

УДК 611 — 01 + 616 — 073. 75

В руководстве представлены сведения об отличительных чертах некоторых индивидуальных рентгеноанатомических вариантов строения с учетом возрастных особенностей, что очень важно для дифференциации с патологическими состояниями. В книге нашли отражение вопросы рентгеноанатомии костно-суставного аппарата (череп, позвоночный столб, грудная клетка, верхняя и нижняя конечности), органов полости грудной клетки (дыхательный аппарат, сердце и крупные сосуды) и брюшной полости (пищевой канал, печень и желчные пути, поджелудочная железа), а также органов мочеполового аппарата.

Руководство рассчитано на врачей-рентгенологов, хирургов, ортопедов-травматологов, терапевтов и фтизиатров.

Таблиц 11, иллюстраций — 339, литература—144 источника.

Рецензент — проф. *А. Н. Кишковский*.

КЛИНИЧЕСКАЯ РЕНТГЕНОАНАТОМИЯ

Под редакцией проф. *Г. Ю. Коваль*

Научные редакторы *Б. И. Бахтиярова, И. С. Петрова, М. М. Попова*. Редакторы издательства *А. П. Романенко, И. А. Солдатова*. Оформление художника *В. П. Кузя*. Художественные редакторы *И. Ф. Кормыло, А. И. Гуленко*. Технический редактор *В. П. Бойко*. Корректоры *А. А. Гаврюшика, Е. Я. Котляр, Е. И. Контопцева, Е. В. Савченко*.

6Ф 26512-Заказ № 4— 912. Сдано на производство 13/III 1974 г. Подписано к печати 20/1 1975 г. Формат 70х100 1/16. Тираж 9.900. Уч.-изд. л. 48,6. Физ. печ. л. 37,5. Усл. печ. л. 48,38. Бумага № 1. Яннис. Цена 3 руб. 7 коп.

Издательство «Здоров'я». Киев. ул. Кирова, 7.

Головное предприятие, республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, Киев, ул. Довженко. 3.

50800—064

М209(04)—75 18—74



Издательство «Здоров'я», 1974 г.

Р а з д е л I
КОСТНО-СУСТАВНОЙ АППАРАТ

Глава 1
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОСТЯХ

Г л а в а 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОСТЯХ.

Г л а в а 2. КОСТИ ГОЛОВЫ.

Г л а в а 3. ПОЗВОНОЧНЫЙ СТОЛБ.

Г л а в а 4. ГРУДНАЯ КЛЕТКА.

Г л а в а 5. КОСТИ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ.

Г л а в а 6. КОСТИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ.

В скелете взрослого человека при среднем варианте строения насчитывается около 220 костей.

Каждая кость — это орган, форма и структура которого обусловлена функцией. В состав кости как органа входят собственно костная ткань, надкостница, эндост, суставные хрящи, сосуды и нервы. Кроме того, кости являются вместилищем кроветворного костного мозга, объем которого в 2—3 раза превосходит объем печени. Все указанные образования, объединенные в единое целое, позволяют кости выполнять сложную функцию. Так, кость принимает активное участие в общем обмене веществ, в частности солевом, и представляет собой депо минеральных солей. Состав кости довольно стабилен. В ней содержится 45% минеральных солей, 25% воды и 30% органических веществ. Минеральный состав костей по Орренгеймер следующий: 85% фосфата кальция, 10% углекислого кальция, 1,5% фосфата магния и 3,5% солей калия, натрия и других элементов.

Закономерности функционирования костей и суставов и особенности прикрепления к ним мышц определяют форму костей, закрепленную филогенетическим развитием, но характеризующуюся индивидуальной вариабельностью. По форме и строению различают: *длинные* кости, у которых длинник преобладает над другими измерениями, *плоские* кости, у которых два измерения преобладают над третьим, *короткие* кости, у которых все три измерения примерно одинаковы, и *воздухоносные* кости, имеющие сложную неправильную форму.

Длинные кости (бедренная, плечевая и другие) являются рычагами и служат для прикрепления мышц конечностей. В них различают среднюю часть — диафиз и суставные концы — эпифизы, которые у детей анатомически разграничены прослойкой эпифизарного хряща. Участок диафиза, примыкающий к эпифизарному хрящу у детей или к эпифизу у взрослых, именуется метафизом, а расположенные на них выступы, служащие местом прикрепления мышц — апофизами. Плоские кости (кости крыши черепа, лопатка, тазовая кость, ребра, грудина) являются защитным покровом для ряда органов, а некоторые из них (тазовая кость, лопатка) служат для прикрепления больших массивов мышц. Короткие кости располагаются в тех отделах скелета, где требуется максимальная гибкость (позвоночный столб, кисть и стопа). Воздухоносные кости входят в число костей черепа и лица (клиновидная, решетчатая, лобная, височная, верхнечелюстная) и содержат воздухоносные пазухи или ячейки.

Функциональная нагрузка влияет не только на форму, но и на архитектуру костей. По структурным особенностям в костях различают губчатое и плотное вещество. Губчатое вещество расположено в центральных отделах кости, а плотное в виде слоя различной толщины окаймляет его по периферии. Плотное вещество, расположенное вне суставных поверхностей, называется корковым веществом. Плотное вещество достигает максимальной толщины в области диафизов длинных костей и в области суставных впадин.

