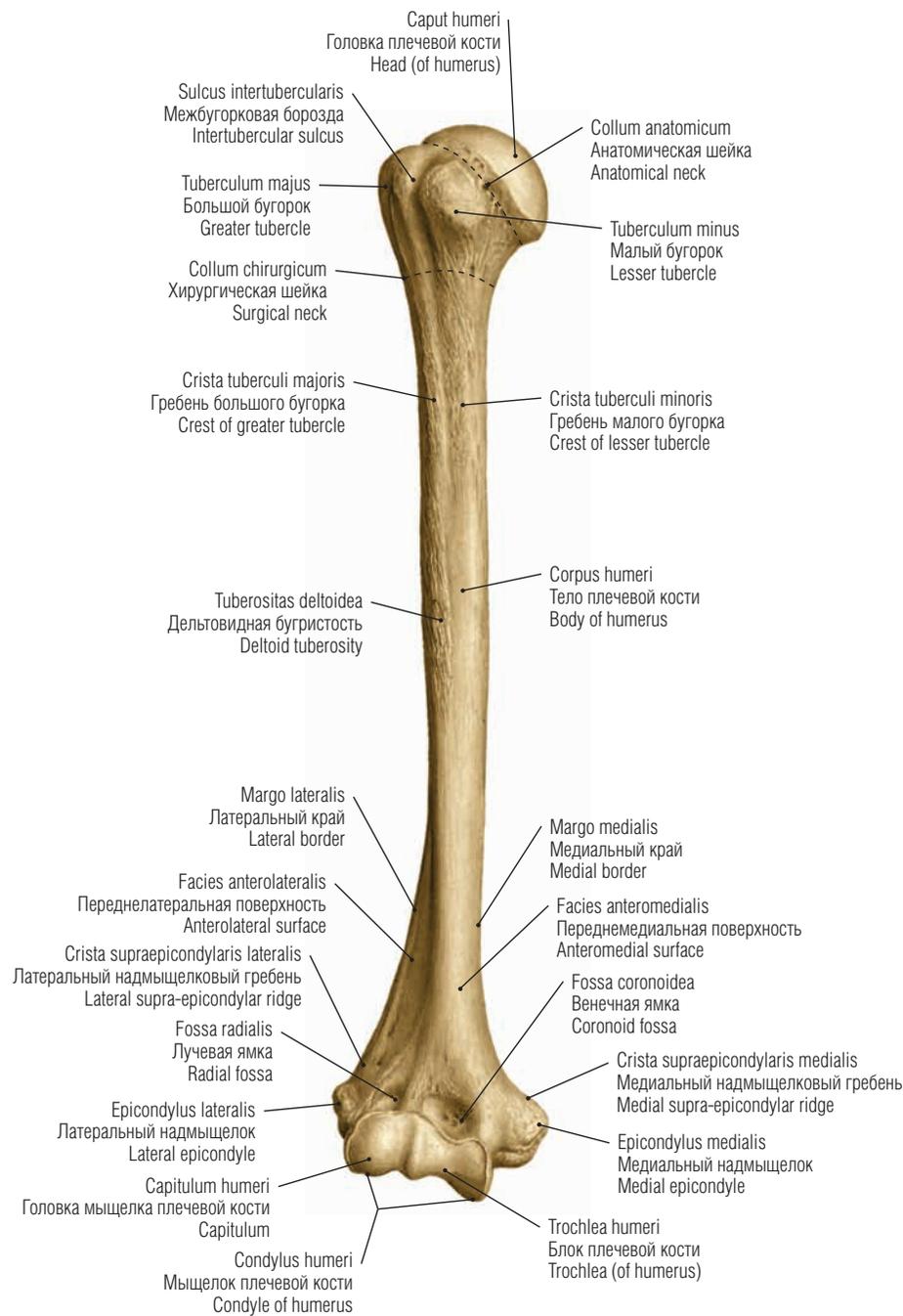


Рис. 3.11 Плечевая кость (Humerus), правая сторона; вид спереди. Головка плечевой кости образует с осью тела кости угол $150\text{--}180^\circ$ (шеечно-диафизальный угол). Кроме того, проксимальный конец плечевой кости имеет небольшую скрученность (ретроторсия головки на $15\text{--}30^\circ$), т.е. шейка плечевой кости повернута кзади относительно поперечной оси дистального конца. На проксимальном конце кости латерально расположен большой бугорок, а медиально — малый бугорок.

