



ПРЕДИСЛОВИЕ

Значительный прогресс медицинской науки, отмечаемый в последние десятилетия, и связанное с ним возрастание запросов в увеличении объема информации об особенностях нарушения анатомического строения пораженных тканей, органов или систем человеческого тела привели к значительному совершенствованию средств и методов рентгенологического исследования. В настоящее время в диагностике характера, тяжести и распространенности патологических процессов и повреждений все больший удельный вес приобретают такие специальные методы рентгенологического исследования, как искусственное контрастирование не обладающих естественной рентгеновской контрастностью анатомических объектов, кинорентгенография, компьютерная томография и др. Высокая диагностическая ценность новых методов исследования неоспорима. Однако какими бы новыми информативными возможностями по сравнению с обычной рентгеноскопией и рентгенографией ни обладали новые специальные методики исследования, основу осуществляемой с их помощью диагностики по-прежнему составляет сравнение полученного изображения с рентгеноанатомической нормой.

Нормальная рентгеноанатомия костно-суставной системы взрослых людей благодаря работам в основном советских рентгенологов Д. Г. Рохлина, В. С. Майковой-Строгановой, В. А. Дьяченко, Н. С. Косинской, И. Г. Лагуновой и др. подробно разработана и изложена в монографиях и многочисленных статьях. Описание особенностей рентгеновского изображения костей и суставов в период их формирования, т. е. у детей, в большинстве работ, в том числе изданных в последние годы, сводится только к указанию сроков появления центров ossификации костей запястья, переднего отдела предплюсны, эпифизов и апофизов трубчатых костей, причем с неполным перечнем последних. Между тем для достоверного разграничения нормы и патологии знания одних только сроков начала окостенения хрящевых частей костей недостаточно. Рентгеновское изображение костей и суставов детей отличается от изображения их у взрослых целым рядом особенностей — характером контуров определенной части костей на разных стадиях их формирования, формой тел позвонков и метафизов трубчатых костей, строением костной структуры, критериями правильности анатомических соотношений в суставе. Все эти отличия не являются чем-либо стабильным, а непрерывно видоизменяются по мере смены фаз энхондрального костеобразования. Правильная диагностика целого ряда травматических повреждений и заболеваний опорно-двигательного аппарата детей может быть осуществлена только при знании всего комплекса особенностей нормальной рентгеноанатомии позвоночника и сегментов конечностей, характерной для того или иного возрастного периода. Многолетний опыт работы консультативной поликлиники и травматологического пункта Ленинградского ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского детского ортопедического института им. Г. И. Турнера показал, что достаточно часто физиологическая клиновидность тел позвонков грудного отдела позвоночника расценивалась врачами практического здравоохранения как компрессионный перелом. Физиологическая волнистость контуров метафиза в период, предшествующий появлению ядер окостенения апофизов, принималась за проявление деструкции и т.п. Сравнительно часто отмечалась и ошибочная диагностика отрывных метафизарных переломов или нераспознанных остеоапофизеолизом вследствие недостаточности представлений о показателях рентгеноанатомической нормы формы, контуров и положения относительно поверхности метафиза ядер окостенения апофизов.

Развернутого описания нормальной рентгеноанатомии костно-суставной системы детей, отражающего весь комплекс отличий от нормальной рентгеноанатомии ее у взрослых на различных стадиях постнатального формирования, с указанием опорных пунктов дифференциальной диагностики рентгеноанатомической нормы с рентгенологическими проявлениями патологических процессов и травматических повреждений в литературе не приводится. Настоящая работа является попыткой восполнить этот пробел.

Книга предназначена прежде всего для врачей-рентгенологов, детских травматологов и ортопедов, однако представители других специальностей (детские хирурги, специалисты по лечебной физкультуре и лечебному контролю, педиатры), ознакомившись с работой, смогут получить сведения, позволяющие определить, насколько степень зрелости костно-суставной системы соответствует возрасту ребенка. Установление степени этого соответствия поможет выявить детей, отстающих в развитии, уточнить уровень допустимых спортивных нагрузок, определить, в какой мере соматическое заболевание отражается на темпах развития организма ребенка.

Работа основана на результатах анализа и статистической обработки рентгенограмм различных отделов опорно-двигательного аппарата более 2000 детей в возрасте от 3 мес до 16 лет. Рентгенограммы были выполнены при обследовании детей с ортопедическими заболеваниями, у которых при одностороннем поражении какого-либо из сегментов конечностей производилась рентгенография парного ему сегмента с целью получения эталона для сравнения (отсутствие отклонений от нормы контрольного сегмента конечности устанавливалось на основании данных клинического, электрофизиологического и других методов исследования). Использовались также рентгенограммы детей, обращавшихся в травматологический пункт института с подозрением на наличие переломов и подвывихов, которые по данным клинорентгенологического обследования не подтвердились. Кроме того, было проведено сопоставление результатов анатомического и рентгенологического исследования позвоночника и сегментов верхней и нижней конечности 120 детей в возрасте от 0 до 12 лет, умерших в результате несчастного случая, а также у мертворожденных.

В книге представлено описание рентгенологической картины позвоночника и сегментов верхней и нижней конечностей на различных этапах нормального постнатального формирования с изложением дифференциальной диагностики рентгеноанатомической нормы с проявлениями различных патологических состояний. Преобладающую часть работы представляют результаты собственных разработок.

Данные литературы использованы лишь в той их части, которая касается процесса формирования архитектуры костной структуры и формы тел позвонков и некоторых отделов длинных трубчатых костей.

В последние десятилетия, как известно, отмечается ускорение темпов физического развития детей, в том числе и темпов формирования костно-суставной системы. В процессе наших собственных исследований мы также столкнулись с расхождением сроков начала окостенения эпифизов и апофизов костей у современных детей с теми сроками, которые указываются в наиболее полно освещающих этот вопрос монографиях Д. Г. Рохлина и В. С. Майковой-Строгановой и В. А. Дьяченко, изданных в 50-х годах. Названные обстоятельства являются причиной того, что в настоящей книге этот раздел нормальной рентгеноанатомии представляется не по данным литературы, а по результатам наших разработок. Работа состоит из 4 глав. В 1-й главе приводится общая характеристика процесса постнатального формирования костно-суставной системы с выделением отдельных его этапов, определяющих качественные изменения рентгеноанатомической картины. Кратко изложены рентгенологические показатели, обеспечивающие оценку анатомического строения полностью сформированных позвоночника и сегментов конечностей. Применительно к каждому из основных этапов постнатального энхондрального костеобразования отмечаются общие закономерности рентгеновского изображения костно-суставной системы и рентгенологические показатели ее анатомического строения, доступные для анализа.

Главы 2, 3 и 4 содержат описание в возрастном аспекте рентгеноанатомической картины нормально формирующегося позвоночника, плечевого пояса и сегментов верхней конечности, тазового пояса и сегментов нижней конечности. В каждой из глав раздельно излагаются нормальная рентгеноанатомия разных отделов позвоночника и разных сегментов конечностей, применительно к различным возрастным периодам. Для каждого из отделов костно-суставной системы указываются показатели анатомического строения, доступные для рентгеноанатомического анализа на различных этапах энхондрального костеобразования, и приводится изложение дифференциальной диагностики рентгеноанатомической нормы формы, контуров, структуры костей с проявлениями травматических повреждений и заболеваний.

Глава 1

АНАТОМИЧЕСКАЯ И РЕНТГЕНОАНАТОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭТАПОВ ПОСТНАТАЛЬНОГО ЭНХОНДРАЛЬНОГО КОСТЕОБРАЗОВАНИЯ

Сущность постнатального формирования костно-суставной системы общеизвестна и может быть описана в нескольких словах. Ребенок рождается с неполностью еще оссифицированным скелетом. Костной тканью образованы только диафизы и частично метафизы трубчатых костей, часть тел и дуг позвонков, лопатки, костей таза, а также таранной и пяточной костей стопы. Эпифизы и часть метафизов трубчатых костей, апофизы, кости запястья и переднего отдела предплюсны, краевые отделы тела лопатки, костей таза, тел позвонков имеют хрящевое строение. Исключение из этого перечня представляют только дистальный эпифиз бедренной кости и проксимальный эпифиз большеберцовой. Наличие в них ядер окостенения, как известно, является признаком доношенности плода. Полное окостенение костей происходит уже после рождения — в постнатальном периоде — в результате последовательного появления центров оссификации, прогрессивно увеличивающихся в размерах и заполняющих наконец костную ткань хрящевые модели апофизов, эпифизов, тел позвонков, костей запястья и предплюсны. Параллельно с процессом оссификации хрящевых отделов костей происходит увеличение их размеров. Формирование костно-суставной системы по взрослому типу заканчивается в основном к 16—17 годам, хотя процесс оссификации медиальных поверхностей лобковых костей и рост позвонков продолжают до 20—22 лет. Показателями окончания энхондрального костеобразования является синостозирование метаэпифизарных и апофизарных ростковых зон.

Столь же кратко могут быть охарактеризованы и особенности нормальной рентгеноанатомии костно-суставной системы детей. Из всех компонентов опорно-двигательного аппарата естественной рентгеновской контрастностью обладает только костная ткань. Хрящевая ткань «проницаема» для рентгеновских лучей. Вследствие этого на рентгенограммах костей и суставов детей не получает отображения целый ряд анатомических образований. На первом году жизни это эпифизы трубчатых костей, кости запястья и предплюсны, в более старшем возрасте — апофизы и бугристости костей. Кости имеют не только меньшие размеры, но и отличающиеся от анатомических форму и контуры. Из-за наличия ростковых зон, имеющих хрящевое строение, эпифизы и метафизы трубчатых костей (после появления ядер окостенения эпифизов), кости таза, тела позвонков и их дуги и две половины одной дуги представляются разьединенными. Вряд ли стоит доказывать, что для обеспечения надежной дифференциальной диагностики возрастной рентгеноанатомической нормы с проявлениями патологических процессов и травматических повреждений такой общей характеристики недостаточно.

Рост костей, так же как оссификация их отделов, имеющих хрящевое строение, представляет собой непрерывный процесс. Это означает, что по мере роста ребенка происходит непрерывное изменение размеров и формы оссифицированной части костей и соответственно этому — непрерывное изменение рентгеноанатомической картины. На первый взгляд такая изменчивость рентгеновского отображения костно-суставной системы делает невозможной разработку сколько-нибудь устойчивых критериев возрастной рентгеноанатомической нормы. Действительно, показатели нормы высоты тел позвонков или рентгеновской суставной щели какого-нибудь из суставов конечностей, определенные для возраста, например, в 2 года, через 2—3 года окажутся уже недействительными, потому что и форма, и размеры оссифицированной части тел позвонков или эпифизов успеют за это время в большей или меньшей степени измениться. Изменчивостью рентгеновского изображения костей и суставов в период постнатального формирования в значительной мере объясняется то обстоятельство, что до настоящего времени не определены возрастные нормы ряда рентгеноанатомических параметров, а описание нормальной рентгеноанатомии детского скелета ограничивается в основном перечислением и указанием сроков появления центров оссификации эпифизов и апофизов костей.

Между тем перечисленные трудности разработки нормальной рентгеноанатомии детской костно-суставной системы не являются полностью непреодолимыми. При углубленном анализе в процессе постнатального формирования костей могут быть выделены несколько основных этапов. Определяет их характер анатомических образований, подвергающихся оссификации в тот или иной возрастной период, и в несколько меньшей степени — стадия их осси-

фикации. Значение выделения этапов энхондрального костеобразования для более четкой характеристики нормальной рентгеноанатомии детской костно-суставной системы заключается в том, что каждому из них присущ свой достаточно четко определенный комплекс выявляющихся в рентгеновском изображении анатомических образований с общей закономерностью формы, контуров и структуры. А это значит, что для каждого этапа могут быть названы доступные для анализа показатели анатомического строения костей и суставов и определены критерии их возрастной нормы, выделены те особенности структуры, контуров, анатомических соотношений в суставах, которые могут служить причиной диагностических ошибок и определены опорные пункты дифференциальной диагностики между возрастной нормой и рентгенологическими признаками патологических процессов и травматических повреждений. Рентгеновское отображение процесса постнатального формирования различных костей и суставов может иметь свои особенности, но общие закономерности рентгеноанатомической картины, характерной для того или иного этапа энхондрального костеобразования, применимы ко всем отделам костно-суставной системы.

Прежде чем перейти к анатомической и рентгеноанатомической характеристике этапов постнатального формирования костно-суставной системы, мы хотели бы напомнить рентгенологические показатели, учитываемые при оценке анатомического строения костно-суставной системы после завершения ее формирования.

Форма кости или ее отделов. Показателем нормы является соответствие формы рентгеновского изображения анатомической форме (с учетом особенностей проекционного отображения).

Размеры костей и их отделов (на основании сравнения парных костей или смежных позвонков). К числу патологических изменений этого показателя относятся гипотрофия, гипертрофия, гиперостоз и вздутие кости.

Контур кости. Нормальное состояние контуров определяют три показателя: ровность, непрерывность и плавный дугообразный переход одной части кости в другую. Рентгенологическими признаками патологических изменений контуров костей являются нарушение непрерывности, прямолинейность, неровность и отсутствие замыкающих пластинок, ограничивающих метафизы и эпифизы трубчатых костей, кости запястья и предплюсны, и т.п., а также различные виды периостита.

Состояние костной структуры. Показателями нормы костной структуры диафизов трубчатых костей служат четкая дифференцировка на кортикальный слой и костномозговой канал; равномерная оптическая плотность кортикального слоя; однородность структуры костномозгового канала. Признаком нормального состояния костной структуры метафизов и эпифизов трубчатых костей, позвонков, лопатки, костей таза, запястья и предплюсны являются равномерный ячеистый характер и наличие характерных для каждого из них систем так называемых силовых линий (группы утолщенных, тесно расположенных костных пластинок, одинаково ориентированных по основным направлениям растяжения и сжатия, испытываемых тем или иным отделом кости). К проявлениям патологического состояния костной структуры относятся остеопороз, остеосклероз, деструкция по типу остеолитического или остеонекроза, переломы, отсутствие должных систем силовых линий (дифференцировка костной структуры) или изменение должной их ориентации.

Анатомические соотношения в суставах. Основным показателем правильности анатомических соотношений является равномерная высота рентгеновской суставной щели. Кроме этого, критерием нормы анатомических соотношений в суставах с неравной протяженностью суставных поверхностей служит расположение их центров на одном уровне, в плоских суставах — расположение строго один над другим краев сочленяющихся суставных поверхностей.

Пространственное положение позвоночника и его отделов и эпиметафизов некоторых трубчатых костей. Нормальное положение характеризует определенное значение ангулометрических показателей, как, например, величина шеечнодиафизарного угла (пространственное положение проксимального конца бедренной кости во фронтальной плоскости), величина угла физиологического кифоза позвоночника и т.д. Большие или меньшие по сравнению с нормативными величины ангулометрических показателей свидетельствуют о нарушении пространственных положений соответствующего отдела позвоночника или эпиметафиза трубчатой кости.

Рентгенологическая характеристика состояния костно-суставной системы детей основывается в принципе на оценке тех же показателей, с поправкой на доступность для анализа отдельных параметров в том или ином возрастном периоде. Кроме того, при анализе рентгенограмм детей учитываются еще два показателя — состояние метаэпифизарных и апофизарных ростковых зон и соответствие общего и локального костного возраста паспортному возрасту ребенка.

Состояние метаэпифизарных ростковых зон подлежит рентгеноанатомическому анализу на том основании, что отклонения от нормы различных их компонентов представляют собой рентгенологические признаки целого ряда патологических состояний (рахита, метаэпифизарной и метаэпифизарной дисплазии, остеопороза, гипофункции ростковых зон вследствие перенесенного воспалительного процесса или травматического повреждения). В рентгеновском изображении состояние ростковых зон костей характеризуют три показателя: высота ростковой зоны, характер ее контуров, а также ширина и однородность зон препаратного обызвествления. Высота ростковых зон — величина непостоянная, прогрессивно уменьшающаяся с возрастом. Возрастные нормативные показатели ее не установлены. Основным показателем нормы этого компонента ростковой зоны является равномерность высоты на всем протяжении. Клиновидная форма ростковой зоны является частью рентгенологических симптомов комплексов травматических повреждений, болезни Блаунта, деструктивных процессов. Контур нормально функционирующей метаэпифизарной ростковой зоны в период интенсивного роста кости крупноволнистые, в остальное время — умеренно дугообразные. Прямолинейность контуров служит признаком гипофункции ростковой зоны, различные виды неровностей — признаками рахита, дистрофического процесса, метаэпифизарной дисплазии, болезни Блаунта. Зоны препаратного обызвествления могут находиться как на эпифизах и метафизах, так и только на одном из них. Ширина их, так же как и ширина ростковых зон, — величина непостоянная, уменьшающаяся с возрастом. Можно лишь отметить, что в возрасте до 8 лет, т. е. до возрастного срока полного окостенения эпифизов, зоны препаратного обызвествления должны быть отчетливо выражены и иметь однородную оптическую плотность. Неравномерность ширины ростковых зон, резкое их сужение, а также неоднородность являются одним из признаков острого рахита, авитаминоза С, системного остеопороза и ряда других системных заболеваний.

Паспортный возраст ребенка, как известно, может не совпадать с биологическим возрастом (степенью зрелости) различных органов и систем организма. По отношению к костно-суставной системе различают степень зрелости системы в целом, обозначаемую как общий костный возраст, и степень зрелости различных ее отделов — локальный

костный возраст. Подобная дифференцировка вызвана тем, что в результате воздействия повреждающих факторов (заболевание, травма) может произойти замедление или ускорение темпов энхондрального формирования пораженного отдела костно-суставной системы по сравнению с темпами формирования остальных отделов. Показателями общего костного возраста считаются возрастные сроки появления ядер окостенения дистальных эпифизов костей предплечья, головок коротких трубчатых костей кисти и костей запястья. Показатели локального костного возраста различны для разных отделов костно-суставной системы.

АНАТОМИЧЕСКАЯ И РЕНТГЕНОАНАТОМИЧЕСКАЯ ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭТАПОВ ПОСТНАТАЛЬНОГО ФОРМИРОВАНИЯ КОСТНО-СУСТАВНОЙ СИСТЕМЫ

Первый этап. Продолжительность — от момента рождения до начала оксификации эпифизов трубчатых костей (от 0 до 6—10 мес). Выделение этого этапа в определенной степени условно, так как единственным проявлением костеобразовательного процесса является продольный и поперечный рост костей. Степень оксифицированности костей остается такой же, какая была достигнута к концу внутриутробного развития. Хрящевое строение на этом этапе сохраняют большая часть тела лопатки, костей таза, тел позвонков и отростков их дужек, кости запястья (кроме центральной, крючковидной и трехгранной, точки окостенения которых появляются примерно к 4-месячному возрасту), кости предплюсны (кроме пяточной и таранной), а также большая часть метафизов и полностью эпифизы длинных и коротких трубчатых костей. Исключение из последних названных анатомических образований представляют дистальный эпифиз бедренной кости и проксимальный эпифиз большеберцовой, наличие ядер окостенения в которых является, как известно, одним из признаков доношенности плода. Говоря другими словами, костной тканью в этот период образованы, а следовательно, получают отображение на рентгенограммах практически только диафизы трубчатых костей и около 1/2 объема хрящевых моделей костей таза, лопатки, тел и пластинок дужек позвонков.

Небольшое число отображающихся на рентгенограммах анатомических образований определяет крайне малое число показателей анатомического строения костно-суставной системы, доступных для рентгеноанатомического анализа. В отношении трубчатых костей это — истинные размеры, форма, характер контуров и структура только их диафизов. Для позвонков, лопатки, костей таза, эпифиза костей, образующих коленный сустав, пяточный и таранной костей — размеры и структура оксифицированных их частей. К этому перечню можно добавить еще два показателя, оценка которых в принципе осуществима, но либо позволяет получить лишь приблизительное представление, либо требует геометрических построений. Первым из них является состояние метаэпифизарных ростковых зон трубчатых костей, некоторое представление о котором может быть получено на основании анализа их метафизарного контура и ширины и однородности зоны препараторного обызвествления. Вторым показателем особенностей анатомического строения костно-суставной системы — характер анатомических соотношений в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах, причем только в одной плоскости. Таким образом не может быть осуществлена оценка истинных размеров, формы, характера контуров плоских костей, костей запястья и переднего отдела предплюсны, позвонков и эпиметафизов трубчатых костей; анатомические соотношения в большинстве суставов конечностей; высота и форма рентгеновской суставной щели суставов; высота и форма метаэпифизарных ростковых зон; особенности пространственного положения эпиметафизов бедренной и большеберцовой костей. Определенные трудности представляет также определение локального костного возраста.

Основными общими чертами рентгенологической картины являются отсутствие изображения суставов конечностей (кроме коленного.); рентгенологическая разъединенность костей таза, тел и дуг позвонков и двух половин одной дуги; ровность и плавная закругленность контуров, выявляющихся на рентгенограмме частей костей; равномерная мелкоячеистость костной структуры без признаков силовых линий.

Второй этап постнатального формирования костно-суставной системы может быть определен как начальная стадия процесса окостенения эпифизов трубчатых костей, костей запястья и переднего отдела предплюсны. В связи с рядом обстоятельств (разновременность начала окостенения разных эпифизов, влияние на темпы энхондрального костеобразования генетических, конституциональных, климатических и других факторов) точно определить возрастные границы этого этапа затруднительно. Ориентировочная его продолжительность — с 6—10-месячного возраста до 3 1/2—4 лет.

Появление центров оксификации подавляющего большинства эпифизов длинных трубчатых костей приходится на возрастной период от 6 мес до 1 года. С интервалом примерно в 1—1 1/2 года начинается окостенение эпифизов коротких трубчатых костей и костей переднего отдела предплюсны. Локализация центров оксификации не имеет строгой закономерности, однако в большинстве случаев они возникают в центральных отделах эпифиза. К 4-летнему возрасту ядра окостенения имеются практически во всех эпифизах трубчатых костей, исключая только медиальный вал блока дистального эпифиза плечевой кости и головку локтевой. Наблюдаются также центры оксификации и во всех костях переднего отдела предплюсны. Возрастной период начала окостенения костей запястья значительно более продолжительный (до 11-летнего возраста), в связи с чем к 4 годам точки окостенения имеются только в 4 из них.

Кроме начала окостенения эпифизов трубчатых костей и костей переднего отдела предплюсны, во время второго этапа постнатального формирования костно-суставной системы полностью оксифицируются метафизы трубчатых костей, исключая, однако расположенные на них апофизы: также полностью оксифицируются ветви лобковой и седалищной костей, значительно увеличивается объем костной ткани в плоских костях, телах и дужках позвонков, на значительном протяжении позвоночного столба синостозируют половинки пластинок дужек позвонков.

Хрящевое строение к концу данного этапа сохраняют большая часть эпифизов и полностью апофизы трубчатых костей, краевые отделы лопатки и костей таза (вместе с их апофизами), около 1/4 объема тел позвонков и отростков дужек, 4 кости запястья.

Несмотря на увеличение степени оксифицированности костей, число новых анатомических образований, получающих отображение на рентгенограммах, относительно невелико. Кроме перечисленных при описании первого этапа постнатального костеобразования, это метафизы трубчатых костей, небольшая часть эпифизов и около 2/3 объе-

ма хрящевых моделей костей переднего отдела предплюсны. На самой ранней стадии процесса окостенения центры оссификации всех эпифизов имеют одинаковую круглую форму при диаметре 1—2 мм, что и послужило основанием для часто употребляемого их обозначения «точки окостенения».

В дальнейшем оссифицированные части разных эпифизов приобретают различную форму, не соответствующую, однако, в большинстве случаев анатомической форме эпифиза. Рентгеновские суставные щели суставов конечностей имеют очень большую высоту и разнообразную форму.

Количество показателей анатомического строения костно-суставной системы, доступных для рентгеноанатомического анализа, хотя и увеличивается по сравнению с первым этапом энхондрального формирования костей, но остается в достаточной мере ограниченным. Кроме перечисленных ранее (форма, размеры, характер контуров и структура диафизов трубчатых костей, структура оссифицированных частей позвонков, плоских костей и костей предплюсны), добавляется только возможность оценки особенностей пространственного положения эпиметафизов трубчатых костей, имеющих физиологические изгибы, и определение общего и локального костного возраста. По-прежнему остаются недоступными для анализа форма и размеры метафизарных отделов трубчатых костей, несмотря на полное окостенение собственно метафизов из-за отсутствия изображения сохраняющих хрящевое строение апофизов, состояние эпифизов, костей предплюсны и запястья, костная часть которых еще слишком мала, чтобы представлять значимый объект рентгеноанатомического анализа, а также анатомические соотношения в суставах конечностей, высота и форма их рентгеновских суставных щелей и состояние эпиметафизарных ростковых зон.

Общие черты рентгеноанатомической картины костно-суставной системы те же, что и описанные для первого этапа постнатального ее формирования. Отличия заключаются в выявлении на рентгенограммах ядер окостенения эпифизов трубчатых костей, костей переднего отдела предплюсны, ряда костей запястья, а также в исчезновении к концу данного этапа рентгенологической разьединенности половин дуг позвонков (кроме L_{IV} , L_V и S_1).

Третий этап постнатального формирования костно-суставной системы — это период полного окостенения хрящевых моделей эпифизов трубчатых костей, костей запястья и предплюсны. Ориентировочные возрастные сроки — от 4 до 8—9 лет. Вариабельность названных возрастных сроков связана с тем, что из-за отмеченной выше разновременности начала оссификации этих анатомических образований невозможно провести четкую границу между концом второго и началом третьего этапов энхондрального костеобразования. В то время, когда оссифицированность эпифизов, начавших окостеневать еще на первом году жизни, достигает степени, соответствующей третьему этапу, в ряде эпифизов только еще появляются центры оссификации. По этой причине возрастной период третьего этапа энхондрального костеобразования условно определен в зависимости от среднестатистического возраста появления последних центров оссификации основных эпифизов трубчатых костей до возрастного срока полного окостенения всех эпифизов.

В общих чертах процесс полного окостенения эпифизов трубчатых костей, костей запястья и переднего отдела предплюсны проходит следующие стадии. Вначале увеличиваются размеры ядер окостенения при сохранении первоначальной их формы, не соответствующей анатомической форме эпифизов и мелких костей. Затем, параллельно с дальнейшим увеличением размеров, оссифицированные части этих анатомических образований приобретают форму, сходную с анатомической. Наконец, хрящевые модели полностью выполняются костной тканью (за исключением гиалиновых хрящей суставных поверхностей), и в дальнейшем рост и оссификация протекают синхронно.

Наряду с приведенной схемой процесса окостенения (из одного центра оссификации), характерной для подавляющего большинства эпифизов трубчатых костей и тел позвонков, имеют место еще два варианта. Первый из них заключается в том, что окостенение происходит за счет множественных, равнозначных по величине центров оссификации, которые в результате прогрессивного увеличения в размерах и слияния между собой выполняют к концу третьего этапа энхондрального костеобразования весь объем хрящевой модели эпифиза. Вторым вариантом — это окостенение основной центральной части эпифиза за счет единственного ядра окостенения с последующим появлением по его краям множественных дополнительных центров оссификации, формирующих субхондральные отделы. Дополнительные центры оссификации, увеличиваясь в размерах, в дальнейшем сливаются между собой и с основной частью эпифиза.

Кроме полного окостенения эпифизов трубчатых костей и костей переднего отдела предплюсны и запястья, в течение третьего этапа энхондрального костеобразования окостеневают края суставной ямки лопатки и тел позвонков, происходит слияние ветвей лобковой и седалищной костей, тел и дужек позвонков, начинается окостенение краев вертлужной впадины. Происходит также начальное оформление архитектоники костной структуры — создаются системы так называемых статических силовых линий, т. е. линий, формирующихся под действием статико-динамических нагрузок. Силовые линии, обусловленные действием тяги мышц в местах их прикрепления, в этой стадии формирования скелета еще не выражены или выражены очень слабо.

Хрящевое строение к концу третьего этапа постнатального формирования костно-суставной системы сохраняют акромиальный конец ключицы, краевые отделы тела лопатки и костей таза, края вертлужной впадины (поскольку окостенеть успевают только небольшие ее участки), апофизы всех костей и метаэпифизарные ростковые зоны.

Соответственно описанной степени оссифицированности костей на рентгенограммах получают отображение все суставы конечностей (после полного окостенения эпифизов трубчатых костей) и все кости, входящие в состав костно-суставной системы, с той оговоркой, что форма, контуры и структура метафизов трубчатых костей, тела и отростков лопатки, костей таза, таранной пяточной и ладьевидной костей стопы, тел и поперечных отростков позвонков еще имеют ряд отличий от рентгеноанатомической нормы их у взрослых.

Перечень рентгенологических показателей анатомического строения костно-суставной системы, доступных для анализа, различен для разных степеней оссифицированности эпифизов, поэтому мы разделяем их изложение на две части — до и после завершения окостенения хрящевых моделей.

До наступления полного окостенения эпифизов трубчатых костей, костей запястья и переднего отдела предплюсны характер и количество показателей анатомического строения костно-суставной системы, доступных для рентгеноанатомического анализа, практически те же, что и во время второго этапа постнатального костеобразования. К приведенному в предыдущем разделе списку добавляется только возможность

оценки размеров и структуры ядер окостенения эпифизов трубчатых костей и костей переднего отдела предплюсны, состояния эпиметафизарных ростковых зон трубчатых костей, а также анатомических соотношений в единичных суставах конечностей.

Недоступными для рентгенологической оценки в этот период являются истинные форма, размеры и контуры эпифизов и метафизов трубчатых костей (последних — из-за отсутствия изображения апофизов и бугристостей), концов ключицы, тела, суставной ямки и отростков лопатки, костей таза и краев вертлужной впадины, костей запястья, предплюсны и тел позвонков. Кроме того, невозможно оценить состояние апофизов трубчатых костей, а также анатомические соотношения в большинстве суставов конечностей и форму их рентгеновской суставной щели.

После завершения окостенения эпифизов трубчатых костей, костей запястья и переднего отдела предплюсны отображение их полностью существенно увеличивает возможности рентгенодиагностики. Рентгеноанатомическому анализу становятся доступными истинные форма, размеры и характер контуров диафизов и эпифизов трубчатых костей, костей переднего отдела предплюсны (кроме ладьевидной, так как ее бугристость еще сохраняет хрящевое строение), костей запястья (кроме гороховидной), структура названных анатомических образований, а также большая часть плоских костей, позвонков и метафизов трубчатых костей, анатомические соотношения во всех суставах конечностей, ширина и форма их рентгеновской суставной щели, пространственные положения эпиметафизов, состояние эпиметафизарных ростковых зон, общий и локальный костный возраст. Не подлежат оценке только истинные форма и размеры отделов костей, имеющих апофизы, и состояние последних.

Основными общими чертами рентгеноанатомической картины костно-суставной системы являются ровность и плавная дугообразность контуров метафизов длинных трубчатых костей, тела лопатки и костей таза, обусловленная отсутствием изображения апофизов и бугристостей; непостоянство формы и размеров рентгеновского изображения эпифизов трубчатых костей, костей запястья и предплюсны (до полного их окостенения); динамическая переменность формы и ширины рентгеновской суставной щели суставов конечностей (также до наступления полного окостенения эпифизов трубчатых костей); полное отображение эпиметафизарных ростковых зон; наличие в структуре костей «статических силовых линий»; рентгенологическая разьединенность костей таза.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы с проявлениями патологических процессов и травматических повреждений специфична для разных отделов костно-суставной системы и будет изложена в соответствующих главах.

Четвертый этап постнатального формирования костно-суставной системы — окостенение апофизов и бугристостей длинных трубчатых костей, отростков лопатки, костей таза и стопы, тел и отростков позвонков. Возрастной срок от 9 до 15 лет.

Первым признаком начала окостенения апофизов является активизация их ростковых зон, характеризующаяся появлением более или менее выраженной бугристости поверхностей костей в местах расположения апофизов. Процесс оссификации самих апофизов и бугристостей проходит те же стадии, что и эпифизов, с той лишь разницей, что форма ядер окостенения с самого начала «в достаточной мере соответствует форме хрящевой модели апофиза. Возрастные сроки начала окостенения различны для разных апофизов разных костей. Еще более различны и темпы их окостенения. Процесс полной оссификации одних апофизов занимает временной промежуток в 5—6 лет, полное окостенение других успевает произойти всего за несколько месяцев. Сведения о сроках начала окостенения апофизов и бугристостей различных костей будут представлены в гл. 2, 3 и 4. Здесь мы хотим лишь обратить внимание на то, какие из апофизов, бугорков и отростков разных костей окостеневают за счет самостоятельных центров оссификации (перечисляются под номером 1) и какие самостоятельных центров оссификации не имеют (перечисляются под номером 2).

Лопатка: 1) конец акромиального отростка, верхняя поверхность колена клювовидного отростка (место перехода вертикальной части отростка в горизонтальную); нижний угол тела; 2) надсуставной и подсуставной бугорки, лопаточная ость.

Плечевая кость: 1) медиальный надмыщелок, латеральный надмыщелок; 2) малый и большой бугорки головки, дельтовидная бугристость, надмыщелковые гребни.

Лучевая кость: 1) нет; 2) бугристость лучевой кости, шиловидный отросток;

Локтевая кость: 1) верхушка и дорсальная поверхность локтевого отростка, шиловидный отросток; 2) венечный отросток.

Кости кисти. 1) — нет; 2) бугристость ладьевидной кости, шиловидный отросток II пястной кости.

Подвздошная кость: 1) подвздошный гребень, передние верхняя и нижняя ости; 2) задние верхняя и нижняя ости.

Седалищная кость: 1) апофиз седалищного бугра; 2) седалищная ость.

Лобковая кость: 1) симфизеальная поверхность; 2) нет.

Бедренная кость: 1) большой вертел, малый вертел; 2) оба надмыщелка, все гребни и бугристости.

Большеберцовая кость: 1) бугристость большеберцовой кости, верхушка медиальной лодыжки; 2) медиальный и латеральный межмыщелковые бугорки.

Кости стопы. Таранная кость: 1) медиальный бугорок заднего отростка; 2) латеральный бугорок заднего отростка, латеральный отросток. Пяточная кость: 1) апофиз пяточного бугра; 2) опора таранной кости. Ладьевидная кость: 1) бугристость. V плюсневая кость: 1) бугристость.

Позвонки: 1) верхушка зуба C_2 , апофизы тел, концы поперечных отростков, апофиз боковой массы C_1 ; 2) сосцевидные и дополнительные отростки.

Наличие костных фрагментов в области анатомических образований, перечисленных под номером 2, является достоверным рентгенологическим признаком отрывного перелома.

Одновременно с окостенением апофизов и бугристостей костей окончательно оформляется архитектура костной структуры (создаются системы силовых линий в области прикрепления мышц), синостиозируют половинки дуг L_5 и S_1 и крестцовые позвонки.

В начальной стадии процесса оссификации апофизов и бугристостей на рентгенограммах отображаются те же анатомические образования, что и в конце предыдущего этапа. Отличие представляет лишь крупно- или мелковолнистый характер контуров костей в местах расположения апофизов. Затем появляется изображение центров оссификации перечисленных выше апофизов и бугристостей, и, наконец, после полного их окостенения на рентгенограммах

получают отображение все отделы костей плечевого и тазового пояса, костей конечностей и позвонков. Исключение представляет лишь симфизеальная поверхность лобковой кости, полное окостенение которой заканчивается только к 19—20 годам.

Рентгенологические показатели анатомического строения костно-суставной системы, доступные для анализа, в период, предшествующий появлению центров оссификации апофизов костей, идентичны тем, которые были перечислены в рентгеноанатомической характеристике третьего этапа постнатального энхондрального костеобразования. К концу четвертого этапа становится возможной оценка истинных форм, размеров, контуров и структуры всех костей костно-суставной системы, состояния как эпиметафизарных, так и апофизарных ростковых зон, анатомических соотношений во всех суставах (конечностей и позвоночника), пространственных положений позвоночника и его отделов и эпиметафизов трубчатых костей, локального и общего костного возраста.

Общими чертами рентгеноанатомической картины костно-суставной системы (до завершения окостенения апофизов и бугристостей костей) являются волнистость контуров костей в местах расположения апофизов, изображение центров их оссификации, апофизарных ростковых зон; соответствие рентгеноанатомической норме взрослых архитектоники костной структуры всех отделов костей. После завершения окостенения апофизов рентгеновское изображение отделов костно-суставной системы отличается от изображения у взрослых только наличием ростковых зон.

Затруднение на этом этапе костеобразовательного процесса может представить дифференциальная диагностика ядер окостенения апофизов и бугристостей костей с отрывными переломами и остеоапофизеолизами. Рентгенологические показатели, позволяющие отличить нормально формирующиеся апофизы от названных видов травматических повреждений, общие для всех костей, поэтому изложение их мы считаем целесообразным привести в данной вводной главе, чтобы не повторяться в последующих главах.

Возраст ребенка. Оссификация апофизов начинается в определенные возрастные сроки. Выявление костного фрагмента в области расположения того или иного из апофизов у детей в возрасте до 8—9 лет (возрастной срок начала окостенения первых апофизов) дает основание заподозрить отрывной перелом.

Локализация. Выявление костного фрагмента вне анатомического положения апофиза той или иной кости является бесспорным признаком отрывного перелома.

Состояние контуров. Центры оссификации апофизов (и бугристостей) с первого момента их появления имеют четко выраженную замыкающую пластинку. Отсутствие замыкающей пластинки хотя бы на одной поверхности параоссально расположенного костного фрагмента является достоверным признаком отрывного перелома или остеоапофизеолиза (в зависимости от возраста ребенка и локализации фрагмента).

Форма и контуры апофизарной ростковой зоны. Полоска просветления между поверхностью кости и основанием ядра (или ядер) окостенения апофизов и бугристостей, являющаяся отображением апофизарной ростковой зоны, в норме имеет одинаковую ширину на всем ее протяжении и ограничена четкими замыкающими пластинками. Клиновидная форма ростковой зоны, так же как нарушение целостности замыкающей пластинки на поверхности кости являются достоверными признаками остеоапофизеолиза.

Положение ядра окостенения апофиза (или полностью окостеневшего апофиза) относительно краев ростковой зоны на поверхности кости. Ростковые зоны на поверхности костей проявляются волнистостью или вогнутостью контура и полоской склероза зоны препараторного обызвествления. Протяженность ростковой зоны равняется величине основания хрящевой модели апофиза или бугристости. В норме края основания ядра окостенения апофиза, т. е. поверхности его, обращенной в сторону кости, располагаются кнутри от краев склерозированного или волнистого контура кости, края полностью окостеневшего апофиза — на одном с ними уровне. Нарушение этих закономерностей (выхождение края основания полностью окостеневшего апофиза или центра его оссификации за край ростковой зоны на поверхности кости или смещение последнего к одному из краев ростковой зоны) является достоверным признаком остеоапофизеолиза.

Пятый, завершающий, этап постнатального формирования костно-суставной системы — синостозирование метаэпифизарных и апофизарных ростковых зон. Ориентировочный возрастной срок начала этого этапа — 15 лет, окончания — 17—18 лет. Ориентировочный характер возрастных сроков связан с уже упоминавшимся влиянием на темпы энхондрального костеобразования генетических, конституциональных и других факторов. Показателем начала синостозирования ростковых зон, а следовательно, и наступающего прекращения роста костей, является синостоз ростковой зоны I пястной кости.

На рентгенограммах в этот возрастной период выявляются все отделы костей плечевого и тазового пояса, конечностей и позвоночного столба. Размеры и форма их полностью соответствуют анатомическим. Архитектоника костной структуры полностью оформлена. Синостозирование метаэпифизарных и апофизарных ростковых зон в зависимости от стадий этого процесса имеет следующие рентгенологические проявления.

Первым признаком начала процесса синостозирования служит переход умеренно волнистых или дугообразных контуров ростковых зон в почти прямолинейные и исчезновение зоны препараторного обызвествления. Позднее на рентгенограммах выявляется практически полное (без макроскопического диастаза) соприкосновение смежных поверхностей эпифиза и метафиза, сохраняющих еще, однако, каждая свои четко прослеживаемые замыкающие пластинки. После завершения синостозирования эпифиз и метафиз представляют единое целое, на месте бывшей ростковой зоны прослеживается только узкая горизонтальная полоска склероза — физиологическая костная мозоль, по определению Д. Г. Рохлина. Все вышесказанное относится и к рентгеновскому отображению синостозирования апофизарных ростковых зон.

Кости и их отделы, отображающиеся на рентгенограммах на различных этапах постнатального формирования скелета

Кости и их отделы	Этапы постнатального формирования скелета				
	I	II	III	IV	V
Трубчатые кости:					
диафизы	+	+	+	+	+
метафизы	—	+	+	+	+
эпифизы	—	—	+	+	+
апофизы	—	—	—	+	+
Плоские кости:					
тела и ветви	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	+	+	+
апофизы	—	—	—	+	+
кости запястья	3 из 8	4	7 из 8	+	+
Предплюсна:					
Передний отдел	—	Ядра окост.	+	+	+
задний отдел	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{6}$	+	+
Позвонок:					
тела	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	+	+	+
апофизы	—	—	—	+	+
дужки	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{6}$	+	+

Примечание: (+) — выявляются на рентгенограммах; (—) не выявляются; дробные числа обозначают часть от общего объема кости, отображающуюся на рентгенограмме.

Рентгеноанатомическому анализу на данном заключительном этапе энхондрального костеобразования доступен весь комплекс рентгенологических показателей анатомического строения костно-суставной системы. Критерии нормы этих показателей такие же, как и у взрослых.

В заключение, для облегчения восприятия приведенных в главе сведений о границах возможностей рентгенологической оценки строения костно-суставной системы ребенка в разные возрастные периоды приводим сводную таблицу выявляемое в рентгеновском изображении костей и их отделов во время каждого из основных этапов постнатального костеобразования (таблица).

Глава 2 НОРМАЛЬНАЯ РЕНТГЕНОАТОМИЯ ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА

Постнатальное формирование позвонков при той же, в принципе, последовательности протекания процессов энхондрального костеобразования, которая была описана в гл. 1, имеет и существенное отличие. Вызвано оно тем, что оксификация тел позвонков, приравниваемых по их анатомо-функциональным свойствам к эпифизам, начинается еще во внутриутробном периоде развития. В связи с этим в процессе постнатального формирования позвоночного столба могут быть выделены только три основных этапа — полного окостенения тел и дуг позвонков, окостенения апофизов тел позвонков и поперечных отростков и синостозирования ростковых апофизарных зон. Ориентировочные возрастные сроки первого этапа — от 0 до 7—8 лет, второго — от 8 до 14 и третьего — 15—17 лет. Приблизительность приведенных сроков обусловлена одновременностью начала оксификации и синостозирования не только различных апофизов и ростковых зон позвонков, но и одних и тех же апофизов и ростковых зон позвонков разных отделов позвоночного столба. Так, например, оксификация концов поперечных отростков начинается одновременно с началом синостозирования апофизов тел позвонков. Слияние двух половинок дуг позвонков шейного и грудного отделов позвоночника происходит на 5—6 лет раньше, чем дуг L₅ и S₁.

Анатомические и рентгеноанатомические характеристики каждого их трех этапов постнатального формирования в принципе едины для всего позвоночного столба, но наряду с этим формирование разных его отделов имеет и ряд особенностей. В связи с этим описание нормальной возрастной рентгеноанатомии приводится отдельно для шейного, грудного и поясничного и крестцового отделов позвоночника.