Плотное и губчатое вещество построено из пластинчатой кости. На тех участках, где плотное вещество

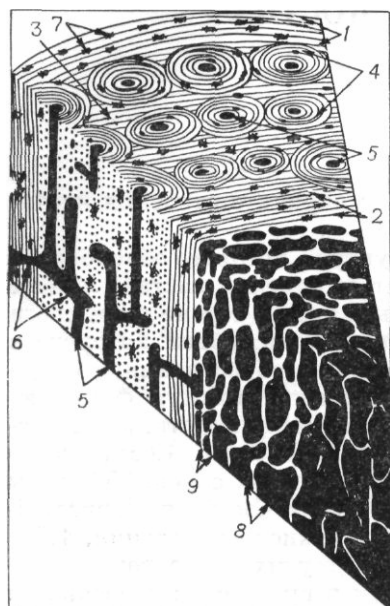


Рис. 1. Схематическое изображение архитектуры кости.

1 — общие наружные пластинки; 2 — общие внутренние пластинки; 3 — вставочные пластинки; 4 — гаверсовы пластинки; 5 — гаверсовы каналы; 6 — фолкмановский канал; 7 — полости для костных клеток; 8 — ячейки губчатого вещества; 9 — костные перегородки.

утолщается, в частности в области диафизов длинных костей, оно имеет остеонное (гаверсовое) строение (рис. 1). Остеоны являются структурной единицей плотного вещества и состоят из циркулярно расположенной системы гаверсовых пластинок, образующих цилиндр, в котором соответственно центральной оси проходит сосудистый гаверсов канал. В длинных костях остеоны ориентированы по длиннику кости. Отдельные остеоны соединены друг с другом при помощи системы вставочных пластинок. Вместе они образуют общий цилиндр плотного вещества диафиза, окруженный по наружной поверхности системой наружных общих генеральных пластинок и ограниченный от губчатого вещества системой внутренних общих генеральных пластинок. Между пластинками всех перечисленных систем располагаются костные полости звездчатой формы, содержащие костные клетки — остециты, функция которых до настоящего времени не уточнена. В поперечном направлении плотное вещество пронизано фолкмановскими каналами, которые, прободая систему гаверсовых, вставочных, а также наружных и внутренних общих пластинок, соединяются с гаверсовыми каналами и открываются на наружной и внутренней поверхности кости. В отличие от гаверсовых каналов их стенка не имеет концентрической системы пластинок. Как известно, через фолкмановские каналы в кость проникают

нервы, входят и выходят кровеносные сосуды, соединяющиеся с сосудами надкостницы и мозговой полости. Наружная поверхность плотного вещества довольно ровная, внутренняя неровная и без резкой границы переходит в пластинки губчатого вещества с расположенными между ними ячейками, заполненными костным мозгом. Архитектура губчатого вещества напоминает соты. Направление пластинок губчатого вещества подчинено закономерностям распределения нагрузки. Из пластинок по силовым линиям формируются балки губчатого вещества. Последние пересекаются друг с другом под углом, близким к 90°, а с плотным веществом кости — под углом, близким к 45°, что вместе с остеонной структурой плотного вещества придает костям особую прочность. Расположение балок по силовым линиям закономерно для каждой кости и определяет характерные осо-

бенности ее структуры. Внутренняя поверхность кости выстлана тонкой соединительнотканной пластинкой, именуемой эндостом. Последний в виде тяжелой переходит в ретикулярную строму костного мозга. По наружной поверхности кость покрыта надкостницей, которая в области эпифизов продолжается в суставную капсулу. Суставные поверхности эпифизов лишены надкостницы и покрыты слоем высоко дифференцированного гиалинового хряща.

Надкостница представляет собой плотную соединительнотканную пластинку, связанную с костью при помощи коллагеновых шарпеевых волокон, внедряющихся в кость перпендикулярно к ее поверхности. В надкостнице различают два слоя: наружный волокнистый и внутренний камбиальный. В камбиальном — ростковом слое надкостницы и в эндосте находятся своеобразные клетки, которые под влиянием ряда факторов превращаются в активные остеобласты и остеокласты. Эти же клетки могут формироваться из адвентиции сосудов.

Благодаря деятельности остеобластов и остеокластов происходят рост и построение костной ткани. Тесные нервные и гуморальные связи кости с центральной нервной системой обеспечивают ей рефлекторным путем исключительную приспособляемость к внешним и внутренним воздействиям, приводящим к ее перестройке на протяжении всей жизни. Костная ткань среди других тканей организма наиболее изменчива, что обусловлено ее способностью рассасываться и полностью заменяться не соединительнотканным рубцом, а вновь образованной зрелой костью, структура и механические свойства которой соответствуют вновь возникшим условиям функции.

Кровоснабжение костей. Каждая кость как отдельный орган имеет собственную систему кровоснабжения. В области надкостницы артерии образуют общую поверхностную часть сосудистой сети. Через питающие отверстия в кость проходят главные питающие сосуды, образующие в мозговых полостях глубокую часть сосудистой сети. Поверхностный слой коркового вещества кости снабжается из веточек поверхностной надкостничной сети. Глубокий слой коркового вещества и губчатое вещество снабжаются из системы питающих артерий, образующих глубокую сеть. В гаверсовых каналах залегают прекапилляры, являющиеся анастомозами между системой глубокой и поверхностной костной сосудистой сети. Костные пластинки и балки не имеют собственных сосудов и питаются, по-видимому, через сосуды окружающего их костного мозга.

В длинных костях артериальная система наиболее сложна, в ней различают диафизарную, метафизарную и эпифизарную области разветвления. Диафиз в основном питается из собственной питающей артерии и дополнительно из мелких ответвлений смежных мышечных артерий и сосудов надкостницы. Метафиз снабжается из ответвлений мышечных, капсулярных, надкостничных артерий, а также из разветвлений питающей артерии, эпифиз — из капсулярных и надкостничных артерий. В процессе развития образуются анастомозы между системой сосудов эпифиза и диафиза, проходящие через эпифизарный хрящ. У взрослого внутрикостные сосуды представляют собой единую систему.