Плечевая кость

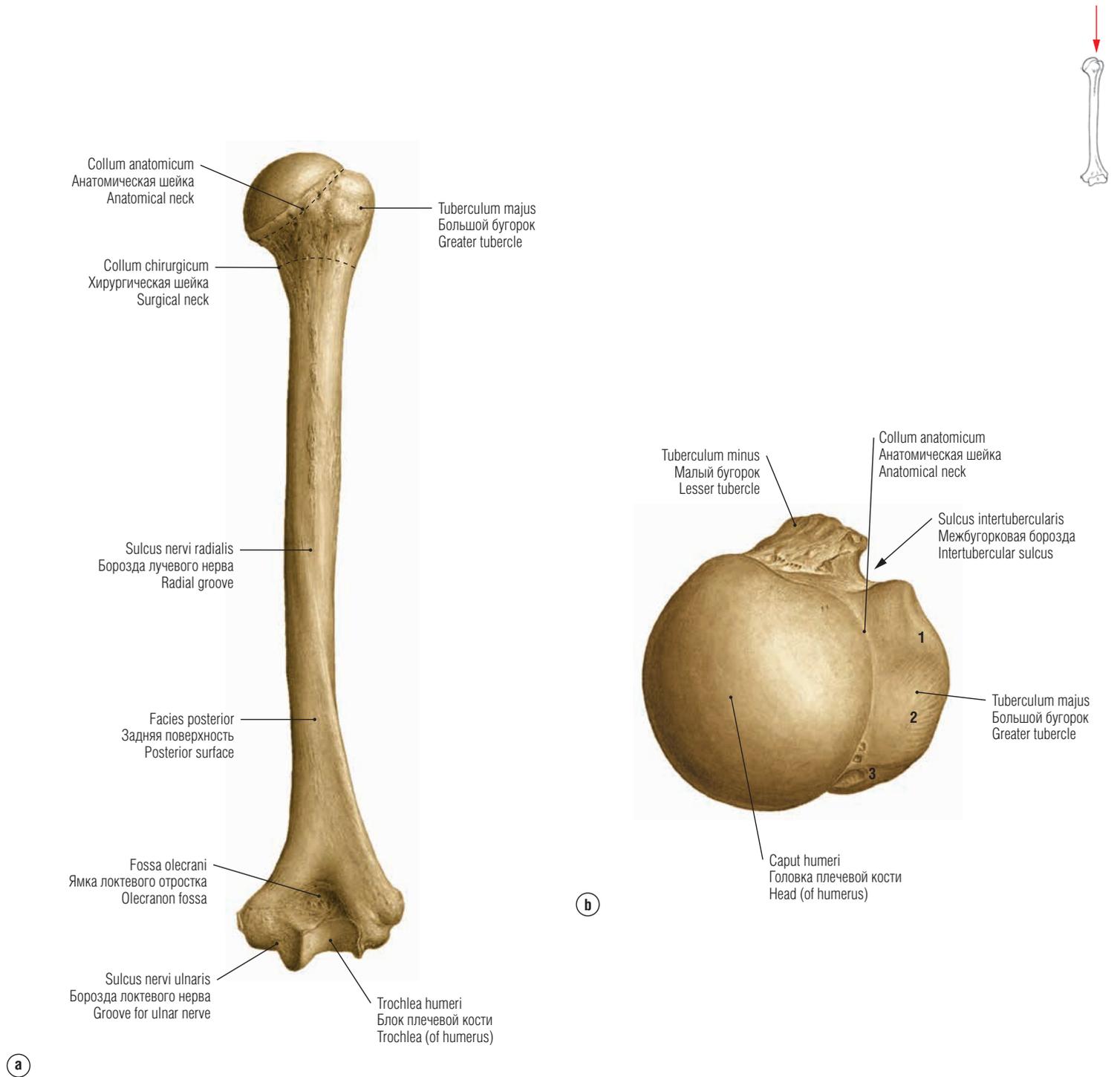


Рис. 3.12 Плечевая кость (Humerus), правая сторона. **(а)** Вид сзади. **(б)** Вид сверху. Борозда лучевого нерва огибает тело плечевой кости сзади. Локтевой нерв проходит по задней поверхности медиального надмыщелка (*Epicondylus medialis*) в борозде локтевого нерва, где может быть раздражен в результате сдавления («смешная кость»). Места прикрепления сухожилий: 1 — надостная мышца (*M. supraspinatus*); 2 — подостная мышца (*M. infraspinatus*); 3 — малая круглая мышца (*M. teres minor*).

Клинические заметки

Переломы плечевой кости в результате падения относительно часты. В случае проксимальных переломов могут быть повреждены участвующие в кровоснабжении передняя и задняя артерии, огибающие плечевую кость, и подмышечный нерв (см. с. 275). При переломе или во время хирургического лечения перелома в области тела плечевой кости возможно травмирование лучевого нерва и появление симптомов его повреждения (см.

с. 279, 280). В данной области также вероятно его сдавление (синдром «парковой скамейки»). Дистальные переломы могут привести к повреждению локтевого нерва в его борозде (см. с. 283). Поскольку нерв в этой области лежит очень поверхностно, его повреждения являются одними из самых распространенных случаев поражений нервов верхней конечности.