Продолжительность первого и второго этапов постнатального формирования позвоночного столба в достаточной мере велика — по 6—8 лет. За столь большой промежуток времени степень оксифицированности хрящевых частей позвонков, подвергающихся окостенению в течение того или иного этапа, успевает существенно измениться. Соответственно этому успевают произойти и ряд существенных изменений рентгеноанатомической картины. По этой причине описание рентгенологической картины нормально формирующегося позвоночного столба приводится с разбивкой на возрастные сроки не только начала и конца названных трех основных этапов энхондрального костеобразования, но и по срокам значимых изменений рентгеноанатомической картины, происходящих в течение этих этапов.

Применительно к каждому из выделенных возрастных периодов приводятся краткая характеристика костеобразовательного процесса и подробное описание рентгеноанатомической картины, отдельно перечисляются рентгенологические показатели анатомического строения соответствующего отдела позвоночника, доступные для рентгеноанатомического анализа, и в заключение приводится дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы с проявлениями патологических процессов и травматических повреждений.

В данную главу, кроме изложения нормальной рентгеноанатомии позвоночного столба, включено также описание рентгеновского отображения окостенения головок ребер.

ШЕЙНЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Шейные позвонки, как известно, по ряду деталей анатомического строения отличаются от позвонков грудного и поясничного отделов, а строение C_1 и C_2 отличается от строения остальных пяти шейных позвонков. Тела последних имеют крючковидные выступы у латеральных краев краниальной поверхности и несколько вытянутый книзу передненижний край тел. Суставные отростки C_2 — C_7 расположены не сзади, а сбоку от тел позвонков, суставные поверхности их плоские, расположены во фронтальной плоскости и наклонены к горизонтали под углом примерно 45° . Поперечные отростки имеют значительно больший сагиттальный размер, чем отростки грудных и поясничных позвонков, в центре их находится отверстие позвоночной артерии. Концы остистых отростков раздвоены. Анатомическое строение C_2 в общих чертах сходно со строением пяти нижележащих позвонков. Отличительной его особенностью является наличие зуба — вертикального костного выступа больших размеров в переднем отделе краниальной поверхности тела. Высота зуба почти не отличается от высоты тела C_2 , фронтальный и сагиттальный размер равны примерно $1/4$ соответствующих размеров тела. Форма C_1 не имеет практически никакого сходства с формой позвонков других отделов позвоночника, включая и шейный. Связано это в первую очередь с тем, что этот позвонок не имеет ни тела, ни остистого отростка, а состоит из двух дуг — передней и задней. В центральной части передней дуги находится передний бугорок с ямкой зуба, в центральной части задней дуги — задний бугорок. Кроме дуг C_1 имеет две боковые массы, имеющие каждая по две суставные поверхности. Краниальные вогнутые суставные поверхности служат для сочленения с мыщелками затылочной кости, плоские каудальные — для сочленения с верхними суставными отростками C_2 . У латеральной поверхности боковых масс находятся короткие поперечные отростки.

На рентгенограммах, произведенных в двух стандартных проекциях (задней и боковой), возможна оценка следующих рентгенологических показателей анатомического строения полностью сформированного шейного отдела позвоночника.

На рентгенограмме в боковой проекции: пространственное положение шейного отдела в сагиттальной плоскости (наличие и выраженность физиологического лордоза); форма, размеры, контуры и структура тел, ножек дуг, суставных и остистых отростков C_2 — C_7 , обеих дуг и боковых масс C_1 , зуба C_2 , анатомические соотношения между телами позвонков (критерием их правильности является расположение на одном уровне задних краев тел смежных позвонков на рентгенограмме, выполненной в стандартной укладке), а также соотношения в срединном атлантоосевом уставе. Ориентировочно могут быть оценены анатомические соотношения в латеральных атлантоосевых и в дугоотростчатых уставах. Приблизительность оценки связана с затруднительностью раздельного анализа правого и левого суставов из-за проекционного наложения их изображений. Детальный анализ состояния этих суставов производится на рентгенограммах, выполненных в косых проекциях.

Рентгенограмма, произведенная в задней проекции, в рентгеноанатомическом отношении значительно менее информативна, чем боковая. Во-первых, из-за проекционного наложения нижней челюсти и затылочной кости на рентгенограмме отображаются только 3—4 нижних шейных позвонка. Во-вторых, на рентгенограмме в этой проекции возможна оценка только формы и положения крючковидных выступов тел позвонков, контуров и структуры пластинок дуг и высоты и формы межпозвоночных пространств. Для оценки анатомического строения C_1 и C_2 в задней проекции и анатомических соотношений в латеральных атланто-осевых суставах (дугоотростчатых суставах C_1 — C_2) выполняются рентгенограммы через рот.

Изложение нормальной возрастной рентгеноанатомии шейного отдела позвоночника приводится с учетом его отображения в трех названных проекциях.

ВОЗРАСТНОЙ ПЕРИОД ОТ 3 МЕС ДО 1 ГОДА

Тела и дуги позвонков сохраняют степень оссифицированности достигнутую к концу внутриутробного развития. Хрящевое строение имеют следующие отделы позвонков; C_1 — передний и задний бугорок и центральные отделы передней и задней дуги, дорсальные концы передней дуги, около $1/2$ объема боковых масс; C_2 — $1/2$ вертикального размера тела, верхушка зуба, ростковая зона у основания зуба, центральная часть дуги; C_3 — C_7 — около $1/2$ вертикального размера тел и суставных отростков, примерно $1/2$ объема хрящевых моделей поперечных отростков, дорсальная $1/2$ остистых отростков, центральные части дуг и ростковые зоны между телами позвонков и ножками дуг.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в боковой проекции. Физиологический лордоз шейного отдела позвоночника не выражен. C_1 состоит из двух частей (рис. 1). Между дорсальными концами передней дуги и боковыми массами выявляются узкие полоски просветления (см. рис. 1, б, 1 и 2). Передний бугорок не выражен. Боковые массы дифференцируются с трудом, вертикальный размер их почти не отличается от соответствующего размера передней дуги. Зуб C_2 имеет форму усеченного конуса с закругленной верхушкой. Сагиттальный размер основания зуба и его высота равняются аналогичным размерам тела позвонка. Между основанием и краниальной поверхностью тела C_2 видна относительно широкая полоса просветления, ограниченная замыкающими пластинками (отображение ростковой зоны). Тела шейных позвонков имеют своеобразную клиновидную форму. Обусловливает ее не разница высот передней и задней поверхности тел, а различия сагиттальных размеров каудальной и краниальной половин оссифицированной части тела позвонка. Выступы у передненижних краев тел позвонков не выражены. Контуры тел ровные, углы закруглены, замыкающие пластинки не выражены. Между задними поверхностями тел позвонков и ножками дуг видны полоски просветления ростковых зон (см. рис. 1, б, 3). Структура тел и дуг позвонков мелкоячеистая, без признаков функциональной оформленности. Высота межпозвоночных пространств равна высоте тел позвонков. Остистые отростки короткие, длина их значительно меньше сагиттального размера дуг.

Рентгенограмма в задней проекции. Краниальный и каудальный контуры тел позвонков не прослеживаются в связи с описанной выше клиновидностью их формы и невыраженностью замыкающих пластинок. Боковые контуры видны отчетливо. Дуги позвонков отображаются в виде двух вытянутых прямоугольников с четко выраженными замыкающими пластинками. Центральные концы прямоугольников разделяет узкая равномерная по ширине полоска просветления. Такие же полоски просветления прослеживаются между поперечными отростками и боковыми контурами тел позвонков. Изображение оснований остистых отростков отсутствует. Выполнить рентгенограмму через рот в этом возрасте не удается.

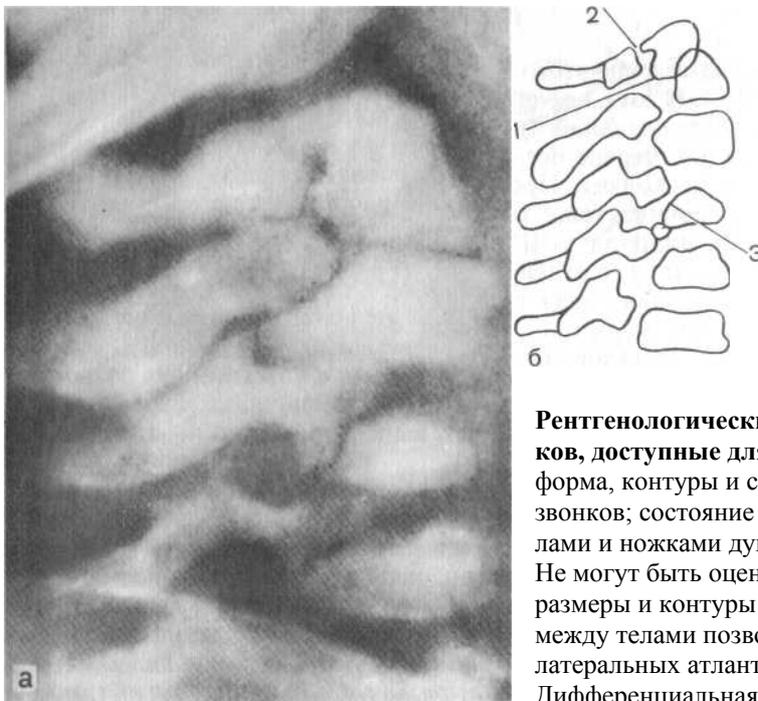


Рис. 1. Боковая рентгенограмма (а) и скиаграмма (б) шейного отдела позвоночного столба. Возраст до 1 года.

Рентгенологические показатели анатомического строения позвонков, доступные для анализа, немногочисленны. К ним относятся: форма, контуры и структура оссифицированных частей тел и дуг позвонков; состояние ростковой зоны зуба C_2 и ростковых зон между телами и ножками дуг позвонков; высота межпозвонковых пространств. Не могут быть оценены в этом возрастном периоде истинные формы, размеры и контуры тел и дуг позвонков, анатомические соотношения между телами позвонков: анатомические соотношения в центральном и латеральных атлантоосевых суставах и в дугоотростчатых суставах.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы с симптомами заболеваний и травматических повреждений будет изложена при описании возрастной рентгеноанатомии следующего возрастного периода.

ВОЗРАСТ ОТ 1 ГОДА ДО 3 ЛЕТ

В течение этого периода происходит слияние передней и задней дуг C_1 и двух половинок дуг остальных шейных позвонков, окостеневаает передний бугорок атланта. Кроме того, несколько увеличивается степень оссифицированности суставных и остистых отростков позвонков. Процесс синостозирования половинок дуг позвонков начинается с C_7 и постепенно распространяется в краниальном направлении. Хрящевое строение по-прежнему сохраняют центральные отделы передней и задней дуги C_1 , верхушка зуба C_2 и ростковая зона у основания зуба, а также около $1/2$ вертикального размера тел позвонков и объема хрящевых моделей поперечных отростков, верхушки суставных отростков и дорсальная $1/3$ остистых, ростковые зоны между телами и ножками дуг позвонков.

Рентгенографию шейного отдела позвоночника удастся осуществить во всех трех, названных выше, проекциях — стандартны задней и боковой и через рот.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в боковой проекции. Физиологический лордоз сформирован. Полоса просветления между концами передней и задней дуги C_1 не прослеживается. В начале возрастного периода еще видны замыкающие пластинки, очерчивающие вентральные концы задней дуги (рис. 2, б, 1). К 3 годам эта замыкающая пластинка исчезает и обе дуги и боковые массы C_1 представляют единое целое. Передний бугорок атланта четко выражен и имеет форму вытянутого овала с утолщенными замыкающими пластинками. Вертикальный размер боковых масс существенно превышает размер дуг. На рентгенограмме в боковой проекции может также выявляться: изображение физиологической *spina bifida posterior* C_2 (см рис. 2, б, 2). Концы правой и левой половины задней дуги C_1 очерчены каждой замыкающими пластинками, между которыми прослеживается узкая полоска пониженной оптической плотности. Форма зуба C_2 соответствует анатомической, высота примерно в 1,5 раза больше высоты тела позвонка. У основания зуба видна узкая полоска просветления, ограниченная четкими замыкающими пластинками (см. рис. 2, б, 3). Тела C_2 — C_7 сохраняют описанную выше своеобразную клиновидную форму, но в отличие от предыдущего возрастного периода имеют выраженные замыкающие пластинки. Силовые линии в структуре тел не выявляются. Полосы просветления между телами и ножками дуг позвонков хотя и прослеживаются, но имеют очень небольшую ширину. Высота межпозвонковых пространств по-прежнему равна высот тел позвонков. Длина остистых отростков примерно равна сагиттальному размеру дуг.

Рентгенограмма в задней проекции (стандартна и через рот). Изображение C_1 соответствует анатомической форм этого позвонка. В начале возрастного периода в центральной части передней и задней дуг C_1 выявляются узкие полоски просветления, концы половинок дуг ограничены замыкающими пластинками (рис. 3, б и в).

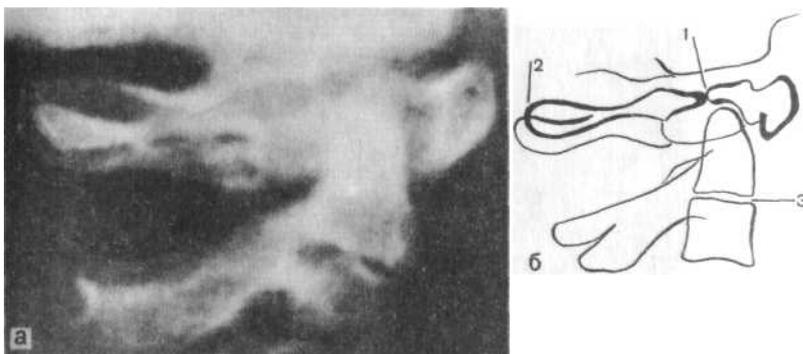


Рис. 2. Боковая рентгенограмма (а) и скиаграмма (б) C_1 — C_2 . Возрастной период от 1 до 3 лет.

К 3-летнему возрасту передняя дуга представляет, как правило, единое целое. Зуб C_2 в этой проекции представляется укороченным, верхушка его имеет седловидную форму с узким клиновидным углублением в центре (см. рис. 3, а и в). Краниальные и каудальные контуры тел позвонков и их крючковидные выступы не прослеживаются (см. рис. 3, г), латеральные контуры видны хорошо. Форма отображающейся на рентгенограмме костной части поперечных отростков не соответствует анатомической и больше напоминает форму поперечных отростков грудных и поясничных позвонков. В отличие от того, что является характерным для их отображения на рентгенограммах взрослых, поперечные отростки смежных позвонков не наслаиваются друг на друга, а разделены сравнительно широкими промежутками. Между ними и боковыми контурами тел позвонков прослеживаются четко очерченные полосы просветления ростковых зон. Дуги позвонков в начале возрастного периода отображаются в виде двух вытянутых прямоугольников, разделенных полоской просветления. Затем эта полоска становится все более короткой (см. рис. 3, г, дуга C_3) и, наконец, перестает прослеживаться, а на месте ее бывшего расположения появляется изображение основания остистого отростка (см. рис. 3, г).

Рентгенологические показатели анатомического строения шейного отдела позвоночника, доступные для анализа. На рентгенограмме в боковой проекции могут быть оценены: наличие и выраженность физиологического шейного лордоза; форма, контуры и структура оссифицированных частей тел, ножек дуг, суставных и остистых отростков, дуг и боковых масс C_1 зуба C_2 ; высота и форма межпозвонковых пространств. Анатомические соотношения в срединном атлантаосевом суставе можно оценить лишь ориентировочно. Ввиду неполной оссифицированности верхушки зуба C_2 рентгеновская суставная щель этого сустава имеет в норме клиновидную форму с основанием клина, обращенным краниально. В связи с этим единственным критерием нормы соотношений в данный возрастной период является ширина рентгеновской суставной щели в средней ее части не более 2 мм.

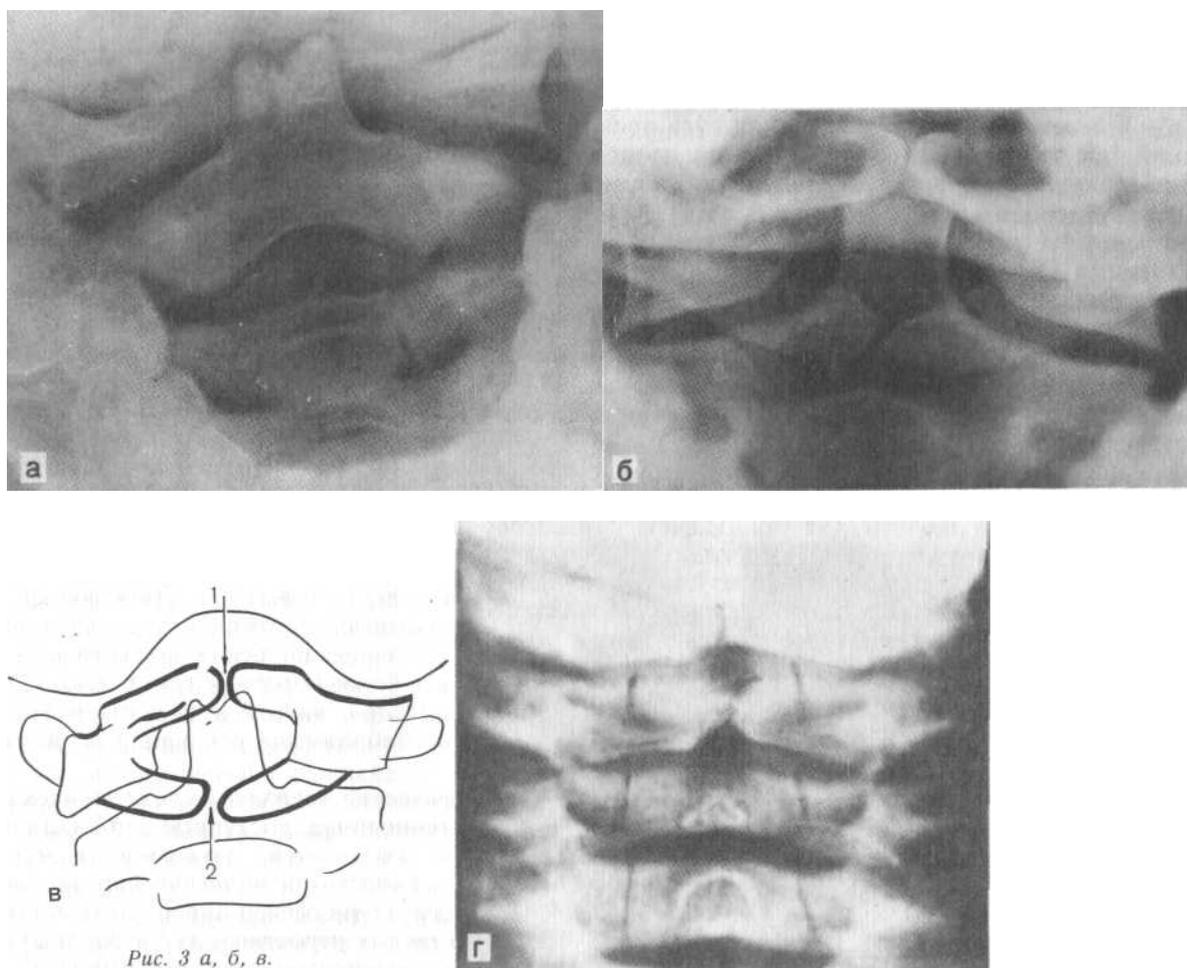


Рис. 3. Рентгенограммы (а, б), скиаграммы (в) C_1 — C_2 через рот и шейного отдела позвоночного столба в стандартной задней проекции (г). Возрастной период от 1 до 3 лет.

Состояние ростковой зоны у основания зуба C_2 подлежит рентгеноанатомическому анализу в связи с возможностью развития в ней дистрофического процесса с последующим листезом зуба C_2 и сопутствующими этому состоянию неврологическими нарушениями. Показателями нормы состояния данной ростковой зоны являются равномерная ее ширина на всем протяжении и четкие ровные прямолинейные контуры (рис. 4, а). Рис. 4, б иллюстрирует рентгенологическую картину дистрофического процесса ростковой зоны зуба C_2 . Полоска просветления у основания зуба имеет клиновидную форму (передние отделы шире, чем задние). Контуры основания зуба и краниальной поверхности тела C_2 неровные. Наиболее надежным показателем тяжести дистрофических изменений и прогностическим признаком листеза зуба C_2 является наличие его патологической подвижности, выявляющейся с помощью прямого рентгенофункционального исследования.

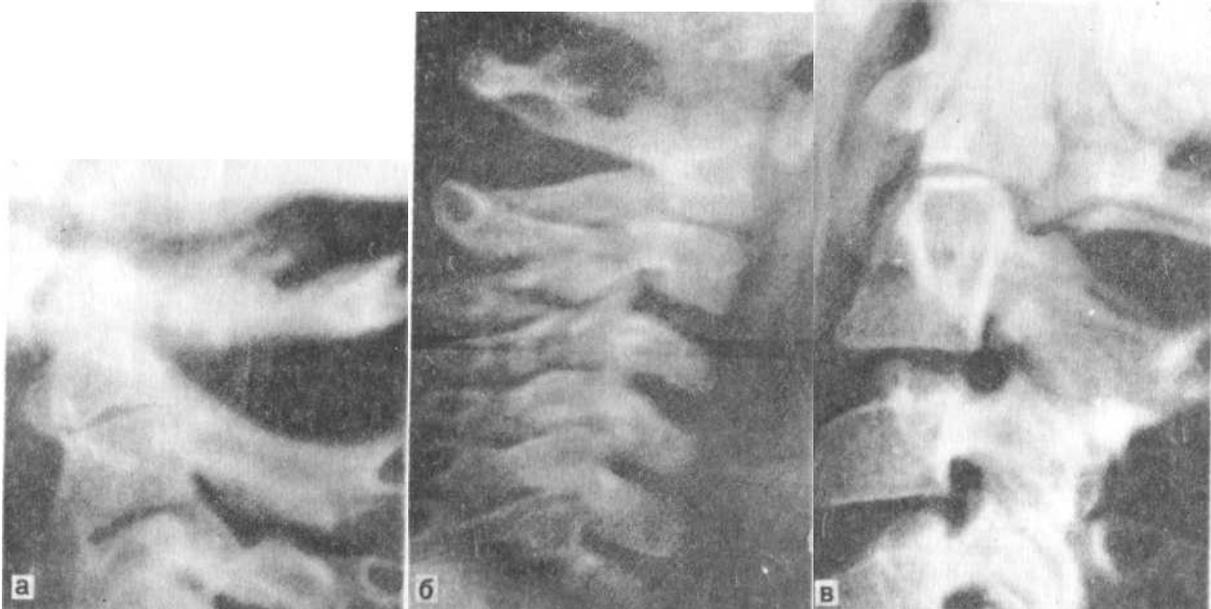
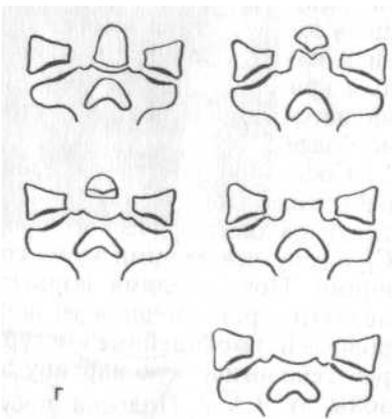


Рис. 4. Возрастная норма зуба C_2 (а), дистрофические изменения его ростковой зоны (б), листез зуба C_2 (в) Варианты аномалии развития зуба C_2 (г).



Специального упоминания заслуживают анатомические соотношения между телами позвонков. Шейный отдел является единственным отделом позвоночного столба, в котором сгибание может в норме сопровождаться смещением тел позвонков по ширине относительно друг друга (в сагиттальной плоскости). По данным Filding (1980), величина этого смещения может достигать в раннем детском возрасте 3 мм. В связи с этим обстоятельством критерием правильности анатомических соотношений между телами позвонков шейного отдела на рентгенограмме, выполненной при среднем положении головы, является расположение на одном уровне задних краев тел смежных позвонков, на рентгенограммах, выполненных при сгибании, — смещение задних краев смежных позвонков относительно друг друга не более чем на 3 мм.

Ориентировочно также могут быть оценены анатомические соотношения в дугоотростчатых суставах. Критерием их правильности служит равномерная высота рентгеновских суставных щелей.

На рентгенограмме в задней проекции через рот могут быть оценены форма, контуры и структура оссифицированных частей C_1 и C_2 .

Критериями правильности анатомических соотношений в боковых атлантоосевых суставах являются: равномерная ширина рентгеновских суставных щелей; расположение на одном уровне медиальных краев сочленяющихся суставных поверхностей; одинаковая ширина правого и левого промежутков между боковыми поверхностями зуба C_2 и медиальными краями нижних суставных поверхностей боковых масс C_1 . Первый и третий показатели действительны только при соблюдении строго правильной укладки во время рентгенографии. Наклон головы вправо или влево сопровождается появлением умеренной клиновидности рентгеновских суставных щелей этого сустава (вершина клина обращена в сторону наклона головы). Происходит и изменение величины промежутков между боковыми контурами зуба C_2 и правой и левой боковыми массами C_1 — на стороне наклона он несколько расширяется, на противоположной стороне несколько сужается. Смещением суставных поверхностей по ширине боковые наклоны головы не сопровождаются, поэтому второй из приведенных критериев правильности анатомических соотношений в боковых атлантоосевых суставах является наиболее надежным.

На рентгенограмме в стандартной задней проекции возможен анализ контуров и структуры пластинок дуг и поперечных отростков позвонков, а также состояния ростковых зон между телами позвонков и ножками дуг.

Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка является у детей 2 лет отсутствие рентгенологической разъединенности двух половинок дуг C_7 и C_6 , у детей 3 лет — отсутствие рентгенологической разъединенности половинок дуг всех шейных позвонков (кроме задней дуги C_1).

Дифференциальная диагностика возрастной рентгеноанатомической нормы с симптомами патологических состояний. Полоска просветления ростковой зоны у основания зуба C_2 имеет некоторое сходство с линией перелома. Рентгенологические различия заключаются в следующем: 1) неизменная ростковая зона имеет равномерную высоту на всем протяжении и ограничена четкими ровными замыкающими пластинками; линия перелома, как правило, неравномерной ширины, контуры ее неровные и не имеют замыкающих пластинок; 2) расположение переднего края основания зуба C_2 в норме совпадает с расположением переднего края краниальной поверхности тела этого позвонка, совпадают и вертикальные их оси. Перелом зуба обычно сопровождается его смещением по оси и по ширине. Вследствие этого на рентгенограмме выявляется расположение вертикальной оси зуба под углом к вертикальной оси тела

позвонка и ступенеобразная деформация линии, проведенной по передним поверхностям названных анатомических образований. То же самое отмечается и при листезе зуба вследствие дистрофических изменений его ростковой зоны (см. рис. 4, в). Дифференциальная диагностика этих двух патологических состояний основывается главным образом на данных анамнеза. Переломы зуба происходят только при сильном травматическом воздействии, клиническая картина дистрофического листеза развивается постепенно.

Возрастные особенности формы зуба C_2 на рентгенограмме в задней проекции могут быть приняты за проявления двух патологических состояний — деструкции вершины зуба воспалительной или опухолевой этиологии и аномалии развития зуба. Отличие возрастных особенностей формы зуба C_2 от деструктивного процесса заключается в том, что участок деструкции имеет неровные («изъеденные») контуры, тогда как верхний край нормально формирующегося зуба четкий, ограничен замыкающими пластинками, края его закруглены. Аномалия развития зуба C_2 имеет несколько вариантов (см. рис. 4, г). Исключить полную агенезию зуба C_2 , агенезию его тела и *ossiculum terminale* не представляет существенных трудностей, так как, во-первых, на рентгенограмме прослеживаются все части тела зуба (при первых двух видах аномалии оно не выявляется), а, во-вторых, ядра окостенения верхушки зуба в данном возрастном периоде еще нет. Рентгенологическая картина остальных двух видов аномалии развития зуба C_n (*os odontoideum* и агенезия апикального сегмента) различия с возрастной особенностью отображения зуба не имеет. Вопрос о их наличии или отсутствии может быть решен только по истечении возрастного срока проявления ядра окостенения верхушки зуба и синостозирования ростковой зоны у его основания.

Физиологическая смещаемость по ширине тел позвонков шейного отдела позвоночника (по другой терминологии — физиологическая нестабильность) имеет сходство с рентгенофункциональным симптомокомплексом нарушения стабилизирующих функций дисково-связочного аппарата.

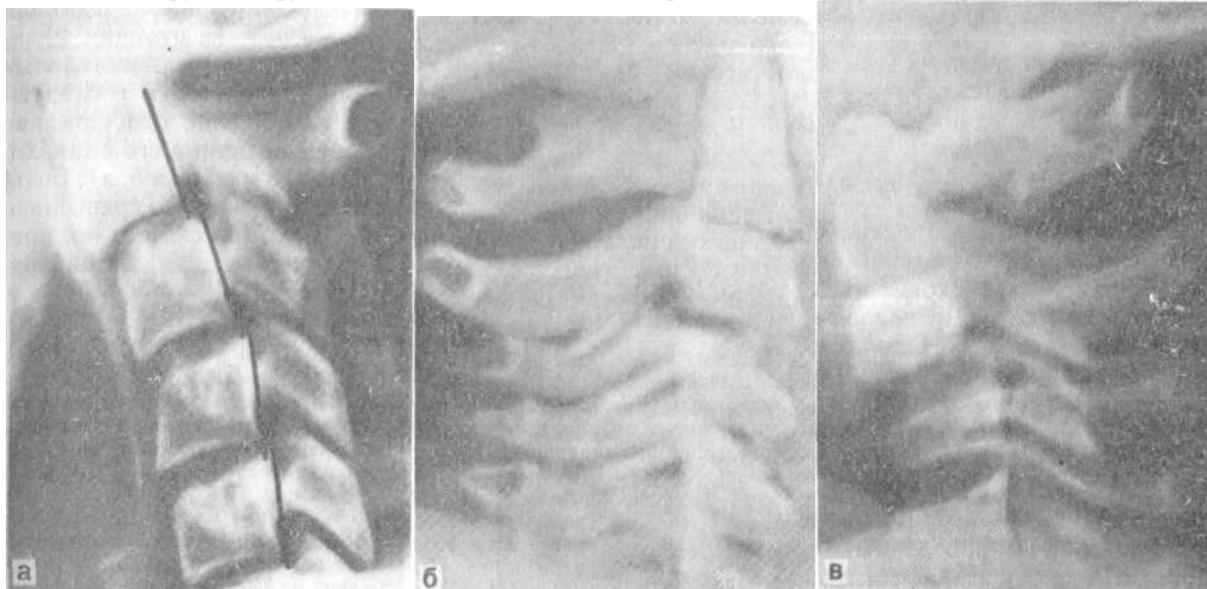


Рис. 5. Физиологическая (а) и патологическая (б и в) нестабильность сегментов шейного отдела позвоночного столба.

Рентгенологические отличия физиологической и патологической нестабильности двигательных сегментов шейного отдела позвоночника заключаются в следующем. В норме при сгибании происходит смещение относительно друг друга всех шейных позвонков, причем величина его одинакова и не превышает, как было отмечено выше, 3 мм (рис. 5, а). Большая величина смещения всех позвонков, так же как превышающее норму смещение только одного или двух при отсутствии признаков физиологической подвижности остальных, являются признаками патологической нестабильности.

На рис. 5, б и в представлены результаты прямого рентгенофункционального исследования шейного отдела позвоночника больного Л., 2 $\frac{1}{2}$ лет. У ребенка при резкой смене положения внезапно возникли явления кратковременного пареза мышц верхних и нижних конечностей. На боковой рентгенограмме позвоночника, произведенной при стандартной укладке, определяются рентгенологические признаки дистрофических изменений ростковой зоны у основания зуба C_2 . Ростковая зона имеет неравномерную высоту, контуры ее неровные. Признаков листеза зуба не выявляется — передние края основания зуба и краниальной поверхности тела C_2 совпадают, совпадают и их вертикальные оси. Анатомические соотношения между телами позвонков не нарушены. Признаков перелома тел или дуг позвонков нет. На рентгенограмме, выполненной при сгибании шейного отдела позвоночника (см. рис. 5, в), выявляется наличие резко выраженной патологической нестабильности двигательного сегмента $C_2 - C_3$. Расстояние между каудальным краем задней поверхности тела C_2 и краниальным краем задней поверхности тела C_3 равно 5 мм, т. е. значительно превышает нормативные показатели физиологической нестабильности. На патологический характер нестабильности $C_2 - C_3$ указывает и то обстоятельство, что физиологическое смещение по ширине тел других позвонков шейного отдела у данного ребенка не выражено.

ВОЗРАСТ 4—6 ЛЕТ

В течение этого возрастного периода происходит полное окостенение зуба C_2 и слияние его с телом позвонка. Окостенение верхушки зуба происходит из самостоятельного центра оссификации, появляющегося в возрасте 3 $\frac{1}{2}$ — 4 лет, и заканчивается к 6-летнему возрасту. Одновременно со слиянием ядра окостенения верхушки зуба с его телом исчезает и ростковая зона у основания зуба. К 6 годам наступает синостоз также ростковых зон задней дуги Q и между поперечными отростками и телами шейных позвонков. Высота костной части последних достигает $\frac{2}{3}$ высоты хрящевых моделей, начинается окостенение крючковидных отростков и передненижних выступов тел позвонков. Почти полностью оссифицируются поперечные и суставные отростки. Хрящевое строение к концу возрастного периода сохраняют только апофизы тел позвонков, частично выступы и крючковидные отростки и небольшая дорсальная часть остистых отростков позвонков.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в задней проекции через рот (рис. 6, а). Изображение C_1 полностью соответствует изображению у взрослых.

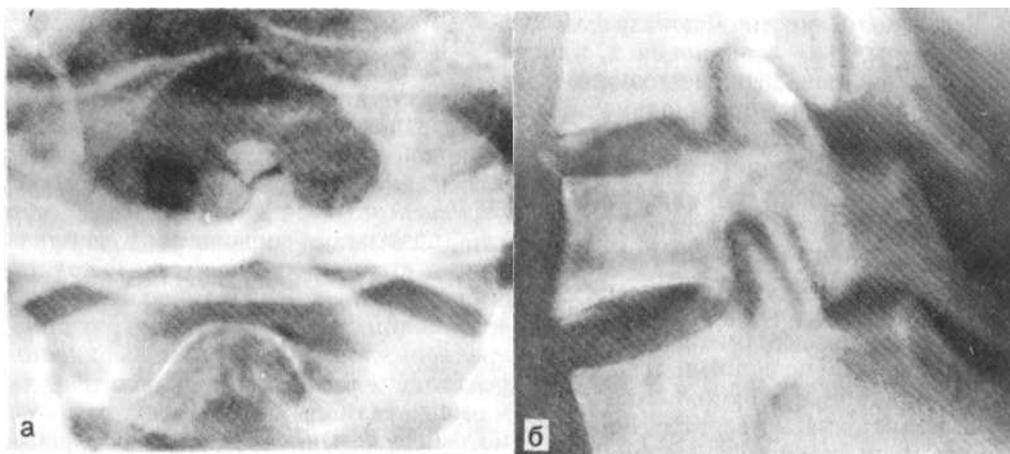


Рис. 6. Рентгенограмма C_1 — C_2 через рот (а) и шейного отдела позвоночного столба в стандартной проекции (б). Возрастные периоды 4—6 лет и 8—13 лет.

Над верхним контуром зуба C_2 выявляется ядро окостенения его верхушки. Между его основанием и верхней поверхностью зуба видна узкая полоска просветления, ограниченная замыкающими пластинками. Рентгенограмма в стандартной задней проекции. В начале возрастного периода рентгеноанатомическая картина практически не отличается от описанной в предыдущем разделе. Изменения ее выявляются примерно к 5-летнему возрасту. Появляется изображение краниальной и каудальной поверхностей тел позвонков и их крючковидных отростков. Высота последних составляет около $\frac{1}{2}$ должной, верхушки закруглены. Изображение пластинок дуг и поперечных отростков идентично изображению у взрослых.

Рентгенограмма в боковой проекции. Изображение C_1 соответствует его анатомическому строению. Зуб C_2 представляется полностью сформированным — ядро окостенения его верхушки проекционно наслаивается на верхнюю часть зуба, разделяющая их полоска просветления на рентгенограмме в боковой проекции не выявляется. Ростковая зона у основания зуба у детей 4 $\frac{1}{2}$ — 5 $\frac{1}{2}$ лет резко сужена и прослеживается с трудом, позднее зуб и тело C_2 представляют единое целое. Тела позвонков имеют форму, близкую к прямоугольной, у заднего края их краниальной и каудальной поверхностей видны изображения крючковидных отростков в виде небольших возвышений с закругленной верхушкой (см. рис. 6, б). Выступы передненижних краев тел не выражены. Высота межпозвонковых пространств равняется приблизительно $\frac{1}{3}$ высоты тел позвонков. Форма и размеры суставных отростков полностью соответствуют анатомическим. Длина остистых отростков относится к сагиттальному размеру дуг как 2:1.

Рентгенологические показатели анатомического строения шейного отдела позвоночника, доступные для анализа. В рассматриваемый период возможна оценка следующих показателей: истинные форма, размеры, контуры и структура ножек дуг, суставных и остистых отростков позвонков; форма, контуры и структура оссифицированной части тел позвонков; форма и высота межпозвонковых пространств; анатомические соотношения между телами позвонков. Физиологическая нестабильность двигательных сегментов шейного отдела позвоночника у детей данной возрастной группы выражена в несколько меньшей степени, чем у детей более младшего возраста. Вследствие этого показателем нормы физиологического смещения по ширине тел смежных позвонков (на рентгенограмме, выполненной при сгибании шеи) является величина расстояния между каудальным краем задней поверхности тела вышележащего позвонка и краниальным краем задней поверхности тела нижележащего не более 2 мм. Критерием нормы анатомических соотношений в срединном атлантоосевом суставе является высота рентгеновской суставной щели не более 2 мм, одинаковая на всем протяжении. Однако следует учитывать, что данный критерий действителен только при выполнении рентгенограммы в правильной укладке, т. е. при среднем положении головы. На рентгенограммах, произведенных при сгибании или разгибании шеи, рентгеновская суставная щель срединного атланто-осевого сустава может приобретать клиновидную форму и в норме.

Показателями соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка у детей 4—5 лет является наличие центра оссификации верхушки зуба C_2 у детей 6 лет полное слияние тел и поперечных отростков позвонков, зуба и тела C_2 и полное окостенение зуба.

Дифференциальная диагностика возрастной рентгеноанатомической нормы с симптомами патологических состояний. Полоска просветления между телом зуба C_2 и ядром окостенения его верхушки может навести на мысль о наличии двух патологических состояний — перелома верхушки зуба C_2 и аномалии его развития. Опорным пунктом разграничения возрастной рентгеноанатомической нормы и перелома верхушки зуба C_2 служит характер контуров. Ядро окостенения верхушки зуба и верхняя поверхность его тела ограничены ровными, четкими замыкающими пластинками. Контур линии перелома неровные и замыкающих пластинок не имеют (случаев дистрофического процесса разбираемой ростковой зоны в литературе не приведено).

Исключение аномалии развития зуба C_2 , именно агенезии зуба, агенезии верхушечного сегмента (см. рис. 4, г), не представляет трудностей, так как зуб полностью прослеживается на рентгенограмме. Рентгенологическая картина двух остальных видов аномалий развития (неслияние ядра окостенения верхушки с его основанием и неслияние зуба с телом C_2) различия с возрастными особенностями изображения зуба C_2 до окончания его окостенения не имеет. Вопрос о их наличии или отсутствии может быть решен только у детей старше 6—6 $\frac{1}{2}$ лет.

Специального внимания заслуживают полоска просветления ростковой зоны у основания зуба C_2 , а также физиологическая нестабильность двигательных сегментов шейного отдела позвоночника. Опорные пункты дифференциальной диагностики с переломом зуба C_2 и патологической нестабильностью были приведены при изложении нормальной рентгеноанатомии предыдущего возрастного периода.

ВОЗРАСТ 8—13 ЛЕТ

(7-летний возраст опущен, так как в интервале от 6 до 8 лет значимых изменений рентгеноанатомической картины не отмечается.)

В этом периоде окостеневают апофизы тел позвонков. Окостенение апофизов начинается с появления двух центров оссификации, располагающихся симметрично у боковых краев передней поверхности тел позвонков. С интервалом примерно в 1 год появляется еще несколько самостоятельных центров. Протяженность их прогрессивно нарастает, и к 12—13 годам костной тканью заполняется вся хрящевая модель апофиза при сохранении еще, однако, ростковой зоны между телом позвонка и его апофизом. К 8—9-летнему возрасту завершается окостенение тел позвонков, включая крючковидные отростки и выступы нижнепереднего края тел, и остистых отростков.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в боковой проекции (см. рис. 6, б). Тела позвонков прямоугольной формы с умеренной вогнутостью всех их поверхностей. Выступ нижнепереднего края тел выражен отчетливо, хотя размеры его несколько меньше должных. У переднего отдела каудальной поверхности тел позвонков выявляются центры оссификации их апофизов, имеющие вид тонких склерозированных полосок, отделенных узкой равномерной по ширине полоской просветления. Высота межпозвонковых пространств в начале возрастного периода, т. е. до наступления полного окостенения апофизов, равняется $\frac{1}{3}$ высоты тел позвонков, у детей 12—13 лет — $\frac{1}{4}$. Рентгеновское изображение суставных и остистых отростков идентично изображению их у взрослых.

Рентгенограмма в задней проекции (стандартная и через рот). Изображение позвонков не отличается от изображения их у взрослых, за исключением несколько меньшей величины крючковидных отростков тел (центры оссификации апофизов тел позвонков на рентгенограмме в задней проекции не выявляются).

Рентгеноанатомическому анализу доступны все рентгенологические показатели анатомического строения шейного отдела позвоночника, перечисленные в начале данного раздела. Критерии нормы анатомических соотношений между телами позвонков, в срединном и боковых атлантоосевых суставах идентичны таковым у взрослых. Исключение представляют лишь показатели нормы высоты межпозвонковых дисков до наступления полного окостенения апофизов тел позвонков.

Возрастные сроки различных стадий оссификации апофизов тел позвонков шейного отдела позвоночника не разработаны, в связи с чем не разработаны и показатели соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка.

Дифференциальная диагностика возрастной рентгеноанатомической нормы с симптомами патологических состояний. Первые центры оссификации апофизов тел позвонков могут имитировать отрывные переломы, особенно в тех случаях, когда они успевают появиться в апофизах только одного или двух позвонков (апофизы тел шейных позвонков начинают окостеневать не одновременно, а последовательно, начиная с C_7 и далее в краниальном направлении). Дифференциальная диагностика основывается на следующих рентгенологических различиях. Центры оссификации апофизов всегда располагаются параллельно поверхности тела позвонка, полоска просветления между ними и телами позвонков имеет равномерную ширину и ограничена с краниальной стороны четкой замыкающей пластинкой. Отрывные переломы тел позвонков всегда сопровождаются нарушением целостности замыкающих пластинок последних, контур тела позвонка в месте отрыва костного фрагмента неровный. Кроме того, отрывные фрагменты чаще всего расположены под более или менее выраженным углом к каудальной или краниальной поверхности тела позвонка, ширина плоскости перелома неравномерна.

ВОЗРАСТ 14—17 ЛЕТ

В этом периоде заканчивается постнатальное формирование костных компонентов шейного отдела позвоночного столба, в течение которого происходит синостозирование апофизов тел позвонков. Слияние тел и апофизов позвонков начинается и заканчивается не одновременно, а в той же последовательности, что и окостенение последних: начиная с C_7 с дальнейшим распространением в краниальном направлении.