Артериальная сеть в плотном веществе кости развита слабее, чем в губчатом. В последнем артерии образуют тонкие разветвления, сразу переходящие в многочисленные широкие венозные капилляры — пазухи. Это приводит к замедлению тока крови. Широкие венозные капилляры свойственны только участкам, содержащим красный костный мозг; они возникают также при процессах перестройки кости. На участках, содержащих жировой костный мозг, капилляры узкие, количество их невелико. В связи с этим тип кровообращения связывают с функциональным состоянием кости и костного мозга.

Лимфатические сосуды разветвляются в наружном слое надкостницы. В плотном и губчатом веществе костей они отсутствуют.

Иннервация костей осуществляется нервными веточками, отходящими от мускульных нервов и заканчивающимися в надкостнице богатым рецепторным аппаратом. Внутрь кости и в костный мозг проникают только нервные веточки, сопровождающие сосуды-вазомоторы. А. В. Русаков полагает, что внутренняя жизнь костной субстанции и костного мозга всецело находится под влиянием гуморальных факторов и вазомоторов.

СОЕДИНЕНИЯ КОСТЕЙ

Отдельные кости скелета соединяются между собой различным образом. Существуют непрерывные волокнистые (неподвижные или малоподвижные) соединения, *juncturae fibrosae*, и прерывистые синовиальные (подвижные) соединения (суставы), *juncturae synoviales (articulationes)*.

В зависимости от вида ткани, соединяющей кости, различают три типа неподвижных соединений: синдесмоз, синхондроз и синостоз.

Синдесмозы представляют собой соединительнотканые соединения костей. Примером их служат межкостные связки, подкрепляющие крестцово-подвздошные суставы. Особым видом соединительнотканного соединения костей являются швы черепа.

Синхондрозы — это хрящевые соединения костей, располагающиеся между рукояткой и телом грудины, между ее телом и мечевидным отростком, в основании черепа и т. д. Большинство их по окончании периода роста окостеневают и заменяются **синостозами** — непрерывными костными соединениями.

Тела позвонков соединены при помощи сложных волокнисто-хрящевых образований, именуемых межпозвоночными дисками.

Суставы представляют собой прерывистые подвижно-синовиальные соединения костей с наличием полости между сочленяющимися поверхностями. Такое строение суставов создает возможность перемещения одного костного рычага по отношению к другому.

К основным элементам сустава относят сочленяющиеся поверхности костей, суставные хрящи, суставную полость и суставную капсулу.

Суставные поверхности покрыты суставным высокодифференцированным гиалиновым хрящом, максимальная толщина которого в крупных суставах достигает 6 мм. Толщина суставного хряща головки всегда больше, чем соответствующей ей суставной впадины. Только в некоторых суставах (грудино-ключичный, височно-нижнечелюстной и др.) суставные поверхности покрыты волокнистым хрящом.

Суставные хрящи обеспечивают соответствие суставных поверхностей соединяющихся костей — их конгруэнтность. При выраженном несоответствии суставных поверхностей в суставе имеются дополнительные хрящевые образования: суставные диски и мениски, а также суставные губы. Суставные диски и мениски располагаются между сочленяющимися поверхностями, крепятся к суставной капсуле и разделяют суставную полость на два отдела (коленный, височно-нижнечелюстной и грудино-ключичный суставы).

Суставная губа крепится по краю суставной впадины и увеличивает ее поверхность (плечевой, тазобедренный суставы).

В некоторых суставах (коленный, I плюсне-фаланговый и I пястно-фаланговый и др.) суставная впадина дополнена сесамовидными костями. К дополнительным элементам сустава относятся также внутрикапсульные и внекапсульные связки, состоящие из пучков волокнистой соединительной ткани.

Суставная капсула представлена двумя перепонками: наружной волокнистой, являющейся непосредственным продолжением волокнистого слоя надкостницы, и внутренней — синовиальной. Синовиальная перепонка выстилает внутреннюю поверхность волокнистой перепонки, внутрикапсульные связки (например, крестообразные связки коленного сустава), а также участки костей, расположенные в суставной полости и не покрытые суставным хрящом (например, шейка бедренной кости). Синовиальная перепонка образует складки, покрыта ворсинками и продуцирует синовиальную жидкость, находящуюся в небольшом количестве в суставной полости. Синовиальная жидкость служит для суставных хрящей смазкой и питающей средой, через которую осуществляются обменные процессы. Кроме секреторной функции, синовиальная перепонка обладает значительной резорбтивной способностью; в некоторых суставах (коленный, плечевой и др.) она образует дополнительные складки, сумки и влагалища.

Суставная капсула кровоснабжается из *капсулярных артерий*, образующих поверхностную суставную сеть в ее волокнистой и глубокую — в синовиальной перепонках, обе артериальные сети анастомозируют между собой. *Венозные сосуды* не прилегают вплотную к артериальным и также образуют широко анастомозирующую сеть. *Лимфатические сосуды* следуют за ветвлением кровеносных сосудов и тесно связаны с лимфатическими сосудами надкостницы.

Иннервация суставной капсулы осуществляется ответвлениями близлежащих нервных стволов мышечных ветвей, которые разветвляются и анастомозируют между собой в волокнистой и синовиальной перепонках. В синовиальной перепонке нервные ветви дают многочисленные равномерно расположенные нервные окончания, образующие обширное рецепторное поле.