Локтевая кость

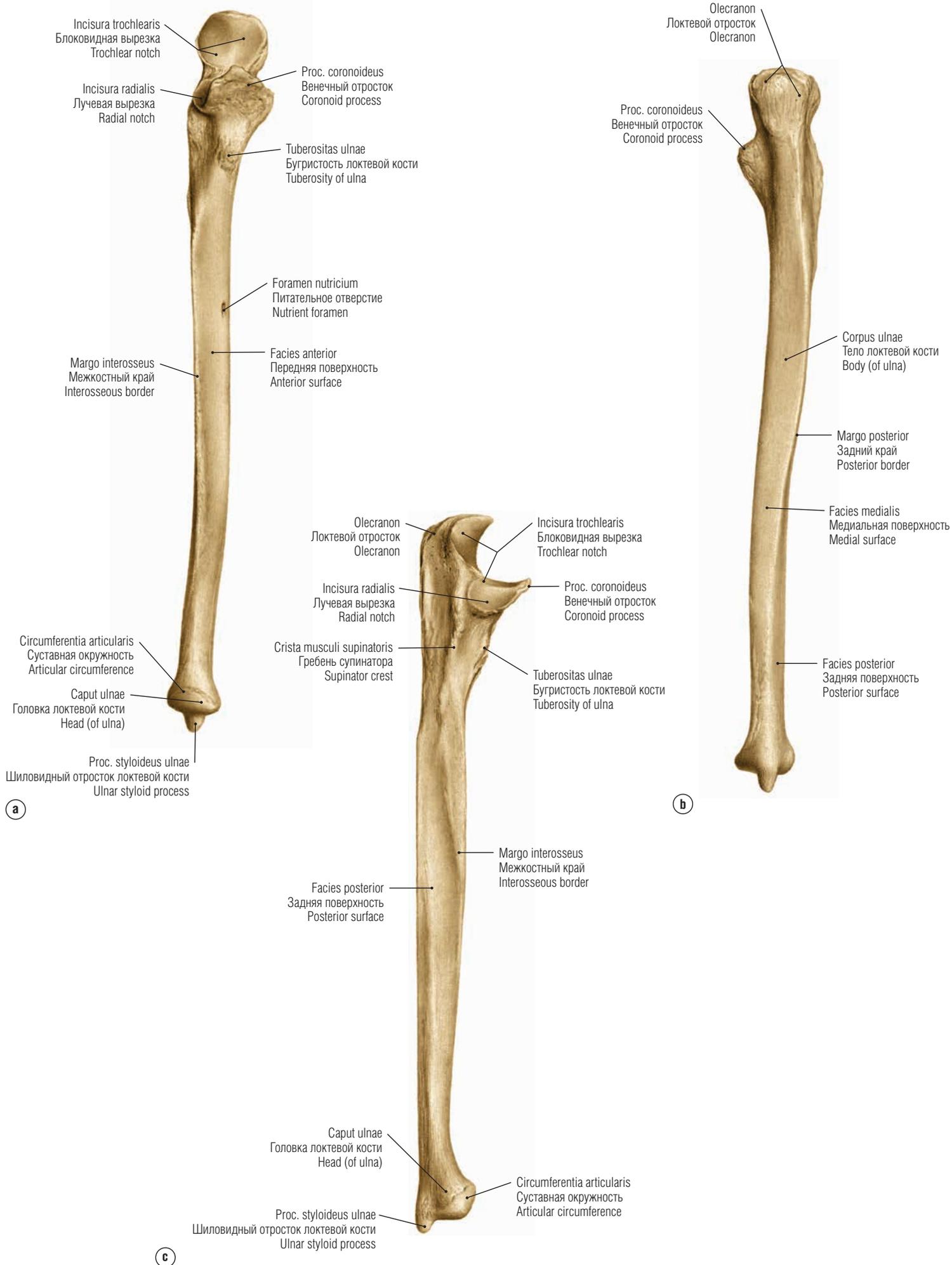


Рис. 3.13 Локтевая кость (Ulna), правая сторона. (a) Вид спереди. (b) Вид сзади. (c) Вид с лучевой стороны. Определить по отдельной локтевой кости, правая она или левая, можно по положению лучевой вырезки, которая направлена латерально.