Рентгеноанатомическая картина шейного отдела позвоночника отличается от рентгеноанатомической картины его у взрослых только отображением на рентгенограмме в боковой проекции процесса синостозирования апофизов тел позвонков, заключающегося в прогрессивном укорочении протяженности (в направлении от дорсальной к вентральной поверхностям) полоски просветления ростковой зоны.

Рентгенологические показатели анатомического строения шейного отдела позвоночника, доступные для рентгеноанатомического анализа, так же как и критерии их нормы, полностью идентичны таковым у взрослых. Возрастные сроки различных стадий синостозирования апофизов тел позвонков не разработаны, поэтому соответствие локального костного возраста паспортному возрасту ребенка может быть определено только ориентировочно.

ГРУДНОЙ И ПОЯСНИЧНЫЙ ОТДЕЛЫ ПОЗВОНОЧНИКА

Анатомическое строение позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника различается только рядом второстепенных деталей. Тела и поперечные отростки позвонков грудного отдела имеют суставные ямки для сочленения с головками и бугорками ребер. Реберные ямки тел десяти верхних грудных позвонков имеют полукруглую форму в связи с тем, что головки соответствующих ребер сочленяются с телами двух позвонков, реберные ямки тел Th_{XI} и Th_{XII} — овальной формы. Суставные поверхности суставных отростков грудных позвонков плоские, отклонены от фронтальной плоскости кпереди под углом 15—20°, под таким же углом отклонены и от сагиттальной (верхние суставные отростки в вентральном направлении, нижние — дорсальном). Остистые отростки грудных позвонков длинные и, вследствие косой направленности, черепицеобразно накладываются друг на друга. Дисковый коэффициент (отношение высоты межпозвонкового диска к высоте тел смежных с ним позвонков) равен у взрослых в верхнегрудном отделе $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{6}$, в среднегрудном отделе — $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$ и в нижнегрудном отделе позвоночника — $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$. Суставные поверхности суставных отростков позвонков поясничного отдела имеют цилиндрическую форму. Расположение суставных щелей дугоотростчатых суставов варьирует в широких пределах — от почти полного совпадения с фронтальной плоскостью до почти полного совпадения с сагиттальной, при наибольшей частоте, однако, косой их направленности

под углом 35—40°. На верхнебоковой поверхности суставных отростков поясничных позвонков может иметь место сосцевидный отросток, на нижней поверхности поперечных — добавочный отросток. Остистые отростки поясничных позвонков расположены горизонтально. Величина дискового коэффициента равняется у взрослых приблизительно $\frac{1}{3}$.

На рентгенограммах, произведенных в двух стандартных проекциях (задней и боковой), для анализа доступны следующие рентгенологические показатели анатомического строения грудного и поясничного отделов позвоночника после окончания их формирования.

На рентгенограмме в боковой проекции оцениваются прежде всего наличие и выраженность физиологических кривизн (физиологического кифоза грудного отдела и физиологического лордоза поясничного отдела). Нормативные значения величины физиологического кифоза у взрослых 20—40° (при измерении по методике Cobb'a), физиологического лордоза не установлены. Кроме того, при анализе оцениваются: форма, размеры, контуры и структура тел позвонков, ножек дуг, суставных и остистых отростков; форма и высота межпозвонковых пространств; форма и размеры межпозвонковых отверстий. Одним из основных показателей индивидуальной нормы линейных размеров названных анатомических образований является постепенное, на одну и ту же величину, нарастание их от позвонка к позвонку в каудальном направлении (начиная от Th₆). Величина этого нарастания индивидуальна и колеблется в пределах от 0,5 до 2 мм. Показателем нормы высоты межпозвонковых пространств служит соответствие их приведенным выше значениям дискового коэффициента. Подлежат оценке также анатомические соотношения между телами позвонков. Сгибание и разгибание грудного и поясничного отделов позвоночника не сопровождается, в отличие от шейного отдела, смещением по ширине тел смежных позвонков. В связи с этим критерием правильности анатомических соотношений между телами позвонков этих двух отделов позвоночника на рентгенограмме в боковой проекции, независимо от того, в каком функциональном положении она была произведена, является расположение на одном уровне задних краев тел смежных позвонков. Расположение их на разных уровнях указывает на наличие патологической нестабильности. Доступность для анализа анатомических соотношений в дугоотростчатых суставах различна в отношении суставов грудного и поясничного отделов. Рентгеновские суставные щели дугоотростчатых суставов грудного отдела в принципе прослеживаются на рентгенограммах в боковой проекции, выполненных при стандартной укладке. Тем не менее, анализ анатомических соотношений в суставах затруднен, во-первых, из-за проекционного наложения щелей правого и левого ряда суставов, а, во-вторых, из-за отмеченного выше несколько косоугольного расположения суставных поверхностей. Для детального анализа состояния дугоотростчатых суставов грудного отдела позвоночника производятся рентгенограммы в двух боковых проекциях (правой и левой) при наклоне тела больного вперед на 15—20°. Рентгеновские суставные щели дугоотростчатых суставов поясничного отдела позвоночника прослеживаются на рентгенограмме, произведенной в боковой проекции, только при варианте их расположения в плоскости, близкой к фронтальной. Критерием правильности анатомических соотношений в дугоотростчатых суставах являются: равномерность рентгеновских суставных щелей и расположение на одном уровне краниального и каудального краев сочленяющихся суставных поверхностей.

На рентгенограмме в задней проекции оценивается пространственное положение соответствующих отделов позвоночника во фронтальной плоскости. Критерием их правильности является расположение оснований остистых отростков всех позвонков грудного или поясничного отделов позвоночника на одной прямой, соединяющей остистые отростки С₇ и S₁. При детальном анализе используются следующие показатели: форма, размеры, контуры и структура тел позвонков, пластинок дуг, суставных и поперечных отростков; высота и форма межпозвонковых пространств, анатомические соотношения между телами позвонков. Критерием правильности соотношений служит расположение на одном уровне краев обращенных друг к другу поверхностей тел смежных позвонков. Анатомические соотношения в дугоотростчатых суставах поясничного отдела позвоночника могут быть оценены лишь при варианте расположения их суставных щелей в плоскости, близкой к сагиттальной. Следует отметить, что варианты расположения суставных щелей этих суставов в плоскостях, близких как к сагиттальной, так и к фронтальной плоскости, встречаются относительно редко. Наиболее часто, как было отмечено, они имеют косую направленность. В связи с этим для оценки состояния дугоотростчатых суставов поясничного отдела позвоночника производятся рентгенограммы в косых проекциях (при положении тела больного под углом 45° к поверхности снимочного стола). Кроме перечисленного, на рентгенограммах грудного отдела позвоночника возможен анализ формы, контуров и структуры задних отделов ребер и анатомических соотношений в реберно-позвоночных суставах.

Изложение нормальной рентгеноанатомии грудного и поясничного отделов позвоночника приводится для нескольких иных возрастных периодов, чем шейного отдела, что вызвано различием темпов костеобразовательных процессов названных отделов.

ВОЗРАСТНОЙ ПЕРИОД ОТ 3 МЕС ДО 2 ЛЕТ

Позвонки и задние отделы ребер сохраняют в общих чертах степень оссифицированности, достигнутую к концу внутриутробного развития. Происходит только увеличение размеров их хрящевых моделей. Хрящевое строение имеют следующие отделы позвонков и задних отделов ребер: около $\frac{1}{2}$ вертикального размера тел позвонков, представляющего сумму неоссифицированных частей краниального и каудального отделов; центральные отделы пластинок дуг позвонков и передние отделы их ножек; около $\frac{1}{2}$ высот суставных отростков и боковые их отделы (вместе с сосцевидными отростками у поясничных позвонков), дорсальная $\frac{1}{2}$ остистых отростков; концы поперечных отростков (вместе с дополнительными их отростками у поясничных позвонков); головки и бугорки ребер. Рентгенографию грудного и поясничного отделов позвоночника в этом возрасте удается обычно осуществить только в стандартных (задней и боковой) проекциях.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в боковой проекции. Физиологические кривизны грудного и поясничного отделов не выражены (рис. 7, а). Более того, может наблюдаться умеренно выраженный лордоз нижнегрудного отдела позвоночника и столь же умеренно выраженный кифоз верхнепоясничного. Форма тел позвонков отличается большим разнообразием на протяжении одного и того же отдела позвоночника. Форма тел Th₁₀, Th₁₂, L₁, и L₅ (см. рис. 7, а) может быть условно определена как яйцеобразная. Высота передних отделов оссифицированной части тел позвонков больше, чем задних отделов. Краниальные и каудальные поверхности выпуклые, дугообразный контур имеет и передняя поверхность. Передние и задние края тел позвонков закруглены. Тело Th₁₁ почти квадратное

с прямолинейными контурами всех его поверхностей. Форма тела L_3 хотя и может быть определена как яйцевидная, но выпуклость краниальной и каудальной его поверхностей выражена незначительно, а передняя поверхность скошена.

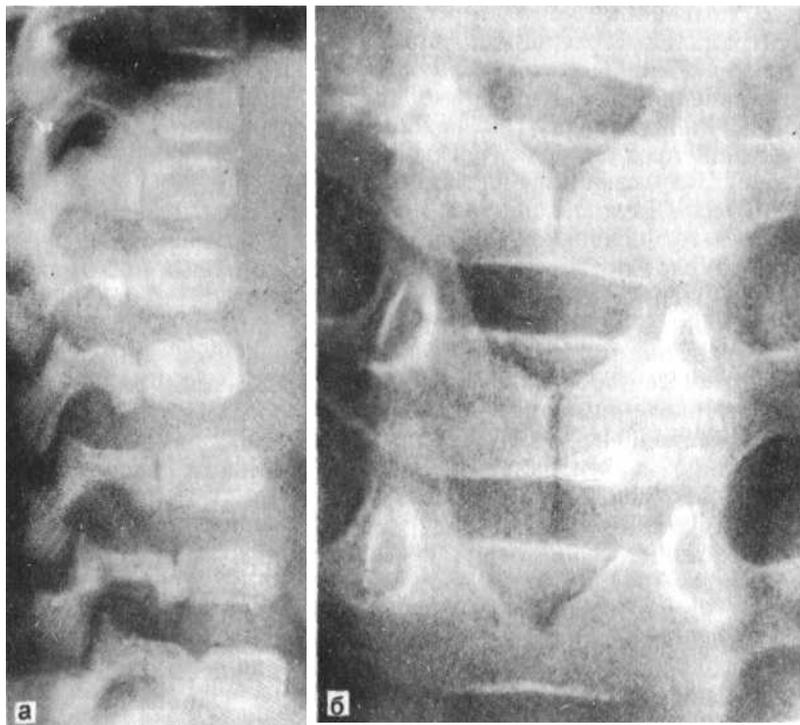


Рис. 7. Рентгенограммы и скиаграмма грудного и поясничного отделов позвоночного столба. Возраст 3 мес — 2 года.

И, наконец, тело L_4 по форме приближается к прямоугольнику. Замыкающие пластинки краниальной и каудальной поверхностей тел имеются не у всех позвонков, передние поверхности замыкающих пластинок вообще не имеют.

Структура тел позвонков однородно мелкоячеистая без признаков функциональной оформленности. В центральном отделе тел позвонков часто прослеживается

изображение канала центральной артерии в виде относительно широкой (по сравнению с высотой тела позвонка) полоски просветления, ограниченной ровными прямолинейными замыкающими пластинками. Между телами и ножками дуг позвонков видны узкие полоски просветления ростковых зон, ограниченные с обеих сторон замыкающими пластинками.

Высота межпозвоночных пространств велика и равняется $\frac{1}{2}$ высоты тел позвонков на всем протяжении грудного и поясничного отделов позвоночника. Форма межпозвоночных пространств, как и форма тел позвонков, разнообразна. На протяжении даже одного и того же отдела позвоночника межпозвоночные пространства могут иметь форму двояковогнутой линзы (межпозвоночные пространства $Th_{12} — L_1 — L_2$ см. рис. 7, а), вытянутого прямоугольника с равномерной высотой на всем протяжении ($Th_{11} — Th_{12}$), форму клина с основанием, обращенным либо в вентральном, либо в дорсальном направлениях (межпозвоночные пространства $L_3 — L_4$ $L_4 — L_5$ и $Th_{10} — Th_{11}$ соответственно).

Суставные отростки дуг невысокие, концы верхних отростков находятся почти на одном уровне с верхней поверхностью ножки дуги, концы нижних отростков — на одном уровне с нижней поверхностью оснований остистых отростков. В связи с неоссифицированностью боковых отделов суставных отростков на боковых рентгенограммах отчетливо прослеживаются рентгеновские суставные щели дугоотростчатых суставов не только грудного, но и поясничного отделов позвоночника, независимо от варианта пространственного положения. Остистые отростки позвонков короткие, длина их относится к сагиттальному размеру дуг как 1:2. Физиологическое нарастание в каудальном направлении линейных размеров позвонков не выражено. Высота тел смежных позвонков и соседних межпозвоночных пространств различается не более чем на 0,1 мм.

Рентгенограмма в задней проекции (см. рис. 7, б). Форма тел позвонков может быть условно определена как бочкообразная вследствие выпуклости их краниальных и каудальных поверхностей, из-за чего средние отделы тел имеют большую высоту, чем боковые. Выпуклость эта может быть выражена в большей или меньшей степени, но выявляется практически всегда. Контур боковых поверхностей тел позвонков прямолинейные. Все поверхности тел позвонков имеют замыкающие пластинки. В центральной части пластинок дуг позвонков видны узкие полоски просветления ростковых зон с ровными прямолинейными контурами. Основания остистых отростков не прослеживаются. Поперечные отростки позвонков короткие, концы их закруглены. Межпозвоночные пространства велики ($\frac{1}{2}$ высоты тел позвонков), имеют форму двояковогнутой линзы. Структура тел и дуг позвонков, так же как и на рентгенограмме в боковой проекции, равномерно мелкоячеистая без признаков силовых линий. Головки ребер (на рентгенограмме грудного отдела позвоночника) не выявляются, дорсальная поверхность ребер слабовогнутая, бугорки едва намечены.

Рентгенологические показатели анатомического строения грудного и поясничного отделов позвоночника, доступные для анализа. На рентгенограмме в боковой проекции можно оценить: контуры и структуру оссифицированной части тел и дуг позвонков; высоту межпозвоночных пространств (измеренную в средней их части); анатомические соотношения в дугоотростчатых суставах грудного и поясничного отделов позвоночника. Не могут быть оценены в этот возрастной период истинные форма и размеры тел и дуг позвонков, анатомические соотношения между их телами (из-за вариабельности их формы и сагиттального размера оссифицированных частей).

На рентгенограмме в задней проекции можно оценить пространственное положение отделов позвоночника во фронтальной плоскости; форму, размеры, контуры и структуру оссифицированной части тел, пластинок дуг, суставных и поперечных отростков позвонков; форму и высоту межпозвоночных пространств; анатомические соотношения между телами позвонков, критерии правильности которых аналогичны приведенным в начале раздела. Не могут быть оценены истинные форма и контуры отображающихся на рентгено-

грамме в этой проекции частей позвонков.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Особого внимания заслуживает своеобразие формы тел позвонков на рентгенограмме в боковой проекции. Яйцевидная форма тела одного или двух позвонков, характеризующаяся меньшей высотой заднего его отдела по сравнению с высотой переднего, на фоне квадратной или прямоугольной формы тел других позвонков может (при наличии указаний на травму) навести на мысль о возможности заднего компрессионного перелома. Одним из опорных пунктов дифференциальной диагностики является то обстоятельство, что большинство механизмов травмы позвоночника вызывают компрессию не задних, а передних отделов тел позвонков. Вместе с тем нельзя не учитывать и того, что преобладание частоты травматической компрессии передних отделов тел позвонков отнюдь не исключает возможности и задних компрессионных переломов. Основным рентгенологическим показателем, позволяющим отличить возрастную яйцевидность формы оссифицированной части тела позвонка от заднего компрессионного перелома, служит состояние ростковой зоны между ножкой дуги и задней поверхностью тела. В норме дорсальный и вентральный контуры ростковой зоны имеют одинаковую протяженность, краниальные и каудальные края обоих контуров располагаются на одном уровне. Компрессия заднего отдела тела позвонка сопровождается уменьшением его высоты, а следовательно, и уменьшением протяженности вентрального контура упомянутой ростковой зоны. Края ее контуров оказываются расположенными на разных уровнях.

ВОЗРАСТ ОТ 3 ДО 5 ЛЕТ

В течение этого возрастного периода происходит слияние двух половинок дуг позвонков. Начинается оно с дуг T_{10} — L_1 и постепенно распространяется от этого уровня в краниальном и каудальном направлениях. Высота костной части тел и суставных отростков позвонков возрастет до $\frac{2}{3}$ вертикального размера их хрящевых моделей. Существенно увеличивается протяженность оссифицированной части остистых отростков. Начинается оформление архитектоники костной структуры, заключающееся в образовании в телах позвонков присущих им двух систем силовых линий. Появляются центры оссификации головок ребер. Хрящевое строение к концу возрастного периода сохраняют около $\frac{1}{3}$ вертикального размера тел позвонков; верхушки и боковые отделы суставных отростков (включая сосцевидные их отростки у позвонков поясничного отдела); концы поперечных отростков (и добавочные их отростки у позвонков поясничного отдела позвоночника); дорсальная треть остистых отростков; большая часть головок и бугорков ребер.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в боковой проекции. Физиологические кривизны позвоночного столба намечены, но выраженность их невелика, особенно кифоза грудного отдела. Сохраняется разнообразие формы тел позвонков на протяжении одного и того же отдела позвоночника, но значительно менее выраженное. На рис. 8, а тело верхнего из двух отображенных позвонков имеет прямоугольную форму, нижнего — умеренно яйцевидную, однако эти различия выявляются только при пристальном анализе. Общим для тел позвонков обоих разбираемых отделов позвоночника является выпуклость их краниальных и каудальных поверхностей. Передняя и задняя поверхности имеют прямолинейный или даже слегка вогнутый контур. Все поверхности тел позвонков имеют замыкающие пластинки. В структуре тел позвонков прослеживаются вертикально ориентированные силовые линии и две системы горизонтальных, располагающихся узкой полосой у краниальной и каудальной поверхностей тел. Между ножками дуг и задней поверхностью тел позвонков видны узкие полоски просветления, ограниченные четкими замыкающими пластинками. Форма этих полосок, в отличие от того, что было характерно для предыдущего возрастного периода, может быть не только прямолинейной, но и извилистой. Форма межпозвоночных пространств в какой-то мере схожа с формой двояковогнутой линзы, высота их в верхне- и среднегрудном отделах позвоночника равняется $\frac{1}{3}$ высоты тел позвонков (к концу возрастного периода — $\frac{1}{4}$), в нижнегрудном и поясничном — $\frac{1}{2}$. Суставные отростки позвонков имеют значительно большие размеры, чем у детей предыдущей возрастной группы, но форма их продолжает отличаться от анатомической. Суставные поверхности верхних отростков выпуклые, верхушки закруглены и отклонены в вентральном направлении.

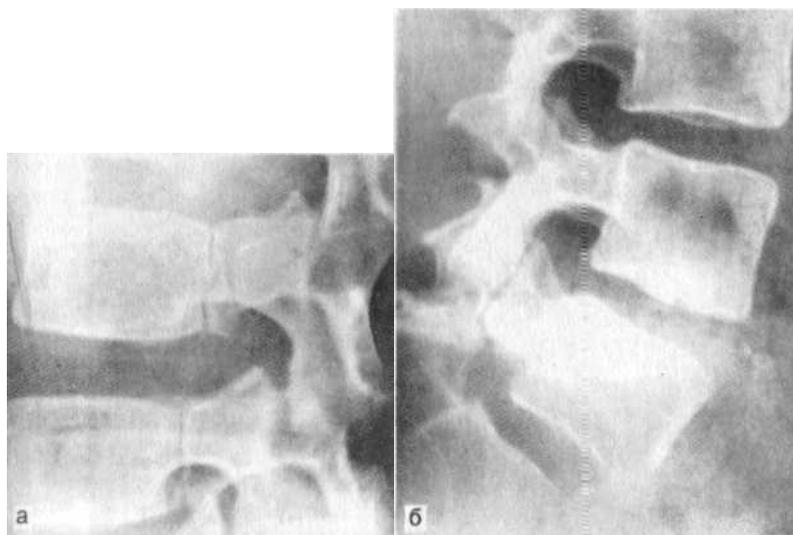


Рис. 8. Боковая рентгенограмма поясничного отдела позвоночного столба в возрасте 5 лет (а); рентгенологическая картина спондилолиза дуги L_5 (б).

Верхушки нижних отростков полукруглые, суставные поверхности прямолинейные. В связи с недостаточной оссифицированностью боковых отделов суставных отростков позвонков на рентгенограмме в боковой проекции прослеживаются рентгеновские суставные щели дугоотростчатых суставов не только грудного, но и поясничного отделов позвоночника. Длина остистых отростков относится к сагитальному размеру дуг в грудном отделе как 1,5: 1, в поясничном отделе — как 1:1. Физиологическое нарастание в каудальном направлении линейных размеров позвонков по-прежнему практически не выражено, хотя разница высот тел двух смежных позвонков и соседних межпозвоночных пространств несколько больше — в среднем 0,2—0,25 мм. Рентгенограмма в задней проекции (рис. 9, а, б). Форма тел позвонков не имеет строгой закономерности.

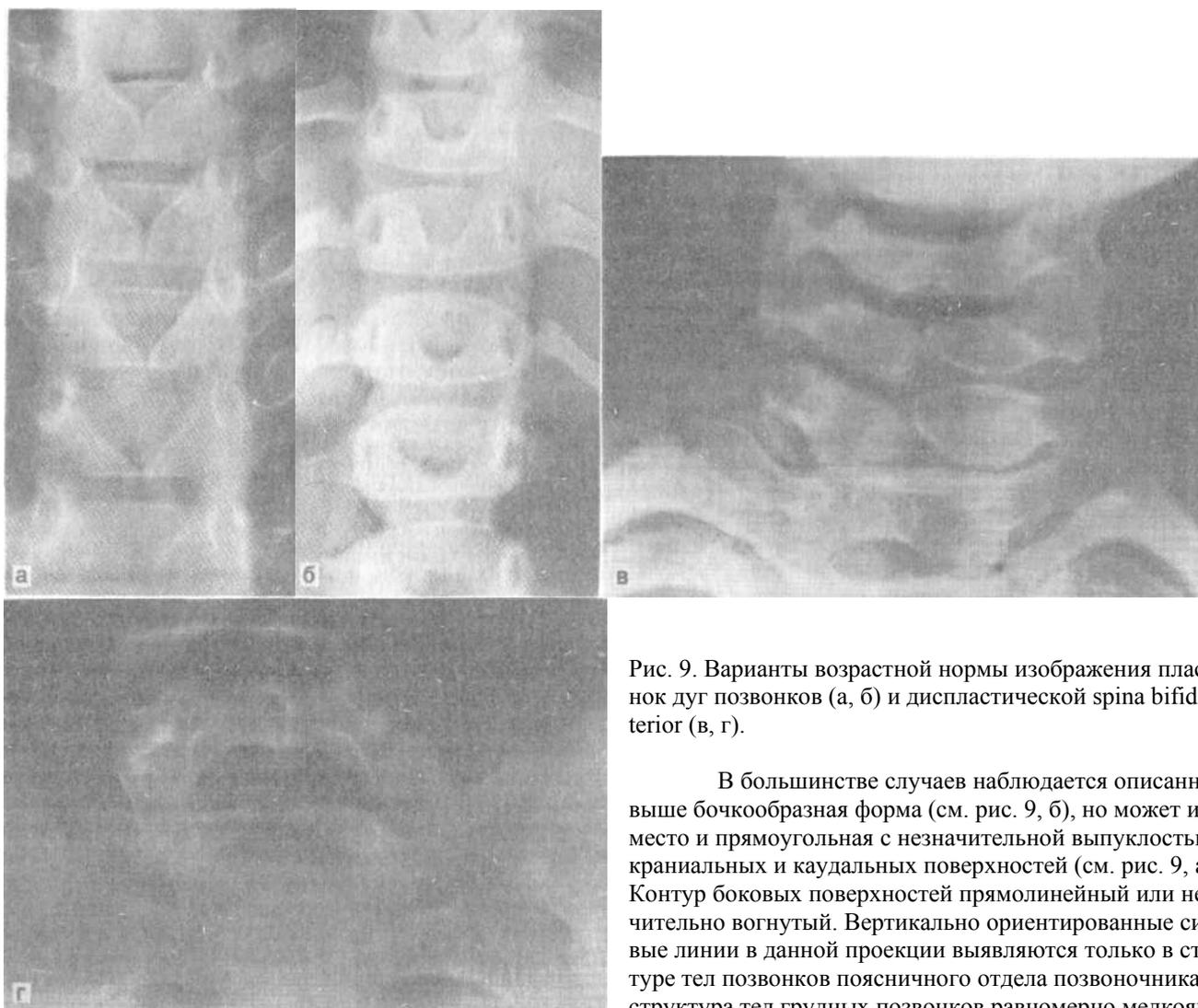


Рис. 9. Варианты возрастной нормы изображения пластинок дуг позвонков (а, б) и диспластической spina bifida posterior (в, г).

В большинстве случаев наблюдается описанная выше бочкообразная форма (см. рис. 9, б), но может иметь место и прямоугольная с незначительной выпуклостью краниальных и каудальных поверхностей (см. рис. 9, а). Контур боковых поверхностей прямолинейный или незначительно вогнутый. Вертикально ориентированные силовые линии в данной проекции выявляются только в структуре тел позвонков поясничного отдела позвоночника, структура тел грудных позвонков равномерно мелкоячеистая.

Форма межпозвонковых пространств также не имеет строгой закономерности. В зависимости от формы тел позвонков межпозвонковые пространства могут быть либо двояковогнутыми (см. рис. 9, б), либо иметь одинаковую высоту на всем их протяжении (см. рис. 9, а). В центральной части пластинок дуг позвонков видны (в зависимости от стадии слияния двух половинок дуг) либо полоски просветления на всем протяжении от верхнего до нижнего контура дуги, либо только часть их у верхнего контура дуги (см. рис. 9, а и 7, в), либо изображение оснований остистых отростков (см. рис. 9, б), дуга L₁. Поперечные отростки относительно короткие, с закругленными концами. Обращенные к позвоночнику поверхности ребер могут иметь различную форму (рис. 10). Так, у нижнего из представленных на рисунке ребер эта поверхность выпуклая, у верхнего — вогнутая, а у двух средних — почти прямолинейная. Может наблюдаться и волнистость контура, характерная для ростковых зон в период, предшествующий появлению центров окостенения. Между дорсальными концами ребер и боковыми поверхностями тел позвонков выявляются центры окостенения головок ребер (см. рис. 10), вначале круглые, небольших размеров, затем приобретающие полукруглую форму.

Рентгенологические показатели анатомического строения, доступные для анализа. Рентгенограмма в боковой проекции. Пространственное положение отделов позвоночника в сагиттальной плоскости может быть оценено лишь на основе качественного показателя — наличия должных физиологических кривизн. Нормативные количественные показатели их выраженности для данного возраста не разработаны. При анализе снимка могут быть оценены форма, контуры и структура окостеневших частей тел, ножек дуг, суставных и остистых отростков позвонков; высота и форма межпозвонковых пространств; анатомические соотношения в дугоотростчатых суставах. Как отмечалось в начале раздела, правильность соотношений в суставах определяют два показателя — равномерная высота рентгеновской суставной щели и расположение на одном уровне краниальных и каудальных краев сочленяющихся суставных поверхностей. Применительно к суставам грудного отдела позвоночника действительны в отношении же дугоотростчатых суставов поясничного отдела в этом возрасте действителен только второй из них, так как из-за отмеченной выше разницы формы суставных поверхностей верхнего и нижнего суставных отростков рентгеновская суставная щель и в норме имеет неравномерную высоту (см. рис. 8, а). Не могут быть оценены в этот возрастной период истинные размеры, форма и контуры всех частей позвонков.

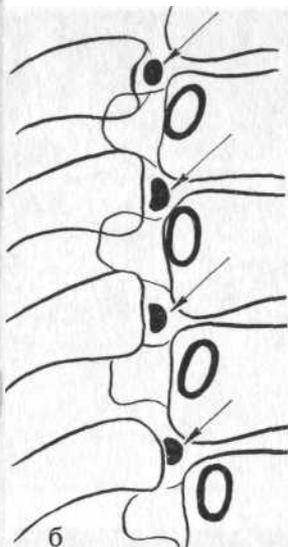


Рис. 10. Рентгенограмма и скиаграмма (а, б) грудного отдела позвоночного столба. Центры оссификации головок ребер.

Рентгенограмма в задней проекции. Анализ снимка позволяет оценить: пространственное положение отделов позвоночного столба во фронтальной плоскости; форму, размеры, контуры и структуру оссифицированных частей тел, пластинок дуг и поперечных отростков позвонков; высоту и форму межпозвонковых пространств; анатомические соотношения между телами позвонков.

Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка у детей $3\frac{1}{2}$ —4 лет являются рентгенологические признаки происходящего слияния половинок дуг позвонков и наличие центров оссификации головок ребер, у детей 5 лет — отсутствие рентгенологической разъединенности половинок дуг позвонков на всем протяжении грудного и поясничного отделов позвоночника, кроме L_5 .

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Наличие отдельных несиностозированных центральных ростковых зон дуг позвонков может симулировать аномалию развития — *spinae bifidae*

posterioris. Разграничение физиологической и диспластической *spinae bifidae posterioris*, кроме учета возраста ребенка, основывается на следующих различиях их рентгенологического изображения. Полоска просветления центральной ростковой зоны нормально формирующейся дуги позвонка имеет вертикальную направленность, ширина ее у детей любого возраста младше 6 лет (т. е. до возрастного срока синостозирования) не превышает 1—1,5 мм. Верхние и нижние контуры центральных концов половинок дуги находятся на одном уровне. Продольные оси половинок дуги либо совпадают с горизонтальной плоскостью, либо отклонены каудально под одинаковыми углами. Основными рентгенологическими признаками диспластической *spinae bifidae posterioris* являются: расположение верхнего и нижнего (или одного из них) контуров половинок дуги на разных уровнях; различное положение половинок дуги по отношению к горизонтальной плоскости; расстояние между центральными концами половинок дуги более 2 мм. Перечисленные отклонения от рентгеноанатомической нормы могут встречаться как в единственном виде, так и в различных сочетаниях. На рис. 9, в и г представлены для примера два варианта рентгенологической картины диспластической *spinae bifidae posterioris*. На рис. 9, в выявляется рентгенологическая разъединенность половинок дуг C_6 и C_7 . Диастаз между ними не превышает 1 мм, но при этом половинки дуги C_6 имеют неодинаковый вертикальный размер, вследствие чего нижние их контуры располагаются на разных уровнях. Кроме того, полоска просветления между центральными концами половинок дуги имеет косое направление. У C_7 расположены на разных уровнях не только нижние, но и верхние контуры половинок дуги в связи с отклонениями последних под разными углами к горизонтальной плоскости. Полоска просветления между их центральными концами также имеет косое направление. На рис. 9, г видна рентгенологическая разъединенность половинок дуги L_5 . Нарушения их пространственного положения не отмечается, но ширина диастаза между их центральными концами равняется 7 мм, т. е. намного превышает нормативную величину.

Слияние половинок дуг позвонков на той стадии этого процесса, когда полоска просветления центральной ростковой зоны выявляется только в верхней части дуги единичных позвонков, также может вызывать затруднения в интерпретации снимков. В нашей практике встретились два случая, когда ребенок, получивший травму позвоночника, был направлен на консультацию в травматологический пункт ЛНИДОИ им. Г. И. Турнера с подозрением на неполный перелом дуги позвонка. Рентгенологическое отличие неполного слияния дуги позвонка от линии перелома состоит в различии контуров. Ростковая зона на любой стадии ее существования имеет ровные замыкающие пластинки. Контур линии перелома, как правило, неровные и замыкающих пластинок не имеют.

ВОЗРАСТ 6—7 ЛЕТ

В течение этого возрастного периода синостозировать ростковые зоны между ножками дуг и телами позвонков. Практически полностью оссифицируются головки ребер. Существенно увеличивается также степень оссифицированности суставных и остистых отростков позвонков. К 8-летнему возрасту хрящевое строение сохраняют небольшие части тел позвонков и их апофизы, концы поперечных и остистых отростков (включая добавочные отростки первых из них у позвонков поясничного отдела) и небольшие части боковых поверхностей суставных отростков (вместе с сосцевидными отростками у поясничных позвонков), верхушки бугорков ребер.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в задней проекции. Тела позвонков грудного и поясничного отделов позвоночника имеют форму прямоугольников (рис. 11, а, б). Каудальные и краниальные их поверхности либо прямолинейные, либо уже слегка вогнутые, как у взрослых.

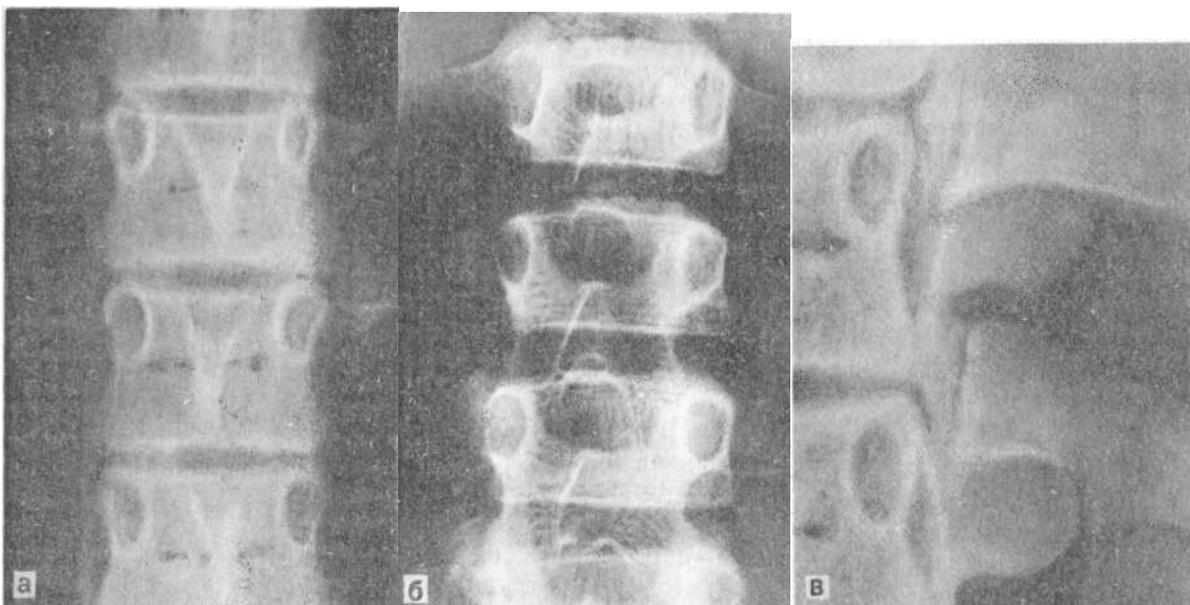
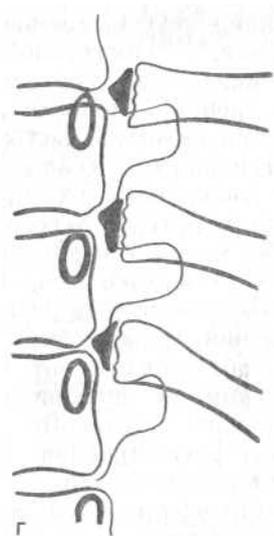


Рис. 11. Рентгенограммы (а, б, в) и скиаграмма (г) грудного и поясничного отделов позвоночника в задней проекции. Возрастной период 6—7 лет.



Отмечается вогнутость и боковых поверхностей. У детей 7-летнего возраста нередко выявляется волнистость контуров краниальной поверхности тел позвонков поясничного отдела позвоночника, отображающая активизацию ростковой зоны в период, предшествующий появлению центров оссификации апофизов тел позвонков. В структуре тел поясничных позвонков выявляются обе присущие ей системы силовых линий — вертикальные, расположенные в средней части тела на протяжении всего его фронтального размера, и системы горизонтально ориентированных силовых линий у краниальной и каудальной поверхностей. В структуре пластинок дуг позвонков также выявляются дугообразные силовые линии, повторяющие очертания верхней и нижней позвоночной вырезки. На рентгенограммах грудного отдела позвоночника обычно удается проследить только силовые линии тел позвонков.

Межпозвоночные пространства имеют равномерную высоту, величина дискового коэффициента сохраняет прежние значения. Дуги позвонков представляют единое целое, за исключением дуги L₅ (в редких случаях — L₄), центральные ростковые зоны которых синостозируют в возрасте 11—12 лет. На рентгенограммах грудного отдела позвоночника видны ядра окостенения головок ребер (см. рис. 11, в, г). Вертикальный размер их оснований равен или почти равен соответствующему размеру дорсальных концов ребер. Форма ядер окостенения — треугольная, с заостренной вершиной, обращенной в сторону позвоночника, — не соответствует еще анатомической форме головки ребра. Полоска просветления у основания ядер окостенения имеет волнистые контуры.

Рентгеноанатомическая картина этого отдела позвоночника может дополняться изображением сохранившихся каналов центральных артерий одного или нескольких позвонков, имеющих вид либо узких горизонтальных полосок просветления, ограниченных замыкающими пластинками и расположенных в центральной части тела позвонка, либо двух небольших округлых просветлений, также с замыкающими пластинками, расположенных по обе стороны от оснований остистых отростков. На рентгенограммах поясничного отдела могут прослеживаться рентгеновские суставные щели дугоотростчатых суставов в случае расположения их суставных щелей в плоскости, близкой к сагиттальной.

Рентгенограмма в боковой проекции. Физиологические кривизны позвоночного столба выражены отчетливо. Форма тел позвонков грудного и поясничного отделов имеет некоторые различия. Тела поясничных позвонков квадратные или прямоугольные (рис. 12, а), кроме L₅, тело которого имеет умеренно клиновидную форму с основанием клина, обращенным вентрально. Тела позвонков верхне- и нижнегрудного отделов позвоночника также имеют прямоугольную форму, но в средне-грудном отделе может выявляться так называемая физиологическая их клиновидность.

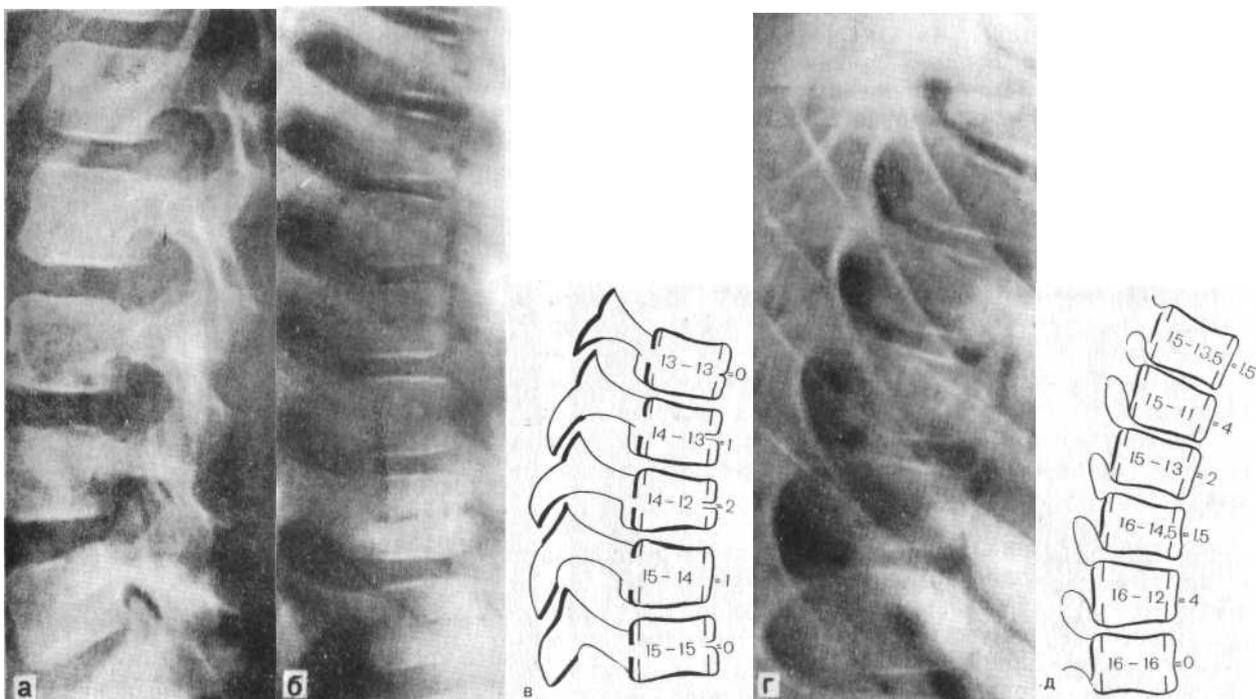


Рис. 12. Возрастная норма изображения грудного и поясничного отделов позвоночника в боковой проекции в возрасте 6 - 7 лет (а, б, в); компрессионный перелом тел грудных позвонков (г, д) (размеры на схеме в мм).

Причина ее заключается в несколько более медленных темпах оссификации передних отделов тел позвонков по сравнению с темпами оссификации задних их отделов. В наибольшей степени выражена физиологическая клиновидность тел одного или двух позвонков, располагающихся на уровне вершины физиологического кифоза. В телах позвонков поясничного отдела выявляются описанные выше системы силовых линий, в телах позвонков грудного отдела они обычно не видны из-за проекционного наложения легочного рисунка. Межпозвоночные пространства имеют равномерную высоту при уже упомянутых значениях дискового коэффициента. Полоски просветления между телами и ножками дуг позвонков в начале возрастного периода местами еще прослеживаются, к 7 годам рентгенологической разъединенности тел и дуг не отмечается. Ввиду незавершенного еще окостенения боковых отделов суставных отростков на рентгенограмме в данной проекции могут прослеживаться рентгеновские суставные щели дугоотростчатых суставов как грудного, так и поясничного отделов позвоночника (за исключением варианта расположения суставных щелей последних в плоскости, близкой к сагиттальной).

Помимо описанной рентгеноанатомической картины, изображение тел позвонков на рентгенограмме в боковой проекции может иметь еще две особенности. Первой из них является изображение каналов центральных артерий (см. рис. 12, б), имеющих вид узких полосок просветления различной протяженности с четкими замыкающими пластинками, расположенных в центральной части передних отделов тел позвонков. Вторая особенность характерна для периода энхондрального костеобразования, предшествующего появлению центров оссификации апофизов тел позвонков, и заключается в наличии выемок в области краниального и каудального краев передней поверхности тел позвонков (рис. 13, а, б). Выемки имеют квадратную форму, ограничены замыкающими пластинками, высота их может достигать $\frac{1}{5}$ высоты тела позвонка. Природа их аналогична природе волнистости тел позвонков на рентгенограмме в задней проекции.

Рентгенологические показатели анатомического строения грудного и поясничного отделов позвоночника, доступные для анализа.

Рентгенограмма в боковой проекции. В принципе могут использоваться те же показатели, что и у детей предыдущего возрастного периода. Небольшое отличие заключается только в том, что вследствие почти полного окостенения суставных отростков появляется возможность оценки формы и размеров и межпозвоноковых отверстий. Показателями нормального их состояния служат правильная овальная форма и равномерное нарастание в каудальном направлении вертикального и сагиттального размеров.