Все суставы по степени подвижности делятся на свободно подвижные и малоподвижные. Форма суставных поверхностей определяет направление и свободу движений в суставах, поэтому основные оси движения в суставах обусловлены формой сочленяющихся поверхностей.

По осям движения суставы делятся на одно-, двух- и трехосные. К трехосным суставам относятся: *шаровидный*, *articulatio spherioidea, seu cotylica* (плечевой, тазобедренный и др.), обладающий наибольшей свободой движения, и *плоский*, *articulatio plana* (крестцово-подвздошный сустав, суставы предплюсны и пр.), в котором суставные поверхности представляют собой отрезок шара большого диаметра. Плоские суставы подкреплены мощными связками и являются малоподвижными. К двухосным суставам относятся: *эллипсоидный*, *articulatio ellipsoidea* например, лучезапястный), *седловидный*, *articulatio sellaris* (между костью-трапецией и I пястной костью и др.). К одноосным суставам относятся *цилиндрический* сустав, *articulatio trochoidea*, с вертикальной осью движения (например, проксимальный и дистальный лучелоктевые суставы), *блоковидный*, *ginglymus*, с горизонтальной осью движения (голеностопный и др.).

Суставы, образованные сочленяющимися поверхностями двух костей, называются простыми (плечевой, грудино-ключичный и др.), образованные тремя и более костями — сложными суставами (локтевой, лучезапястный и др.). Анатомически изолированные, но совместно функционирующие суставы именуются комбинированными (например, проксимальный и дистальный лучелоктевые суставы). Переходным видом между подвижными и неподвижными соединениями являются симфизы (лобковое сращение). Они образованы волокнистым хрящом, соединяющим плоские поверхности костей. В толще хряща имеется щелевидная полость, в связи с чем в них возможны небольшие по объему скользящие и ротационные движения.

РАЗВИТИЕ И РОСТ КОСТЕЙ

Костно-суставной аппарат проходит сложное многостадийное развитие, начиная с внутриутробного периода до середины третьего десятилетия жизни. Кости развиваются из мезенхимы. По особенностям процессов окостенения выделяют два типа костей: соединительнотканый и хрящевой. К костям соединительнотканного происхождения относят кости крыши черепа, кости лица и диафиз ключицы; к костям хрящевого происхождения — кости основания черепа, кости туловища и конечностей.

В костях соединительнотканного происхождения в результате врастания сосудов в первичный мембранозный скелет начинается размножение клеток мезенхимального синцития и трансформация их в остеобласты и остеокласты. Наряду с этим появляется основное межклеточное вещество будущей кости, которое постепенно обызвествляется и окостеневает. Благодаря функции остеокластов, рассасывающих костное вещество, и остеобластов, создающих его, происходит непрерывный процесс перестройки.

Процесс окостенения начинается уже с конца 2-го месяца внутриутробной жизни.

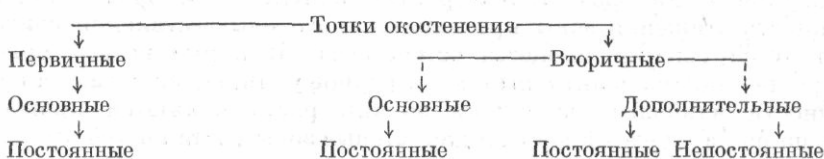
Более сложный процесс окостенения претерпевают кости хрящевого происхождения: они проходят три фазы развития — соединительнотканную, хрящевую и костную. Как и кости соединительнотканного происхождения, кости хрящевого происхождения развиваются на основе первичного мембранозного скелета, который существует до 2-го месяца внутриутробной жизни. Затем их мезенхимальная закладка замещается хрящевой. В хрящевую закладку проникают сосуды, из клеток адвентиции которых формируются остеобласты и остеокласты. В результате жизнедеятельности последних на основе хряща развивается костная ткань. В процессе развития кости из хрящевой закладки различают три фазы: в I фазе происходит усиленное размножение хрящевых клеток, во II фазе наступают дегенеративные процессы в хряще с последующим отложением солей извести в участках гибнущей хрящевой ткани, в III фазе происходит рассасывание обызвествленной хрящевой ткани с формированием на ее основе новой костной ткани. Кроме окостенения хрящевой закладки в длинных костях образуется костное вещество по поверхности закладки за счет надхрящницы, трансформирующейся в надкостницу. Оба источника окостенения сливаются в единое костное образование — диафиз кости. Формирующиеся костные закладки получили название точек, ядер или центров окостенения.

Таким образом, некоторые ядра окостенения, из которых развивается кость, закладываются во внутриутробном периоде развития. К моменту рождения ребенка окостеневают мембранозные закладки костей соединительнотканного происхождения, а также формируются точки окостенения для многих костей хрящевого происхождения — костей основания черепа, костей туловища (тела и дуги позвонков, ребра, грудина), костей верхней и нижней конечностей (диафизы длинных костей). Кроме этого, в последние недели внутриутробной жизни плода возникают точки окостенения для некоторых эпифизов длинных костей (дистальный эпифиз бедренной и проксимальный — большеберцовой кости), а также для некоторых костей предплюсны (пяточная, таранная, кубовидная). Эпифизы остальных длинных костей, а также кости запястья и предплюсны, кроме названных, окостеневают во внеутробном периоде. На этой основе выделены признаки доношенности плода — наличие точек окостенения в области коленного сустава, пяточной, таранной и кубовидной костей, которые могут быть выявлены при рентгенологическом исследовании.