Лучевая кость

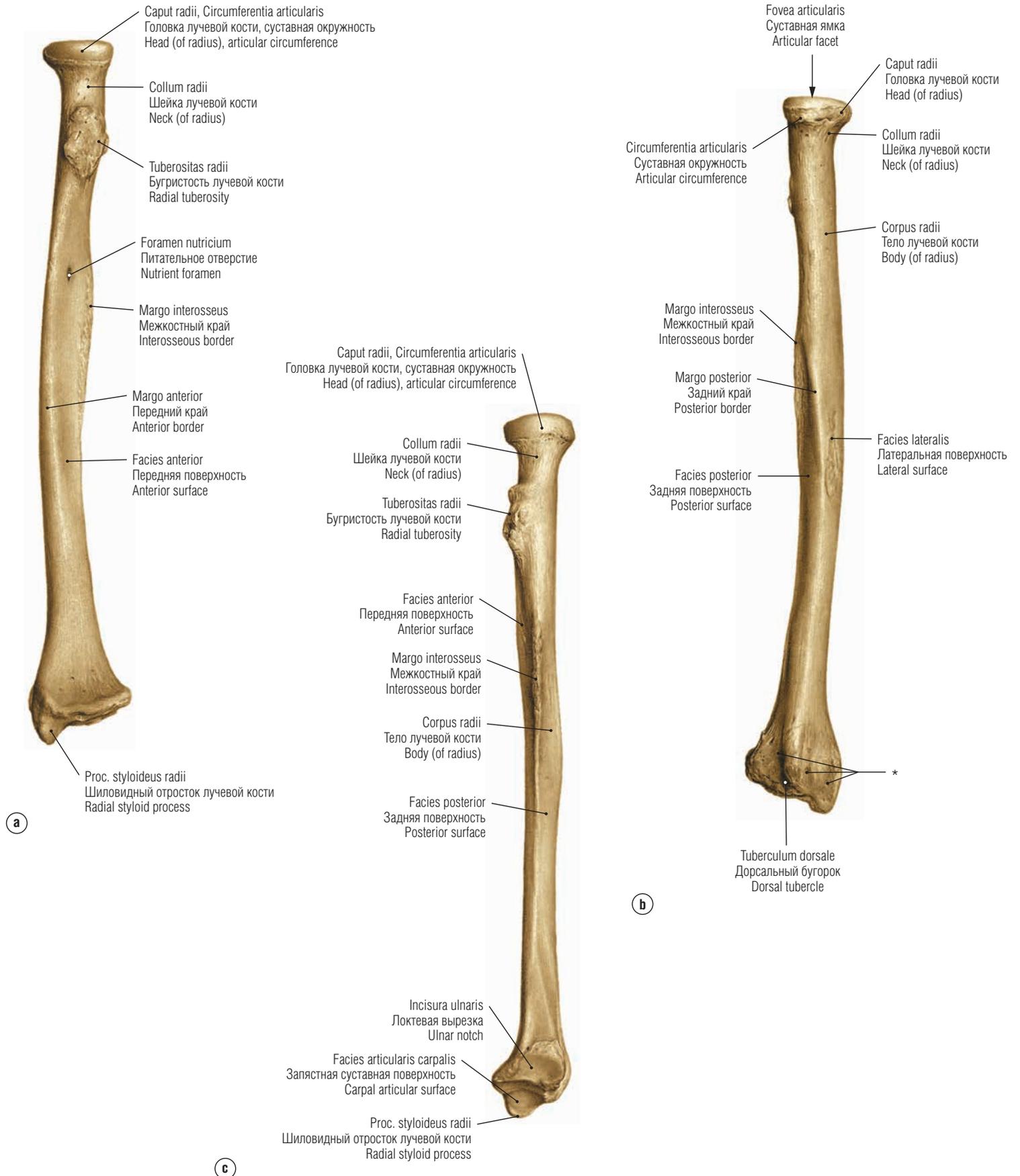


Рис. 3.14 Лучевая кость (Radius), правая сторона. **(а)** Вид спереди. **(б)** Вид сзади. **(с)** Вид с локтевой стороны. Определить по отдельной лучевой кости, правая она или левая, можно по положению шиловидного отростка лучевой кости, который направлен латерально, в то время как локтевая вырезка направлена медиально (к локтевой кости).

* Борозды и костные гребни для прикрепления сухожилий мышц-разгибателей.