На рентгенограмме в задней проекции используется тот же комплекс показателей, что и у детей предыдущего возрастного периода.

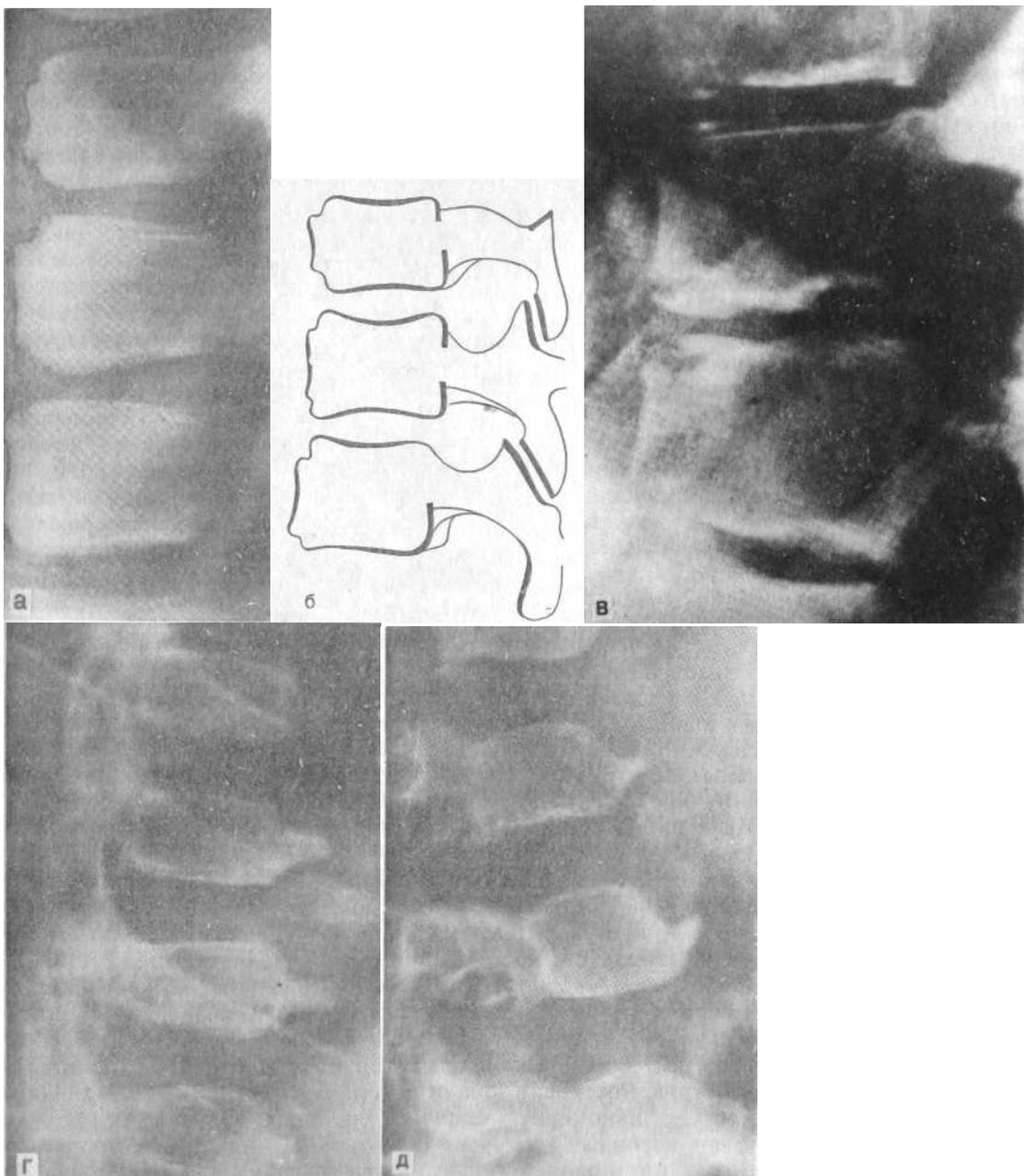


Рис. 13. Возрастные особенности формы тел позвонков (а, б) в возрасте 6—7 лет; рентгенологическая картина переднего хрящевого узла (в), особенности формы тел позвонков при спондилоэпифизарной дисплазии (г, д).

Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка у детей 6 лет является слияние тел и дуг позвонков на всем протяжении грудного и поясничного отделов позвоночника.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Наличие на рентгенограмме в боковой проекции несиностозированной еще ростковой зоны между телом и ножкой дуги одного-двух позвонков может симулировать (при соответствующем анамнезе) линию перелома. Мы также встречались с тем, что несиностозированная ростковая зона L₅ принималась за щель спондилолиза. Основным отличием данной детали нормальной возрастной рентгеноанатомической картины от спондилолиза является локализация полоски просветления. Как известно, типичным, не имеющим иных вариантов местом спондилолиза является межсуставная часть дуги позвонка. Соответственно этому полоска просветления выявляется не у задней поверхности тела позвонка, а значительно дорсальнее — у основания верхнего суставного отростка (см. рис. 8, б). Отличается щель спондилолиза и характером контуров. Ростковая зона ограничена замыкающими пластинками и имеет равномерную ширину. Щель спондилолиза, как правило, имеет неровные контуры без замыкающих пластинок и неравномерна по ширине. Последние два отличия служат опорными пунктами дифференциальной диагностики и с переломами дуги позвонка. На рис. 9, б, кроме щели спондилолиза, отмечается также и отчетливое смещение в вентральном направлении тела L₅ (вместе с позвонками вышележащих отделов) — передний спондилолистез. Наличие переднего спондилолистеза является неоспоримым рентгенологическим признаком нарушения целостности дуги позвонка вследствие спондилолиза или перелома. В число основных дифференциально-диагностических показателей спондилолиза (в отличие от несиностозированной ростковой зоны) наличие смещения тела позвонка не включено по той причине, что в течение большего или меньшего промежутка времени спондилолиз может не сопровождаться спондилолистезом.

Физиологическая клиновидность тел позвонков среднегрудного отдела позвоночника имеет общее сходство с рентгеновским отображением компрессионного перелома тел позвонков. Дифференциальная диагностика основывается на двух различиях. Первым из них является локализация позвонков с клиновидной формой тела. Как отмечалось выше, в норме клиновидность тел наблюдается только у позвонков среднегрудного отдела позвоночника, причем в

наибольшей степени она выражена у позвонка, расположенного у вершины физиологического кифоза. Соответственно этому выявление клиновидной формы тела позвонка (или нескольких позвонков) верхне- и нижнегрудного отделов позвоночника, а также у позвонка среднегрудного отдела, не совпадающего по положению с вершиной физиологического кифоза, является свидетельством в пользу компрессионного перелома. Диагностическая ценность этого показателя, однако, относительна, поскольку компрессионный перелом тел позвонков среднегрудного отдела может возникнуть и на фоне физиологической клиновидности, в том числе и позвонка, расположенного у вершины кифоза. Более надежными являются различия рентгенометрических данных. Клиновидность тел позвонков обусловлена разностью высоты переднего и заднего их отделов. При физиологической клиновидности эта разность сначала постепенно возрастает, начиная примерно с Th₄ — Th₅, в каудальном направлении, достигает максимума у позвонка, расположенного на вершине физиологического кифоза, а затем также постепенно уменьшается (опять же в каудальном направлении). Важным обстоятельством является то, что изменение разности от позвонка к позвонку происходит на одну и ту же, постоянную для данного индивидуума величину. Скачкообразное изменение разности высоты заднего и переднего отделов тела (или тел) позвонка служит признаком компрессионного перелома.

На рис. 12 представлены рентгенограммы и скиаграммы с них грудного отдела позвоночника двух детей одного возраста (на рис. 12, б, в — практически здорового, на рис. 12, г, д — ребенка с компрессионным переломом тел грудных позвонков). У первого из них при визуальном анализе выявляется Нерезко выраженная клиновидность тел двух позвонков (2-й и 3-й сверху). Расположение их совпадает с вершиной физиологического кифоза. У второго также видна клиновидность тел 4 позвонков и расположены они также в области вершины грудного кифоза. На скиаграммах с этих рентгенограмм (см. рис. 12, в, д) представлены результаты рентгенометрии высоты передних и задних отделов тел позвонков грудного отдела позвоночника обоих детей. На рис. 12, в высота переднего и заднего отделов тела верхнего позвонка одинакова, у второго по счету позвонка передний отдел ниже заднего на 1 мм, у следующего — на 2 мм, затем опять на 1 мм, и у последнего позвонка высота переднего и заднего отделов тела опять одинакова. Таким образом, изменение разности высот переднего и заднего отделов тел от позвонка к позвонку происходит на одну и ту же величину, равную 1 мм. На рис. 12, д разность высот переднего и заднего отделов тела верхнего позвонка равна 1,5 мм, у 2-го по счету — 4 мм, у 3-го — только 2-мм, у 4-го—1,5 мм, затем эта разность снова увеличивается до 4 мм, и у последнего позвонка сразу, без какого-либо перехода высота переднего и заднего отделов тела оказывается одинаковой. Таким образом, видно, что изменение разности высот переднего и заднего отделов тел позвонков имеет отчетливый скачкообразный характер.

Выемки у передних краев тела позвонка, особенно если они выявляются только у одного края, могут имитировать передний хрящевой узел или участок деструкции. Различие этой детали нормальной возрастной рентгеноанатомии с названными патологическими состояниями составляют следующие особенности их рентгеновского изображения. Как уже отмечалось, физиологические выемки у краев передней поверхности тела позвонка имеют практически правильную квадратную форму, контуры их прямолинейные с четкими, равномерными по ширине замыкающими пластинками. Структура прилежащих отделов тела позвонка не изменена. Высота соответствующих межпозвонковых пространств находится в границах индивидуальной нормы (иными словами, не отличается существенно от высоты других межпозвонковых пространств данного отдела позвоночника). Хрящевой узел (см. рис. 13, в) имеет обычно неправильную форму, сагиттальный размер его в большей или меньшей степени превышает высоту, контуры неровные. Границы хрящевого узла очерчивает узкая полоса неравномерного склероза. Структура прилежащих к этой полосе отделов тела позвонка и высота межпозвонкового пространства не изменены. Участок деструкции также имеет неправильную форму и неровные контуры, но, в отличие от хрящевого узла, сочетается со снижением высоты межпозвонкового пространства, а также с остеопорозом тела позвонка или с наличием более широкой и в то же время менее четко очерченной, чем при хрящевом узле, склеротической каймы.

Особенность формы тел позвонков, обусловленная наличием упомянутых выемок у передних их краев, может также послужить поводом для дифференциальной диагностики с двумя вариантами патологической формы, наблюдающейся при некоторых видах энхондрального дизостоза (см. рис. 13, г, д, е). Второй из них обусловлен задержкой оссификации только одной — краниальной или каудальной — части переднего отдела тел позвонков, первый — задержкой оссификации и краниальной, и каудальной частей. В том и в другом случае на рентгенограмме выявляются как бы выемки у одного или обоих передних краев тела позвонка. Сходство этих выемок с физиологическими весьма отдаленное, различия же вполне отчетливые. Главное из этих различий состоит в том, что у физиологических выемок длина основания равна высоте, причем она не превышает 0,5 см.

Сагиттальный размер неоссифицированных частей тела позвонка при энхондральном дизостозе значительно больше и намного превышает их высоту.

Физиологическая волнистость контура краниальной поверхности тел позвонков может имитировать неровность контура вследствие деструкции (особенно в тех случаях, когда она выявляется у одного-двух позвонков). Определенную помощь в разграничении возрастной нормы контуров тел позвонков и деструкции может оказать анализ рентгенограммы, произведенной в боковой проекции. Физиологическая волнистость прослеживается только на задней рентгенограмме, неровность контура тела позвонка при деструкции обычно выявляется на рентгенограммах в обеих стандартных проекциях. Дополнительным опорным пунктом дифференциальной диагностики является то, что физиологическая волнистость контура характеризуется плавной закругленностью вершин и одинаковой высотой отдельных волн, тогда как границы поверхностной деструкции имеют неравномерно зубчатый контур.

ВОЗРАСТ 8—12 ЛЕТ

В течение этого возрастного периода происходит окостенение апофизов тел позвонков. Первые центры оссификации появляются, как и в шейном отделе позвоночника, симметрично у обоих боковых краев передней поверхности тел позвонков. Затем, с интервалом в 1 — 1½ года, возникают множественные центры оссификации по всей окружности апофиза. Отдельные центры прогрессивно увеличиваются в размерах, сливаются между собой, и примерно к 12 годам костной тканью выполняется весь апофиз. В течение этого возрастного периода заканчивается также окостенение суставных и остистых отростков, синостиозирует (к 11 — 12 годам) центральная ростковая зона дуги L₅. Хрящевое строение к 13 годам сохраняют только ростковые зоны тел позвонков (между их краниальными и каудальными поверхностями и окостеневшими апофизами) и концы поперечных отростков (вместе с их добавочными отростками у

позвонков поясничного отдела позвоночника).

Рентгеноанатомическая картина. При наличии целого ряда общих закономерностей рентгеноанатомическая картина несколько изменяется в течение этого возрастного периода в зависимости от степени оксифицированности апофизов тел позвонков. Процесс окостенения последних может быть подразделен на три стадии — появление первых двух центров оксификации; появление множественных центров оксификации; полное окостенение апофиза. Развернутое описание рентгеновского изображения грудного и поясничного отделов позвоночника мы приводим применительно к первой стадии окостенения апофизов, в отношении же двух других стадий отмечаются только изменения в рентгеноанатомической картине.

1 стадия окостенения апофизов. На рентгенограмме в задней проекции тела позвонков имеют прямоугольную форму. Боковые поверхности их умеренно вогнутые, краниальная—прямая, каудальная поверхность умеренно выпуклая с двумя симметричными скосами по бокам (рис. 14, а, б.). У контура этих углублений располагаются две точки окостенения апофизов тел позвонков, имеющие слегка клиновидную форму, с основаниями, обращенными латерально. Между ними и телом позвонка видна узкая равномерная полоска просветления. Величина дискового коэффициента (при измерении высоты межпозвонковых пространств в среднем их отделе) такая же, как у детей предыдущего возрастного периода. Изображение пластинок дуг позвонков соответствует рентгеноанатомической норме взрослых. Исключение представляет только сохраняющаяся еще физиологическая *spina bifida posterior* L₅ (см. рис. 14, г). Концы поперечных отростков позвонков закруглены. Форма и размеры оксифицированной части головок ребер аналогичны представленным на рис. 11, в.

На рентгенограмме в боковой проекции тела позвонков также имеют прямоугольную форму, за исключением позвонков среднегрудного отдела, тела которых сохраняют физиологическую клиновидность. У переднего края краниальной и каудальной поверхностей тел позвонков (или только у одной из них) выявляются умеренно клиновидные точки окостенения апофизов, с основанием клина, обращенным вентрально (см. рис. 14, в). Выемки у краев передней поверхности тел позвонков в этой стадии энхондрального костеобразования, как правило, не наблюдаются. Нарастание в каудальном направлении линейных размеров позвонков и межпозвонковых пространств имеет измеримую величину, хотя и несколько меньшую, чем у взрослых (0,5—1 мм). Изображение дуг позвонков соответствует рентгеноанатомической норме взрослых.

2 стадия окостенения апофизов тел позвонков. На рентгенограмме в задней проекции параллельно контурам краниальной и каудальной поверхностей тел позвонков (или только у одной из них) прослеживаются множественные



Рис 14 Рентгенологическое изображение I и II фаз оксификации апофизов тел позвонков (а, б, в); физиологическая *spina bifida posterior* L₅ .

центры оксификации апофизов (см. рис. 14, а). Оксифицированные части апофизов имеют одинаковую протяженность, одинаковыми представляются и расстояния между ними. Соотношения между высотой межпозвонковых пространств, измеренной между оксифицирующимися апофизами, и высотой тел позвонков для всех отделов позвоночного столба достигают таких же значений, как и у взрослых. Форма и размеры ядер окостенения головок ребер соответствует форме и размерам хрящевых моделей.

На рентгенограмме в боковой проекции контуры тел позвонков умеренно вогнутые (рис. 15, а), у краниальной и каудальной их поверхностей (или только у одной из них) прослеживаются множественные центры оксификации апофизов, образующие как бы пунктирную линию.

3 стадия окостенения апофизов тел позвонков. Рентгеноанатомическая картина грудного и поясничного отделов позвоночника в обеих стандартных проекциях отличается от вышеописанной тем, что у краниальной и каудальной поверхностей тел позвонков выявляются тени полностью окостеневших апофизов (см. рис. 15, а — рентгенограмма в боковой проекции, рис. 15, в — задняя рентгенограмма). Оссифицированные апофизы имеют вид сплошной склерозированной, равномерной по ширине полоски, отделенной от соответствующей поверхности тела позвонка узкой, также равномерной полоской просветления.

Рентгеноанатомическому анализу доступен весь комплекс рентгенологических показателей анатомического строения грудного и поясничного отделов позвоночника, приведенный в начале настоящей главы. Величина физиологического кифоза, измеренного по методике Кобба, равняется 15—20°. Методика измерения заключается в следующем. Проводятся две линии: одна — касательная к краниальной поверхности тела позвонка, расположенного у начала дуги физиологического кифоза, другая — касательная к каудальной поверхности тела позвонка, находящегося у нижнего конца этой дуги. К этим касательным восстанавливаются перпендикуляры навстречу друг другу и измеряется величина угла, образующегося при их пересечении.

Показателями соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка служат стадии оссификации апофизов тел позвонков. По данным наших разработок, возрастной срок I стадии 8—9 лет, II — 10 и III — 11—12 лет. На протяжении даже одного и того же отдела позвоночника оссификация апофизов тел разных позвонков протекает не синхронно. При определении локального костного возраста принято ориентироваться на наиболее позднюю из выявляющихся у данного ребенка стадию оссификации апофизов.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. В I стадии оссификации апофизов тел позвонков на рентгенограмме в боковой проекции, особенно в том случае, когда центры оссификации апофизов выявляются у одного-двух позвонков, их изображение может имитировать (при указании на травму позвоночника) отрывной перелом тела позвонка. Дифференциальная диагностика была изложена при описании нормальной рентгеноанатомии шейного отдела позвоночника (возрастной период 8—13 лет).

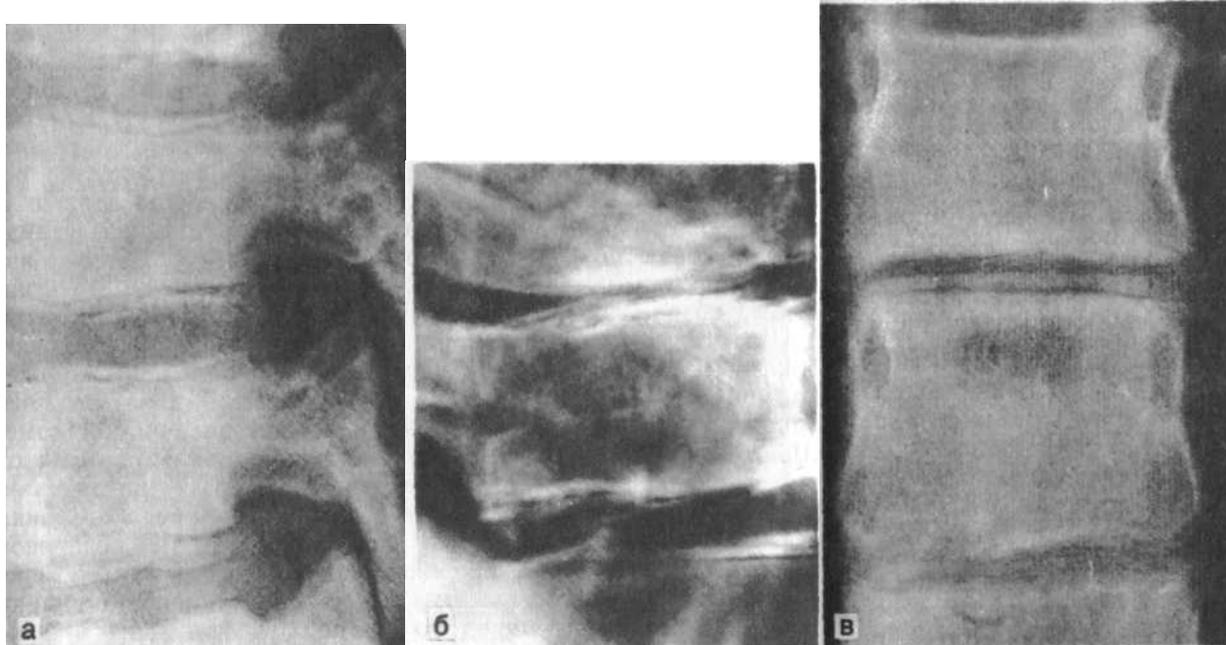


Рис. 15. Рентгеновское изображение 11 — 111 фазы оссификации апофизов тел позвонков (а, в); дистрофические изменения апофизов (б).

Во II стадии оссификации апофизов на рентгенограмме в боковой проекции изображение множественных центров оссификации имеет некоторое сходство с фрагментацией апофизов, являющейся одним из рентгенологических признаков болезни Шейерманна — Мау. Отличить II стадию нормально формирующихся апофизов тел позвонков от их фрагментации позволяют следующие особенности рентгеновского изображения. Множественные центры оссификации апофизов имеют, как отмечалось выше, одинаковую протяженность с равной величиной промежутков между ними. Полоска просветления, отделяющая их от тела позвонка, равномерна по ширине на всем ее протяжении. Контуры краниальной и каудальной поверхностей тела позвонка ровные. При дистрофическом процессе апофизов тел позвонков отдельные их фрагменты имеют неправильную форму (см. рис. 15, б), и неодинаковую протяженность, неодинаковую длину имеют и промежутки между ними. Кроме того, фрагменты апофизов располагаются на разных расстояниях от соответствующей поверхности тела позвонка, контур которой нередко бывает неровным.

ВОЗРАСТ 13—16 ЛЕТ

В этот возрастной период заключительного этапа постнатального формирования грудного и поясничного отделов позвоночника происходит синостозирование апофизов тел позвонков и головок ребер. Оссифицируются концы поперечных отростков позвонков и добавочных их отростков у позвонков поясничного отдела (в случае наличия последних). Слияние тел позвонков с их апофизами начинается с центральной части передней и обеих боковых поверхностей. Отсюда процесс синостозирования распространяется в вентральном и дорсальном, а также в правом и левом боковом направлениях. Последними синостозируют участки ростковой зоны в области появления первых центров оссификации, т. е. у боковых краев передней поверхности тел позвонков. Концы поперечных отростков окостеневают за счет самостоятельных центров оссификации, форма которых практически с самого начала соответствует форме их хрящевых моделей. Атавистические отростки позвонков поясничного отдела позвоночника (добавочные и сосцевидные) самостоятельных ядер окостенения не имеют.

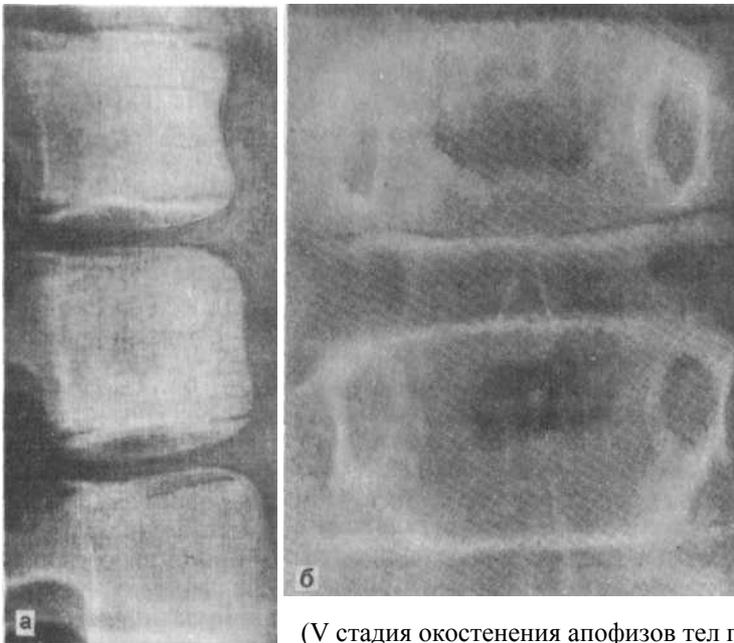


Рис. 16. Рентгеновское изображение синостоziрования апофизов тел позвонков.

Рентгеноанатомическая картина. В обеих стандартных проекциях (задней и боковой) рентгеновское изображение грудного и поясничного отделов позвоночника в основном идентично изображению их у взрослых. Отличие представляет лишь отображение процесса синостоziрования апофизов тел позвонков. Начальная стадия их синостоziрования (или IV стадия окостенения апофизов тел позвонков) характеризуется отсутствием полоски просветления между телом позвонка и полностью окостеневшим апофизом в центральной части боковой поверхности тела (на рентгенограмме в боковой проекции), а также в центральной части передней его поверхности (на рентгенограмме в задней проекции). В заключительной стадии синостоziрования

(V стадия окостенения апофизов тел позвонков) полоски просветления между телом позвонка и его апофизом выявляются только у боковых краев тела на задней рентгенограмме и у переднего и заднего его краев на рентгенограмме в боковой проекции. Рис. 16 иллюстрирует рентгенологическую картину различных стадий синостоziрования апофизов тел позвонков. Рис. 16, а — рентгенограмма поясничного отдела позвоночника в боковой проекции. У верхнего из представленных на этом рисунке позвонков полоска просветления между телом и его апофизом выявляется почти на всем протяжении, кроме центрального отдела боковой поверхности тела позвонка — начальная фаза синостоziрования (IV стадия окостенения апофиза).

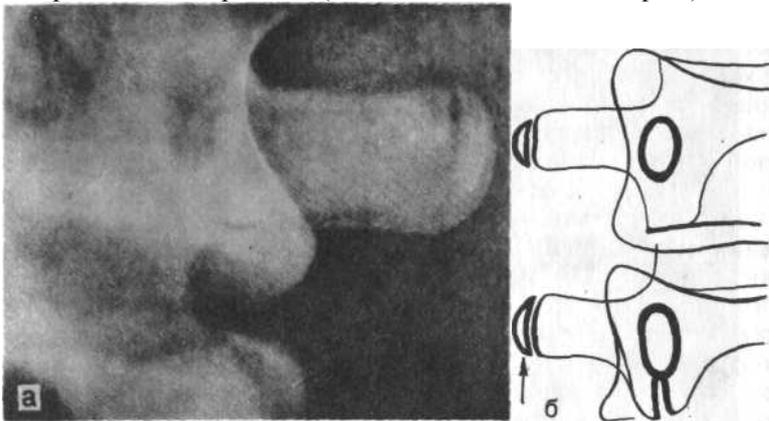


Рис. 17. Ядро окостенения конца поперечного отростка поясничного позвонка.

У среднего позвонка эта полоска сохранилась только у переднего и заднего краев тела — заключительная фаза синостоziрования (V стадия окостенения апофизов тел позвонков). Рис. 16, б и в — рентгенограмма и скиаграмма с нее в задней проекции также поясничного отдела позвоночника. Верхний позвонок — слияние апофиза с телом произошло только в центральной

части передней поверхности (1). Нижний позвонок — почти полное синостоziрование апофиза, кроме боковых краев передней поверхности, где еще прослеживаются короткие полоски просветления ростковой зоны (2). На рентгенограмме поясничного отдела позвоночника, произведенной в задней проекции, могут быть видны ядра окостенения концов поперечных отростков (рис. 17, а и б), имеющие серповидную форму и отделенные от тела отростка узкой, равномерной по ширине полоской просветления.

Рентгеноанатомическому анализу доступен весь комплекс рентгенологических показателей анатомического строения грудного и поясничного отделов позвоночного столба и входящих в их состав позвонков. Критерии их нормы такие же, как у взрослых.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Повод для проведения дифференциальной диагностики может представить одна деталь возрастной рентгеноанатомической картины, а именно — ядра окостенения концов поперечных отростков позвонков поясничного отдела позвоночника, имеющие некоторое сходство с рентгеновским изображением перелома этих отростков. Отличить ядро окостенения поперечного отростка от перелома последнего позволяют следующие различия их рентгеновского изображения. Полоска просветления, разделяющая тело поперечного отростка и ядро окостенения его конца, имеет равномерную ширину и ограничена с обеих сторон замыкающими пластинками. Краниальный и каудальный края основания ядра окостенения располагаются либо на одном уровне с соответствующими краями тела поперечного отростка, либо кнутри от них. Линия перелома, как правило, имеет неравномерную ширину и неровные края без замыкающих пластинок. Перелом поперечных отростков позвонков поясничного отдела позвоночника обычно сопровождается смещением периферического фрагмента, поэтому один из его краев (каудальный или краниальный в зависимости от направления смещения) располагается выше или ниже одноименного края тела поперечного отростка.

КРЕСТЦОВЫЙ ОТДЕЛ ПОЗВОНОЧНИКА

Анатомическое строение крестца в наибольшей степени отличается от строения других отделов позвоночника. Входящие в его состав пять позвонков не разделены между собой межпозвонковыми дисками, суставными щелями дугоотростчатых суставов и т.п., а представляют единое костное образование. Передний отдел крестца образован конкресцированными телами позвонков, задний — также конкресцированными пластинками дуг, суставными и остистыми отростками. Поперечные отростки крестцовых позвонков значительно более длинные и широкие, чем у позвонков других отделов позвоночника, также конкресцированы и в комплексе образуют правую и левую боковые массы кре-

стца. Верхние части обращенных к подвздошным костям поверхностей боковых масс шероховатые, в нижних их отделах имеются покрытые гиалиновым хрящом плоские суставные поверхности, образующие вместе с суставными поверхностями крыльев подвздошных костей крестцово-подвздошные сочленения. Суставные отростки — верхние — имеются только у S_1 . Размеры их, а также пространственное положение суставных поверхностей весьма переменны.

На рентгенограммах, произведенных в двух стандартных проекциях (задней и боковой), возможна оценка следующих рентгенологических показателей анатомического строения крестца после окончания его постнатального формирования.

Рентгенограмма в боковой проекции. Пространственное положение крестца в сагиттальной плоскости характеризуется величиной угла, образуемого при пересечении двух линий, одна из которых проводится касательно к задней поверхности тел L_4 — L_5 , вторая — касательно к задней поверхности тел крестцовых позвонков. При анализе формы, контуров и структуры переднего отдела — тела крестца — оценивается также рентгенологическая его целостность. Последняя подлежит рентгеноанатомическому анализу в связи с тем, что неслияние между собой тел крестцовых позвонков является рентгенологическим признаком одного из видов аномалии развития этого отдела позвоночника, обозначаемого термином «сегментированный крестец». При анализе формы контуров и структуры заднего отдела крестца особого внимания заслуживают анатомические соотношения между телами L_5 и S_1 . Критерием их правильности является расположение на одном уровне каудального края задней поверхности тела L_5 и краниального края задней поверхности тела S_1 . Кроме того, анализируются анатомические соотношения в пояснично-крестцовых суставах при варианте расположения их суставных щелей в плоскости, близкой к фронтальной. Критерии их правильности аналогичны описанными при изложении нормальной рентгеноанатомии грудного и поясничного отделов позвоночника.

Рентгенограмма в задней проекции. Число и вид показателей анатомического строения крестца зависят от варианта пространственного его положения в сагиттальной плоскости. *Дугообразный крестец.* При анализе формы, контуров и структуры боковых масс крестца специально оцениваются вертикальные и поперечные размеры боковых масс крестца и вертикальные размеры правого и левого поясничных отростков. Эти показатели подлежат рентгеноанатомическому анализу на том основании, что различие названных размеров правой и левой боковой массы и правого и левого поясничных отростков является рентгенологическим признаком аномалии развития — продольной или поперечной гипоплазии одной из половин крестца или одного из поясничных отростков. Рентгенометрия высоты поясничных отростков и вертикального размера боковых масс крестца правомерна независимо от строгости соблюдения правильной укладки при производстве рентгенограммы. Поперечные размеры боковых масс подлежат сравнительному анализу только при отсутствии рентгенологических признаков ротации таза. Вертикальный размер каждой из боковых масс крестца измеряется от соответствующего бокового края крестцово-копчикового сустава до наиболее выпуклой части верхней поверхности боковой массы. Поперечный размер каждой из боковых масс измеряется на уровне максимальной выпуклости бокового края от его контура до боковой поверхности тела соответствующего позвонка. За вертикальный размер поясничных отростков принимается величина расстояния от верхней поверхности боковой массы крестца у основания отростка до верхушки последнего. Рентгенологическая целостность дуг крестцовых позвонков подлежит анализу по той же причине, что и рентгенологическая целостность переднего отдела крестца, т. е. для исключения аномалии развития, а именно диспластической *spinae bifidae posterioris*. При оценке анатомических соотношений в крестцово-подвздошных сочленениях критериями их правильности в принципе являются равномерная высота рентгеновской суставной щели и расположение на одном уровне нижних концов сочленяющихся суставных поверхностей. Следует, однако, отметить, что рентгеновские суставные щели этих суставов хорошо прослеживаются на рентгенограммах, произведенных в задней проекции, только при достаточно редком расположении суставной щели в сагиттальной или почти в сагиттальной плоскости. В большинстве же случаев суставная щель имеет косое направление, в связи с чем для изучения состояния крестцово-подвздошных сочленений производится рентгенография в задней проекции, но при повороте таза в сторону, противоположную исследуемому суставу, — на 15 — 20° (при исследовании левого крестцово-подвздошного сустава таз на указанную величину ротируется вправо, при исследовании правого сочленения — влево). В связи с названными обстоятельствами основным показателем правильности анатомических соотношений в крестцово-подвздошных сочленениях является расположение на одном уровне нижних краев сочленяющихся суставных поверхностей (на рентгенограмме в стандартной задней проекции). При остром крестце исключается возможность оценки формы и структуры тел и боковых масс трех нижних крестцовых позвонков.

Описание нормальной возрастной рентгеноанатомии приводится для относительно продолжительных возрастных периодов, что связано со сравнительно небольшой ее изменчивостью в процессе постнатального формирования данного отдела позвоночника.

ВОЗРАСТ ОТ 1 МЕС ДО $3\frac{1}{2}$ ЛЕТ

В течение этого возрастного периода крестцовый отдел позвоночника в общем сохраняет анатомическое строение, характерное для конца внутриутробного развития. Крестец состоит из пяти отдельных позвонков, каждый из которых имеет тело, дугу, верхние и нижние суставные отростки и имеющие форму боковых масс поперечные отростки. Хрящевое строение в это время имеют около $\frac{1}{2}$ вертикального и сагиттального размеров тел позвонков, латеральные и — в меньшей степени — краниальные и каудальные части боковых масс, концы остистых и верхушки суставных отростков, центральные ростковые зоны дуг и ростковые зоны, расположенные между телами крестцовых позвонков и их боковыми массами. На протяжении первых 3 — $3\frac{1}{2}$ лет после рождения происходит только увеличение размеров и относительно небольшое увеличение степени оссифицированности тел и остальных частей крестцовых позвонков.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в боковой проекции. Крестцовый отдел позвоночника представлен пятью отдельными позвонками, разделенными относительно широкими полосами просветления. Тело S_1 имеет форму трапеции с большим основанием, обращенным краниально (рис. 18, а).

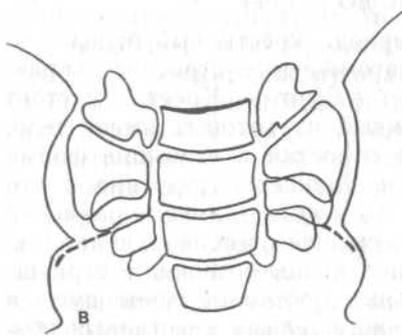
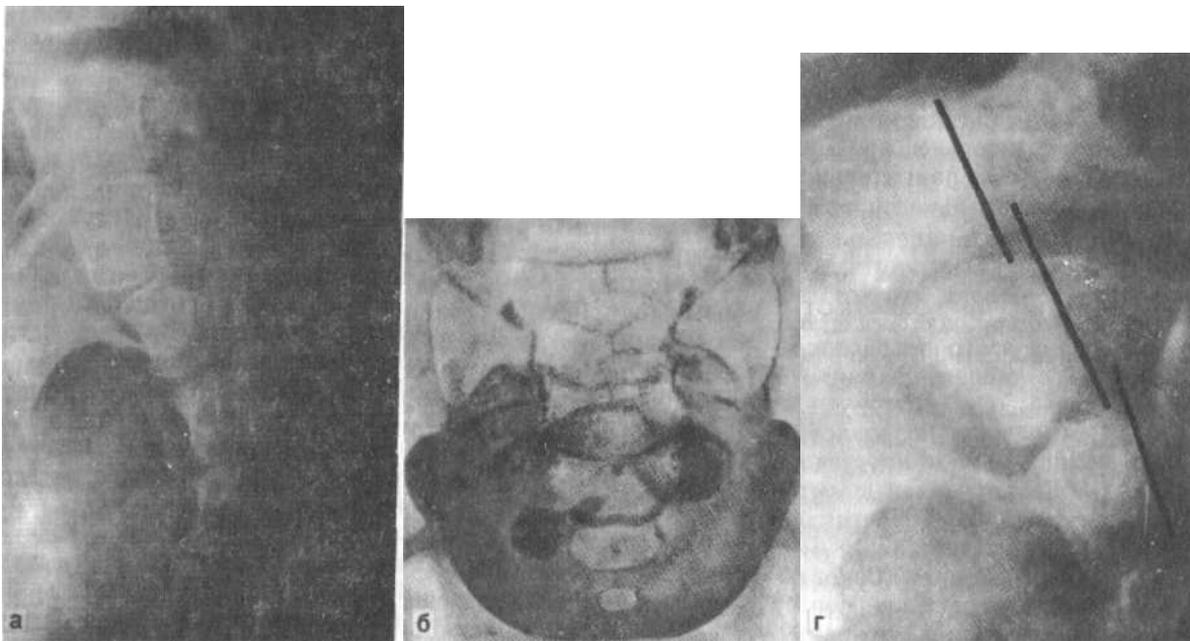


Рис. 18. Боковая и задняя рентгенограммы (а, б) и скиаграмма (в) крестца. Рентгеноанатомическая норма возрастного периода от 1 мес до 3 $\frac{1}{2}$ лет. Рентгенологическая картина нестабильности крестцовых позвонков

Форма тел остальных крестцовых позвонков может быть определена как неправильно прямоугольная с отчетливым преобладанием вертикального размера над сагиттальным. Краниальная, каудальная и дорсальная поверхности тел S_2 — S_5 незначительно выпуклые, вентральные поверхности — наоборот, незначительно вогнутые. На фоне тел позвонков прослеживаются изображения боковых масс, имеющие форму неправильных овалов с четкими несколько склерозированными контурами.

Высота полос просветления, разделяющих тела крестцовых позвонков, относится к высоте последних как 1:3 — 1:3,5. Форма этих полос просветления имеет сходство с двояковогнутой линзой. Ножки дуг позвонков очень короткие, так что изображение верхних и нижних суставных отростков почти вплотную примыкает к задней поверхности тел позвонков. Между верхушками суставных отростков смежных позвонков видны относительно широкие промежутки, не имеющие сходства с обычным видом рентгеновской суставной щели дугоотростчатых суставов. Остистые отростки крестцовых позвонков короткие, длина их равняется примерно $\frac{1}{3}$ сагиттального размера дуги (вместе с изображением суставных отростков).

Рентгенограмма в задней проекции. Прослеживаются тела всех пяти крестцовых позвонков, независимо от особенностей пространственного положения крестца в сагиттальной плоскости. Фронтальный размер их отчетливо превышает вертикальный. Боковые и краниальная поверхности тел вогнутые, каудальная поверхность выпуклая. Между телами позвонков отчетливо видны узкие дугообразные полоски пониженной оптической плотности с четкими ровными контурами. Полоски просветления, также дугообразные с выпуклостью, обращенной медиально, выявляются между боковыми поверхностями тел позвонков и их боковыми массами (см. рис. 18, б, в). Горизонтальными полосками просветления разделены и боковые массы смежных позвонков. Дуги крестцовых позвонков имеют форму двух вытянутых по горизонтали прямоугольников, между центральными концами которых видна узкая полоска просветления. Изображения оснований остистых отростков отсутствуют. Поперечный размер правой и левой боковых масс S_2 значительно превышает поперечный размер боковых масс S_1 и S_3 вследствие чего боковые контуры крестца в целом не дугообразные, как у взрослых, а ступенчатые. Боковые массы крестцовых позвонков отделены от медиального контура крыльев подвздошных костей широкими промежутками, ширина которых равняется приблизительно $\frac{1}{4}$ поперечного размера боковой массы S_2 .

Структура тел и дуг и боковых масс позвонков на рентгенограммах в обеих стандартных проекциях равномерно мелкоячеистая без признаков функциональной оформленности.

Рентгенологические показатели анатомического строения крестцового отдела позвоночника, доступные для анализа. На рентгенограмме в боковой проекции можно оценить пространственное положение крестца в сагиттальной плоскости, форму, контуры и структуру оссифицированной части тел позвонков, суставных отростков и ножек дуг, а также анатомические соотношения между телами позвонков и в пояснично-крестцовых суставах (образуемых суставными отростками L_5 и S_1). Критерием правильности анатомических соотношений между телами крестцовых позвонков является расположение на одном уровне краев задних поверхностей тел смежных позвонков. Показатель этот подлежит рентгеноанатомическому анализу на том основании, что наличие нестабильности крестцовых позвонков (т. е. нарушения анатомических соотношений между их телами) является достоверным рентгенологическим признаком одного из видов аномалии развития этого отдела позвоночника — сегментированного крестца (см. рис. 18, г), позволяющим поставить соответствующий диагноз до истечения возрастных сроков слияния крестцовых позвонков.

Невозможна оценка в этот возрастной период истинных формы, размеров и контуров тел крестцовых позвонков.

На рентгенограмме в задней проекции могут быть оценены форма, размер и контуры оссифицированной части тел позвонков, дуг и боковых масс, структура боковых масс S_1 и S_2 , а также соотношения в крестцово-подвздошных сочленениях. В связи с неполной оссифицированностью боковых масс крестцовых позвонков рентгеновские суставные щели крестцово-подвздошных сочленений в этот возрастной период прослеживаются и на рентгенограммах, произведенных в задней проекции. Однако из-за отмеченной выше значительной разницы размеров боковых масс S_2 и S_3 высота рентгеновской суставной щели этих суставов имеет неравномерную ширину и в норме. Не может быть использован для оценки анатомических соотношений в крестцово-подвздошных сочленениях и второй рентгенологический критерий нормы, а именно расположение на одном уровне нижних краев сочленяющихся суставных поверхностей, так как последние на рентгенограммах не отображаются. В связи с названными обстоятельствами, показателем правильности анатомических соотношений в разбираемых сочленениях у детей данной возрастной группы является непрерывность дугообразной линии, проведенной касательно к нижней поверхности боковых масс S_3 и нижнемедиальной поверхности крыльев подвздошных костей (см. рис. 18, в). Невозможна оценка в этот возрастной период истинных размеров, формы и контуров боковых масс и тел крестцовых позвонков.