В костях хрящевого происхождения как во внутриутробном, так и во внеутробном периоде, точки окостенения появляются в определенные сроки и в определенной последовательности. Д. Г. Рохлин выделяет *первичные* точки окостенения, возникающие во внутриутробном периоде, и *вторичные* — развивающиеся внеутробно. Кроме того, он различает: *основные* точки окостенения, за счет которых происходит формирование основного массива кости (могут быть как первичными, так и вторичными), *дополнительные* (всегда вторичные, появляющиеся в пубертатном возрасте), за счет которых создаются индивидуальные особенности формы кости, *постоянные*, к которым относятся все основные точки окостенения и некоторые дополнительные, и *непостоянные*, к которым относятся только некоторые дополнительные точки окостенения.

За счет дополнительных непостоянных точек окостенения развиваются сверхкомплектные кости и возникают варианты развития, которые не освещены в трудах по нормальной анатомии, но имеют большое практическое значение для клинической рентгенологии с точки зрения их дифференциации с патологическими процессами и травматическими повреждениями.

СХЕМА ДЕЛЕНИЯ ТОЧЕК ОКОСТЕНЕНИЯ (ПО Д. Г. РОХЛИНУ)



Важно учитывать, что в норме кости могут развиваться из одной или нескольких точек окостенения. Диафизы длинных костей всегда имеют одну точку окостенения. Эпифизы длинных костей и кости губчатого строения имеют одну или несколько точек окостенения, что в норме строго предопределено. Так, множественные точки окостенения свойственны надколеннику, кубовидной кости стопы, некоторым суставным поверхностям (медиальный мыщелок бедренной кости, грудинный конец ключицы и др.) и большинству апофизов (большой вертел бедренной кости, бугор пяточной кости и др.).

При нарушениях остеогенеза происходит формирование большинства эпифизов за счет множественных точек окостенения, что необходимо учитывать при распознавании этих процессов. Рентгенологу важно помнить, что длинные кости развиваются из точки окостенения диафиза и точек окостенения эпифизов. При этом в хрящевых закладках таких длинных костей, как плечевая, локтевая, лучевая, бедренная, большеберцовая, малоберцовая, имеются точки окостенения для диафиза и обоих эпифизов, а в длинных костях кисти и стопы (пястных, плюсневых и фалангах) — для диафиза и для одного из эпифизов. Во II—V пястных и плюсневых костях появляются точки окостенения для дистальных эпифизов, а для I пястной и I плюсневой костей, а также для фаланг кисти и стопы — точки окостенения для проксимальных эпифизов. Иногда кроме этих точек окостенения эпифизов пястных, плюсневых костей и фаланг можно выявить непостоянные дополнительные точки окостенения для противоположных эпифизов, именуемые псевдоэпифизами, которые быстро синостиозируют с диафизом. Единичные псевдоэпифизы представляют собой вариант нормы; длительно существующие, множественные псевдоэпифизы должны учитываться как признак нарушения остеогенеза.

Длинная кость после появления точки окостенения эпифиза растет в длину в основном за счет эпифизарного хряща, являющегося зоной энхондрального роста. Его наиболее активная часть прилежит к диафизу, а менее активная — к эпифизу. Гистологически от эпифиза к диафизу в нем различают: 1) зону недействующего хряща, 2) зону малодействующего хряща, 3) зону активнодействующего хряща, в которой хрящевые клетки располагаются по вертикали, образуя столбики, 4) зону обызвествления отмирающего хряща, в которой происходит его рассасывание и построение новой костной ткани. На рентгенограммах первые три хрящевые зоны имеют вид поперечной полосы просветления, четвертая зона, именуемая зоной предварительного обызвествления или окостенения, выглядит как четкая выпуклая интенсивная полоска, отграничивающая метафиз от упомянутой выше полосы просветления, обусловленной необызвещенной частью эпифизарного хряща.

Наименее активная часть хрящевой зоны роста соответствует ее центральному отделу, поэтому с возрастом зона предварительного обызвествления уплощается, а в юношеском возрасте ее центральный отдел прогибается к диафизу. Более раннее появление и значительная выраженность втяжения зоны предварительного обызвествления свидетельствуют о нарушении процесса остеогенеза. В норме не все хрящевые зоны роста одинаково активны и дают равное удлинение кости. На верхней конечности наиболее активными зонами роста являются проксимальная зона роста плечевой кости и дистальные зоны роста костей предплечья. На нижней конечности наиболее активные зоны роста расположены у коленного сустава — дистальная зона роста бедренной кости и проксимальные зоны роста костей голени (при этом проксимальная зона роста малоберцовой кости активнее одноименной зоны роста большеберцовой кости). Знание активности хрящевых зон роста имеет практическое значение в травматологии, а также при хирургическом или лучевом методе лечения патологических процессов у детей.

С возрастом по мере уменьшения активности хрящевой зоны роста она постепенно истончается, а в последующем полностью исчезает в результате наступления синостоза. Синостоз характеризуется костным соединением метафиза и эпифиза и свидетельствует о прекращении энхондрального роста. В норме синостиозирование в области зон роста происходит в определенные сроки. На месте бывшей зоны роста в течение 1—2 лет сохраняется поперечная интенсивная полоска, обусловленная плотной костной тканью.

Следует подчеркнуть, что суставные хрящи обладают незначительной способностью к костеобразованию и не приводят к заметному удлинению кости после синостоза. Процессы костеобразования возобновляются в суставе при физиологическом старении и при дегенеративном поражении сустава.

Установление сроков появления ядер окостенения и последовательности синостиозирования может быть использовано для определения гормонального баланса организма. Так, появление сесамовидных костей в I пястно-фаланговом суставе указывает на начало полового созревания, а синостиозирование в области зоны роста основания I пястной кости — на включение в деятельность половых желез.