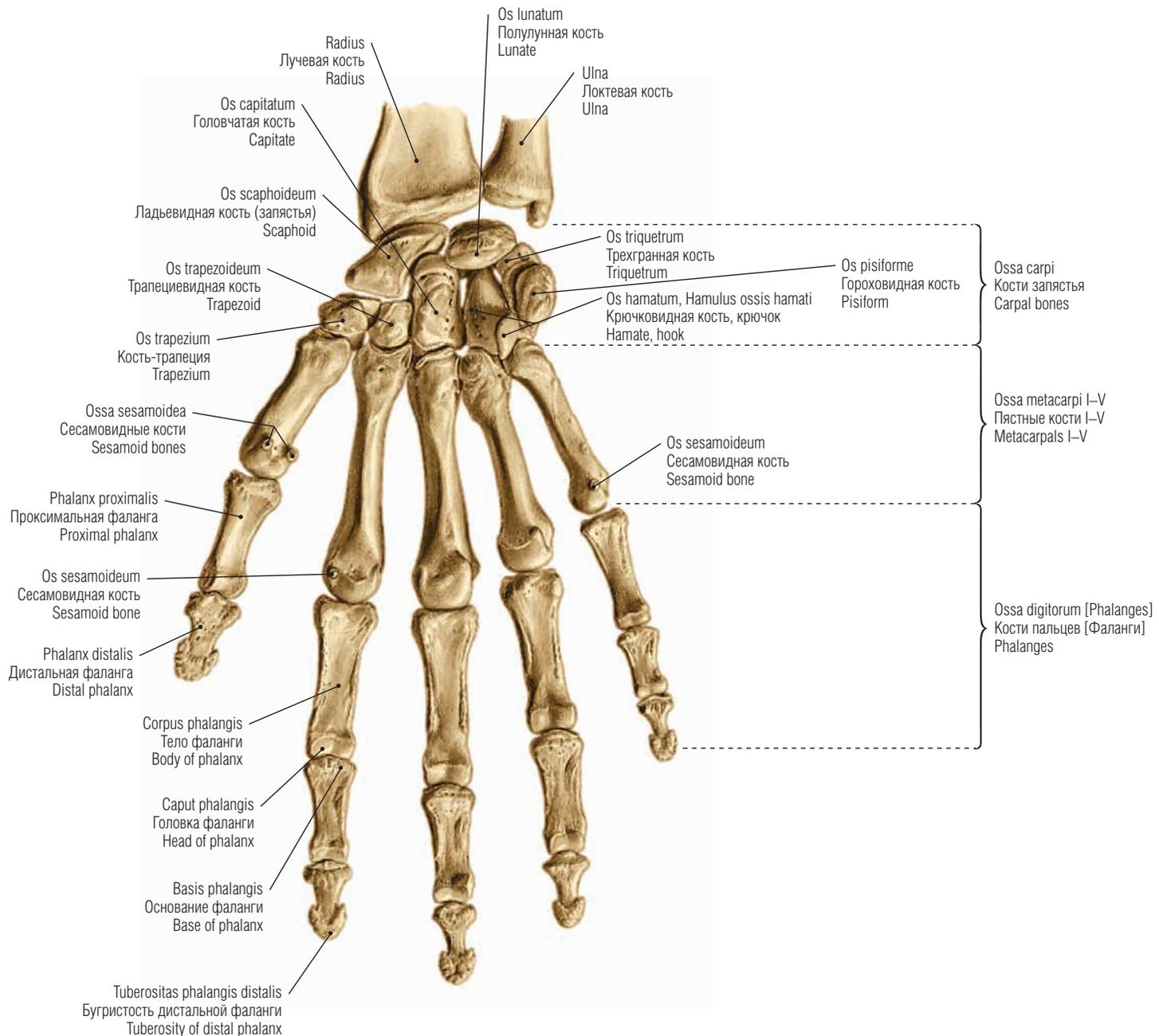


Рис. 3.15 Кости кисти (*Ossa manus*), правая сторона; ладонная поверхность. Кисть (*Manus*) можно разделить на запястье (*Carpus*), пястье (*Metacarpus*) и пальцы (*Digitus*). Пальцы состоят из нескольких фаланг. Кости запястья образуют борозду запястья (*Sulcus carpi*) — основание канала запястья (см. рис. 3.116). Борозда запястья ограничена с лучевой стороны ладьевидной костью (запястья) и костью-трапецией и с локтевой стороны — гороховидной костью и крючковидной костью.