ВОЗРАСТ 4—7 ЛЕТ

Данный возрастной период характеризуется тремя основными проявлениями энхондрального костеобразования, которые называются в порядке последовательности их возрастных сроков. Синостозируют ростковые зоны между телами и боковыми массами крестцовых позвонков (в возрасте $4\frac{1}{2}$ —6) лет. Происходит слияние двух половинок дуг позвонков (в возрасте 6—7 лет, за исключением дуги S_1 синостоз центральной ростковой зоны которой наступает позже — в 11—12 лет). Заканчивается окостенение хрящевых моделей тел позвонков (примерно к 7 годам). Кроме этих основных процессов, значительно увеличивается степень оссифицированности боковых масс, суставных и остистых отростков крестцовых позвонков. Хрящевое строение к 7-летнему возрасту сохраняют апофизы тел позвонков, краевые отделы боковых масс, а также концы остистых и суставных отростков.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в боковой проекции. Форма и размеры тел крестцовых позвонков полностью (или почти полностью в начале данного возрастного периода) соответствуют форме и размерам хрящевых моделей. Контуров их краниальной и каудальной поверхностей прямолинейные, вентральной и дорсальной поверхностей — такие же, как и у детей предыдущей возрастной группы. Разделяющие тела смежных позвонков полосы пониженной оптической плотности прослеживаются на всем протяжении крестцового отдела позвоночника, высота их невелика — не более 2—2,5 мм. Изображение ножек дуг, суставных и остистых отростков позвонков идентично тому, что было описано в предыдущем разделе, за исключением значительно меньшей величины промежутков между верхушками смежных суставных отростков.

Рентгенограмма в задней проекции. Краниальная и каудальная границы тел крестцовых позвонков, особенно S_4 и S_5 , прослеживаются с трудом, что связано со значительным уменьшением высоты межпозвоночных пространств. Тела и боковые массы позвонков представляют единое целое. Горизонтальные полосы просветления между боковыми массами смежных позвонков не выявляются, сохраняющаяся еще их рентгенологическая разъединенность проявляется только наличием у каждой из них замыкающих пластинок краниальной и каудальной поверхностей. Соотношение между поперечными размерами боковых масс S_2 и остальных позвонков крестцового отдела позвоночника соответствует таковому у взрослых, общий контур боковых отделов крестца плавно дугообразный (с выпуклостью, обращенной в латеральном направлении). В начале возрастного периода прослеживаются различные стадии слияния дуг крестцовых позвонков, у детей $6\frac{1}{2}$ —7 лет центральная ростковая зона дуг выявляется только у S_1 и в отдельных случаях — у S_2 .

Рентгенологические показатели анатомического строения крестцового отдела позвоночника, доступные для анализа. Анализ рентгенограммы в боковой проекции позволяет оценить: пространственное положение крестца в сагиттальной плоскости; форму, размеры, контуры и структуру оссифицированной части тел позвонков, ножек дуг, суставных и остистых отростков, а также анатомические соотношения между телами позвонков и в пояснично-крестцовых суставах (при варианте пространственного положения суставных щелей последних в плоскости, близкой к фронтальной). Невозможна оценка истинных размеров и контуров суставных и остистых отростков.

На рентгенограмме в задней проекции могут быть оценены: форма, размеры и контуры боковых масс крестцовых позвонков и структура тел и боковых масс S_1 и S_2 , а также анатомические соотношения в крестцово-подвздошных сочленениях. В качестве критерия правильности анатомических соотношений в этих сочленениях, помимо описанного выше показателя (см. рис. 18, г), может быть также использована и равномерность высоты рентгеновской суставной щели, т. е. величина промежутка между латеральным контуром боковых масс S_2 — S_3 и нижнемедиальным контуром крыла подвздошной кости.

Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка у детей 6 лет является отсутствие на рентгенограммах, произведенных в задней проекции, рентгенологической разъединенности тел и боковых масс крестцовых позвонков, у детей 7 лет — отсутствие рентгенологической разъединенности половинок дуг крестцовых позвонков, кроме S_1 .

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Физиологическая возрастная spina bifida posterior S_1 и иногда S_2 может быть расценена на фоне рентгенологической целостности дуг остальных позвонков как аномалия развития. Рентгенологические различия физиологической и диспластической spinae bifidae posterioris были изложены при описании нормальной рентгеноанатомии грудного и поясничного отделов.

ВОЗРАСТ ОТ 8 ДО 12 ЛЕТ

На протяжении этого возрастного периода заканчивается, по сути, постнатальное формирование крестцового отдела позвоночника. Окостеневают апофизы тел позвонков, заканчивается оссификация боковых масс, суставных и остистых отростков. Вслед за тем начинается процесс синостозирования тел и боковых масс отдельных позвонков, и к 11—12 годам крестец превращается в единое костное образование. К этому же возрасту синостозируют и половинки дуги S_1 . Хрящевое строение к 13-летнему возрасту сохраняют только апофизы боковой массы S_1 .

Рентгеноанатомическая картина. Описание рентгеноанатомической картины приводится с указанием основных особенностей, характерных для разных стадий синостозирования крестцовых позвонков.

Начальная стадия — окостенение апофизов тел позвонков, которое происходит в возрастные сроки 8—9 лет. Рентгеновское изображение крестцового отдела позвоночника в целом аналогично тому, которое было описано в предыдущем разделе. Отличие заключается только в том, что на рентгенограммах, произведенных в боковой проекции, у каудальных поверхностей тел позвонков прослеживаются ядра оссификации их апофизов (рис. 19, а, б). Мы хотим обратить внимание на то обстоятельство, что, как видно на представленных рисунках, самостоятельные точки окостенения имеют апофизы тел не только крестцовых, но и копчиковых позвонков.

Процесс синостозирования тел и боковых масс позвонков наступает в возрастные сроки 10—11 лет. На рентгенограмме в боковой проекции полосы просветления между телами и суставными отростками смежных позвонков уже не выявляются. Незавершенный процесс слияния этих костных образований проявляется в рентгеновском изображении сохранением замыкающих пластинок краниальных и каудальных поверхностей тел позвонков и замыкающих пластинок суставных отростков. На рентгенограмме в задней проекции тела отдельных крестцовых позвонков не дифференцируются. Могут выявляться краниальные и каудальные замыкающие пластинки боковых масс. В остальном рентгеновское изображение крестцового отдела позвоночника в обеих стандартных проекциях (кроме физиологической возрастной *spinae bifidae posterioris S₁*) соответствует изображению его у взрослых.

Рентгенологические показатели анатомического строения, доступные для анализа. В начальной стадии слияния крестцовых позвонков (окостенение апофизов их тел) эти показатели аналогичны тем, которые перечислялись при описании рентгеноанатомии возрастного периода от 5 до 7 лет. У детей 11—12 лет рентгеноанатомическому анализу доступен весь комплекс рентгенологических показателей анатомического строения крестцового отдела позвоночника.

Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка у детей 8—9 лет является наличие точек окостенения апофизов тел позвонков, у детей 10—11 лет — отсутствие полосок просветления между телами крестцовых позвонков на рентгенограммах, произведенных в боковой проекции, у детей 12 лет — отсутствие каких-либо границ между крестцовыми позвонками и рентгенологическая целостность дуги S₁.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Точки окостенения апофизов тел крестцовых (и копчиковых) позвонков могут симулировать наличие травматического повреждения или деструктивного процесса, особенно если они выявляются в апофизах тел только одного-двух позвонков.

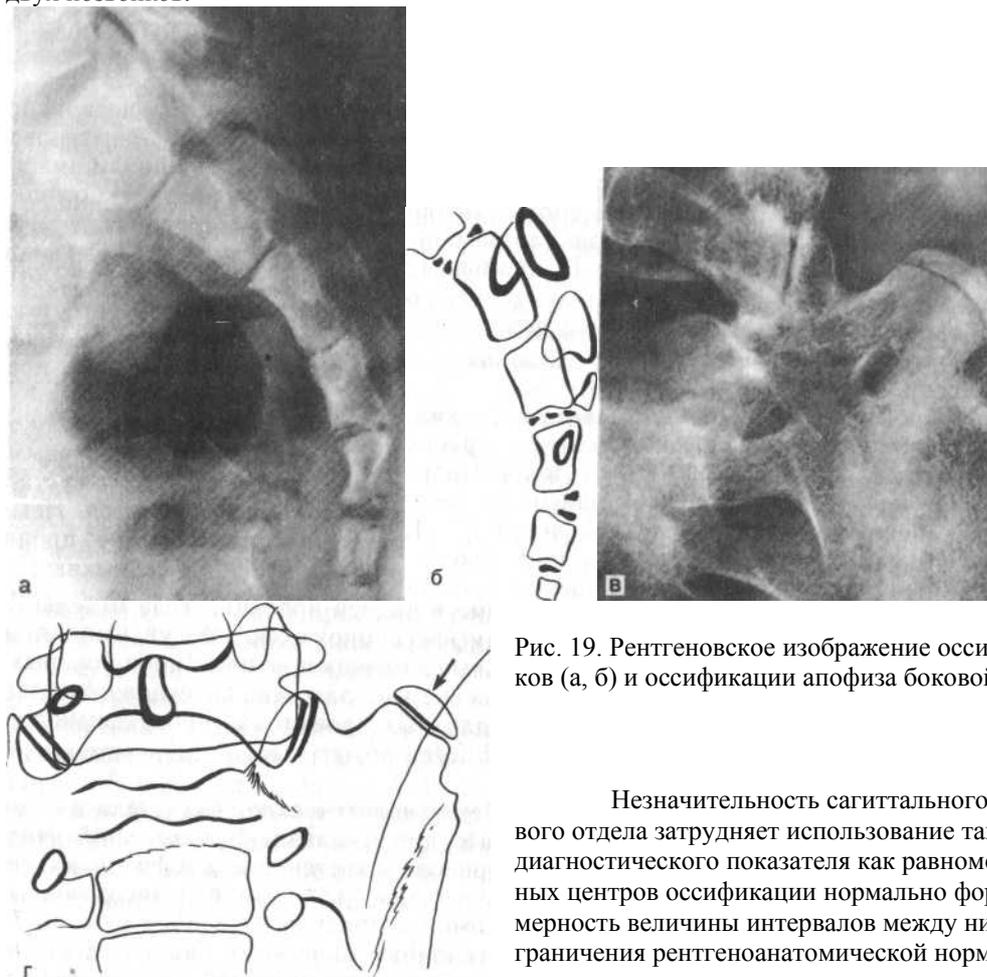


Рис. 19. Рентгеновское изображение оссификации тел крестцовых позвонков (а, б) и оссификации апофиза боковой массы S₁ (в, г).

Незначительность сагиттального размера тел позвонков крестцового отдела затрудняет использование такого дифференциально-диагностического показателя как равномерность протяженности отдельных центров оссификации нормально формирующихся апофизов и равномерность величины интервалов между ними. Опорным пунктом для разграничения рентгеноанатомической нормы и названных патологических состояний может служить то, что отрывные переломы и деструктивные процессы сопровождаются нарушением целостности ровной и непрерывной в норме замыкающей пластинки каудальной поверхности тел позвонков.

ВОЗРАСТ 13—15 ЛЕТ

Постнатальное формирование крестцового отдела позвоночника к началу этого возрастного периода в принципе может считаться завершенным. Единственное проявление энхондрального костеобразовательного процесса в возрасте 13—15 лет заключается в окостенении апофиза боковой массы S_1 располагающегося у верхнелатерального ее угла.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгеновское изображение крестцового отдела позвоночника на боковой рентгенограмме полностью идентично изображению его у взрослых, соответственно этому идентичны и доступные для анализа рентгенологические показатели анатомического строения.

Рентгеноанатомическая картина крестца на рентгенограммах, произведенных в задней проекции, также идентична таковой у взрослых. Отличие представляет только отображение процесса оссификации названного апофиза. Форма и размеры ядра окостенения апофиза боковой массы S_1 непостоянны. На рис. 19, в и г представлен один из возможных вариантов. Ядро окостенения располагается у верхней части латеральной поверхности боковой массы S_1 и отделено от нее узкой равномерной полоской просветления. По форме оно напоминает сильно вытянутый прямоугольник с несколько закругленным наружным контуром. Данное положение и форма ядра окостенения апофиза боковой массы S_1 являются более характерными для случаев некоторого отклонения от среднего варианта нормы анатомического строения крестца, заключающегося в неполном слиянии самых латеральных отделов боковых масс $S_1 S_2$. При полном их слиянии апофиз чаще имеет меньшую протяженность и высоту и располагается в области латерального угла боковой массы S_n , как бы слегка срезанного и имеющего прямолинейный контур. Синостозирование апофиза происходит в возрасте примерно 16 лет.

При недостаточном знакомстве с возрастной нормальной рентгеноанатомией и соответствующем анамнезе ядро окостенения разбираемого апофиза может вызвать подозрение на наличие перелома боковой массы крестца. Дифференциальная диагностика основывается на следующих рентгенологических различиях. Полоска просветления ростковой зоны у основания нормально формирующегося апофиза имеет равномерную ширину и ровные контуры. Края основания ядра окостенения апофиза располагаются либо на одном уровне с краями прямолинейного контура боковой массы S_1 , либо внутри от них на одинаковом расстоянии. Ширина линии перелома, как правило, неравномерна, контуры неровные. Ввиду смещения отломка выявляется уступообразная деформация верхнего контура боковой массы S_1 .

Глава 3

НОРМАЛЬНАЯ РЕНТГЕНОАТОМИЯ ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА И ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Формирование плечевого пояса и сегментов верхней конечности происходит с той же последовательностью протекания процессов оссификации, которая была изложена в 1-й главе книги. Анатомическая и рентгеноанатомическая характеристики этапов энхондрального костеобразования в принципе общие для всех сегментов верхней конечности. Вместе с тем формирование отдельных костей и суставов имеет свои отличия, связанные как с различием анатомических образований, окостеневающих в постнатальном периоде развития, так и с некоторым различием сроков начала оссификации апофизов и наступления синостоза их ростковых зон, поэтому нормальная рентгеноанатомия в возрастном аспекте излагается отдельно для плечевого пояса и плечевого сустава, для локтевого сустава и для лучезапястного сустава и кисти. Описание особенностей рентгеновского изображения названных отделов верхней конечности разбито по возрастным срокам не только начала и конца отдельных этапов энхондрального костеобразования, но и по возрастным срокам значимых изменений рентгеноанатомической картины, наблюдающихся на протяжении каждого из этих этапов. Структура изложения материала та же, что и во 2-й главе. Помимо описания рентгеноанатомической картины, отмечаются показатели анатомического строения сегментов верхней конечности, доступные для анализа в том или ином возрастном периоде; отмечаются детали нормальной возрастной рентгеноанатомии, которые могут имитировать проявления травматических повреждений и патологических процессов, и излагаются опорные пункты дифференциальной диагностики. Приводятся также показатели соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка.

ПЛЕЧЕВОЙ ПОЯС И ПЛЕЧЕВОЙ СУСТАВ

В состав плечевого пояса, как известно, входят ключица и лопатка. Анатомическое строение ключицы достаточно простое — длинное S-образно изогнутое во фронтальной и сагиттальной плоскостях тело и два конца — акромиальный и грудинный. Первым из них ключица сочленяется с акромиальным отростком лопатки, вторым — с ключичной вырезкой грудины. Форма лопатки значительно более сложная. Основная ее часть — тело — плоское, с умеренной выгнутостью в дорсальном направлении имеет форму треугольника с основанием, обращенным краниально. Латеральный край тела лопатки значительно толще остальных его отделов. В верхней его части находятся шейка и суставная ямка лопатки. Выше и ниже суставной ямки на латеральном крае тела лопатки имеются под- и надсуставной бугорки. От верхней части тела лопатки отходят два отростка. Акромиальный отросток длинный и относительно прямой, направлен латерально, кверху и несколько вентрально. На конце его имеется суставная поверхность для сочленения с акромиальным концом ключицы. Второй отросток — клювовидный, отходящий от тела лопатки вертикально вверх, изогнут в средней своей части почти под прямым углом так, что верхняя его часть расположена почти горизонтально в направлении несколько кзади и латерально. На задней поверхности тела лопатки имеется узкий гребень, переходящий в латеральном направлении в основание акромиального отростка.

Плечевой сустав образуют суставная ямка лопатки и головка плечевой кости. Последняя имеет два бугорка — большой и малый, являющихся внутрисуставными образованиями. Головка плечевой кости отделена от ее тела слабо выраженной анатомической шейкой, несколько ниже которой находится хирургическая шейка. На латерально-задней поверхности проксимальной $1/3$ плечевой кости имеется относительно плоская дельтовидная бугристость.

В силу различия пространственных положений и оптических плотностей перечисленных костей не удается получить удовлетворительное изображение всего плечевого пояса и плечевого сустава на одной рентгенограмме. Рентгенография их производится раздельно.

Плечевой сустав. Рентгенография производится в трех основных проекциях — двух задних, из которых одна выполняется при пронации предплечья, вторая — при его супинации, и в аксиальной проекции. На рентгенограммах, произведенных в этих проекциях, возможна оценка следующих показателей анатомического строения компонентов плечевого сустава после окончания их постнатального формирования: форма, размеры, контуры и структура головки и проксимальной трети тела плечевой кости, суставной ямки лопатки, акромиального отростка и латеральной трети ключицы; структура и контур верхней части латерального края тела лопатки, а также горизонтальной части и места изгиба клювовидного отростка этой кости; анатомические соотношения в плечевом суставе. Критерием правильности соотношений лопатки и плечевой кости на рентгенограммах, произведенных в задней проекции, является проецирование ниже-медиального квадранта головки плечевой кости, выше нижнего края суставной ямки лопатки [Майкова-Строганова В. С, Рохлин Д. Г., 1957]. На рентгенограмме, произведенной в аксиальной проекции, показателем правильности анатомических соотношений служит расположение переднего края суставной ямки лопатки на уровне границы передней и средней трети суставной поверхности головки плечевой кости. Форма суставной щели акромиально-ключичного сустава непостоянна, поэтому для оценки анатомических соотношений в нем не может быть использован такой универсальный показатель, как равномерность высоты рентгеновской суставной щели. Критерием правильности соотношений в этом суставе служит расположение на одном уровне нижних краев суставных поверхностей акромиального отростка и акромиального конца ключицы.

Лопатка. Рентгенография производится в задней и боковой проекциях. На рентгенограммах, произведенных в названных проекциях, для анализа доступны следующие показатели анатомического строения полностью сформированной лопатки. Прежде всего подлежат рентгеноанатомическому анализу особенности пространственного ее положения на том основании, что различные виды отклонения лопатки от нормального положения входят в состав рентгенологических симптомокомплексов ряда заболеваний опорно-двигательного аппарата (последствия полиомиелита, болезнь Шпрангеля, крыловидная лопатка и др.). Показателями нормы пространственного положения лопатки являются: расположение нижнего угла на уровне заднего отдела VII ребра; расположение медиального угла на расстоянии примерно 4 см от соответствующих боковых поверхностей тел позвонков; величина угла, образующегося при пересечении линий, проведенных через гребень лопатки и касательно к боковым поверхностям тел позвонков, равная 80—85°. Кроме того, подлежат оценке форма, размеры, контуры и структура тела, акромиального отростка и суставной ямки лопатки, а также контуры и структура горизонтальной части и колена клювовидного отростка. Одним из критериев оценки при этом является прямолинейность и непрерывность линий, образующих так называемую «фигуру перекреста» [Майкова-Строганова В. С, Рохлин Д. Г., 1957]. Образуют ее две склерозированные линии, одна из которых направлена сверху и медиально вниз и латерально, другая — в противоположном направлении под углом примерно 20—25° к первой. Анатомическим субстратом фигуры перекреста является отображение основания гребня лопатки. Диагностическая значимость состояния фигуры перекреста заключается в том, что нарушение непрерывности и ступенеобразная деформация одной или обеих образующих ее линий являются рентгенологическими признаками перелома тела лопатки и основания акромиального отростка.

Грудино-ключичное сочленение и медиальная часть ключицы. Рентгенография, как правило, производится только в одной проекции — передней, при отклонении тела больного со стороны исследуемого сустава от поверхности снимочного стола примерно на 10—15° (для исключения проекционного наложения позвоночного столба). Рентгенограмма в данной проекции обеспечивает оценку формы, размеров, контуров и структуры грудинного конца ключицы и анатомических соотношений в грудино-ключичном сочленении во фронтальной плоскости. Вертикальный размер грудинного конца ключицы значительно больше соответствующего размера ключичной вырезки грудины, причем разность этих размеров колеблется в достаточно больших пределах. В связи с этим показателем правильности анатомических соотношений в грудино-ключичном сочленении является в первую очередь прослеживаемость его рентгеновской суставной щели (на уровне нижней и медиальной поверхности конца ключицы), а также высота ее горизонтальной части не более 2 мм.

Описание нормальной рентгеноанатомии каждого из возрастных периодов приводится одновременно для плечевого пояса и плечевого сустава.

ВОЗРАСТ ДО 1 ГОДА

Ключица, лопатка и проксимальный конец плечевой кости сохраняют в общих чертах степень оссифицированности, достигнутую к концу внутриутробного развития. К моменту рождения ребенка хрящевое строение имеют следующие части этих костей: оба конца ключицы, края тела лопатки и края ее суставной ямки; конец акромиального отростка лопатки и полностью горизонтальная часть клювовидного отростка; ростковая зона у основания клювовидного отростка лопатки; головка и медиальный отдел метафиза плечевой кости, дельтовидная бугристость. На протяжении первого года жизни происходит увеличение размеров ключицы, лопатки и проксимального отдела плечевой кости и незначительное увеличение степени оссифицированности хрящевых их частей.



Рис. 20. Плечевой сустав в задней проекции. Возраст до 1 года.

Рентгеноанатомическая картина. Ключица короткая, грудинный ее конец располагается на уровне латерального края ключичной вырезки грудины, акромиальный — на уровне латерального края суставной ямки лопатки. Контуры тела лопатки ровные, подсуставной и надсуставной бугорки не выражены, углы тела лопатки, особенно нижний, закругленные. Суставная ямка лопатки плоская, очерчена только одним прямолинейным контуром (рис. 20). Фигура перекреста не выявляется. Акромиальный отросток лопатки короткий, конец его плавно закруглен, располагается на одном уровне с медиальным краем метафиза плечевой кости (у взрослых конец акромиального отростка достигает примерно середины головки плечевой кости). Конец акромиального отростка и акромиальный конец ключицы разделяет широкий промежуток, равный высоте акромиального отростка. Клювовидный отросток лопатки отображается в виде костного образования округлой формы, окруженного тонкой замыкающей пластинкой, диаметром приблизительно 1 см. Между нижней его поверхностью и верхним краем лопатки прослеживается узкая полоска просветления. Плечевая кость представлена только проксимальным метадиафизом, головка ее не выявляется. Проксимальная часть метафиза плечевой кости имеет форму конуса с закругленной вершиной. У верхнего его контура видна относительно широкая полоса склероза зоны препараторного обызвествления метаэпифизарной ростковой зоны. Проксимальный конец метафиза плечевой кости отделен от суставной впадины лопатки широким промежутком, оптическая плотность которого соответствует оптической плотности мягких тканей. Контуры проксимальной трети тела плечевой кости ровные, дельтовидная бугристость не выражена. Структура выявляющихся на рентгенограмме оссифицированных частей ключицы, лопатки и плечевой кости равномерно мелкоячеистая без признаков функциональной оформленности.

Рентгенологические показатели анатомического строения костей плечевого пояса и плечевого сустава, доступные для анализа. Число таких показателей невелико. К ним относятся пространственное положение лопатки; форма, контуры и структура проксимального метадиафиза плечевой кости, тела ключицы, костной части тела лопатки, ее отростков и суставной ямки; состояние зоны препараторного обызвествления метаэпифизарной ростковой зоны плечевой кости. Диагностическая значимость последнего показателя обусловлена тем, что одним из рентгенологических признаков рахита является уменьшение ширины и неоднородность структуры зон препараторного обызвествления. Невозможна оценка в этот возрастной период истинных размеров, формы и контуров концов ключицы, тела, суставной ямки и отростков лопатки, головки плечевой кости, а также анатомических соотношений в акромиально-ключичном суставе. Промежуточное положение между двумя этими группами рентгенологических показателей занимают анатомические соотношения в плечевом суставе. Точные критерии их правильности в условиях отсутствия изображения головки плечевой кости не установлены, но может быть использован ориентировочный показатель. Заключается он в том, что на рентгенограмме в задней проекции, произведенной при правильной укладке (т. е. при положении тела плечевой кости параллельно боковой поверхности грудной клетки), медиальный край верхней поверхности метафиза плечевой кости располагается в норме на уровне нижнего края суставной ямки лопатки. Мы хотим еще раз подчеркнуть, что этот показатель действителен только при условии правильной укладки во время рентгенографии.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Рентгенологическая разьединенность тела лопатки и ее клювовидного отростка может навести на мысль о наличии перелома последнего (при соответствующем анамнезе). Опорным пунктом дифференциальной диагностики, помимо соответствия изображения отростка возрастной рентгеноанатомической норме, является сохранность замыкающих пластинок верхнего края лопатки и самого отростка.

Расположение на значительном расстоянии друг от друга акромиального отростка лопатки и акромиального конца ключицы и притом еще на разных горизонтальных уровнях может симулировать (также при наличии травмы в анамнезе) подвывих или полный вывих в акромиально-ключичном суставе. Критерии правильности анатомических соотношений в этом суставе для раннего возраста, как уже отмечалось, не разработаны. Однако решить вопрос о наличии или отсутствии подвывиха все же возможно, если учитывать, что в норме ширина промежутка между акромиальным концом ключицы и акромиальным отростком (на рентгенограмме, произведенной в правильной задней проекции!) не превышает высоты последнего.

ВОЗРАСТ ОТ 1 ГОДА ДО 4 ЛЕТ

В течение второго этапа постнатального формирования костно-суставной системы основным проявлением энхондрального костеобразования является начало оссификации головки плечевой кости и грудинного конца ключицы. Окостенение головки плечевой кости начинается в возрасте 9—12 мес с появлением обычно двух одинаковых по размерам центров оссификации, располагающихся в центральной части хрящевой модели головки, одно — ближе к переднемедиальной ее поверхности, другое — к заднелатеральной. В отдельных случаях окостенение головки плечевой кости может происходить и из единственного центра оссификации. Вокруг этих центров оссификации создаются два самостоятельных участка костной ткани, в течение достаточно длительного времени не сливающихся между собой. Увеличение размеров ядер окостенения вначале происходит синхронно, затем постепенно начинает выявляться преобладание размеров переднемедиального ядра. Грудинный конец ключицы окостеневает из множественных центров оссификации, появляющихся в возрасте примерно 4 лет, т. е. в самом конце данного возрастного периода. Одновременно с началом окостенения названных анатомических образований нарастает степень оссифицированности тела лопатки, конца ее акромиального отростка и медиального отдела метафиза плечевой кости. Начинается формирование архитектоники костной структуры отдельных участков костей. Системы продольных (статических) силовых линий создаются в акромиальном отростке лопатки, в подсуставном отделе ее латерального края и в переднем отделе метафиза плечевой кости. Хрящевое строение к 4-летнему возрасту сохраняют: оба конца ключицы; краевые отделы тела лопатки, больше половины горизонтальной части клювовидного отростка и конец акромиального; края суставной ямки лопатки; ростковая зона у основания клювовидного отростка; около $\frac{1}{3}$ объема хрящевой модели головки плечевой кости и краевая часть медиальной поверхности метафиза этой кости.

Рентгеноанатомическая картина. Длина ключицы меньше анатомической. Акромиальный ее конец по-прежнему закруглен и располагается на уровне верхнего края суставной ямки лопатки (рис. 21, а, б). Грудинный конец ключицы проецируется на уровне латерального края горизонтальной части ключичной вырезки грудины. У медиального его контура прослеживаются множественные точки окостенения, образующие в комплексе вытянутую по верти-

кали фигуру неправильной формы (рис. 22, а, б). Контуры тела лопатки ровные, углы закругленные, под- и надсуставной бугорки не выражены. Фигура перекреста отчетливо не дифференцируется. Длина акромиального отростка лопатки почти соответствует должной, конец его скошен со слабо выраженной выпуклостью в средней части.



Рис. 21. Варианты рентгеновского изображения плечевого сустава в возрасте от 1 года до 4 лет (а, б, в); деформация головки плечевой кости (г).

Нижний край конца акромиального отростка достигает середины оссифицированной части головки плечевой кости (см. рис. 21, а, б). Клювовидный отросток лопатки имеет форму овала, очерченного четко выраженной замыкающей пластинкой. Между нижней его поверхностью и верхним краем лопатки видна узкая полоска просветления ростковой зоны. Суставная ямка лопатки отображается на рентгенограмме в задней проекции в виде овала, очерченного замыкающими пластинками. Такое, считающееся нетипичным не только для детей, но и для взрослых молодого и зрелого возраста, отображение суставной ямки лопатки (выявление обоих ее краев считается признаком деформирующего артроза) представляет собой временное явление, связанное с активизацией ростковой зоны в период, предшествующий началу окостенения краев суставной ямки.

Форма оссифицированной части метафиза плечевой кости в общем соответствует анатомической. Верхняя его поверхность на обеих задних рентгенограммах имеет форму треугольника с большей длиной латеральной стороны и с более выраженным ее наклоном книзу. В сагиттальной плоскости (см. рис. 21, б) передняя треть верхней поверхности метафиза располагается почти горизонтально, задние две трети отклонены в дистальном направлении под углом около 45° . Над верхним контуром метафиза видны два ядра окостенения головки овальной формы, окруженные замыкающими пластинками. На рентгенограммах, произведенных с супинацией предплечья, а также при отведении плеча, выводящем плечевую кость в боковую проекцию, ядра окостенения отображаются раздельно (см. рис. 21, б), на рентгенограмме, произведенной при пронации предплечья, они частично наслаиваются друг на друга (см. рис. 21, а). В отдельных случаях на рентгенограмме может выявляться только одно округлой формы ядро окостенения (см. рис. 21, в). Мы хотим обратить внимание на то, что оссифицированная часть головки плечевой кости, независимо от того, состоит ли она из двух частей или представлена одной, всегда имеет выпуклый верхний и латеральный контуры. Прямолинейность, а тем более вогнутость на каком-либо участке контуров названных отделов головки является признаком деструкции или деформации. Рис. 21, г иллюстрирует деформацию латерального отдела головки плечевой кости после перенесенного гематогенного остеомиелита.

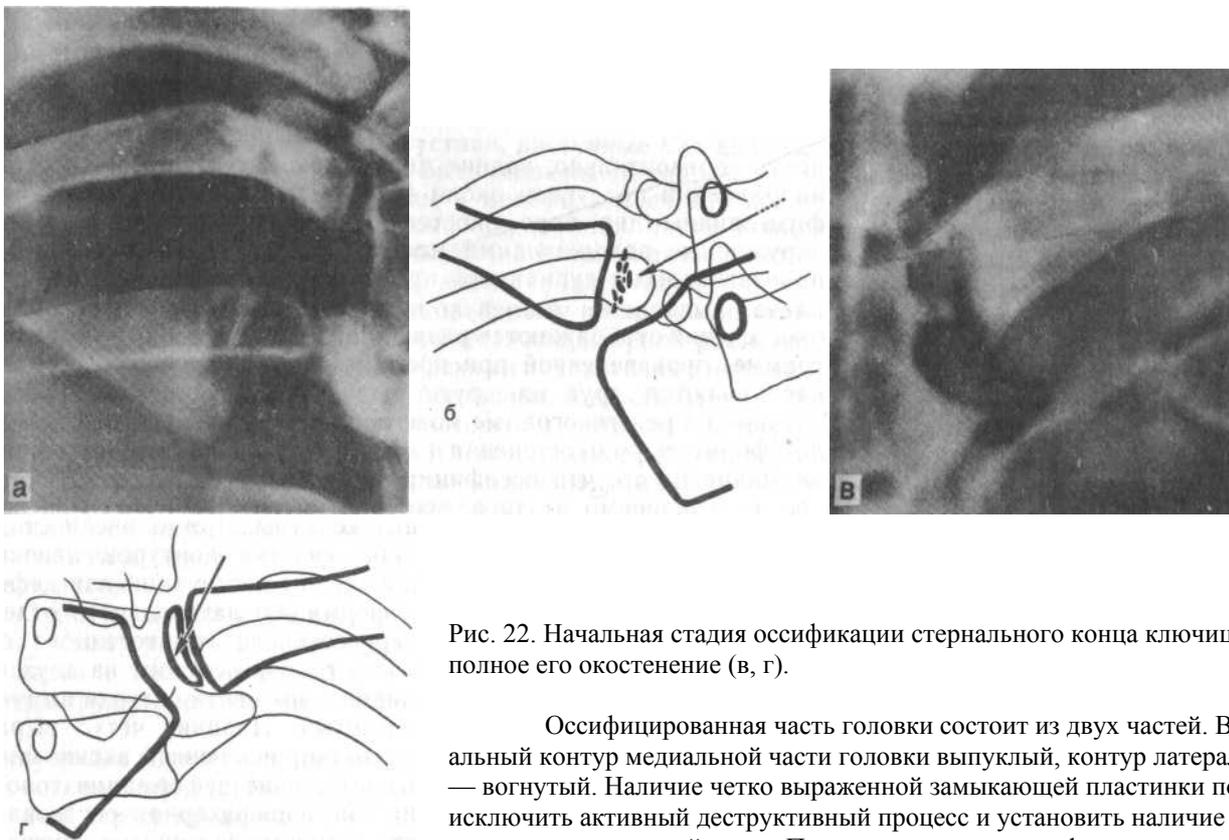


Рис. 22. Начальная стадия оксификации стернального конца ключицы (а, б) и полное его окостенение (в, г).

Оссифицированная часть головки состоит из двух частей. Верхнемедиальный контур медиальной части головки выпуклый, контур латеральной части — вогнутый. Наличие четко выраженной замыкающей пластинки позволяет исключить активный деструктивный процесс и установить наличие деформации головки плечевой кости. Проксимальная метаэпифизарная ростковая зона плечевой кости, в отличие от ростковых зон многих других трубчатых костей, в этот возрастной период имеет неправильную форму и неравномерную ширину. Медиальный и передний ее отделы отображаются в виде относительно широкой, почти равномерной полосы просветления с незначительным расширением у переднего и медиального краев. Латеральные и задние отделы ростковой зоны имеют отчетливо выраженную клиновидную форму с основанием клина, обращенным латерально (см. рис. 21, а) и дорсально (см. рис. 21, б). Непосредственно у основания оксифицированной части головки плечевой кости может проследиваться узкая полоска костной ткани, как бы отделенная и от головки, и от верхней поверхности метафиза. На рис. 21, а эта полоска выявляется у нижнего контура медиального ядра окостенения головки, на рис. 21, б — у нижнего контура заднего ядра окостенения, на рис. 21, в — в латеральной части основания костной части головки, формирующейся из единственного центра оксификации. В основе ее лежит тангенциальный эффект проекционного наложения нижних краев ядер окостенения головки, располагающихся на разных уровнях как во фронтальной, так и в сагитальной плоскости. Контур проксимальной трети плечевой кости ровные, дельтовидная бугристость не выражена.

Рентгенологические показатели анатомического строения костей плечевого пояса и плечевого сустава, доступные для анализа. В рассматриваемый период могут быть оценены форма, размеры, контуры и структура тела ключицы и метафиза плечевой кости, форма, контуры и структура оксифицированной части концов ключицы, тела, акромиального отростка и суставной ямки лопатки, головки плечевой кости; контуры костной части клювовидного отростка лопатки; состояние ростковой зоны у основания клювовидного отростка и проксимальной метаэпифизарной ростковой зоны плечевой кости. Рентгенологическими показателями нормального состояния метаэпифизарных ростковых зон, как отмечалось в гл. 1, являются плавная волнистость и четкость контуров, равномерная высота полосы просветления и однородность структуры зон препараторного обызвествления. Проксимальная метаэпифизарная ростковая зона плечевой кости, как было упомянуто выше и в норме имеет неодинаковую высоту. По этой причине оценка ее состояния основывается только на характере контуров ростковой зоны и выраженности и однородности структуры зоны препараторного обызвествления.

Не могут быть определены у детей данного возрастного периода истинные форма, размеры и контуры концов ключицы, тела, отростков и суставной ямки лопатки и головки плечевой кости, а также анатомические соотношения в грудино-ключичном и акромиально-ключичном суставах.

Промежуточное положение между этими двумя группами показателей занимают анатомические соотношения в плечевом суставе, которые могут быть оценены лишь ориентировочно на основании показателя, который был описан при изложении нормальной рентгеноанатомии детей в возрасте до 1 года.

Достоверное определение соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка возможно в отношении двух возрастных сроков — 1 года и 4 лет. Рентгенологическим показателем такого соответствия у детей 1 года является наличие ядер (или одного ядра) окостенения головки плечевой кости, у детей 4 лет — наличие центров оксификации грудинного конца ключицы.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Своеобразие формы проксимальной метаэпифизарной ростковой зоны плечевой кости и пространственного положения ядер окостенения ее головки, а именно — клиновидность латеральных и задних отделов ростковой зоны в сочетании с выявляющимся у основания оксифицированной части головки как бы отдельным костным фрагментом соответствует общепринятому рентгенологическому симптомокомплексу остеоэпифизеолиза эпифизов трубчатых костей. Разграничение возрастной рентгеноанатомической нормы и остеоэпифизеолиза головки плечевой кости основывается на следующих общих положениях и рентгенологических признаках. Первое из общих положений заключа-

ется в том, что травматический остеоэпифизеоллиз головки плечевой кости представляет собой редкое явление и возникает при особых механизмах травматического воздействия. Второе общее положение состоит в том, что переломы проксимального конца плечевой кости сопровождаются отчетливо выраженными клиническими проявлениями, и в том числе достаточно сильными болевыми ощущениями и ограничением подвижности в плечевом суставе, что в норме, естественно, не имеет места. Рентгенологическими дифференциально-диагностическими показателями являются: типичность для разбираемого возрастного периода отмеченных особенностей отображения проксимальной метаэпифизарной ростковой зоны плечевой кости, а также (что имеет особенно важное дифференциально-диагностическое значение) непрерывность замыкающих пластинок проксимальной поверхности метафиза и ядер окостенения головки плечевой кости на рентгенограммах, отображающих последнюю в задней и боковой проекциях. Мы хотим подчеркнуть, что анализ состояния названных замыкающих пластинок должен обязательно производиться на рентгенограммах в двух проекциях для плечевой кости, так как из-за своеобразия формы ее метафиза замыкающие пластинки заднего отдела последнего не выявляются на рентгенограммах в задней проекции, а замыкающие пластинки латерального отдела не выявляются на рентгенограммах с выведением плечевой кости в боковую проекцию.

ВОЗРАСТ 5—8 ЛЕТ

В течение этого возрастного периода происходит практически полное окостенение головки плечевой кости, грудинного конца ключицы, за исключением гиалинового хряща суставной поверхности, и краев суставной ямки лопатки. Процесс выполнения костной тканью всего объема хрящевой головки плечевой кости начинается с более быстрого увеличения размеров медиально-переднего ядра окостенения по сравнению с увеличением размеров латерально-заднего ядра как во фронтальной и сагиттальной плоскостях, так и по вертикали. К тому времени, когда фронтальный и сагиттальный размеры медиально-переднего ядра окостенения головки достигают размеров соответствующей части метафиза плечевой кости, размеры задне-латерального ядра окостенения относятся к своей части метафиза всего лишь как 1: 2. На следующей стадии окостенения головки плечевой кости происходит прогрессивное увеличение размеров латерально-заднего ядра окостенения с одновременным формированием большого и маленького бугорков. К концу возрастного периода костная ткань выполняет всю головку при сохранении, однако, границы между двумя ее частями, окостеневающими из разных центров оссификации. Окостенение грудинного конца ключицы происходит путем эксцентрического увеличения размеров отдельных центров оссификации с последующим слиянием их между собой. Окостенение краев суставной ямки лопатки начинается в возрасте 4 $\frac{1}{2}$ — 5 лет и также происходит из множественных центров оссификации, которые сливаются между собой примерно к 6—7 годам. Параллельно этим основным проявлениям энхондрального костеобразования почти закачивается окостенение акромиального конца ключицы, акромиального и клювовидного отростков лопатки, за исключением конца первого из них, несущего суставную поверхность, и апофиза второго отростка, расположенного на верхней поверхности его изгиба. Увеличивается степень оссифицированности тела лопатки, кроме нижнего его угла. Хрящевое строение к концу разбираемого возрастного периода имеют следующие отделы костей плечевого пояса и проксимального отдела плечевой кости: небольшие краевые участки акромиального отростка лопатки и акромиального конца ключицы; краевые отделы тела лопатки и нижней ее угол, ростковая зона у основания клювовидного отростка и проксимальная метаэпифизарная ростковая зона плечевой кости; апофиз клювовидного отростка лопатки.

Рентгеноанатомическая картина. Описание рентгеноанатомической картины мы приводим отдельно для периодов до и после завершения окостенения головки плечевой кости.

До завершения окостенения. На рентгенограмме грудино-ключичного сочленения (см. рис. 22, в, г) прослеживается ядро окостенения грудинного конца ключицы, имеющее форму вытянутого по вертикали прямоугольника с незначительно выпуклым медиальным контуром. Протяженность его основания соответствует или почти соответствует ширине грудинного конца ключицы и отделено от последнего узкой равномерной полоской просветления ростковой зоны. Высота горизонтальной части рентгеновской суставной щели грудино-ключичного сочленения почти такая же, как у взрослых, а вертикальной части — значительно больше. Медиальный контур ядра окостенения грудинного конца ключицы располагается на уровне примерно середины горизонтальной части ключичной вырезки грудины.

Контуры тела лопатки ровные, под- и надсуставной бугорки латерального края не выражены. Медиальный и латеральный углы тела лопатки слегка закругленные, нижний угол широкий и выпуклый. На фоне тела лопатки отчетливо прослеживается фигура перекреста. Форма и размеры акромиального отростка лопатки идентичны тем, которые были описаны при изложении нормальной рентгеноанатомии предыдущего возрастного периода. Клювовидный отросток лопатки отображается на стандартной задней рентгенограмме в виде описанного ранее овала, окруженного слегка склерозированной замыкающей пластинкой, у латеральной поверхности которого виден также четко очерченный замыкающими пластинками узкий прямоугольник, представляющий собой изображение окостеневшей горизонтальной части отростка. Полоска просветления ростковой зоны у основания клювовидного отростка на рентгенограммах в стандартных задних проекциях не выявляется. Наличие рентгенологической отъединенности от тела лопатки этого отростка обнаруживается только на рентгенограмме в задней проекции, произведенной при максимальном или близком к нему отведении верхней конечности. Суставная ямка лопатки имеет форму более или менее широкого овала (в зависимости от особенностей укладки во время рентгенографии). У детей 4 $\frac{1}{2}$ — 5 лет у латерального контура суставной ямки могут быть видны небольшие отдельные центры оссификации ее краев. На отпечатке с рентгенограммы плечевого сустава ребенка 4 $\frac{1}{2}$ лет (рис. 23, а) видны 4 центра оссификации, 3 — в области нижней тети латерального контура суставной ямки и один — в верхней; го части. На скиаграмме с этой рентгенограммы (см. рис. 23, б) центры оссификации краев суставной ямки лопатки зачерчены и отмечены стрелками. На отпечатке и скиаграмме с рентгенограммы плечевого сустава практически здорового ребенка 7 лет (см. рис. 23, в, г) представлена более поздняя стадия окостенения краев: суставной ямки лопатки. Полностью окостеневший передний ее край отображается в виде широкой костной пластинки, очерченной: низу дугообразной, а с медиальной стороны — извилистыми полосками просветления с четкими контурами. Снизу к этой полоске просветления прилежит полоса склероза зоны препараторного обызвествления.