Длительное сохранение поперечной полоски плотного вещества в области зон роста говорит о гормональной дисфункции, чаще о гонадной недостаточности (Д. Г. Рохлин, 1957).

Кроме энхондральных процессов окостенения в костях хрящевого, так же как и в костях соединительнотканного происхождения, имеются другие источники костеобразования.

Надкостничное костеобразование происходит по поверхности кости. Из образованной надкостницей остеобластной ткани формируется пластинчатое плотное костное вещество. Надкостничное костеобразование в основном приводит к увеличению поперечника кости; оно значительно отстает от энхондрального окостенения в длинных костях, поэтому в них преобладает длинный размер. В коротких костях оба процесса уравновешены, в связи с чем высота этих костей не преобладает над их поперечником (например, в телах позвонков).

Надкостничное костеобразование в норме прекращается одновременно с энхондральным. Возобновление его у взрослых приводит к формированию периоститов, периостозов, гиперостоза и свидетельствует о патологическом процессе.

Интерстициальный рост кости происходит за счет функции внутрикостно расположенных остеобластов и остеокластов и характеризуется вклиниванием элементов вновь построенной костной ткани между ранее существовавшими. В результате процессов резорбции и аппозиции происходит увеличение всех элементов кости — ее балок и заключенных между ними костно-мозговых ячеек. При этом кость увеличивается во всех направлениях. Интерстициальный рост кости прекращается одновременно с энхондральным и периостальным костеобразованием. У взрослых возможно возобновление интерстициального роста кости при адаптационной пе-

рестройке и патологических процессах (акромегалия, деформирующая остеодистрофия).

Фибропластическое костеобразование наблюдается в костях хрящевого и соединительнотканного происхождения соответственно местам прикрепления мышц. Оно происходит минуя хрящевую фазу за счет метаплазии соединительной ткани и наблюдается во всех возрастных периодах. Фибропластическое костеобразование усиливается при увеличении функциональной нагрузки, процессах старения и в патологических условиях (например при коллагенозах).

ИНВОЛЮТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОСТНО-СУСТАВНОГО АППАРАТА

Инволютивные изменения в костно-суставном аппарате индивидуально варьируют в широких пределах как по срокам их возникновения, так и по темпу развития.

Они сводятся к дистрофии суставных хрящей и межпозвоночных дисков, а также к изменению рельефа, структуры и объема костей.

Наиболее рано инволютивным изменениям подвергаются суставные хрящи и межпозвоночные диски. В дальнейшем как следствие адаптационно-компенсаторных проявлений возникают краевые костные разрастания. В рентгеновском изображении адаптационно-компенсаторные приспособления проявляются заострением краев суставных поверхностей, позднее — небольшими костными разрастаниями, а инволютивные изменения — умеренным снижением высоты рентгеновской суставной щели. Развитие субхондрального склероза школы Д. Г. Рохлина расценивает как признак дегенеративного поражения сустава, а не процесса старения.

Как уже указывалось, при инволютивных изменениях активизируется фибропластическое костеобразование в местах прикрепления мышц, что приводит к возрастному усилению рельефа костей, хорошо выявляемого рентгенологически.

Позже описанных выше инволютивных процессов наступают изменения структуры костей. Они сводятся к остеопорозу, возникающему в результате замены костной ткани фиброзной и жировой. При этом значительной возрастной перестройке подвергается и корковое вещество, которое, спонгиозируясь, приобретает черты губчатого вещества. Старческий остеопороз приводит к уменьшению прочности костей. Рентгенологически он проявляется повышением прозрачности костей, разволокнением и истончением плотного вещества суставных впадин и коркового слоя диафизов длинных костей, а также расширением мозговых полостей. В позвоночном столбе признаком остеопороза является разрежение губчатого вещества, сопровождающееся потерей структурного рисунка, подчеркнутостью контуров тел позвонков, а позднее — их деформацией в результате прогибания замыкающих пластинок.

Отмечен половой диморфизм — у женщин старение костно-суставного аппарата начинается несколько раньше, а после 50—60 лет проявляется отчетливее, чем у мужчин.

Уменьшение объема костей в процессе инволюции наступает в результате старческой атрофии и наблюдается только в некоторых костях соединительнотканного происхождения (теменные кости, верхняя и нижняя челюсть). Рентгенологически при этом отчетливо выявляется локальное истончение или общее уменьшение объема указанных костей. Описанные выше возрастные изменения костно-суставного аппарата могут проявляться изолированно или сочетаются.

МЕТОДИКИ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Благодаря минеральному составу и особенностям архитектоники костей при рентгенологическом исследовании они находятся в благоприятных условиях естественной контрастности и стали одним из первых объектов рентгенологического изучения.

При исследовании костно-суставного аппарата в основном используется рентгенография, так как рентгеноскопия из-за низкой разрешающей способности дает небольшую информацию.

Рентгенологическое исследование костей и суставов включает в себя многопроекционную рентгенографию, функциональную рентгенографию, стереорентгенографию, рентгенографию с непосредственным увеличением изображения, костную флюорографию, тотальную флюорографию, томографию, панорамную томографию, сегментальную рентгенографию, а также контрастные методики исследования.

Сложность анатомического строения костей и связанные с ней проекционные наложения друг на друга отдельных анатомических образований вызывают необходимость в *многопроекционной рентгенографии*, которая осуществляется при помощи специальных укладок. Каждый анатомический объект костно-суставного аппарата подлежит обязательному изучению в двух основных взаимно перпендикулярных стандартных проекциях. После анализа полученных данных при недостаточной информации нередко прибегают к производству рентгенограмм в дополнительных и атипичных проекциях. В зависимости от задач рентгенологического исследования производятся обзорные и прицельные рентгенограммы.