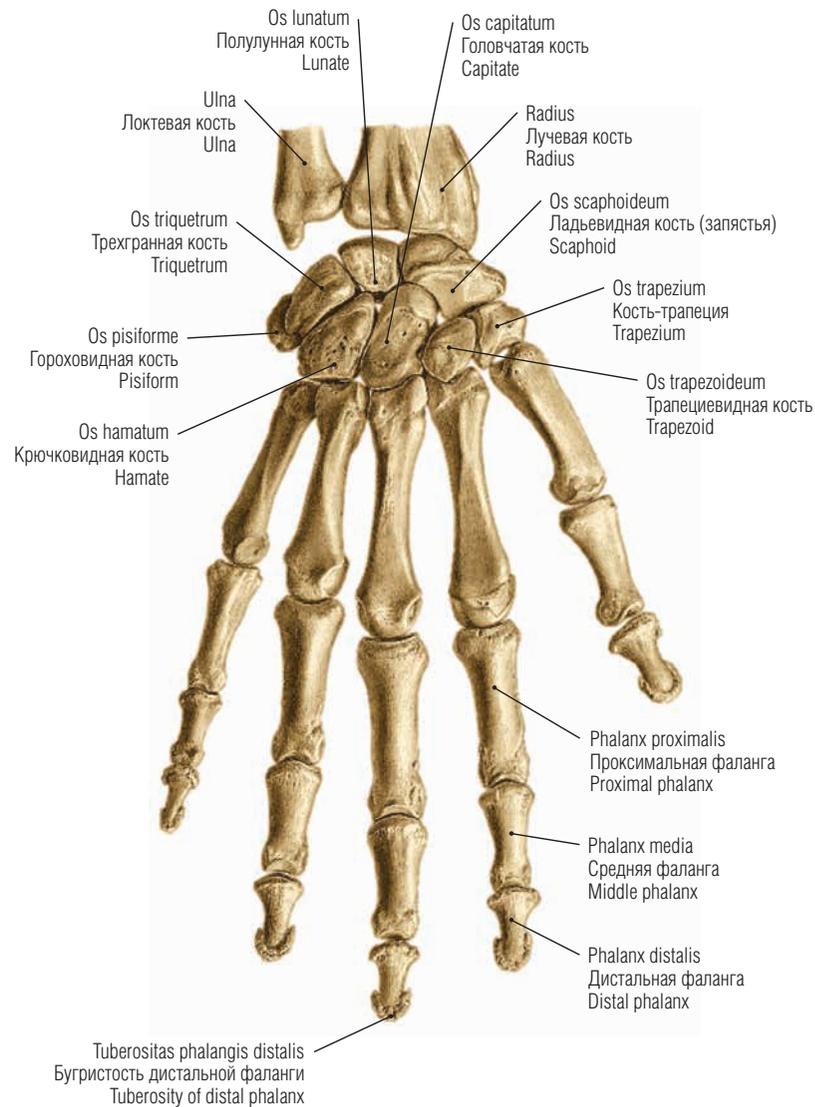


Рис. 3.16 Кости кисти (*Ossa manus*), правая сторона; тыльная поверхность. Запястье состоит из проксимального и дистального рядов. В проксимальном ряду ладьевидная (запястья), полулунная и трехгранная кости расположены в направлении от лучевой кости к локтевой кости. Трехгранная кость соединена на ладонной поверхности с гороховидной костью, которая фактически не является костью запястья. Как и сесамовидная кость, она заключена в сухожилие локтевого сгибателя запястья (*M. flexor carpi ulnaris*). Дистальный ряд образован костью-трапецией, трапециевидной, головчатой и крючковидной костями. На протяжении многих десятилетий в англоязычной анатомической литературе существует мнемоническая формула для запоминания костей запястья: **Some Lovers Try Positions That They Can't Handle**. В русскоязычной литературе принято использовать следующую мнемоническую формулу: на **Ладье** (ладьевидная кость) при **Луне** (полулунная кость) **Трое** (трехгранная кость) или **Горох** (гороховидная кость) и снимали с **Крючка** (крючковидная кость) рыбы **Головы** (головчатая кость) да сложили потом **Трапециевидную** (трапециевидная кость) **Трапецию** (кость-трапеция).