Головка плечевой кости представлена двумя (в редких случаях одним) неравномерными по величине ядрами

окостенения, окруженными каждое четко выраженными замыкающими пластинками (см. рис. 23, в). Фронтальный и сагитальный размеры передне-медиального ядра окостенения соответствуют размерам медиально-переднего «склона» верхней поверхности метафиза плечевой кости (или почти соответствуют), размеры латерально-заднего ядра окостенения почти в два раза меньше. Большой и маленький бугорки головки плечевой кости не выражены. Форма верхней поверхности метафиза и проксимальной метаэпифизарной ростковой зоны плечевой кости такие же, как у детей предыдущей возрастной группы.

После завершения окостенения хрящевой модели головки плечевой кости. Рентгеновское изображение ключицы и лопатки не имеет существенных отличий, за исключением того, что края суставной ямки лопатки составляют с ее дном единое целое. Размеры и форма отображающихся на рентгенограмме костных частей головки плечевой кости в сумме соответствуют размерам ее хрящевой модели (в сумме и в целом, а не во всех частностях по той причине, что головка разделена еще на две части, граница между которыми обозначена, во-первых, сохраняющимися замыкающими пластинками каждой из них, а во-вторых, внедряющимся между их основаниями клиновидным выступом передней поверхности метафиза плечевой кости).

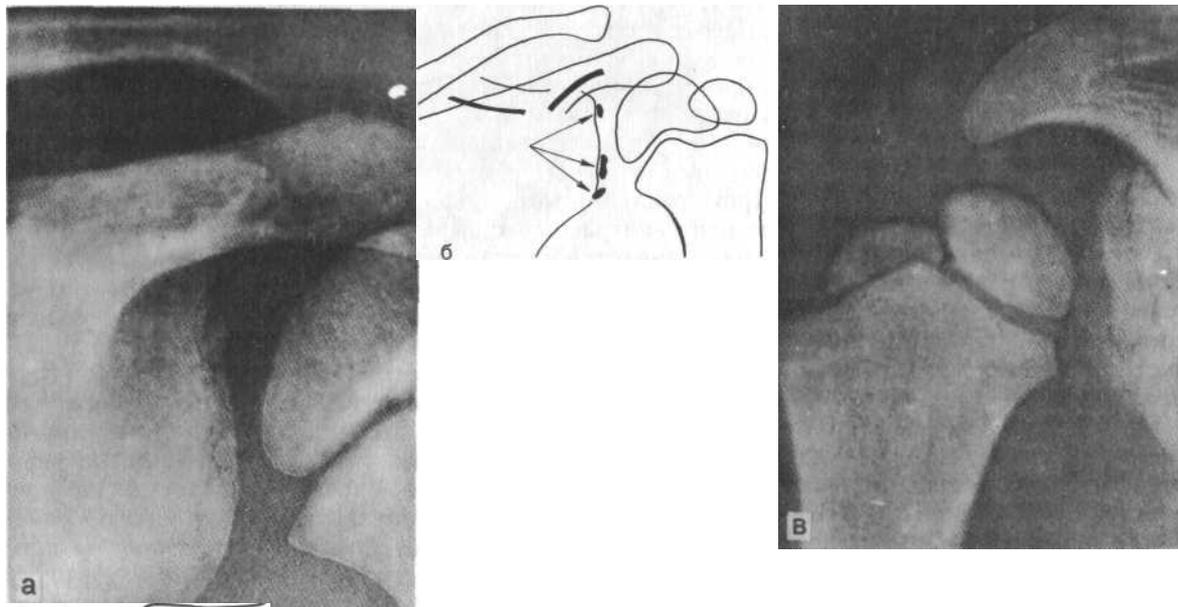


Рис. 23. Начальная (а, б) и конечная (в, г) стадии окостенения краев суставной ямки лопатки.



В структуре головки плечевой кости видны две системы веерообразных силовых линий. Одна из них находится в области бугорков головки, основанием веера обращена вверх. Вторая система силовых линий расположена в среднем отделе медиальной части головки и основанием веера обращена вниз. Системы силовых линий как признак функциональной оформленности структуры выявляются также в области шейки лопатки и в медиальном отделе метафиза плечевой кости, где они имеют продольную ориентацию, а также в структуре акромиального отростка лопатки. Проксимальная метаэпифизарная ростковая зона плечевой

кости на рентгенограммах с выведением последней в боковую проекцию прослеживается на всем ее протяжении. Высота ее в общем равномерна, за исключением небольшого увеличения в заднем отделе. На рентгенограммах, произведенных в задней проекции, получают четкое отображение только передние отделы ростковой зоны. Полоска просветления этой части ростковой зоны изогнута под острым углом, вершиной обращенным вверх. Контуры ее извилистые, очерчены склерозированными замыкающими пластинками (рис. 25, а). Высота полоски просветления равномерна на всем протяжении. Задние отделы ростковой зоны отображаются на фоне метафиза плечевой кости в виде горизонтальной полосы просветления, высота которой значительно больше высоты полосы просветления передних отделов ростковой зоны, оптическая же плотность немногим меньше оптической плотности костной ткани. Контуры проксимальной трети тела плечевой кости ровные, дельтовидная бугристость не выражена. Характеристика контуров этого отдела плечевой кости подчеркивается нами при описании нормальной рентгеноанатомии плечевого сустава каждого из возрастных периодов по следующей причине. Заднелатеральная поверхность проксимальной части тела плечевой кости является одним из возможных мест возникновения костно-хрящевой экзостоза. В начальной стадии формирования костно-хрящевой экзостоз этой локализации не резко выступает над поверхностью тела плечевой кости, имеет ограниченную протяженность, ограничен четкой замыкающей пластинкой, в силу этих особенностей его рентгеновское изображение имеет отдаленное сходство с изображением дельтовидной бугристости. Помимо нехарактерности наличия на рентгенограмме изображения этой бугристости у детей младше 10—11 лет, рентгенодиагностическим признаком костно-хрящевой экзостоза является неравномерность его структуры вследствие неполной оссифицированности отдельных участков, а также изображение на фоне тела плечевой кости передней, задней, медиальной или латеральной (в зависимости от проекции рентгенографии и расположения экзостоза) замыкающих пластинок костно-хрящевой экзостоза (см. рис. 24, в).

Рентгенологические показатели анатомического строения костей плечевого пояса и плечевого сустава, доступные для анализа. До наступления полного окостенения головки плечевой кости и грудинного конца ключицы комплекс показателей тот же, что и у детей предыдущего возрастного периода.



Рис. 24. Задняя рентгенограмма плечевого сустава. Возрастной период 5—8 лет (а); перелом метафиза плечевой кости (б); костно-хрящевой экзостоз плечевой кости (в).

У детей 7—8 лет возможна оценка следующих рентгенологических показателей: пространственное положение лопатки; истинные форма, размеры, контуры и структура (включая ее архитектонику) головки и метафиза плечевой кости, тела ключицы, а также оссифицированных частей тела и отростков лопатки, грудинного и акромиального концов ключицы; прямолинейность и непрерывность линий, образующих фигуру перекреста; состояние проксимальной метаэпифизарной ростковой зоны плечевой кости; анатомические соотношения в плечевом суставе, критерии оценки правильности которых такие же, как у взрослых, а именно — проецирование нижнемедиального квадранта головки плечевой кости выше нижнего края суставной ямки лопатки.

Невозможна оценка в этот возрастной период истинных размеров, формы и контуров грудинного и акромиального концов ключицы, тела и акромиального отростка лопатки, анатомических соотношений в акромиально-ключичном и грудино-ключичном суставах.

Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка у детей 4 лет является наличие центров окостенения краев суставной ямки лопатки, у детей 6—7 лет — оссифицированность большей части головки плечевой кости и грудинного конца ключицы, у детей 7¹/₂ — 8 лет — полная оссификация хрящевой модели головки плечевой кости, включая оба ее бугорка (при сохранении описанной выше рентгенологической разъединенности медиальной и латеральной ее частей). Надежность двух первых показателей в значительной мере относительна, так как точки окостенения краев суставной ямки лопатки выявляются отчетливо только при условии выполнения рентгенограммы плечевого сустава в задней проекции в строго правильной укладке и при правильной направленности центрального пучка рентгеновских лучей. Выявление же ядра окостенения грудинного конца ключицы требует рентгенографии в специальной проекции.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Неравномерность высоты проксимальной метаэпифизарной ростковой зоны плечевой кости (расширение ее заднелатерального отдела) может симулировать травматический остеоэпифизеолиз. Опорные пункты дифференциальной диагностики были изложены в предыдущем разделе.

Появление первых единичных центров оссификации краев суставной ямки лопатки может создать впечатление либо неровности одного из контуров суставной ямки вследствие деструкции, либо наличия мелких отрывных переломов (в зависимости от отображения точек окостенения вплотную к контуру суставной ямки или на некотором расстоянии от него). Рентгенологическое отличие начальной стадии окостенения краев суставной ямки лопатки от названных патологических состояний заключается в том, что в норме при тщательном рентгеноанатомическом анализе всегда удастся проследить ровную и непрерывную замыкающую пластинку края суставной ямки, а также в том, что ядра окостенения, в отличие от отрывных фрагментов, имеют ровные, закругленные контуры. Отображение полностью оссифицированного края суставной ямки лопатки при сохранении у его основания извилистой полоски просветления ростковой зоны имеет значительное сходство с рентгенологической картиной перелома (см. рис. 23, в, г). Опорными пунктами дифференциальной диагностики являются равномерная ширина полоски просветления ростковой зоны и наличие замыкающих пластинок по всем поверхностям окостеневшей части края суставной ямки. Линия перелома, как правило, имеет неравномерную ширину, смежные поверхности отломков замыкающих пластинок не имеют.

На рентгенограммах, произведенных в задней проекции, может симулировать перелом хирургической шейки плечевой кости отображение на фоне метафиза задних отделов проксимальной метаэпифизарной ростковой зоны (в виде горизонтальной полосы просветления с не вполне четкими контурами). Дифференциальная диагностика не представляет больших сложностей и основывается на следующих рентгенологических различиях изображения задних отделов ростковой зоны плечевой кости и перелома ее метафиза (см. рис. 24, а — рентгенограмма плечевого сустава

практически здорового ребенка и рис. 24, б — перелом метафиза плечевой кости). Полоса просветления ростковой зоны, хотя и несколько извилистая, имеет одинаковую высоту на всем ее протяжении, линия же перелома неравномерна по высоте. Края ростковой зоны плавно-волнистые, при тщательном рентгеноанатомическом анализе выявляются очерчивающие их замыкающие пластинки. Края линии перелома неровные, местами зубчатые, замыкающих пластинок не имеют. Медиальный и латеральный контуры метафиза плечевой кости в норме ровные и непрерывные. При переломах, как правило, выявляются нарушение целостности и ступенеобразная деформация одного или обоих контуров метафиза. На рис. 24, б особенно отчетливо видны перерыв и уступообразная деформация латерального контура метафиза плечевой кости.

ВОЗРАСТ 9—14 ЛЕТ

Возрастной период четвертого этапа постнатального формирования костно-суставной системы — период окостенения апофизов костей. Апофизы, окостеневающие из самостоятельных центров оссификации, имеются только у лопатки, причем участками их формирования являются верхняя поверхность изгиба клювовидного отростка, конец акромиального отростка и нижний угол тела лопатки. Центры оссификации названных анатомических образований появляются в период с 11 до 13 лет в следующей последовательности с интервалами в несколько месяцев: апофиз клювовидного отростка, нижний угол тела лопатки, конец акромиального отростка. Параллельно с окостенением апофизов заканчивается оссификация тела лопатки и акромиального конца ключицы, а также полностью оформляется архитектура костной структуры ключицы, лопатки и проксимального отдела плечевой кости. Процесс окостенения апофизов лопатки, как было отмечено выше, начинается в среднем в 11 лет, однако некоторые изменения рентгеновского изображения лопатки по сравнению с тем, которое было характерно для предыдущего возрастного периода, появляются в возрасте 9 — 9 1/2 лет, что и послужило причиной, что границы возрастного периода обозначены 9—14, а не 11—14 лет. Хрящевое строение к 15-летнему возрасту сохраняют только ростковые зоны апофизов лопатки и у основания клювовидного отростка, а также проксимальная метаэпифизарная ростковая зона плечевой кости.

Рентгеноанатомическая картина. В период, предшествующий началу окостенения апофизов лопатки, рентгеновское изображение плечевого пояса и плечевого сустава практически идентично тому, которое было описано в предыдущем разделе. Единственное отличие представляет появление волнистости контура конца акромиального отростка (рис. 25, а) и менее выраженной мелкой волнистости контура нижнего угла лопатки.

Мы считаем целесообразным отметить эти детали рентгеноанатомической картины, так как они могут предоставить повод для дифференцирования нормальной картины от симптомов патологических состояний.

Ко времени появления центров оссификации апофизов лопатки размеры и форма ядра окостенения грудинного конца ключицы на рентгенограммах полностью соответствуют размерам и форме его хрящевой модели. У основания ядра окостенения по-прежнему видна полоска просветления ростковой зоны. Положение грудинного конца ключицы относительно ключичной вырезки грудины такое же, как у взрослых. Форма тела лопатки соответствует анатомической. У нижнего угла лопатки может быть видно округлое ядро окостенения, диаметром около 1 см. К концу возрастного периода (у детей 13—14 лет) нижний угол лопатки полностью выполнен костной тканью, прослеживается только узкая полоска просветления, отделяющая его от тела лопатки (см. рис. 25, б). При этом на рентгенограмме выявляются все части клювовидного отростка — нижняя вертикальная часть, область изгиба, отображающаяся в виде овала с четкими замыкающими пластинками, и верхняя горизонтальная, проецирующаяся у латерального края овала (см. рис. 25, в).

У верхнего контура изгиба клювовидного отростка видна узкая серповидная полоска оссифицирующегося апофиза. При анализе рентгенограмм, произведенных в стандартных задних проекциях, создается впечатление о полном слиянии клювовидного отростка с телом лопатки, однако при анализе рентгенограммы произведенной с максимальным отведением верхней конечности выявляется сохраняющаяся еще полоска просветления ростковой зоны (см. рис. 25, б). У волнистого латерального контура конца акромиального отростка лопатки прослеживается либо комплекс близко расположенных центров оссификации апофиза этого отростка, либо полностью оссифицированный апофиз, основание которого отделено от конца акромиального отростка лопатки полоской просветления с четкими волнообразными контурами. В структуре акромиального отростка хорошо выражена система продольных силовых линий. Суставная ямка лопатки может отображаться на задней рентгенограмме в виде овала, т. е. могут быть видны контуры не только заднего, но и переднего ее краев, что связано с общим для всех костей некоторым склерозированием области расположения ростковых зон после наступления синостозов (в данном случае — после синостозирования окостеневших краев суставной ямки). На латеральном контуре тела лопатки выявляются над- и подсуставной бугорки. Изображение головки плечевой кости зависит от стадии слияния заднелатеральной и переднемедиальной ее частей. Процесс их слияния начинается от верхнего полюса головки и постепенно распространяется в направлении к проксимальной метаэпифизарной ростковой зоне плечевой кости. По мере того, как разделяющие две части головки замыкающие пластинки перестают прослеживаться на все большем протяжении, уменьшается высота центрального выступа переднего отдела метафиза плечевой кости.



Рис 25 Рентгенограммы плечевого сустава и лопатки. Возрастной период 8—11 лет (а, б, в); рентгенологическая картина остеоапофизеолиза апофиза акромиального отростка лопатки (г).

У детей 13—14 лет изображение головки плечевой кости по всем параметрам соответствует изображению ее у взрослых. В структуре головки отчетливо видны три системы слегка веерообразных силовых линий, две из которых располагаются в области большого и маленького бугорков, третья — в центральном отделе головки. Проксимальная метаэпифизарная зона плечевой кости имеет форму треугольника. Боковые его стороны являются отображением переднего отдела ростковой зоны, равномерны по высоте и имеют четкие склерозированные контуры. Отображение заднего отдела ростковой зоны, составляющее основание треугольника, прослеживается менее отчетливо. Оптическая плотность полосы просветления заднего отдела метаэпифизарной ростковой зоны почти не отличается от оптической плотности прилежащих отделов плечевой кости, ограничивающие ее замыкающие пластинки прослеживаются с трудом.

На латерально-задней поверхности проксимальной трети тела плечевой кости выявляется дельтовидная бугристость.

Рентгенологические показатели анатомического строения плечевого пояса и плечевого сустава, доступные для анализа. В период до появления центров оссификации апофизов лопатки и начала слияния медиальной и латеральной частей головки плечевой кости подлежат оценке следующие показатели: истинные форма, размеры, контуры и структура ключицы; пространственное положение лопатки; форма, контуры и структура оссифицированной части тела лопатки, обоих ее отростков, шейки и суставной ямки; контуры и структура головки плечевой кости; анатомические соотношения в плечевом суставе. После завершения окостенения апофизов лопатки структура рентгеноанатомического анализа такая же, как у взрослых.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Отображение на фоне метафиза плечевой кости заднего отдела проксимальной метаэпифизарной ростковой зоны может симулировать перелом хирургической шейки. Опорные пункты дифференциальной диагностики аналогичны таковым у детей предыдущего возрастного периода.

Волнистость контура конца акромиального отростка в период, предшествующий появлению центров оссификации его апофиза, может иметь отдаленное сходство (особенно при большом числе мелких волн) с неровностью контура при деструктивном процессе. Возрастная норма контура конца акромиального отростка отличается от деструк-

тивных изменений наличием непрерывной, четко выраженной замыкающей пластинки (рис. 25, в). Ядра окостенения нижнего угла лопатки и конца акромиального отростка могут симулировать переломы соответствующей локализации. Опорные пункты дифференциальной диагностики ядер окостенения апофизов с краевыми переломами и апофизеолизами были изложены в гл. 1. В настоящем разделе мы иллюстрируем их на примере апофизеолиза апофиза акромиального отростка.

В норме (рис. 25, в) выявляется полностью оссифицированный апофиз акромиального отростка. Полоса просветления у его основания имеет неравномерную ширину — в среднем отделе она шире, к верхнему и нижнему краям сужается, однако степень этих сужений одинакова. Контуры ростковой зоны у основания ядер окостенения апофиза плавно-волнистые и имеют четко выраженные замыкающие пластинки. Края основания апофиза находятся на одинаковом расстоянии от краев латеральной поверхности акромиального отростка. На рентгенограмме ребенка 13 лет с травматическим апофизеолизом акромиального отростка лопатки (рис. 25, г) выявляется ядро окостенения апофиза акромиального отростка лопатки (меньших размеров). Промежуток между его основанием и концом акромиального отростка широкий и имеет отчетливую клиновидную форму. Непрерывность замыкающей пластинки конца акромиального отростка нарушена. Центры обращенных друг к другу поверхностей конца акромиального отростка и ядра окостенения его апофиза не совпадают — последний смещен вниз.

Ростковая зона у основания клиновидного отростка, выявляющаяся на задней рентгенограмме лопатки (или плечевого сустава), выполненной при максимальном отведении верхней конечности, может послужить причиной ошибочного диагноза перелома.

Отличить полоску просветления ростковой зоны от линии перелома позволяют равномерность ее ширины и наличие очерчивающих ее замыкающих пластинок.

ВОЗРАСТ 15—17 ЛЕТ

В течение возрастного периода заключительного этапа формирования данного отдела костно-суставной системы происходит синостозирование ядра окостенения грудинного конца ключицы, апофизов лопатки и проксимальной метаэпифизарной ростковой зоны плечевой кости.

Рентгеновское изображение костей плечевого пояса и плечевого сустава отличается от изображения у взрослых только наличием в начале процесса синостозирования узких полосок просветления ростковых зон, а после наступления синостозов — наличием горизонтальных полосок склероза на месте бывшего их расположения.

Для рентгеноанатомической оценки доступны все описанные в начале раздела рентгенологические показатели анатомического строения плечевого пояса и плечевого сустава.

Локтевой сустав

Локтевой сустав по своему анатомическому строению является одним из наиболее сложных суставов конечностей. Образуют его, как известно, дистальный эпифиз плечевой кости и проксимальные суставные концы обеих костей предплечья. Дистальный метафиз плечевой кости имеет два надмышелка — относительно большой и крутой медиальный и более плоский латеральный. В средней части дорсальной и волярной поверхностей метафиза плечевой кости расположены две ямки — венечная и ямка локтевого отростка, разделенные тонкой костной перегородкой, образующей дно этих ямок. Дистальный эпифиз плечевой кости имеет сложную форму. Медиальная его треть представлена круглой головкой мышелка плечевой кости, латеральная имеет форму блока с более выраженным медиальным валом. Валы блока разделены относительно глубокой выемкой. Менее выраженная выемка разделяет латеральный вал блока и головку мышелка плечевой кости. Входящая в состав локтевого сустава головка лучевой кости плоская, круглая, с выраженной суставной ямкой на проксимальной поверхности, сочленяется с головкой мышелка плечевой кости, а латеральной поверхностью — с лучевой вырезкой на лучевой поверхности проксимального конца локтевой кости. В дистальном направлении головка лучевой кости переходит в шейку, у дистального конца которой находится хорошо выраженная, с выпуклой наружной поверхностью бугристость. Проксимальный конец локтевой кости имеет блоковидную вырезку, сочленяющуюся с блоком дистального эпифиза плечевой кости, и два отростка. Венечный отросток, имеющий небольшие размеры, расположен у волярной поверхности блоковидной вырезки, массивный локтевой отросток образует верхнедорсальную часть проксимального конца локтевой кости. Волярная поверхность локтевого отростка является частью блоковидной вырезки, а к дорсальной поверхности его, играющей роль апофиза, прикрепляется сухожилие трехглавой мышцы. На лучевой стороне проксимального конца локтевой кости, непосредственно под блоковидной вырезкой, находится полуцилиндрическая лучевая вырезка, сочленяющаяся с боковой поверхностью головки лучевой кости. Таким образом, в состав локтевого сустава входят три сочленения, имеющие общую суставную сумку: плечелучевой, плечелоктевой и проксимальный лучелоктевой суставы.

Рентгенография локтевого сустава производится в двух стандартных проекциях — задней и боковой. Последняя выполняется обычно в положении предплечья под углом 90° к плечевой кости.

После окончания формирования локтевого сустава возможна оценка всех рентгенологических показателей его анатомического строения. На переднезадней рентгенограмме к таким показателям относится, прежде всего, соотношение пространственных положений плеча и предплечья, которое характеризуется величиной угла, образующегося пересечением продольных осей названных сегментов верхней конечности. В норме угол равен либо 180° , либо открыт в лучевую сторону при значении его 175° . Кроме того, оцениваются также форма, размеры, контуры и структура метаэпифизов костей, образующих локтевой сустав. Форма их была описана выше. Контуров этих отделов костей ровные, плавно-закругленные с большей или меньшей степенью выпуклости. Исключение представляет только небольшой участок дистального метафиза плечевой кости над медиальным надмышелком, где отмечается некоторая «шероховатость» контура. Структура дистального метафиза плечевой кости характеризуется наличием так называемых аркад — системы очень мощных дугообразных силовых линий, выпуклостью обращенных вверх, а также отображением дна венечной ямки и ямки локтевого отростка в виде овального участка пониженной оптической плотности и верхнего края второй ямки в виде дугообразной склерозированной полосы. Архитектонику структуры дистального эпифиза плечевой кости и проксимальных метафизов костей предплечья образуют системы вертикально ориентированных силовых линий. Проводится анализ формы и высоты рентгеновской суставной щели локтевого сустава и проксимального лучелоктевого; оцениваются анатомические соотношения в локтевом суставе. Критерии пра-

вильности этих соотношений различны для плечелоктевого и плечелучевого сочленений. Для первого из них показателем нормы анатомических соотношений служит, во-первых, прослеживаемость рентгеновской суставной щели и, во-вторых, равномерность ее высоты. В плечелучевом сочленении из-за дугообразной формы сочленяющихся суставных поверхностей рентгеновская суставная щель может сохранять равномерную высоту и при наличии подвывихов, а тем более — децентраций. В связи с этим в качестве показателя правильности анатомических соотношений в плечелучевом сочленении используется линия, проведенная через середину шейки лучевой кости. В норме проксимальный конец этой линии пересекает головку мыщелка плечевой кости на уровне центра ее суставной поверхности (рис. 26, а).

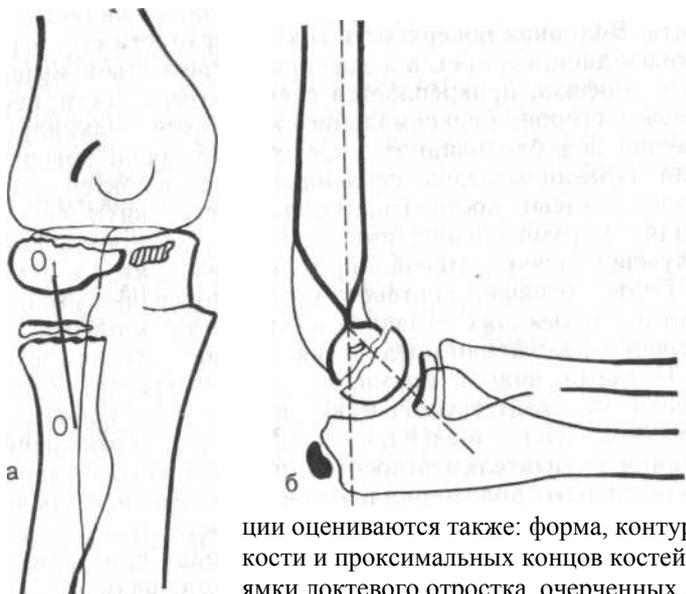


Рис. 26. Схема правильности анатомических соотношений в плечелучевом сочленении (а); схема определения пространственного положения дистального эпиметафиза плечевой кости (б).

На рентгенограмме в боковой проекции пространственное положение дистального метаэпифиза плечевой кости характеризуется величиной угла, образующегося при пересечении продольной оси диафиза и линии, соединяющей дно ямок плечевой кости с центром суставной поверхности головки мыщелка. Нормативные значения этого угла (открытого в вентральную сторону) — 35—45° (см. рис. 26, б). При анализе рентгенограммы в боковой проекции оцениваются также: форма, контуры, размеры и структура дистального метафиза плечевой кости и проксимальных концов костей предплечья; форма, глубина и контуры венечной ямки и ямки локтевого отростка, очерченных двумя широкими склерозированными дугообразными полосами, примыкающими вершинами друг к другу; контуры суставных поверхностей головки мыщелка плечевой кости, валов блока и выемки между валами. Дистальный эпифиз плечевой кости отображается на боковой рентгенограмме в виде четырех окружностей. Самая большая и наиболее вентрально расположенная соответствует головке мыщелка плечевой кости. Самая маленькая и наиболее четко очерченная — выемке между валами блока. Остальные две, средние по величине, окружности соответствуют одна (проецирующаяся своим вентральным контуром между вентральными контурами головки мыщелка и выемкой между валами блока) — латеральному валу последнего, вторая (расположенная наиболее дорсально) — медиальному валу блока. Оценивают также анатомические соотношения в плечелучевом и плечелоктевом сочленениях, критерии правильности которых, так же как и на рентгенограмме в переднезадней проекции, различны для каждого из этих сочленений. Для плечелоктевого сочленения показателем нормы анатомических соотношений является равномерность рентгеновской суставной щели, проецирующейся между контуром блоковидной вырезки локтевой кости и нижней частью контура окружности, соответствующей латеральному валу блока дистального эпифиза плечевой кости. Критерием нормы анатомических соотношений в плечелучевом сочленении служит расположение центра суставной ямки головки лучевой кости на уровне границы между первым и вторым квадрантами головки мыщелка плечевой кости (считая от вентрального края суставной поверхности головки). Приведенный показатель действителен только при условии выполнения рентгенограммы при положении предплечья под углом, близким к 90°, к плечевой кости.

Постнатальное формирование локтевого сустава имеет ряд отличий от общей схемы последовательности оссификации различных анатомических образований. В частности, не имеется сколько-нибудь четкой границы между возрастными сроками окостенения эпифизов и апофизов костей, образующих этот сустав. В связи с этим изложение нормальной рентгеноанатомии локтевого сустава разделено не по возрастным срокам основных этапов костеобразовательного процесса, а по срокам значимых изменений рентгеноанатомической картины.

ВОЗРАСТ ОТ 3 МЕС ДО 1 ГОДА

В течение первых 9—12 мес после рождения метаэпифизы костей, образующих локтевой сустав, сохраняют, в общем, степень оссифицированности, достигнутую к концу внутриутробного развития. Не считая увеличения размеров диафизов и хрящевых моделей эпифизов и апофизов, происходит только незначительное окостенение шейки лучевой кости. Хрящевое строение в этот период имеют оба надмыщелка плечевой кости, дистальный ее эпифиз, головка и часть шейки лучевой кости, полностью венечный отросток, а также дорсальная и частично верхняя часть локтевого отростка локтевой кости.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в переднезадней проекции. Дистальный эпифиз плечевой кости и головка лучевой не выявляются. Дистальный метаэпифиз плечевой кости равномерно расширен в дистальном направлении, нижняя его поверхность выпуклая. На фоне нижней части метафиза плечевой кости выделяется овальный участок пониженной оптической плотности, ограниченный сверху дугообразной полоской склероза, — отображение проекционно наслаивающихся друг на друга венечной ямки и ямки локтевого отростка и верхнего края последней. В структуре метафиза видны зачатки продольных силовых линий. Шейка лучевой кости короткая, ниже ее основания, ближе к лучевой поверхности кости виден овальный участок разрежения костной структуры, на контуре кости в этом месте имеется небольшая выпуклость (отображение бугристости лучевой кости). Суставной конец локтевой кости имеет плавно-закругленный контур, локтевого отростка короткий. В структуре метафиза локтевой кости выявляются силовые линии.

Рентгенограмма в боковой проекции. Дистальный эпифиз плечевой кости, головка и часть шейки лучевой кости не выявляются. Контур нижней поверхности дистального метафиза плечевой кости слегка выпуклый, передние и задние ее углы закруглены. На фоне дистального метафиза плечевой кости прослеживаются контуры дна венечной ямки и ямки локтевого отростка. Шейка лучевой кости короткая, передняя поверхность тела кости умеренно вогнутая, задняя поверхность имеет небольшую выпуклость на месте расположения бугристости. Локтевой отросток локтевой кости короткий, высота его примерно равна сагиттальному размеру горизонтальной части блоковидной вырезки. Венечный отросток локтевой кости не выражен. Передний и задний края блоковидной вырезки закруглены.

Рентгенологические показатели анатомического строения локтевого сустава, доступные для анализа.

Число их невелико. Следует подчеркнуть прежде всего, что соотношения пространственных положений плеча и предплечья во фронтальной плоскости характеризуются большей величиной вальгусного отклонения предплечья, чем у взрослых, нормативные значения угла между продольными осями плеча и предплечья в этом возрасте равняются 170—175°. Кроме того, подлежат оценке лишь форма, контуры и структура оссифицированных частей дистального метафиза плечевой кости, шейки и проксимальной части тела лучевой и проксимального конца локтевой кости. Невозможна оценка в этот возрастной период истинных формы, размеров и контуров метаэпифизов костей, образующих локтевой сустав, высоты и формы рентгеновской суставной щели, состояния метаэпифизарных ростковых зон плечевой и лучевой костей, анатомических соотношений в обоих компонентах локтевого сустава и в проксимальном лучелоктевом, пространственного положения дистального метаэпифиза плечевой кости в сагиттальной плоскости.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Физиологическое разрежение костной структуры в области расположения бугристости лучевой кости может симулировать формирующуюся костную кисту или деструктивный процесс. Опорным пунктом дифференциальной диагностики является прежде всего закономерность данного разрежения структуры названной локализации. Кроме этого, следует учитывать, что воспалительные процессы сопровождаются остеопорозом или остеосклерозом окружающих участков деструкции отделов кости, что в норме не имеет места.

ВОЗРАСТ ОТ 1 ГОДА ДО 4 ЛЕТ

Основным проявлением энхондрального костеобразования в этот возрастной период является начало окостенения дистального эпифиза плечевой кости и головки лучевой. В дистальном эпифизе плечевой кости в эти сроки оссифицируются только головка мыщелка и латеральный вал блока. Существует мнение, что оба эти образования оссифицируются из одного общего центра окостенения, появляющегося в возрасте около 1 года. Наши исследования показали возможность наличия двух самостоятельных центров оссификации сливающихся впоследствии в одно общее ядро окостенения головки мыщелка и латерального вала блока. Центр оссификации головки лучевой кости появляется в возрасте 3 лет и локализуется в центральном ее отделе. Кроме этих, являющихся закономерными центрами окостенения, как проявление отмечающейся в последние десятилетия акселерации, в возрасте 4 лет возможно начало оссификации медиального надмыщелка плечевой кости, хотя средние возрастные ее сроки 6—7 лет.

Хрящевое строение до 4-летнего возраста сохраняют оба надмыщелка плечевой кости; полностью медиальный вал блока дистального эпифиза плечевой кости и около $\frac{1}{2}$ объема хрящевых моделей латерального вала и головки мыщелка; преобладающая часть головки и около $\frac{1}{3}$ длины шейки лучевой кости; венечный отросток и верхнедорсальная часть локтевого отростка локтевой кости.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в передне-задней проекции. Рентгеноанатомическая картина в начале возрастного периода идентична той, которая была описана выше. Исключение представляют только выявляющиеся у нижней поверхности метафиза плечевой кости на уровне проксимального конца лучевой два центра оссификации головки мыщелка и латерального вала блока, имеющие овальную форму и окруженные топкой, но четкой замыкающей пластинкой (рис. 27, а). У детей 2—3 лет (см. рис. 27, б) дистальный метаэпифиз плечевой кости умеренно расширяется в дистальном направлении. Латеральная его поверхность ровная, умеренно вогнутая. У дистального края также вогнутой медиальной поверхности метафиза имеется небольшая дугообразная выемка. Дно выемки очерчено слегка склерозированной замыкающей пластинкой, анатомическим субстратом которой является метафизарная часть ростковой зоны медиального надмыщелка. В отдельных случаях у детей 4 лет в области этой выемки может быть видна небольшая круглая точка окостенения медиального надмыщелка (см. рис. 27, г). Дистальная поверхность метафиза плечевой кости выпуклая или имеет две равные по высоте и протяженности выпуклости с небольшим углублением между ними. Выявляющаяся на рентгенограмме оссифицированная часть дистального эпифиза плечевой кости имеет форму либо вытянутого по горизонтали овала, либо (чаще) двух неравных по величине полушаров, из которых большая (латеральная) соответствует головке мыщелка, меньшая (медиальная) — латеральному валу блока. Форма проксимального конца локтевой кости такая же, как у детей предыдущего возрастного периода.

Длина шейки лучевой кости немногим меньше возрастной анатомической нормы, замыкающая пластинка проксимальной поверхности шейки умеренно склерозирована (изображение зоны препараторного обызвествления метаэпифизарной ростковой зоны). Над центральной частью шейки лучевой кости у детей 3—4 лет прослеживается палочковидное ядро окостенения головки.

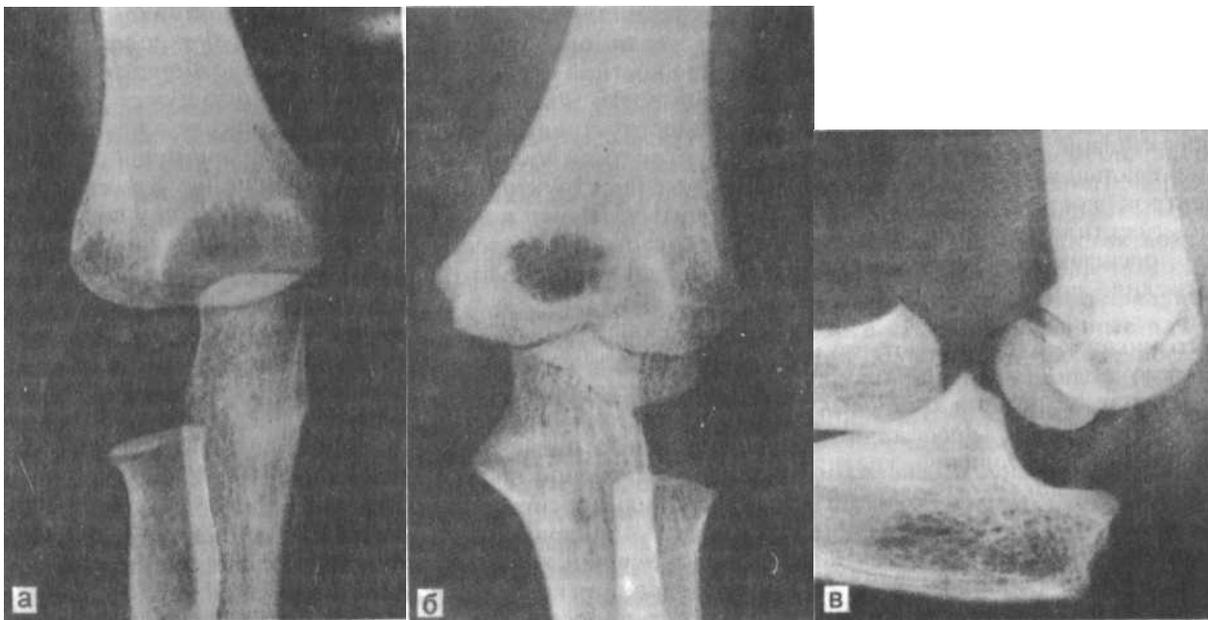
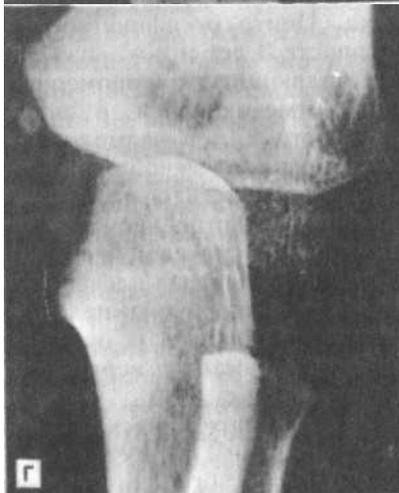


Рис. 27. Рентгенограмма локтевого сустава в переднезадней и боковой проекциях. Возрастной период от 1 года до 4 лет (объяснение в тексте).



Рентгенограмма в боковой проекции (см. рис. 27, в). Дорсальная поверхность метадиафиза плечевой кости прямая, передняя имеет незначительную вогнутость в нижней части. Дистальная поверхность метафиза в начальной стадии окостенения эпифиза плечевой кости выпуклая, в дальнейшем может иметь два контура. Один из них — дистальный, дугообразный — соответствует нижней поверхности метафиза. Второй контур углообразный, с более толстыми замыкающими пластинками. Вентральная его часть является отображением латеральных отделов нижней поверхности метафиза, задняя часть — отображением метафизарной поверхности ростковой зоны медиального надмыщелка плечевой кости. Оссифицированная латеральная часть дистального эпифиза плечевой кости имеет форму полукруга с равномерной мелкоячеистой структурой. Проксимальная поверхность шейки лучевой кости выпуклая, контуры шейки и тела ровные. В области расположения бугристости лучевой кости выявляется участок разрежения костной структуры. Форма, структура и контуры проксимального конца локтевой кости такие же, как у детей предыдущего возрастного периода, за исключением проявления отчетливой волнистости контура проксимальной поверхности локтевого отростка.

Рентгенологические показатели анатомического строения локтевого сустава, доступные для анализа.

Переднезадняя рентгенограмма. Нормативные значения соотношений пространственных положений плеча и предплечья такие же, как у детей предыдущей возрастной группы. При анализе подлежат оценке также следующие показатели: форма, размеры, контуры и структура оссифицированных частей метадиафиза плечевой кости, проксимального «конца локтевой, шейки и проксимальной части тела лучевой кости; контуры и структура ядра окостенения головки мыщелка плечевой кости и латерального вала блока; состояние латеральных и средних отделов дистальной метаэпифизарной ростковой зоны плечевой кости.

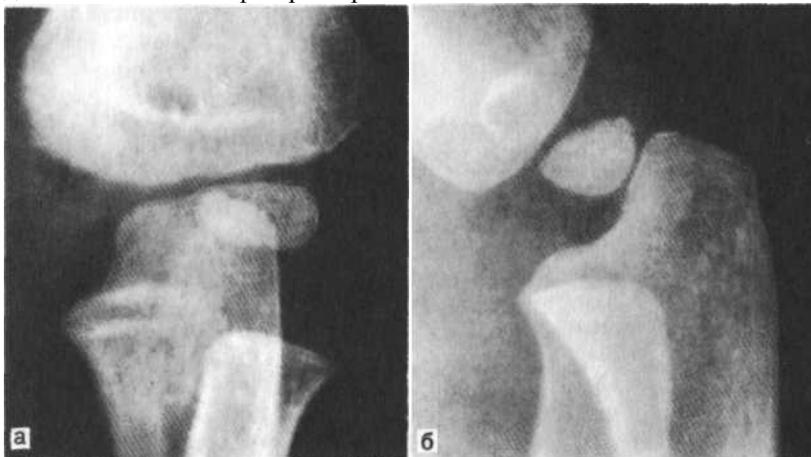


Рис. 28. Рентгенограмма локтевого сустава в 2 проекциях. Перелом головки мыщелка плечевой кости (объяснение в тексте).

Анализ состояния этой зоны, помимо выявления признаков острого рахита, имеет значение и для диагностики травматических повреждений локтевого сустава, а именно — травматического эпифизеолиза головки мыщелка плечевой кости. Рентгенологическим признаком этого перелома в тех случаях, когда он не сопровождается значительным смещением, является только изменение формы и ширины названной части дистальной метаэпифизарной ростковой

зоны. На рис. 27, б и в представлены отпечатки с рентгенограмм локтевого сустава практически здорового ребенка 2 $\frac{1}{2}$ лет, на рис. 28, а и б — отпечатки с рентгенограмм локтевого сустава ребенка того же возраста с травматическим эпифизеоллом головки мыщелка плечевой кости. В первом наблюдении полоска просветления между дистальной поверхностью метафиза плечевой кости и основанием ядра окостенения эпифиза имеет равномерную ширину на всем протяжении как на рентгенограмме в переднезадней проекции, так и на боковой рентгенограмме. На переднезадней рентгенограмме второго ребенка промежуток между поверхностью метафиза плечевой кости и основанием ядра окостенения головки мыщелка имеет клиновидную форму (ширина его у латерального края значительно больше, чем у центрального края). На боковой рентгенограмме нарушение пространственного положения ядра окостенения головки мыщелка проявляется еще более отчетливо. Если на задней рентгенограмме ширина латерального отдела метаэпифизарного промежутка относилась к ширине центрального отдела как 2:1, то на боковой рентгенограмме ширина заднего отдела этого промежутка относится к ширине переднего отдела уже как 6:1. Дополнительным рентгенологическим признаком нарушения пространственного положения головки мыщелка плечевой кости является то, что на уровне центра проксимальной поверхности шейки лучевой кости располагается середина первого квадрата головки мыщелка (а не граница между первым и вторым квадрантами, как это характерно для нормы). Подобная ситуация служит признаком смещения головки мыщелка в дорсальном направлении.

Боковая рентгенограмма. Практическое значение имеют следующие показатели: форма, контуры и структура дистального метадиафиза плечевой кости, шейки и проксимальной части тела лучевой и проксимального конца локтевой кости; контуры и структура ядра окостенения головки мыщелка плечевой кости; анатомические соотношения в лучеплечевом сочленении. Критерием правильности этих соотношений является расположение центра проксимальной поверхности шейки лучевой кости (или ядра окостенения ее головки) на уровне границы первого и второго квадрантов ядра окостенения головки мыщелка плечевой кости. Специально оценивается также пространственное положение метаэпифиза плечевой кости в сагиттальной плоскости.