Функциональная рентгенография представляет собой серийное исследование объекта при функциональной нагрузке и применяется в случае необходимости изучения объема движений в позвоночном столбе, суставах, а также для определения формы и состояния свода стопы.

Применение функциональной рентгенографии иногда позволяет улавливать функциональную динамическую фазу патологического процесса при отсутствии заметных морфологических симптомов.

Стереорентгенография дает возможность определить пространственное расположение анатомических об-

разований и патологических изменений и основана на стереоскопическом эффекте бинокулярного зрения. Она используется по показаниям после обзорных и прицельных рентгенограмм. Осуществляется стереорентгенография путем производства в одной проекции стереопары рентгенограмм, выполненных при перемещении рентгеновской трубки в горизонтальной плоскости вправо и влево от срединной линии объекта на половину величины зрачкового расстояния (3,5 см).

Рентгенография с непосредственным увеличением изображения применяется для получения большей информации об архитектонике кости. Методика основана на проекционном увеличении изображения, возрастающем пропорционально увеличению расстояния между объектом и кассетой или уменьшению расстояния между объектом и трубкой. Малая мощность острофокусных рентгеновских трубок позволяет получать 1,5- и 2-кратное увеличение изображения, которое используется преимущественно для изучения тонких изменений структуры дистальных отделов конечностей (кисть, стопа).

Костная, флюорография — методика, позволяющая получить уменьшенное изображение костей и суставов путем его фотографии со светящегося экрана. К ней прибегают с целью экономии пленки для динамического наблюдения и для контроля над эффективностью лечения. Костная флюорография может быть использована и как поисковый метод при системных повреждениях и заболеваниях скелета.

Тотальная флюорография — методика, дающая возможность получать уменьшенное изображение человека во весь рост при помощи синхронно движущейся трубки со щелевой диафрагмой и кассеты при неподвижном положении больного лежа. Методика применяется в тех случаях, когда необходимо выявить системные повреждения и заболевания скелета.

В рентгенодиагностике заболеваний костно-суставного аппарата большое значение приобрело *послойное исследование — томография*.

Принцип томографии основан на четком изображении слоя объекта, соответствующего уровню оси качения маятниковой системы томографа, и нечетком, размытом изображении других слоев исследуемого объекта.

Таким образом, благодаря устранению суммационного эффекта томография дает дополнительную ценную информацию, позволяет обнаруживать в костях различной природы деструктивные изменения диаметром около 3 мм, не выявляемые на обычных структурных рентгенограммах, что способствует ранней диагностике заболеваний.

Особую роль томография приобретает при изучении отделов скелета, отличающихся сложным анатомическим строением (череп, позвоночный столб и др.), так как она позволяет получить дифференцированное изображение их анатомических элементов.

Исследование проводится в тех же проекциях, что и обычная рентгенография. Однако следует подчеркнуть, что томографию нужно производить после изучения рентгенограмм, целенаправленно используя оптимальные проекции и выбирая необходимую глубину среза и расстояние между ними — шаг томографии.

При исследовании костно-суставного аппарата пользуются углом качения трубки от 30 до 50° и шагом томографии в 0,2, 0,5 и 1,0 см. Уменьшение угла качения трубки приводит к увеличению толщины выделяемого слоя, а следовательно, и к увеличению шага томографии. Одной из модификаций томографии является *зонография*, при которой угол качения трубки составляет всего 8—10°. При этом толщина выделяемого слоя достигает 1—2 см. Зонаграфию целесообразно применять для исследования костей преимущественно губчатого строения (позвонки, грудина и др.).

Панорамная томография предназначена для получения послойного изображения объектов изогнутой формы. Последнее достигается путем моделирования пленки, заключенной в пластическую кассету, изогнутую соответственно кривизне поверхности исследуемого объекта. Изображение получается с помощью щелевого пучка лучей, направленного перпендикулярно к исследуемой поверхности благодаря синхронному повороту объекта и кассеты на 180° при неподвижной трубке. На пленке изображаются элементы объекта, имеющие одинаковую линейную скорость с поверхностью пленки. Толщина выделяемого слоя возрастает от 2—3 мм до 1—2 см по мере удаления исследуемой поверхности объекта от его оси вращения.

При отсутствии панорамного томографа объект сферической или цилиндрической формы (череп, скелет грудной клетки) может быть исследован с помощью *сегментальной рентгенографии и рентгенографии поверхностных слоев*.

Эти методики исследования основаны на использовании диафрагмы, щель которой шириной 1—2 мм расположена перпендикулярно к направлению качения трубки томографа. При расположении оси качения на уровне объекта делают сегментальные рентгенограммы, а при выводе оси качения за пределы объекта — рентгенограммы поверхностных слоев. По мере удаления оси качения трубки от объекта происходит расширение зоны, получающей отображение на пленке. Изгиб пленки, расположенной непосредственно под исследуемым объектом соответственно кривизне его поверхности, также приводит к расширению этой зоны и позволяет получить без значительных проекционных искажений изображение объекта изогнутой формы.

Контрастное исследование костно-суставного аппарата и мягких тканей производится по специальным показаниям в хирургических, ортопедических и онкологических клиниках.