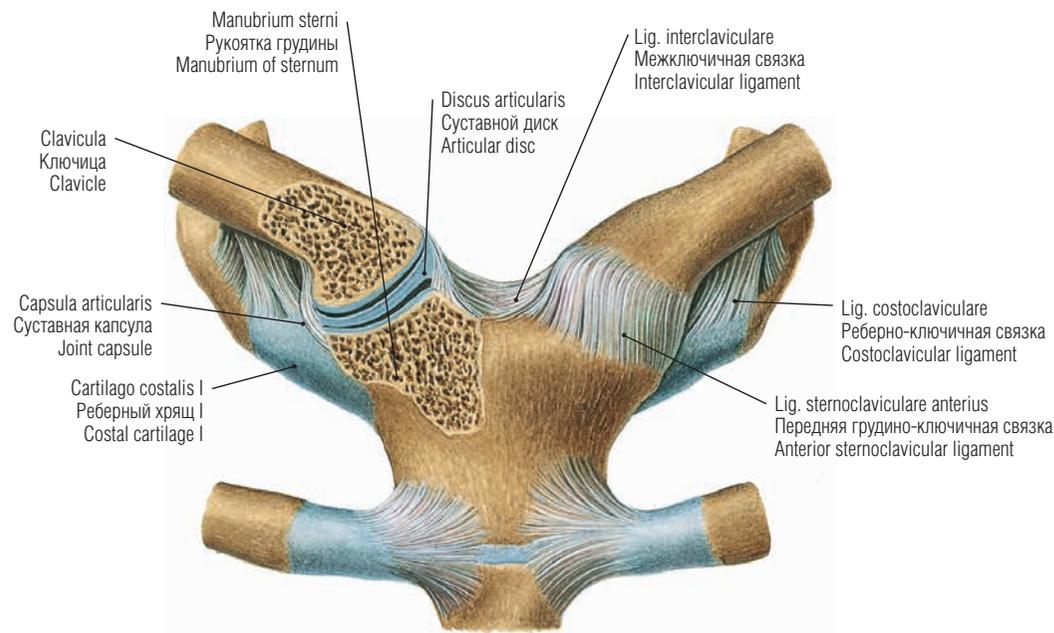


Рис. 3.17 Грудно-ключичный сустав (Articulatio sternoclavicularis); вид спереди. Грудно-ключичный сустав является единственным соединением верхней конечности с осевым скелетом. Суставные поверхности — вырезка грудины и дистальный конец ключицы — имеют седловидную форму и разделены суставным диском фиброзного хряща. Суставной диск гасит тракционные силы при латеральном смещении. Связки сустава очень стабильны. К ним относят переднюю и заднюю грудно-ключичные связки, соединяющие две кости спереди и сзади сустава, и межключичную связку, соединяющую обе ключицы сверху. От хряща ребра I к грудинному концу ключицы тянется реберно-ключичная связка, к акромиальному концу — подключичная мышца (M. subclavius).

СУСТАВЫ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Название	Вид
Грудно-ключичный сустав (Articulatio sternoclavicularis)	шаровидный
Акромиально-ключичный сустав (Articulatio acromioclavicularis)	плоский*
Плечевой сустав (Articulatio humeri)	шаровидный
Локтевой сустав (Articulatio cubiti):	сложный
– Плечелоктевой сустав (Articulatio humeroulnaris)	блоковидный
– Плечелучевой сустав (Articulatio humeroradialis)	шаровидный
– Проксимальный лучелоктевой сустав (Articulatio radioulnaris proximalis)	цилиндрический
Дистальный лучелоктевой сустав (Articulatio radioulnaris distalis)	цилиндрический
Лучезапястный сустав (Articulatio radiocarpalis)	эллипсоидный
Среднезапястный сустав (Articulatio mediocarpalis)	блоковидный**
Межзапястные суставы (Articulationes intercarpales), запястно-пястные суставы (Articulationes carpometacarpales) и межпястные суставы (Articulationes intermetacarpales)	амфиартрозы***
Пястно-фланговые суставы (Articulationes metacarpophalangeae)	шаровидные****
Средние и дистальные межфаланговые суставы кисти (Articulationes interphalangeae manus)	блоковидные

* Работает с грудно-ключичным суставом как шаровидный.

** Работает совместно с лучезапястным суставом как эллипсоидный.

*** Кроме запястно-пястного сустава большого пальца кисти (Articulatio carpometacarpalis pollicis) — седловидный.

**** Кроме пястно-фалангового сустава большого пальца кисти (Articulatio metacarpophalangea pollicis) — блоковидный.