Невозможна оценка в этот возрастной период истинных формы, размеров и контуров метаэпифиза плечевой кости, проксимального конца локтевой, головки и бугристости лучевой кости; анатомических соотношений в плечелоктевом и проксимальном лучелоктевом суставах, а также в плечелучевом во фронтальной плоскости; состояния медиальных отделов метаэпифизарной ростковой зоны плечевой кости и состояния проксимальной ростковой зоны лучевой кости. Мы хотим предостеречь от применения у детей в возрасте до 7 лет описанного в начале раздела рентгенологического показателя правильности анатомических соотношений в плечелучевом суставе во фронтальной плоскости (на рентгенограмме, произведенной в переднезадней проекции). Оссификация головки мыщелка плечевой кости протекает неравномерно, причем медиальные ее отделы окостеневают быстрее, чем латеральные. В связи с этим обстоятельством центр дистальной поверхности ядра окостенения располагается медиальнее, чем центр полностью оссифицированной головки. А это значит, что линия, проведенная через середину шейки лучевой кости и при нормальных анатомических соотношениях в плечелучевом сочленении, может не совпадать (и в большинстве случаев не совпадает) с центром ядра окостенения головки мыщелка. Применение названного показателя без учета особенностей возрастной рентгеноанатомии может привести к ошибочному диагнозу латерального подвывиха лучевой кости. Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка у детей 1 года служит наличие центров оссификации головки мыщелка и латерального вала блока дистального эпифиза плечевой кости, у детей 3 лет — наличие ядра окостенения головки лучевой кости.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Повод для ее проведения может представить только одна деталь рентгеноанатомической картины, а именно участок разрежения костной структуры в области расположения бугристости лучевой кости. Рентгенологические различия его с участком деструкции или формирующейся костной кистой были представлены выше

ВОЗРАСТ 7—11 ЛЕТ

В этом периоде наиболее эффективны процессы оссификации метаэпифизов костей, образующих локтевой сустав. Возраст 6 лет является закономерным сроком начала окостенения медиального надмыщелка плечевой кости. В 7-летнем возрасте появляются множественные центры окостенения медиального вала блока дистального эпифиза плечевой кости, локализующиеся преимущественно в латеральных $\frac{2}{3}$ его хрящевой модели. Примерно в 8 лет они сливаются между собой, и в это же время появляется первое ядро окостенения апофиза локтевого отростка локтевой кости (формирующее дорсальную часть апофиза). К 10 годам окостеневают почти весь медиальный вал блока, кроме краевых его отделов (медиального, вентрального и дорсального), и начинается окостенение верхней части локтевого отростка локтевой кости за счет появления одного, иногда двух отдельных центров оссификации. В течение этого возрастного периода заканчивается также окостенение головки лучевой кости и значительно увеличивается степень оссифицированности головки мыщелка и латерального вала блока дистального эпифиза плечевой кости, окончательно оформляется архитектура костной структуры метафизов и частично эпифизов костей, образующих локтевой сустав. Хрящевое строение к 11—12 годам сохраняют: латеральный надмыщелок плечевой кости; краевые отделы медиального вала блока дистального эпифиза плечевой кости; небольшой участок дистального эпифиза плечевой кости между оссифицированными частями латерального и медиального валов блока; около $\frac{1}{3}$ объема локтевого отростка локтевой кости и большая часть венечного отростка; метаэпифизарные и апофизарные ростковые зоны.

Рентгеноанатомическая картина. При наличии ряда общих закономерностей рентгеновского изображения метаэпифизов костей, образующих локтевой сустав, и общности рентгенологических показателей его анатомического строения, доступных для анализа, рентгеноанатомическая картина имеет ряд особенностей, связанных с появлением очередных центров оссификации эпифизов и апофизов. В связи с этим описание нормальной рентгеноанатомии данного возрастного периода разделено на три части, применительно к трем условным фазам окостенения хрящевых отделов плечевой, лучевой и локтевой костей.

Период до начала окостенения медиального вала блока дистального эпифиза плечевой кости. На рентгенограмме в переднезадней проекции (рис. 29, а) латеральная поверхность дистального метафиза плечевой кости представляется слегка, выпуклой, нижний край ее закруглен. Медиальная поверхность метафиза в нижней части напоминает по форме треугольник — нижний угол ее

как бы срезан. У контура этого среза располагается ядро окостенения медиального надмыщелка, отделенное от контура метафиза узкой равномерной полоской просветления (отображение ростковой зоны). Дистальная поверхность метафиза плечевой кости в медиальной ее части выпуклая со слегка волнистым контуром. Латеральная часть дистальной поверхности метафиза также выпуклая, но может иметь два контура, один из которых соответствует заднему краю поверхности метафиза, второй — переднему ее краю. Оссифицированная часть головки мыщелка плечевой кости и латерального вала блока имеет описанную ранее форму двух неравных по величине полусфер. Дистальная метаэпифизарная ростковая зона плечевой кости может иметь двоякое изображение — одной узкой равномерной полоски просветления между обращенными друг к другу поверхностями метафиза и оссифицированной частью эпифиза либо двух таких полосок, проецирующихся одна между метафизом и эпифизом, вторая — несколько выше, на фоне метафиза, и соединяющихся у обоих своих концов. В структуре метафиза прослеживаются четко выраженные аркады, в структуре оссифицированной части эпифиза — вертикально ориентированные силовые линии. Ядро окостенения головки лучевой кости имеет слегка клиновидную форму с основанием клина, обращенным в лучевую сторону.

Рентгеновская суставная щель локтевого сустава неправильной формы и неравномерна по высоте. Изображение локтевого сустава на рентгенограмме в боковой проекции практически полностью идентично изображению его у детей предыдущего возрастного периода.



Рис. 29 Рентгенограммы локтевого сустава в стандартных проекциях. Возрастной период 7 – 11 лет (объяснение в тексте).

Начальная стадия оссификации медиального вала блока дистального эпифиза плечевой кости и локтевого отростка локтевой кости. На рентгенограмме в боковой проекции (см. рис. 29, б) выявляется характерный изгиб дистальной части метафиза плечевой кости под углом, открытым вентрально. Задняя поверхность метафиза имеет два контура. Расположенный более дорсально выпуклый контур соответствует одноименной поверхности метафиза, второй, вогнутый, контур является отображением метафизарной поверхности ростковой зоны медиального надмыщелка. На фоне нижнедорсального отдела метафиза плечевой кости и частично на фоне мягких тканей прослеживается ядро окостенения медиального надмыщелка. Размеры головки мыщелка почти полностью соответствуют размерам хрящевой модели. На изображение головки проецируются частично слившиеся, частично изолированные центры оссификации медиального вала блока. На рис. 29, б выявляются одно относительно крупное ядро окостенения неправильной формы и несколько мелких центров оссификации, проецирующихся на фоне мягких тканей. Форма и размеры головки и шейки лучевой кости полностью соответствуют возрастной анатомической норме. В области расположения бугристости лучевой кости сохраняется участок разрежения костной структуры (см. рис. 29, г). У дорсальной поверхности локтевого отростка локтевой кости выявляется овальное с четкими контурами ядро окостенения его апофиза.

На рентгенограмме в переднезадней проекции (см. рис. 29, в) форма и структура дистального метафиза плечевой кости такие же, как до появления центров оссификации медиального вала блока. Размеры и форма головки мыщелка плечевой кости и латерального вала блока почти полностью соответствуют размерам и форме хрящевых моделей. У медиальной части дистальной поверхности метафиза плечевой кости видны частично слившиеся, частично изолированные центры окостенения медиального вала блока. На рис. 29, в видно одно большое ядро окостенения медиального вала блока овальной формы с дугообразной нижней поверхностью, а у медиального его края — несколько мелких центров оссификации. Оссифицированные части медиального и латерального валов блока разделены узкой вертикальной полоской просветления, ограниченной четко выраженными замыкающими пластинками обращенных друг к другу поверхностей валов блока. Головка лучевой кости оссифицирована полностью, бугристость ее имеет должные размеры и форму. Локтевой отросток локтевой кости относительно короткий, у верхней его поверхности на фоне метафиза плечевой кости прослеживается овальное с ровными четкими контурами ядро окостенения дорсальной части апофиза локтевого отростка локтевой кости. Дистальная метаэпифизарная ростковая зона плечевой кости и проксимальная ростковая зона лучевой прослеживаются на всем их протяжении.

На рентгенограмме в переднезадней проекции (см. рис. 29, в) форма и структура дистального метафиза плечевой кости такие же, как до появления центров оссификации медиального вала блока. Размеры и форма головки мыщелка плечевой кости и латерального вала блока почти полностью соответствуют размерам и форме хрящевых моделей. У медиальной части дистальной поверхности метафиза плечевой кости видны частично слившиеся, частично изолированные центры окостенения медиального вала блока. На рис. 29, в видно одно большое ядро окостенения медиального вала блока овальной формы с дугообразной нижней поверхностью, а у медиального его края — несколько мелких центров оссификации. Оссифицированные части медиального и латерального валов блока разделены узкой вертикальной полоской просветления, ограниченной четко выраженными замыкающими пластинками обращенных друг к другу поверхностей валов блока. Головка лучевой кости оссифицирована полностью, бугристость ее имеет должные размеры и форму. Локтевой отросток локтевой кости относительно короткий, у верхней его поверхности на фоне метафиза плечевой кости прослеживается овальное с ровными четкими контурами ядро окостенения дорсальной части апофиза локтевого отростка локтевой кости. Дистальная метаэпифизарная ростковая зона плечевой кости и проксимальная ростковая зона лучевой прослеживаются на всем их протяжении.

Вторая стадия окостенения медиального вала блока дистального эпифиза плечевой кости и апофиза локтевого отростка локтевой кости. Рентгенограмма в боковой проекции. Рентгеноанатомическая картина имеет следующие два отличия от описанной выше. Первое из них заключается в том, что кроме окружности, соответствующей головке мыщелка плечевой кости, появляется изображение еще одной окружности, соответствующей латеральному валу блока (рис. 30, а, б, позиция I на скиаграмме).

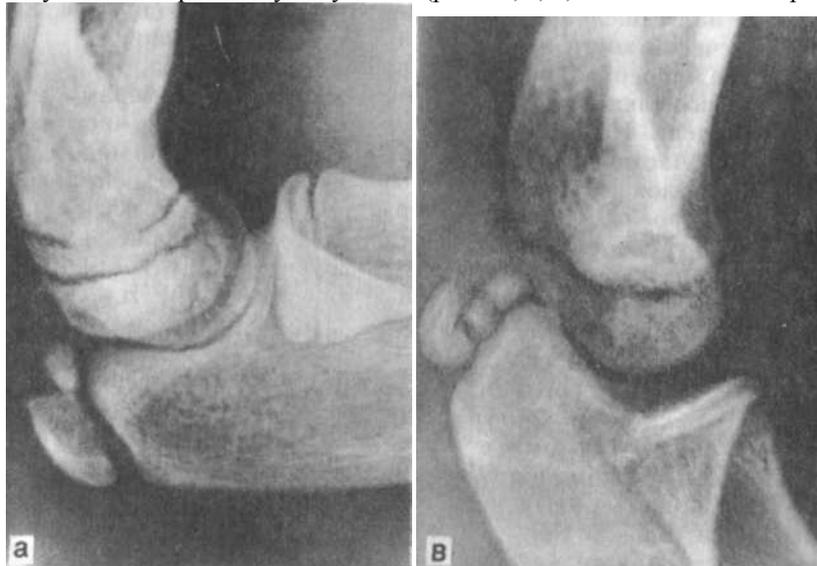
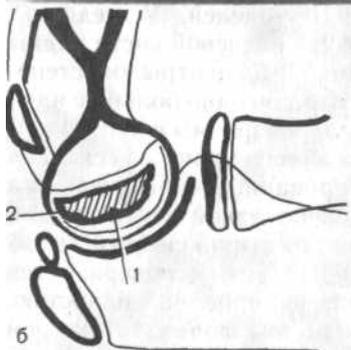


Рис. 30. Рентгеновское отображение вариантов оссификации локтевого отростка локтевой кости (объяснение в тексте).

Медиальный вал блока представлен либо, как и ранее сочетанием крупного ядра окостенения с несколькими отдельными центрами оссификации, либо одним крупным ядром неправильной формы с волнообразным контуром (см. рис. 30, б позиция 2). Второе отличие заключается в наличии двух, а иногда и трех (см. рис. 30, в) ядер окостенения апофиза локтевого отростка локтевой кости. Одно из них (или два при наличии трех ядер окостенения) располагается у дорсальной поверхности локтевого отростка, второе — у его верхушки. Размеры ядер окостенения неодинаковы. Наибольшую величину имеет ядро окостенения, расположенное у дорсальной поверхности отростка, наименьшую — добавочный центр оссификации дорсальной поверхности (при наличии трех ядер окостенения).



На рентгенограмме в переднезадней проекции наибольшего внимания заслуживает сложный комплекс проекционных наслоений в области медиального метаэпифиза плечевой кости. На рис. 31, а, б представлены отпечаток и скиаграмма с рентгенограммы локтевого сустава ребенка 10 лет. При обзорном анализе создается впечатление наличия в области медиального отдела метаэпифиза плечевой кости шести самостоятельных костных фрагментов. Углубленный анализ позволяет уточнить их анатомический субстрат. Два верхних фрагмента (позиции 1 и 2) являются изображением двух, прослеживающихся на рис. 30, а, б ядер окостенения апофиза локтевого отростка локтевой кости. Проекционное наслоение верхнего контура основной части локтевого отростка на медиальное ядро окостенения его апофиза создает проекционный эффект наличие еще одного — третьего — фрагмента (на скиаграмме этот фрагмент отмечен вертикальной штриховкой). Дистальнее контура верхней поверхности локтевого отростка (контур верхней поверхности на скиаграмме — позиция 3) видны две горизонтальные полосы просветления, из которых верхняя, менее отчетливая, соответствует переднему отделу метаэпифизарной ростковой зоны, нижняя, с четкими контурами, — среднему и заднему отделам ростковой зоны. Сочетание изображения верхнего края локтевого отростка и двух отделов ростковой зоны создает проекционный эффект наличия еще двух отдельных фрагментов — овального медиального и прямоугольного латерального (позиция 4). Завершает этот сложный проекционный комплекс ядро окостенения медиального вала блока дистального эпифиза плечевой кости.

На рентгенограмме в переднезадней проекции наибольшего внимания заслуживает сложный комплекс проекционных наслоений в области медиального метаэпифиза плечевой кости. На рис. 31, а, б представлены отпечаток и скиаграмма с рентгенограммы локтевого сустава ребенка 10 лет. При обзорном анализе создается впечатление наличия в области медиального отдела метаэпифиза плечевой кости шести самостоятельных костных фрагментов. Углубленный анализ позволяет уточнить их анатомический субстрат. Два верхних фрагмента (позиции 1 и 2) являются изображением двух, прослеживающихся на рис. 30, а, б ядер окостенения апофиза локтевого отростка локтевой кости. Проекционное наслоение верхнего контура основной части локтевого отростка на медиальное ядро окостенения его апофиза создает проекционный эффект наличие еще одного — третьего — фрагмента (на скиаграмме этот фрагмент отмечен вертикальной штриховкой). Дистальнее контура верхней поверхности локтевого отростка (контур верхней поверхности на скиаграмме — позиция 3) видны две горизонтальные полосы просветления, из которых верхняя, менее отчетливая, соответствует переднему отделу метаэпифизарной ростковой зоны, нижняя, с четкими контурами, — среднему и заднему отделам ростковой зоны. Сочетание изображения верхнего края локтевого отростка и двух отделов ростковой зоны создает проекционный эффект наличия еще двух отдельных фрагментов — овального медиального и прямоугольного латерального (позиция 4). Завершает этот сложный проекционный комплекс ядро окостенения медиального вала блока дистального эпифиза плечевой кости.

Рентгенологические показатели анатомического строения локтевого сустава, доступные для анализа. В

период до начала оссификации медиального вала блока дистального эпифиза плечевой кости для анализа доступны все те показатели, которые были перечислены в предыдущем разделе, и в добавление к ним — анатомические соотношения в плечелучевом сочленении во фронтальной плоскости (на рентгенограммах в переднезадней проекции). В процессе окостенения медиального вала блока и апофиза локтевого отростка локтевой кости (т. е. у детей 8—10 лет) возможна оценка следующих показателей: истинных форм, размеров, контуров и структуры головки мыщелка и латерального вала блока дистального эпифиза плечевой кости, головки, шейки и проксимальной части тела лучевой кости; контуров и структуры оссифицированной части метафиза плечевой кости, медиального вала блока и проксимального конца локтевой кости. При оценке соотношения пространственных положений плеча и предплечья следует учитывать, что нормативные показатели величины угла между продольными осями этих сегментов $175^\circ \pm 2,5^\circ$. Кроме того, оцениваются: пространственное положение дистального метаэпифиза плечевой кости в сагиттальной плоскости; глубина и состояние контуров ямок плечевой кости; состояние метаэпифизарных и апофизарных ростковых зон (кроме ростковой зоны латерального надмыщелка); анатомические соотношения в плечелучевом сочленении во фронтальной и сагиттальной плоскостях и в проксимальном лучелоктевом суставе.

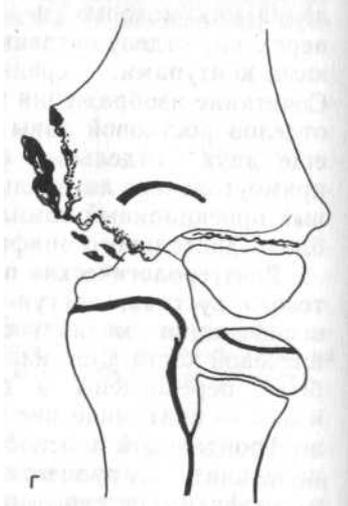
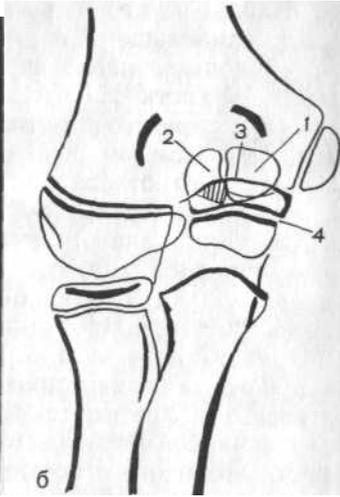


Рис. 31. Рентгенограмма (а) и скиаграммы (б) локтевого сустава в задней проекции. Комплекс проекционных наслоений в области метафиза плечевой кости. Отрыв надмыщелка (в, г).

Критерием правильности соотношений в последнем из названных суставов являются: расположение на одном горизонтальном уровне смежных краев суставной ямки головки лучевой кости и контура передней поверхности блоковидной вырезки локтевой кости (на рентгенограмме, произведенной в передне-задней проекции), а также равномерная ширина рентгеновской суставной щели. Невозможной является оценка истинных размеров, формы и контуров метафиза плечевой кости и медиального отдела ее эпифиза, проксимального отдела локтевой кости, высоты и формы рентгеновской суставной щели локтевого сустава, анатомических соотношений в плечелоктевом сочленении.

Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка у детей 7 лет служит наличие ядер окостенения медиального вала блока дистального эпифиза плечевой кости и медиального надмыщелка; у детей 8—9 лет — полное окостенение головки лучевой кости и наличие ядра окостенения апофиза локтевого отростка локтевой кости; у детей 9—10 лет—двух (трех) ядер окостенения апофиза локтевого отростка.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. В первую очередь мы хотим еще раз упомянуть участок разрежения костной структуры в области бугристости лучевой кости, которое у детей разбираемого возрастного периода может иметь значительную выраженность (см. рис. 29, г). Сходство его с участком деструкции усугубляется, как видно на рисунке, некоторой неровностью границ. Опорными пунктами дифференциальной диагностики являются в основном клинические данные и закономерность наличия упомянутого разрежения костной структуры в области бугристости лучевой кости.

Раздельное изображение на фоне метафиза плечевой кости на рентгенограмме в переднезадней проекции переднего и заднего отделов метаэпифизарной ростковой зоны может симулировать рентгенологические признаки остеопифизолиза головки мыщелка плечевой кости. Дифференциальная диагностика основывается на следующих рентгенологических различиях. Полоски просветления ростковой зоны имеют равномерную высоту, контуры их ровные, с замыкающими пластинками. Контур латеральной поверхности метафиза плечевой кости при этом ровный и непрерывный. Линия перелома, как правило, неравномерна по ширине, с неровными контурами, наблюдается нарушение непрерывности и уступообразная деформация латерального контура метафиза плечевой кости.

Нужно учитывать также особенности отображения ядра окостенения апофиза локтевого отростка локтевой кости и медиального надмыщелка плечевой. Показанием к проведению дифференциальной диагностики является не столько возможность ложно-положительного диагноза отрывного перелома, сколько решение вопроса (при анамнестических указаниях на травму) о наличии или отсутствии травматического апофизолиза. Различие рентгенологической картины нормально формирующихся апофизов и травматических апофизолизом были изложены в 1-й главе. В настоящем разделе мы иллюстрируем эти различия на конкретном примере.

На рис. 29, б и в были представлены отпечатки с рентгенограмм нормально формирующегося локтевого сустава ребенка 8 лет. Для сравнения на рис. 32 представлены отпечатки и скиаграмма с рентгенограмм локтевого сустава ребенка того же возраста с травматическим апофизолизом локтевого отростка локтевой кости. У обоих детей на переднезадней рентгенограмме над контуром верхней поверхности локтевого отростка локтевой кости выявляется приблизительно одинаковой формы и размеров ядро окостенения этого отростка. Однако если на рентгенограмме первого (здорового) ребенка промежуток между контуром локтевого отростка и ядром окостенения имеет одинаковую ширину на всем протяжении, то на рентгенограмме второго ребенка этот промежуток отчетливо клиновидный (ядро окостенения апофиза локтевого отростка на рис. 32, б отмечено вертикальной штриховкой). На боковой рентгенограмме нормально формирующегося локтевого сустава ширина промежутка между дорсальной поверхностью локтевого отростка локтевой кости и ядром окостенения его апофиза у верхнего и нижнего краев одинаковая и не превышает 2—2,5 мм. На рис. 32, в и г упомянутый промежуток имеет выраженную клиновидную форму (с основанием клина, обращенным проксимально), и к тому же он очень велик — около 1 см (вертикальной штриховкой на рис. 32, г

отмечена оссифицированная часть медиального вала блока дистального эпифиза плечевой кости). На рис. 31, в и г представлена рентгенологическая картина остеоэпифизеолиза медиального надмыщелка плечевой кости в сравнении с рентгеноанатомической картиной нормально формирующегося локтевого сустава ребенка того же возраста (см. рис. 31, а, б). Ростковая зона медиального надмыщелка плечевой кости на рис. 31, а узкая, равномерная по ширине, контуры ее ровные. Верхний и нижний края ядра окостенения медиального надмыщелка находятся на одном уровне с одноименными краями метафизарной поверхности ростковой зоны. На рис. 31, в, помимо резко выраженной клиновидности и расширения ростковой зоны медиального надмыщелка, выявляются также признаки смещения последнего в дистальном направлении и неровность его контуров.

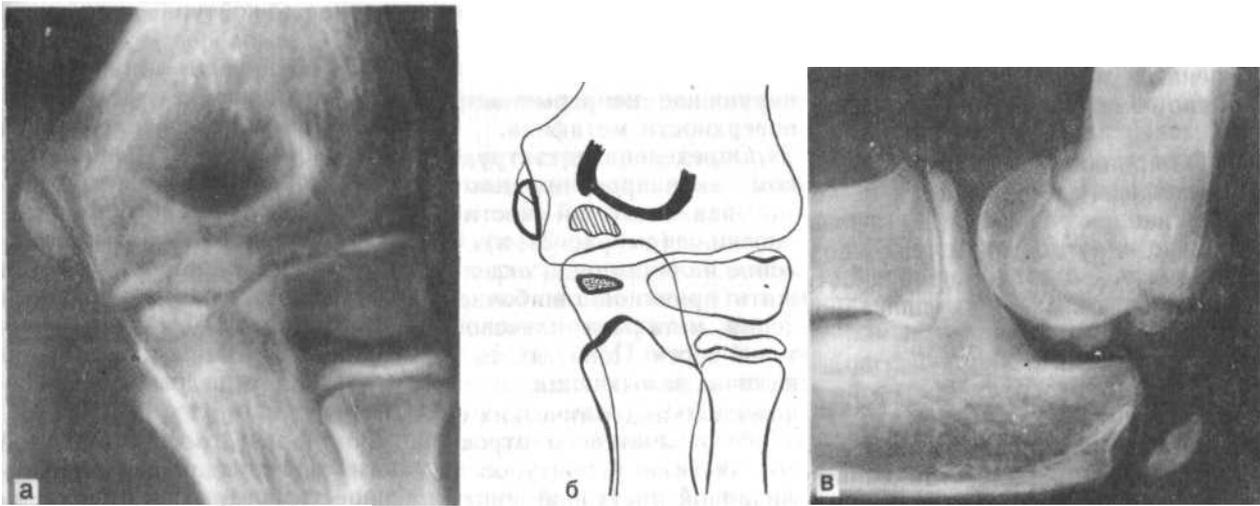


Рис. 32. Рентгенограммы (а, в) и скиаграммы (б, г) локтевого сустава. Остеоэпифизеолиз апофиза локтевого отростка локтевой кости.



Неслившиеся центры оссификации медиального вала блока дистального эпифиза плечевой кости, особенно если они сочетаются с уже сформировавшимся крупным ядром окостенения, могут вызывать подозрение на наличие мелкооскольчатого перелома метафиза плечевой кости или дистрофических изменений структуры эпифиза. Различия между возрастной рентгеноанатомической нормой и названными патологическими состояниями заключаются в том, что центры оссификации имеют округлую форму и окружены хотя и тонкими, но четко выраженными замыкающими пластинками. Мелкие отломки при переломе метафиза чаще палочковидной формы, замыкающих пластинок не имеют, и, кроме того, на рентгенограмме в этом случае выявляется нарушение непрерывности или неровность контура дистальной поверхности метафиза.

Определенные затруднения могут возникать также из-за комплекса проекционных наслоений в медиальном отделе метаэпифиза плечевой кости на рентгенограмме в переднезадней проекции (см. рис. 31, а). Создаваемое этими наслоениями впечатление наличия ряда отдельных костных фрагментов может послужить причиной ошибочного диагноза травматического повреждения метафиза плечевой кости или локтевого отростка локтевой кости. Показателем рентгеноанатомической нормы является наличие замыкающих пластинок у создающих этот проекционный комплекс анатомических образований (у обоих ядер окостенения апофиза локтевого отростка, у верхней поверхности основной его части и у контуров переднего и заднего отделов метаэпифизарной ростковой зоны). Наличие трех ядер окостенения локтевого отростка локтевой кости ввиду относительной редкости такого варианта окостенения локтевого отростка может навести на мысль о наличии его перелома. Показателем возрастной рентгеноанатомической нормы служат наличие ненарушенных замыкающих пластинок у всех трех ядер окостенения и равномерность ширины апофизарной ростковой зоны.

Полоска просветления неоссифицированной хрящевой ткани между валами блока дистального эпифиза плечевой кости может быть ошибочно принята за линию вертикального перелома эпифиза. Опорными пунктами дифференциальной диагностики служат возрастная закономерность рентгенологической разъединенности валов блока, а также непрерывность замыкающих пластинок оссифицированных их частей.

ВОЗРАСТ 12—14 ЛЕТ

В течение этого возрастного периода завершается окостенение метаэпифизов костей, образующих локтевой сустав (кроме синостиозирования метаэпифизарных и апофизарных ростковых зон). Происходит слияние всех центров окостенения медиального и среднего отделов медиального вала блока эпифиза плечевой кости и появляются центры оссификации его краевых отделов, сливающиеся с основной частью вала к 14, реже 15 годам. Дорсальное и проксимальное ядра окостенения апофиза локтевого отростка локтевой кости достигают размеров его хрящевой модели. Происходит окостенение латерального надмыщелка плечевой кости и венечного отростка локтевой: первого из них — из отдельного центра оссификации, второго — в результате распространения на него процесса окостенения проксимального метафиза локтевой кости. Мы хотим подчеркнуть, что отдельного центра оссификации венечный отросток локтевой кости не имеет, поэтому наличие в этой области костного фрагмента всегда является признаком перелома.

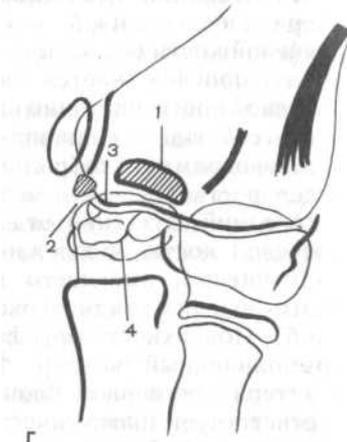
К 14-летнему возрасту хрящевое строение сохраняют: небольшая полоска хрящевой ткани между медиаль-

ным и латеральным валами блока эпифиза плечевой кости, аналогичная хрящевая прослойка между оссифицированными дорсальной и верхней частями апофиза локтевого отростка локтевой кости и метаэпифизарные ростковые зоны. Мы хотим отметить, что нами приведен наиболее типичный для данного возрастного периода комплекс костеобразовательных процессов, не исключающий существования некоторых отклонений в возрастных сроках начала окостенения и степени оссифицированности отдельных анатомических образований. Так, например, возможно появление центра оссификации латерального надмыщелка плечевой кости до появления второго ядра окостенения локтевого отростка локтевой кости. Дополнительные центры оссификации краевых отделов медиального вала блока эпифиза плечевой кости могут сохранять самостоятельность почти до 14 лет и т. п.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в переднезадней проекции. Медиальный надмыщелок плечевой кости оссифицирован полностью (рис. 33, а). Изображение его прослеживается частично у медиального контура метафиза плечевой кости, частично на фоне последнего. В зависимости от точности соблюдения правильности укладки при рентгенографии на рентгенограмме отображается либо только один — передний — отдел ростковой зоны медиального надмыщелка, либо оба, т. е. и передний, и задний отделы. У латерального контура метафиза плечевой кости прослеживается ядро окостенения латерального надмыщелка, имеющего вначале палочковидную форму, а на более поздних стадиях окостенения — форму овала (см. рис. 33, а и б). Поверхность метафиза в этом месте как бы срезана и имеет прямолинейный контур. Размеры и форма головки мыщелка и латерального вала блока дистального эпифиза плечевой кости соответствует анатомическим. Рентгеновское изображение медиального вала блока может иметь несколько вариантов в зависимости от состояния процесса оссификации его краевых отделов. Латеральная и средняя часть медиального вала во всех случаях представляет собой единое костное образование больших или меньших размеров. У медиального контура основной части медиального вала выявляются либо несколько отдельных мелких центров оссификации (см. рис. 33, а), либо одна достаточно крупная точка окостенения (см. рис. 33, б). Может также наблюдаться медиальный вал блока, приближающийся по форме и размерам к возрастной анатомической норме, но с выраженной неоднородностью костной структуры, обусловленной проекционным наложением частично слившихся, частично изолированных центров оссификации задней его поверхности. На рис. 33, в и г представлен сложный комплекс проекционных наложений в области медиального отдела метаэпифиза плечевой кости, встречающийся в период окостенения краевых отделов медиального вала блока.



Рис. 33. Варианты рентгеновского изображения локтевого сустава в возрастной период 12—14 лет на рентгенограммах в переднезадней проекции.



В образовании этого комплекса участвуют: ядро окостенения апофиза локтевого отростка локтевой кости (позиция 1 на скиаграмме), крупное ядро окостенения медиального отдела медиального вала блока (позиция 2), изображение метаэпифизарной ростковой зоны (позиция 3) и оссифицированная часть медиального вала блока с отображением на его фоне ядер окостенения его задних краевых отделов (позиция 4). Между медиальным и латеральным валами блока выявляется узкая полоска просветления неоссифицированной хрящевой ткани. Изображение проксимальных отделов костей предплечья такое же, как и у взрослых, за исключением наличия полоски просветления метаэпифизарной ростковой зоны лучевой кости. Рентгеновская суставная щель локтевого сустава на уровне плечелучевого сочленения и латеральной половины плечелоктевого дугообразной формы с равномерной высотой. На уровне медиальной половины последнего сочленения рентгеновская суставная щель значительно более высокая и имеет клиновидную форму с основанием клина, обращенным в медиальную сторону.

Рентгенограмма в боковой проекции. Дистальный эпифиз плечевой кости отображается в виде трех концентрических окружностей (рис. 34, а и б), из которых самая большая соответствует головке мыщелка, средняя — латеральному валу блока и самая маленькая, центральная, — выемке между валами блока. На фоне верхней части окружностей проецируется вытянутая в сагитальном направлении окостеневшая часть медиального вала блока с мелковолнистыми контурами (на скиаграмме она выделена штриховкой). У дорсального ее контура могут выявляться частично изолированные, частично слившиеся между собой точки окостенения задних краевых отделов медиального вала блока. На структурных рентгенограммах на фоне метафиза плечевой кости может быть видно изображение ядра окостенения латерального надмыщелка в виде косо расположенной полоски склероза (см. рис. 34, в и г). У переднего контура латерального надмыщелка прослеживается такая же узкая полоска пониженной оптической

плотности, являющаяся отображением его ростковой зоны (на скиаграмме точка окостенения латерального надмыщелка обозначена стрелкой). Проксимальный конец локтевого отростка локтевой кости треугольной формы с прямолинейными контурами. Суммарная величина и форма ядер окостенения его апофиза соответствуют размерам и форме хрящевой модели. Дорсальное и проксимальное ядра окостенения разделены узкой полоской просветления. Изображение локтевого отростка локтевой кости на рис. 34, в и г иллюстрирует упомянутый выше вариант возрастной нормы формирования локтевого сустава, когда ядро окостенения латерального надмыщелка плечевой кости появляется ранее второго ядра окостенения апофиза локтевого отростка локтевой кости. Рентгеновская суставная щель локтевого сустава прослеживается на всем ее протяжении.

Рентгенологические показатели анатомического строения локтевого сустава, доступные для анализа.

Рентгенограмма в переднезадней проекции. При оценке соотношений пространственных положений плеча и предплечья используются такие же нормативные показатели, как и у взрослых. Кроме того, возможна оценка следующих показателей: истинные форма, размеры контуры и структура дистального метафиза, головки мыщелка и латерального вала блока эпифиза плечевой кости, проксимального конца локтевой, головки, шейки и проксимальной части тела лучевой кости; высота и форма рентгеновской суставной щели плечелучевого сочленения и проксимального лучелоктевого сустава; анатомические соотношения в названных суставах (критерии их правильности были приведены выше); состояние метаэпифизарных и апофизарных ростковых зон. Невозможна оценка в этот возрастной период истинных формы, размеров и контуров медиального вала блока эпифиза плечевой кости, состояния рентгеновской суставной щели локтевого сустава и анатомических соотношений в плечелоктевом сочленении.

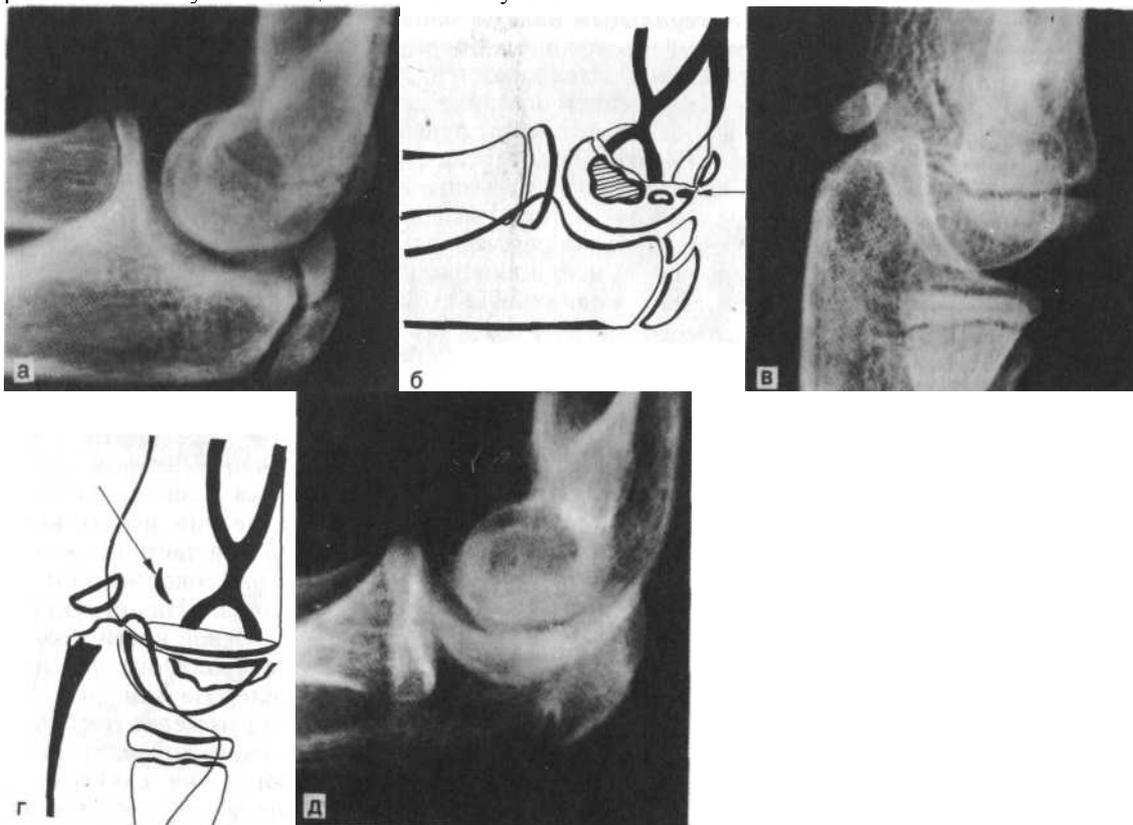


Рис. 34. Рентгенограммы (а, в, д) и скиаграммы (б, г) локтевого сустава. Возрастной период 12—14 лет.

Рентгенограмма в боковой проекции. Возможна оценка следующих показателей: пространственное положение дистального метаэпифиза плечевой кости в сагиттальной плоскости; глубина и контуры дна венечной ямки и ямки локтевого отростка; истинные размеры, форма, контуры и структура головки мыщелка и латерального вала блока дистального эпифиза плечевой кости, головки, шейки и проксимальной части тела лучевой и проксимального конца локтевой кости; форма и высота рентгеновской суставной щели плечелучевого сочленения и анатомические соотношения в нем; состояние метаэпифизарных ростковых зон плечевой и лучевой костей. Невозможна оценка в этот возрастной период тех же показателей, что и на рентгенограмме, произведенной в переднезадней проекции.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Прежде всего заслуживают внимания уже разобранные в предыдущем разделе ядра окостенения надмыщелков плечевой кости, апофиза локтевого отростка локтевой кости, изображение на фоне метафиза плечевой кости переднего отдела метаэпифизарной ростковой зоны, вертикальная полоска просветления между оссифицированными частями валов блока дистального эпифиза плечевой кости. Опорные пункты дифференциальной диагностики этих деталей возрастной рентгеноанатомической картины и травматических повреждений были приведены выше.

Нужно также учитывать, что множественные мелкие или одна крупная точки окостенения медиального края медиального вала блока эпифиза плечевой кости могут симулировать травматическое повреждение. Дифференциальная диагностика основывается на неоднократно упоминавшемся наличии у центров оссификации (в отличие от отломков) ровных замыкающих пластинок и на непрерывности контуров дистальной поверхности метафиза плечевой кости и окостеневшей части медиального вала блока.

Наконец, следует иметь в виду проекционное наложение на изображение окостеневшей части медиального вала блока эпифиза плечевой кости изображения дополнительных точек окостенения его задней поверхности (на рент-

генограмме в переднезадней проекции). Неоднородность структуры медиального вала блока, обусловленная этими наслоениями, может имитировать дистрофический процесс эпифиза плечевой кости. Разграничение возрастной нормы структуры медиального вала и дистрофических ее изменений основывается, помимо учета возможности такой картины у детей 12—14 лет, на анализе рентгенограмм, произведенных в боковой проекции, позволяющем выявить упомянутые дополнительные центры оссификации дорсальной поверхности медиального вала.

ВОЗРАСТ 15—17 ЛЕТ

Рассматриваемый период соответствует возрастным срокам последнего этапа постнатального формирования метаэпифизов костей, образующих локтевой сустав. В течение этого возрастного периода начинается и в основном заканчивается синостозирование метаэпифизарных и апофизарных ростковых зон. Началу этого процесса предшествует слияние медиального и латерального валов блока дистального эпифиза плечевой кости и оссифицированных дорсальной и проксимальной частей апофиза локтевого отростка локтевой кости.

Рентгеноанатомическая картина. В обеих стандартных проекциях она не отличается от рентгеноанатомической картины локтевого сустава у взрослых, за исключением наличия вначале частично сохраняющихся полосок просветления метаэпифизарных и апофизарных ростковых зон, а затем — наличия узких полосок склероза на месте бывшего расположения ростковых зон.

Рентгеноанатомическому анализу доступны все рентгенологические показатели анатомического строения локтевого сустава.

Поводом к проведению дифференциальной диагностики, в основном с травматическим апофизеолитом или краевым переломом, может явиться неполный синостоз ростковых зон надмыщелков плечевой кости и двух частей апофиза локтевого отростка локтевой кости. Рентгенологическим показателем возрастной рентгеноанатомической нормы является наличие замыкающих пластинок, очерчивающих полоски просветления сохранившейся части ростковых зон. На рис. 34, д (отпечаток с боковой рентгенограммы локтевого сустава здорового ребенка 15 лет) представлена рентгеновская картина неполного слияния частей апофиза локтевого отростка локтевой кости. Отчетливо прослеживаются ограничивающие полоску просветления замыкающие пластинки.

ЛУЧЕЗАПЯСТНЫЙ СУСТАВ И КИСТЬ

Анатомическое строение костей, образующих лучезапястный сустав и скелет кисти, относительно простое. Суставная впадина лучезапястного сустава образована запястной поверхностью дистального эпифиза лучевой кости и треугольным хрящом, прикрепляющимся к шиловидному отростку локтевой кости. Суставная головка этого сустава образована комплексом костей проксимального ряда запястья. Дистальный эпифиз лучевой кости относительно плоский, у лучевого его края находится шиловидный отросток. Фронтальный размер эпифиза значительно больше сагиттального. На локтевой поверхности дистального метаэпифиза лучевой кости имеется слабоогнутая цилиндрическая поверхность для сочленения с головкой локтевой кости (суставная впадина дистального лучелоктевого сустава). Головка локтевой кости имеет округлую форму, с локтевой стороны ее находится шиловидный отросток. В проксимальном ряду костей запястья расположены 4 кости, из которых в состав головки лучезапястного сустава входят ладьевидная, полулунная и трехгранная. Проксимальные поверхности всех трех костей выпуклые, дистальные у первых двух — вогнутые. Продольная ось ладьевидной кости отклонена от фронтальной плоскости в тыльном направлении под углом примерно 30°, продольная ось полулунной кости совпадает с сагиттальной плоскостью. На тыльной поверхности ладьевидной кости имеется отчетливо выраженная бугристость. Вогнутые дистальные поверхности костей проксимального ряда запястья в совокупности образуют суставную впадину межзапястного сустава. Головка этого сустава представлена комплексом выпуклых проксимальных поверхностей крючковидной, центральной, трапециевидной костей запястья и кости трапеции. Пястные кости и фаланги пальцев имеют строение трубчатых костей. Суставные поверхности проксимальных эпифизов этих костей умеренно вогнутые, головки их — круглой формы. Запястно-пястные суставы плоские с незначительным объемом движений, пястно-фаланговые и межфаланговые суставы являются разновидностью блоковидных с преобладающей подвижностью в сагиттальной плоскости (кроме суставов I пальца).