С целью контрастирования применяются масляные и водные высокоатомные контрастные вещества, а также низкоатомные газообразные вещества. Для контрастирования околоносовых пазух, суставных полостей применяются высокоатомные контрастные вещества (водные — йодогност, сергозин, билитраст, кардиотраст, урографин, уроселектан, диодтраст, гепак, диодон и др.; масляные — йодолипол, липоидол, липоидин, йо-

дипин и др.) и газообразные (воздух, кислород, углекислый газ, закись азота).

Для контрастирования мягких тканей (подкожной и межмышечной жировой клетчатки, сухожилий и мышц) используют газообразные контрастные вещества, перечисленные выше.

Для контрастного исследования кровеносных сосудов конечностей и туловища прибегают к введению водных растворов диодированных и триодированных сложных солей органических кислот (кардиотраст» диод-траст, уроселектан и др.).

Глава 2

КОСТИ ГОЛОВЫ

ОБЩИЕ АНАТОМИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Череп, *cranium*, является скелетом головы. Образующие его кости делятся на кости черепа, *ossa cranii*, и кости лица, *ossa faciei*. Они имеют различное назначение и отличаются развитием и строением. Кости черепа образуют вместилище для головного мозга, а кости лица окружают начальные отделы дыхательного и пищеварительного аппарата. К костям черепа анатомы по онтогенетическому развитию относят лобную кость, *os frontale*, теменные, *ossa parietalia*, затылочную, *os occipitale*, височные, *ossa temporalia*, клиновидную, *os sphenoidale*, решетчатую, *os ethmoidale*, нижние носовые раковины, *conchae nasales inferioris*, слезные кости, *ossa lacrimalia*, носовые кости, *ossa nasalia*, и сошник, *vomer*. Хотя по происхождению решетчатая кость, нижние носовые раковины, слезные, носовые кости и сошник относятся к костям черепа, они участвуют в формировании лицевого скелета и по топографическому признаку причисляются к костям лица. Собственно костями лица по онтогенетическому развитию являются верхнечелюстные кости, *maxillae*, нёбные кости, *ossa palatina*, скуловые кости, *ossa zygomatica*, нижняя челюсть, *mandibula*, подъязычная кость, *os hyoideum*.

КОСТИ ЧЕРЕПА

Анатомия

Кости черепа, соединяясь при помощи швов и синхондрозов, образуют замкнутую черепную коробку. Верхний ее отдел именуется крышей, *calvaria*, нижний — основанием черепа, *basis cranii*. Условная граница между ними проходит по носовому краю, *margo nasalis*, и надглазничному краю, *margo supraorbitalis*, лобной кости, верхнему краю наружного слухового отверстия, *porus acusticus externus*, основанию сосцевидного отростка, *processus mastoideus*, и наружному затылочному выступу, *protuberantia occipitalis externa*.

Крыша черепа образована лобной чешуей, *squama frontalis*, затылочной чешуей, *squama occipitalis*, чешуйчатой частью височных костей, *pars squamosa ossis temporalis*, обеими теменными костями, *ossa parietalia*, и верхней частью больших крыльев клиновидной кости, *ala major ossis sphenoidalis*.

Наружная поверхность крыши черепа гладкая, образована наружной пластинкой, *lamina externa*. На ней отчетливо видны черепные швы: венечный, *sutura coronalis*, соединяющий лобную и теменные кости; стреловидный, *sutura sagittalis*, расположенный между теменными костями; лямбдовидный, *sutura lambdoidea*, — между затылочной костью и теменными костями, продолжающийся на основании черепа в затылочно-сосцевидный шов, *sutura occipitomastoidea*; чешуйчатый шов, *sutura squamosa*, между чешуйчатой частью височной и теменной костью, кзади переходящий в теменно-сосцевидный, *sutura parietomastoidea*, а впереди — в клиновидно-теменной и клиновидно-лобный швы, *suturae sphenoparietalis et sphenofrontalis*. Между чешуйчатой частью височной и большим крылом клиновидной кости расположен клиновидно-чешуйчатый шов, *sutura sphenosquamosa*, а между большим крылом клиновидной и лобным отростком скуловой кости — клиновидно-скуловой шов, *sutura sphenozygomatica*.

Внутренняя поверхность крыши черепа — мозговая поверхность, образована внутренней пластинкой, *lamina interna*, которая имеет более сложный рельеф, чем наружная. На внутренней пластинке крыши, кроме описанных выше черепных швов, определяются отпечатки прилежащих к ней анатомических образований, что создает неровность ее рельефа. В боковых отделах крыши черепа располагаются древовидно ветвящиеся и истончающиеся кверху артериальные борозды, *sulci arteriosi*, — отпечатки средней оболочечной артерии (передней и задней ветви), *arteria meningea media (ramus anterior et posterior)*. Передняя и задняя оболочечные артерии обычно не дают отпечатков на крыше черепа.

Венозные борозды, *sulci venosi*, являющиеся отпечатками венозных синусов, представлены линейными углублениями довольно равномерной ширины без ветвлений. Борозда верхнего сагиттального синуса, *sulcus sinus sagittalis superior*, расположена срединно от лобного гребня, *crista frontalis*, до внутреннего затылочного выступа, *protuberantia occipitalis interna*, на уровне которого она образует расширение, обусловленное стоком синусов, *confluens sinuum*. В стороны от указанного расширения под прямым углом к борозде верхнего сагиттального синуса отходит парная борозда поперечного синуса, *sulcus sinus transversus*, которая плавно продолжается в борозду сигмовидного синуса, *sulcus sinus sigmoideus*, расположенную в основании черепа по задней поверхности каменистой части височной кости. Менее постоянная и часто односторонняя борозда клиновидно-теменного синуса, *sulcus sinus sphenoparietalis*, отходит под прямым углом от борозды верхнего сагит-