Рентгенография лучезапястного сустава и кисти производится в большинстве случаев в двух стандартных проекциях — ладонной и боковой, которые при необходимости раздельного отображения (без проекционных наслоений) комплекса ладьевидной кости, кости трапеции, трапециевидной или комплекса трехгранной, гороховидной и крючковидной костей дополняются рентгенографией в ладонной или тыльной косых проекциях и в ладонной проекции с локтевым отклонением кисти.

На рентгенограммах в стандартных проекциях лучезапястного сустава и кисти взрослых возможна оценка следующих показателей анатомического строения этого отдела костно-суставной системы. На рентгенограмме в ладонной проекции к таким показателям относятся форма, размеры, контуры и структура дистальных метаэпифизов костей предплечья, центральной кости, крючковидной и кости трапеции, а также пястных костей и фаланг пальцев; контуры и структура полулунной, трапециевидной и ладьевидной костей запястья; анатомические соотношения в дистальном лучелоктевом суставе, лучезапястном, межзапястном, пястно-запястных и межфаланговых суставах (кроме пястно-фалангового сустава I пальца, анализ соотношений в котором производится на рентгенограмме, выполненной в специальной проекции). Критерии правильности анатомических соотношений следующие. В лучезапястном суставе — равномерная высота рентгеновской суставной щели между суставными поверхностями эпифиза лучевой кости с одной стороны и ладьевидной и полулунной костей запястья — с другой, а также расположение центра суставной поверхности последней кости на уровне дистального лучелоктевого сочленения. В дистальном лучелоктевом суставе — расположение на одном уровне смежных краев проксимальных поверхностей лучевой и локтевой костей и равномерная ширина рентгеновской суставной щели. В межзапястном суставе — равномерная высота рентгеновской суставной щели и расположение середины суставной поверхности центральной кости запястья на уровне промежутка между полулунной и ладьевидной костями. В пястно-фаланговых и межфаланговых суставах — также равномерная высота рентгеновской суставной щели и, кроме этого (при условии правильной укладки при рентгенографии), расположение на одном уровне центров сочленяющихся суставных поверхностей.

Рентгенограмма в боковой проекции. В связи со сложностью пространственных положений костей запястья и проекционными наложениями для анализа доступно небольшое число показателей. К ним относятся форма, размеры, контуры и структура дистальных метаэпифизов костей предплечья; форма, контуры и структура центральной и полулунной костей; контуры и форма остальных костей запястья, пястных костей и фаланг пальцев; анатомические соотношения в лучезапястном суставе и суставе между центральной и полулунной костями запястья. Критерием правильности анатомических соотношений в лучезапястном суставе служит равномерность высоты дугообразной рентгеновской суставной щели, а также совпадение расположения центров суставных поверхностей эпифиза лучевой кости и полулунной кости запястья (при условии выполнения рентгенограммы при правильной укладке, т. е. при среднем положении кисти). В суставе между центральной и полулунной костями о правильности анатомических соотношений свидетельствует также равномерность высоты рентгеновской суставной щели и совпадение центров суставных поверхностей сочленяющихся костей (данный сустав отражает состояние всего межзапястного сустава).

Постнатальное формирование костных компонентов лучезапястного сустава и кисти имеет ряд особенностей по сравнению с формированием других сегментов конечностей. В связи с отсутствием у дистальных отделов костей предплечья и костей кисти апофизов, а также существенным различием возрастных сроков начала оссификации эпифизов трубчатых костей и костей запястья, в процессе энхондрального костеобразования этого отдела костно-суставной системы могут быть выделены только три в достаточной мере определенных периода: первый, очень кратковременный, — до появления первых центров оссификации анатомических образований, имеющих к моменту рождения хрящевое строение; второй период, продолжительностью в 12 лет, — период окостенения эпифизов трубчатых костей предплечья и кисти и костей запястья; третий — завершающий — период синостозирования метаэпифизарных ростковых зон. Описание нормальной рентгено-анатомии лучезапястного сустава и кисти разделено на значительно большее число возрастных периодов, что вызвано следующими двумя обстоятельствами: во-первых, сроки начала оссификации каждой из костей запястья и эпифизов трубчатых костей предплечья и кисти принимаются за показатель не только общего костного возраста, но в определенной мере и биологического возраста ребенка, и потому мы считаем целесообразным заострить на них внимание; во-вторых, появление ядер окостенения ряда костей вносит определенные изменения в рентгеноанатомическую картину лучезапястного сустава и кисти и в комплекс показателей их анатомического строения, доступных для анализа.

ВОЗРАСТ ДО 4 МЕС

Дистальные метаэпифизы костей предплечья и кости кисти сохраняют степень оссифицированности, достигнутой к концу внутриутробного развития. Хрящевое строение в этот период имеют эпифизы коротких трубчатых костей кисти и костей предплечья и все кости запястья.

На рентгенограммах в стандартных проекциях видны только диафизы и частично метафизы трубчатых костей предплечья и кисти. Для анализа доступны только форма, контуры и структура диафизов коротких трубчатых костей и оссифицированной части их метафизов.

ВОЗРАСТ ОТ 4 МЕС ДО 2 ЛЕТ

В течение этого возрастного периода появляются центры оссификации двух костей запястья — центральной и крючковидной — и ядро окостенения дистального эпифиза лучевой кости.

Возрастной срок начала окостенения костей запястья — 4 мес, эпифиза лучевой кости — 9 — 12 мес. В этот же период оссифицируются метафизы коротких трубчатых костей кисти и костей предплечья.

Рентгеноанатомическая картина. На рентгенограммах, кроме метадиафизов пястных костей, фаланг пальцев и дистальных метадиафизов костей предплечья, выявляются два овальных, относительно небольших ядра окостенения центральной и крючковидной костей и ядро окостенения эпифиза лучевой кости. Последнее имеет клиновидную форму с основанием клина, обращенным в лучевую сторону (рис. 35, а). Структура названных ядер окостенения, а также метафизов трубчатых костей равномерно мелкоячеистая без признаков силовых линий.

Рентгенологические показатели анатомического строения лучезапястного сустава и кисти, доступные для анализа. В рассматриваемый период возможна оценка следующих показателей: истинные размеры, форма, контуры и структура метадиафизов коротких трубчатых костей кисти и костей предплечья; анатомические соотношения в пястно-фаланговых и межфаланговых суставах. Критерием правильности соотношений во всех названных суставах являются: при среднем положении пальцев — расположение обоих (медиального и латерального) краев метафиза дистальной каждой из двух сочленяющихся костей на уровне одноименных краев метафиза проксимальной кости; при лучевом или локтевом отклонении пальцев — совпадение краев метафизов сочленяющихся костей только на одной стороне, на той, в которую отклонен палец (при лучевом отклонении — совпадение лучевых краев метафизов, при локтевом отклонении — локтевых краев). Невозможна оценка в этот возрастной период состояния эпифизов трубчатых костей и костей запястья, анатомических соотношений в лучезапястном, межзапястном и пястно-запястном суставах.

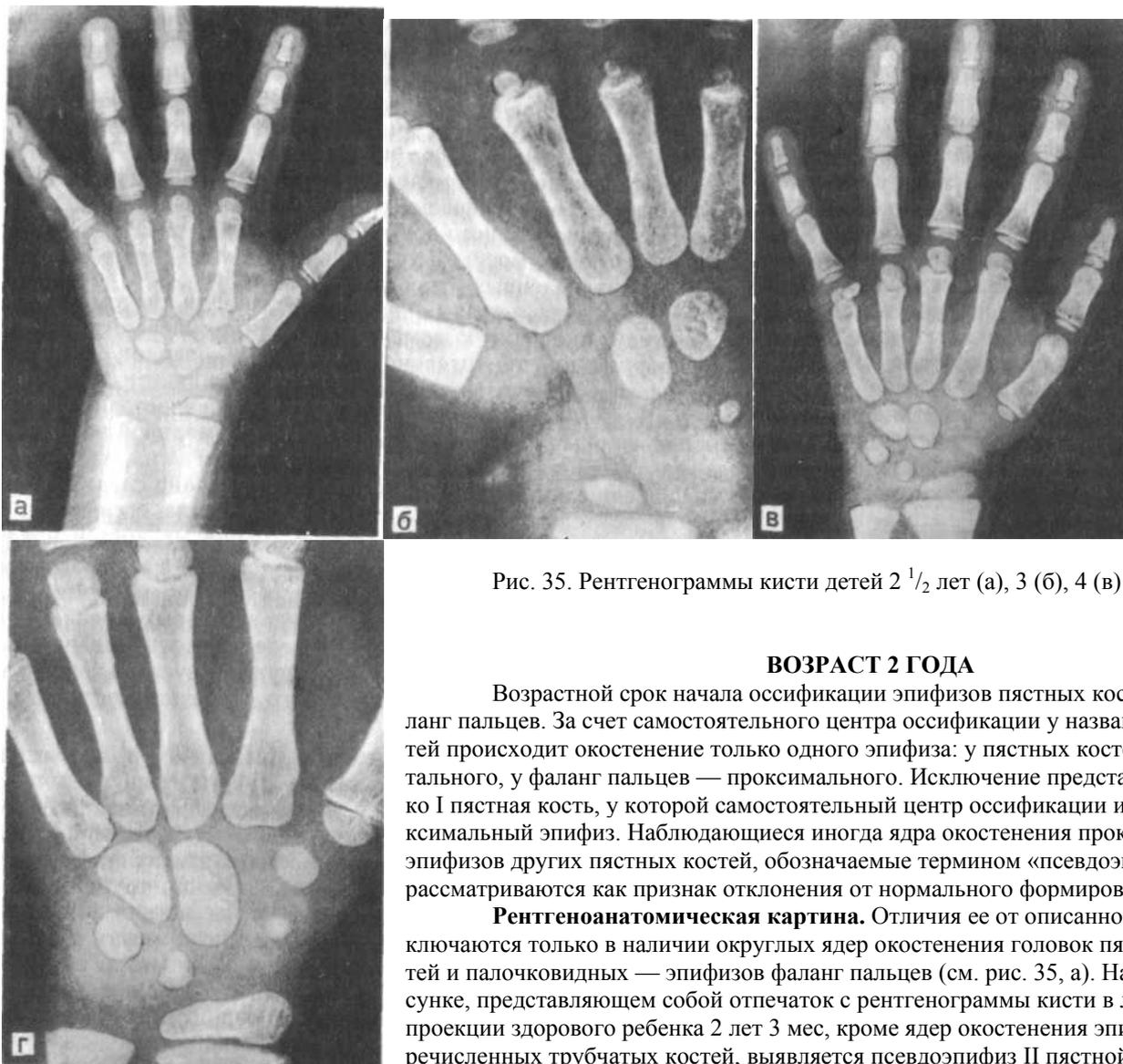


Рис. 35. Рентгенограммы кисти детей 2 1/2 лет (а), 3 (б), 4 (в) и 6 лет (г).

ВОЗРАСТ 2 ГОДА

Возрастной срок начала оссификации эпифизов пястных костей и фаланг пальцев. За счет самостоятельного центра оссификации у названных костей происходит остеонение только одного эпифиза: у пястных костей — дистального, у фаланг пальцев — проксимального. Исключение представляет только I пястная кость, у которой самостоятельный центр оссификации имеет проксимальный эпифиз. Наблюдающиеся иногда ядра окостенения проксимальных эпифизов других пястных костей, обозначаемые термином «псевдоэпифизы», рассматриваются как признак отклонения от нормального формирования.

Рентгеноанатомическая картина. Отличия ее от описанной выше заключаются только в наличии округлых ядер окостенения головок пястных костей и палочковидных — эпифизов фаланг пальцев (см. рис. 35, а). На этом рисунке, представляющем собой отпечаток с рентгенограммы кисти в ладонной проекции здорового ребенка 2 лет 3 мес, кроме ядер окостенения эпифизов перечисленных трубчатых костей, выявляется псевдоэпифиз II пястной кости.

Видны также ядра окостенения центральной и крючковидной костей запястья. Рентгенограмма иллюстрирует и критерии правильности анатомических соотношений в пястно-фаланговых суставах при различных функциональных положениях пальцев. В пястно-фаланговом суставе II пальца, находящегося в положении лучевого отклонения, совпадают лучевые края метафизов сочленяющихся костей. В суставе V пальца, находящегося в положении локтевого отклонения, совпадают локтевые края метафизов пястной кости и проксимальной фаланги. В пястно-фаланговых суставах, находящихся в среднем положении, III и IV пальцев совпадает положение обоих — локтевого и лучевого — краев метафизов сочленяющихся костей.

Комплекс рентгенологических показателей анатомического строения лучезапястного сустава и кисти, доступный для анализа, тот же, что и у детей предыдущего возраста.

ВОЗРАСТ 3 ГОДА

В этом возрасте появляется центр оссификации III кости запястья — трехгранной (рис. 35, б).

Изменение рентгеноанатомической картины по сравнению с описанной выше, кроме отображения круглого маленького ядра оссификации трехгранной кости запястья, заключается также и в том, что костные части центральной и крючковидной костей по форме приобретают сходство с их хрящевыми моделями. Комплекс рентгенологических показателей анатомического строения кисти и лучезапястных суставов, доступных для анализа, прежний.

ВОЗРАСТ 4 ГОДА

В этом возрасте начинает окостеневать полулунная кость запястья.

Рентгеноанатомическая картина не претерпевает существенных изменений. Вместе с тем появляется возможность оценки анатомических соотношений в лучезапястном суставе в обеих — фронтальной и сагиттальной — плоскостях. Расположение центра оссификации полулунной кости совпадает с центром ее хрящевой модели и, следовательно, обозначает и расположение центра ее проксимальной и дистальной суставных поверхностей. Это позволяет применить описанные во вводной части критерии правильности анатомических соотношений в лучезапястном суставе, заключающиеся в том, что в норме центр проксимальной суставной поверхности полулунной кости (для данного возраста — точка ее окостенения) на рентгенограмме в ладонной проекции располагается на уровне рентгеновской суставной щели дистального лучелоктевого сустава (см. рис. 35, в), на рентгенограмме в боковой проекции — на уровне центра оссифицированной части дистального эпифиза лучевой кости.

ВОЗРАСТ ОТ 4 1/2 ДО 7 ЛЕТ

Основным проявлением энхондрального костеобразования лучезапястного сустава и кисти является начало окостенения трех костей запястья — ладьевидной, трапецевидной и кости трапеции. Начало их окостенения не имеет таких точных возрастных сроков, как четырех упомянутых выше костей запястья. Можно лишь отметить, что в боль-

шинстве случаев наблюдается следующая последовательность появления их центров оссификации: сначала центр оссификации кости трапеции, затем ладьевидной кости и в последнюю очередь — трапециевидной. Параллельно с этим к концу возрастного периода заканчивается окостенение хрящевых моделей эпифизов пястных костей и фаланг пальцев, оссифицируется около половины объема шиловидного отростка лучевой кости, происходит оформление архитектуры костной структуры эпиметафизов коротких трубчатых костей кисти и костей предплечья.

Хрящевое строение к 7 годам сохраняют: краевые отделы костей запястья, верхушка шиловидного отростка лучевой кости и головка локтевой кости вместе с шиловидным отростком.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в ладонной проекции (см. рис. 35, г). Оссифицированная часть дистального эпифиза лучевой кости отличается от анатомической его формы и размеров только слабой выраженностью шиловидного отростка. В структуре эпифиза отчетливо прослеживаются продольные силовые линии. Головка локтевой кости на рентгенограмме по-прежнему не выявляется. Размеры оссифицированных частей центральной, крючковидной и трехгранной костей запястья приближаются к размерам хрящевых моделей, однако анатомическая их форма только намечена. В структуре этих костей прослеживаются зачатки характерных для них систем силовых линий — продольных в структуре центральной и крючковидной костей и радиальных — в структуре трехгранной кости. Размеры ядер окостенения полулунной, ладьевидной, трапециевидной костей и кости трапеции находятся в соответствии с началом процесса окостенения этих костей. На рис. 35, в самые большие размеры имеет окостеневшая часть кости трапеции, а самые маленькие — трапециевидной кости. Размеры эпифизов пястных костей и фаланг пальцев близки к возрастной анатомической норме, в структуре их отчетливо прослеживаются продольноориентированные силовые линии.

Рентгенограмма в боковой проекции. Идентифицируются три, достигшие значительных размеров кости запястья (центральная, крючковидная и трехгранная) и точка окостенения полулунной кости, имеющая хотя и небольшие размеры, но располагающаяся вне проекции каких-либо других костей. Точки окостенения остальных костей запястья на боковой рентгенограмме отчетливо не выявляются.

Рентгенологические показатели анатомического строения кисти и лучезапястного сустава, доступные для анализа. В рассматриваемый период могут быть оценены: истинные формы, размеры, контуры и структура метафизов лучевой и локтевой костей, а также полностью всех коротких трубчатых костей кисти; контуры и структура оссифицированной части дистального эпифиза лучевой кости, центральной, крючковидной, трехгранной, и полулунной костей запястья; состояние метаэпифизарных ростковых зон трубчатых костей, кроме локтевой; анатомические соотношения в лучезапястном и межфаланговых и пястно-фаланговых суставах во фронтальной и сагиттальной плоскостях.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Редкий вариант окостенения полулунной кости из двух отдельных центров окостенения (см. рис. 35, г) может имитировать (при соответствующем анамнезе) перелом этой кости. Отличительным рентгенологическим показателем возрастной нормы формирования названной кости является наличие замыкающих пластинок по всей окружности каждой из двух точек окостенения.

ВОЗРАСТ ОТ 8—9 лет

Основным проявлением энхондрального костеобразования в течение рассматриваемого периода является окостенение головки локтевой кости. Первой стадией этого процесса является появление центра оссификации хрящевой модели собственно головки. Спустя несколько месяцев появляется ядро окостенения шиловидного отростка. Окостенение большей части головки локтевой кости и слияние с ней шиловидного отростка происходит в среднем в 9-летнем возрасте. Параллельно с окостенением головки локтевой кости нарастает степень оссифицированности костей запястья, вплоть до полного окостенения, наступающего к 10 годам. Хрящевое строение к концу рассматриваемого возрастного периода сохраняют: гороховидная кость запястья, небольшая часть головки локтевой кости, сесамовидная кость I пястно-фалангового сустава и метаэпифизарные ростковые зоны коротких трубчатых костей кисти и костей предплечья.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в ладонной проекции. Размеры и форма дистального эпифиза лучевой кости соответствуют возрастной рентгеноанатомической норме, архитектура его костной структуры полностью оформлена. Головка локтевой кости в начальной стадии ее окостенения имеет форму сильно вытянутого по горизонтали узкого овала, в структуре которого уже прослеживаются вертикально ориентированные силовые линии (рис. 36, а). У детей в возрасте, близком к 9-летнему, размеры и форма головки локтевой кости почти соответствуют анатомическим. У локтевого ее края может выявляться окруженный со всех сторон замыкающими пластинками (т. е. не слившийся еще с головкой) частично или полностью оссифицированный шиловидный отросток (см. рис. 36, б). Вместе с тем в большинстве случаев головка и шиловидный отросток в данном возрасте уже представляют собой единое образование. Размеры и форма костей запястья обычно соответствуют анатомическим, прослеживается изображение крючка крючковидной кости в виде треугольника с четкими слегка склерозированными контурами, бугристость ладьевидной кости запястья не выражена (см. рис. 36, б).

Рентгенологические показатели анатомического строения лучезапястного сустава и кисти, доступные для анализа. Возможен анализ большинства из перечисленных во вводной части показателей. Исключение представляют форма, размеры, контуры и структура гороховидной кости запястья. Особого внимания заслуживает анализ состояния дистальной метаэпифизарной ростковой зоны лучевой кости. Вызвано это тем, что одним из частых видов повреждения костно-суставной системы у детей является остеоэпифизеолиз дистального эпифиза названной кости. В значительном проценте случаев остеоэпифизеолиз не сопровождается заметным смещением эпифиза, и основным его рентгенологическим признаком являются патологические изменения метаэпифизарной ростковой зоны. Показателем нормального состояния метаэпифизарных ростковых зон, как уже отмечалось, являются равномерность высоты и незначительная волнистость или дугообразность контуров, ограниченных четкими замыкающими пластинками. Для примера на рис. 36, в и г представлены отпечатки с рентгенограмм лучезапястного сустава ребенка 11 лет с травматическим эпифизеолизом дистального эпифиза лучевой кости. В обеих стандартных проекциях выявляется неравномерность ширины метаэпифизарной ростковой зоны лучевой кости. На рентгенограмме в ладонной проекции резко рас-

ширен и имеет клиновидную форму латеральный отдел ростковой зоны, на боковой рентгенограмме — передний ее отдел. Контуры дистальной поверхности метафиза лучевой кости в этих отделах неровные, непрерывность замыкающих пластинок местами нарушена, видны мелкие костные отломки. Смещения эпифиза по ширине не отмечается.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Ядро окостенения шиловидного отростка локтевой кости в период до слияния его с головкой этой кости может симулировать перелом шиловидного отростка.



Рис. 36. Рентгенограммы кисти и лучезапястного сустава детей в возрасте 9—10 лет (а, б); рентгенологическая картина остеоэпифизеолиза дистального эпифиза лучевой кости (в, г).

Отличительным признаком рентгеноанатомической нормы является наличие непрерывных замыкающих пластинок по всему периметру как головки локтевой кости, так и ядра окостенения шиловидного отростка. В добавление к этому полоска просветления между этими костными образованиями (в случае выявления ее на рентгенограмме) всегда имеет вертикальное направление, в отличие от линии перелома, имеющей косое или горизонтальное направление. Контуры линии перелома неровные, замыкающих пластинок не имеют.

ВОЗРАСТ 10 ЛЕТ

Возрастной срок появления центра оссификации гороховидной кости запястья.

Рентгеноанатомическая картина отличается от описанной выше только наличием вначале точки, а затем ядра окостенения гороховидной кости (рис. 37, а).

Возможен анализ всех рентгенологических показателей анатомического строения лучезапястного сустава и кисти.

ВОЗРАСТ 12—14 ЛЕТ

Этот период соответствует завершающей стадии постнатального формирования лучезапястного сустава и скелета кисти. Показателем наступления этой стадии служат окостенение сесамовидной кости пястно-фалангового сустава I пальца (в возрасте 12 лет) и наступление синостоза метаэпифизарной ростковой зоны I пястной кости (среднестатистический возрастной срок — 14 лет). Мы хотим напомнить, что синостоз этой ростковой зоны наступает раньше синостоза метаэпифизарных и апофизарных ростковых зон всех других костей скелета и считается признаком наступающего прекращения роста костей.

Рентгеноанатомическая картина. В целом рентгенологическая картина идентична той, которая была описана выше (при описании нормальной рентгеноанатомии детей 9—10 лет), за исключением трех деталей: во-первых, это — наличие изображения сесамовидной кости пястно-фалангового сустава I пальца (см. рис. 37, б); во-вторых, наличие горизонтальной полоски склероза на месте бывшего расположения проксимальной метаэпифизарной ростковой зоны I пястной кости (см. рис. 37, в); в-третьих, появление изображения бугристости ладьевидной кости запястья в виде относительно широкой поперечной полоски склероза с нечеткими краями (см. рис. 36, в).

Рентгеноанатомическому анализу доступны все без исключения рентгенологические показатели анатомического строения данного отдела костно-суставной системы.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Специального внимания заслуживает изображение бугристости ладьевидной кости на рентгенограмме в ладонной проекции. Помимо отмеченной выше нечетко очерченной полоски склероза на месте расположения бугристости ладьевидной кости, дистальнее ее может проследиваться некоторое разрежение костной структуры, а также небольшая уступообразная деформация контуров проксимальной и дистальной поверхностей кости.

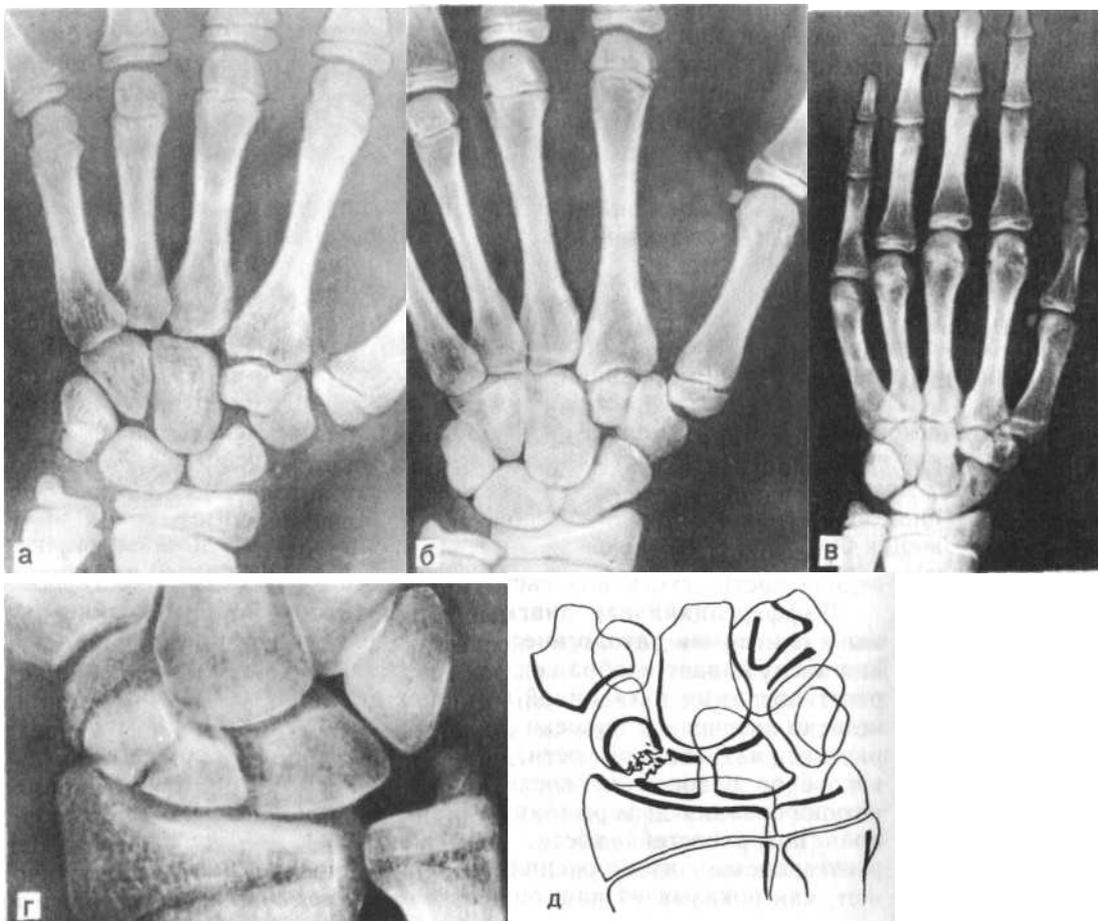


Рис. 37. Рентгенограммы кисти детей в возрасте II (а), 12 (б) и 14 (в) лет; рентгенологическая картина перелома ладьевидной кости (г, д).

Совокупность этих особенностей рентгеновского изображения бугристости ладьевидной кости может, как показывает наш опыт консультативной работы, вызвать подозрение на наличие перелома данной кости. Опорные пункты дифференциальной диагностики следующие. В норме полоска бугристости ладьевидной кости прямолинейная, оптическая плотность прилежащего к ней участка разрежения костной структуры незначительно отличается от оптической плотности остальных отделов ладьевидной кости и отчетливых границ не имеет, контуры дистальной и проксимальной поверхностей кости непрерывные. В отличие от этого линия перелома (см. рис. 37, г, д) четко очерчена, оптическая ее плотность существенно меньше оптической плотности самой кости, выявляется нарушение непрерывности контуров проксимальной и дистальной поверхностей ладьевидной кости (или одного из них). В тех случаях, когда плоскость перелома имеет косое направление, не совпадающее с ходом центрального пучка рентгеновских лучей, и в силу этих причин на рентгенограмме не выявляется, основным признаком перелома ладьевидной кости может быть только обусловленная проекционным наложением концов отломков полоса склероза. От рентгеновского изображения бугристости ладьевидной кости эту полосу склероза отличают значительно большая ширина и неправильность формы.

Глава 4

НОРМАЛЬНАЯ РЕНТГЕНОАТОМИЯ ТАЗОВОГО ПОЯСА И НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Описание нормальной рентгеноанатомии этих отделов костно-суставной системы по изложенным в гл. 3 причинам приводится отдельно для костей таза и тазобедренного сустава, коленного сустава, голеностопного сустава и стопы.

ТАЗОВЫЙ ПОЯС И ТАЗОБЕДРЕННЫЙ СУСТАВ

Правая и левая половины таза, как известно, образованы каждая тремя костями — подвздошной, седалищной и лобковой, представляющими у взрослых единое костное образование. У подвздошной кости различают тело, имеющее приближенно цилиндрическую форму, широкое плоское крыло, умеренно выгнутое в дорсальном направлении, и суставную ямку. На верхней поверхности крыла подвздошной кости имеется мощный с шероховатой поверхностью гребень, на передней и задней его поверхности находится по две небольшие ости — верхние передняя и задняя ости располагаются у соответствующих краев гребня, нижняя передняя — над латеральным краем крыши суставной ямки, нижняя задняя — у одноименной суставной поверхности крестцовой вырезки. Лобковая и седалищная кости имеют каждая тело и ветви, между последними находится запирающее отверстие. У нижней поверхности ветви седалищной кости расположен седалищный бугор. С латеральной стороны комплекса конкресцированных тел костей таза находится вертлужная впадина, в которой различают полулунную поверхность, покрытую глиновым хрящом, и дно, выстланное волокнистым хрящом. Спереди правая и левая тазовые кости соединены лобковым симфизом, сзади — с крестцом посредством синдесмоза и крестцово-подвздошных сочленений.

Тазобедренный сустав образован вертлужной впадиной и проксимальным концом бедренной кости. Последний включает в себя круглую головку, изогнутую во фронтальной и сагиттальной плоскостях шейку и два вертела — большой и малый: первый располагается у заднелатеральной поверхности основания шейки бедренной кости, второй — на заднемедиальной поверхности проксимальной части тела кости. Между основаниями вертелов на передней по-

верхности бедренной кости имеется межвертельная линия, на задней поверхности — межвертельный гребень. Суставную поверхность, покрытую гиалиновым хрящом, имеет только головка бедренной кости, но поскольку суставная сумка тазобедренного сустава прикрепляется к межвертельной линии и межвертельному гребню, шейка бедренной кости и часть оснований обоих вертелов включаются в сустав. Это обстоятельство и позволяет говорить, что тазобедренный сустав образован не только головкой бедренной кости, но и всем ее проксимальным отделом.

Рентгенография таза производится в основном только в одной (задней) проекции, тазобедренного сустава — в двух проекциях. Одна из них (задняя) является общепринятой, вторая имеет несколько вариантов (снимок в положении Лауэнштейна, аксиальная проекция и крестцово-вертлужная проекция). С нашей точки зрения, наиболее отвечают задаче получения изображения тазобедренного сустава в плоскости, перпендикулярной фронтальной, две последние, так как рентгенография в положении Лауэнштейна обеспечивает отображение в боковой проекции только проксимального конца бедренной кости, а не вертлужной впадины.

На рентгенограмме в задней проекции таза и тазобедренного сустава взрослых анализу доступны следующие рентгенологические показатели их анатомического строения.

Тазовый пояс. Оценка пространственного положения таза в трех плоскостях допустима только на рентгенограммах, выполненных при строго правильной укладке. Критерием нормы пространственного положения таза во фронтальной плоскости служит пересечение под углом 90° продольной оси позвоночника и двух линий, из которых одна проведена касательно к обоим подвздошным гребням, вторая — касательно к нижней поверхности обоих седалищных бугров. Ориентироваться только на одну какую-либо из последних двух линий нельзя, так как косое его положение по отношению к продольной оси позвоночника может быть следствием не только перекаса таза, но и различия вертикального размера правой и левой тазовых костей. Рентгенологическим показателем нормального положения таза в горизонтальной плоскости является расположение лобкового симфиза на продолжении продольной оси крестца и равенство поперечных размеров крыльев подвздошных костей (только при условии достоверно правильной укладки таза при выполнении рентгенограммы!). Особенности положения таза в сагиттальной плоскости определяются на основании анализа формы и размеров запирательных отверстий. Кроме того, анализируются: форма, размеры, контуры и структура костей таза; форма, размеры и контуры входа в малый таз; анатомические соотношения в лобковом симфизе. Критерием правильности этих соотношений является расположение на одном уровне нижних краев симфизальных поверхностей обеих лобковых костей.

Тазобедренный сустав. Пространственное положение входа в вертлужную впадину во фронтальной плоскости характеризуется величиной угла, образуемого при пересечении линии, проведенной касательно ко входу в вертлужную впадину, и линии, соединяющей нижние полюса обеих фигур слезы. Нормативные значения этого угла — $50-55^\circ$. Особого внимания заслуживает анализ пространственного положения, протяженности и состояния контуров крыши вертлужной впадины. Пространственное положение крыши впадины характеризуется величиной угла, образуемого при пересечении линии, касательной к контуру крыши и линии, соединяющей верхние края фигур слезы. Нормативные значения этого угла — $10-12^\circ$. При анализе оцениваются толщина и контуры дна вертлужной впадины, структура и контуры ее краев. Пространственное положение проксимального конца бедренной кости характеризуется в основном во фронтальной плоскости и по косвенным ориентирам — в горизонтальной. Показателем положения проксимального конца бедренной кости во фронтальной плоскости служит величина шеечнодиафизарного угла, равная в норме $125-130^\circ$, косвенным показателем положения в горизонтальной плоскости — степень выступания малого вертела за медиальный контур тела бедренной кости. Кроме того, при анализе оцениваются форма, размеры, контуры и структура головки, шейки и вертелов бедренной кости, а также анатомические соотношения в тазобедренном суставе во фронтальной плоскости. Для определения этих соотношений у взрослых используется линия Шентона, проведенная касательно к нижней поверхности верхней ветви лобковой кости и медиальной поверхности шейки бедренной кости. В норме она имеет плавно-дугобразный характер. Уступообразная ее деформация указывает на нарушение анатомических соотношений в суставе. На рентгенограмме, произведенной в аксиальной проекции (или крестцово-вертлужной), возможна оценка значительно меньшего числа показателей анатомического строения тазобедренного сустава. К ним относятся: форма, размеры, контуры и структура проксимального конца бедренной кости и седалищного бугра; проекционные углы антеверсии (поворота вперед) шейки бедренной кости и фронтальной инклинации вертлужной впадины (угол поворота ее тоже вперед), используемые для получения истинных значений этих углов; протяженность переднего края вертлужной впадины.

Характеристика возрастной нормальной рентгеноанатомии излагается одновременно применительно к костям таза и к тазобедренному суставу.

ВОЗРАСТ ДО 9 МЕС

Степень оссифицированности костей таза и проксимального конца бедренной кости на протяжении этого возрастного периода почти не отличается от той, которая имела к моменту рождения. Хрящевое строение имеют следующие отделы этих костей.

Подвздошная кость: краевые отделы крыла, включая подвздошный гребень и все четыре ости, дистальная треть тела, субхондральные и латеральные отделы крыши вертлужной впадины.

Седалищная кость: проксимальная часть тела и почти полностью восходящая часть ее ветви.

Лобковая кость: проксимальная часть тела, преобладающая часть нижней ветви, симфизальная поверхность.

Бедренная кость: головка, около $\frac{3}{4}$ длины шейки, медиальная поверхность основания шейки и метафиза, оба вертела. На протяжении первых 9—10 мес жизни происходит (кроме общего увеличения размеров костей) только небольшое увеличение степени оссифицированности шейки бедренной кости и крыльев подвздошной.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в задней проекции (рис. 38, а, б). Крылья подвздошных костей округлой формы, вогнутость латеральной поверхности надацетабулярной части тела подвздошных костей не выражена, изображение остей отсутствует. Тела подвздошной кости с одной стороны и лобковой и седалищной — с другой разделены широкой полосой просветления, анатомическим субстратом которой являются неоссифицированные части тел этих костей и Y-образный хрящ. Нижний контур этого промежутка углообразный с вершиной, обра-

щенной вниз. Вызвано это тем, что верхняя поверхность оссифицированной части тела лобковой кости расположена под углом к горизонтальной поверхности оссифицированной части тела седалищной кости. Тела лобковой и седалищной костей окружены каждое замыкающей пластинкой, указывающей на отсутствие их слияния.

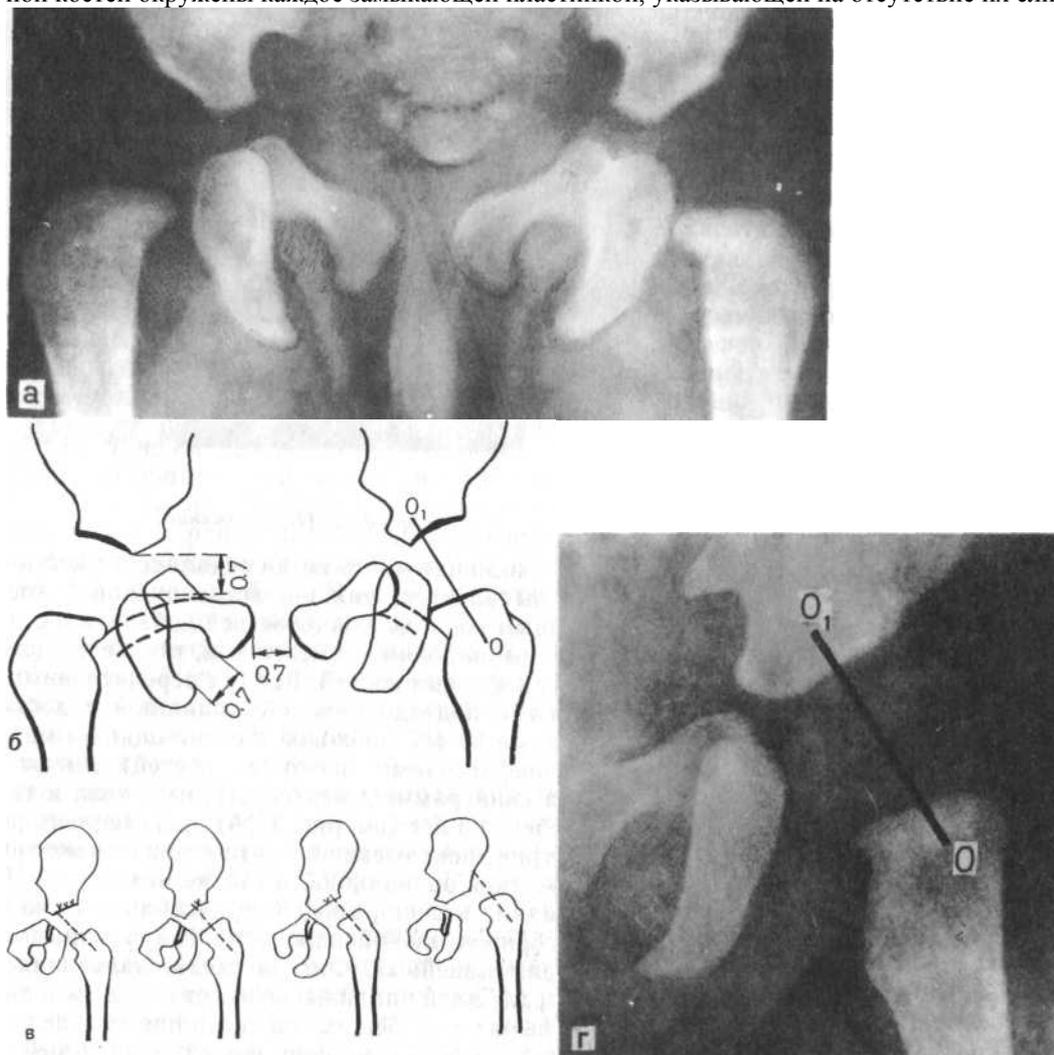


Рис. 38. Рентгенограмма (а) и скиаграмма (б) тазобедренных суставов ребенка 6 мес; схема показателей анатомических соотношений в тазобедренном суставе (в); дисплазия тазобедренного сустава (г).

Восходящая часть ветви седалищной кости на рентгенограмме не выявляется, нижняя ветвь лобковой кости короткая с закругленным концом. Концы ветвей лобковой и седалищной костей разделены широким промежутком, так же как симфизеальные поверхности лобковых костей. Все три перечисленных промежутка (между телами подвздошной и седалищной и лобковой костей, между концами ветвей лобковой и седалищной и между симфизеальными поверхностями лобковых костей) имеют одинаковую ширину. На скиаграмме с рентгенограммы таза и тазобедренных суставов ребенка 3 мес (см. рис. 38, б) представлены результаты их рентгенометрии, показывающие, что ширина всех трех разбираемых промежутков равна одной и той же величине — 0,7 мм. Вертлужная впадина мелкая, крыша ее расположена косо, под углом 20—28° к горизонтальной плоскости. Контур крыши вертлужной впадины прямолинейный. Фигура слезы, являющаяся отображением дна вертлужной впадины, не имеет определенной формы либо вообще не выражена. Бедренная кость представлена проксимальной частью тела и основанием шейки. Наружный контур межвертельной части умеренно выпуклый, внутренний — вогнутый.

Рентгенологические показатели анатомического строения таза и тазобедренного сустава, доступные для анализа. Рентгенограмма в задней проекции. Число показателей невелико: форма, размеры, контуры и структура оссифицированных частей подвздошной, седалищной и лобковой костей, проксимальной части тела и основания шейки бедренной кости; анатомические соотношения в тазобедренном суставе. Критерии, используемые для определения правильности соотношений в суставе у детей с неоссифицированной или неполностью оссифицированной головкой и шейкой бедренной кости иные, чем у взрослых. Мы хотим особо подчеркнуть, что у детей до определенного возраста для этого не может быть использована линия Шентона. Как упоминалось выше, медиальные отделы шейки бедренной кости у детей первых лет жизни не оссифицированы и потому не отображаются на рентгенограмме. В связи с этим касательная к оссифицированной части шейки располагается латеральнее и выше касательной к истинной медиальной ее поверхности, а потому линия Шентона имеет ступенчатый характер и при правильных анатомических соотношениях в тазобедренном суставе (см. рис. 38, б). Для определения анатомических соотношений в этом суставе у детей первых месяцев жизни предложено большое число рентгенологических показателей различной степени сложности и надежности.

Мы предлагаем разработанные нами показатели нормы и различных видов нарушения анатомических соотношений в тазобедренном суставе во фронтальной плоскости, применимые у детей любого возраста. Основу их со-

ставляет направленность верхнего конца продолженной в верхнемедиальном направлении продольной оси шейки бедренной кости (в данном возрастном периоде — продольной оси основания шейки). В норме у детей в возрасте до 1 года конец этой оси пересекает крышу вертлужной впадины в области первой медиальной четверти последней (см. рис. 38, в). Пересечение осью второй (т. е. более наружной) медиальной четверти крыши впадины является показателем децентрации головки бедренной кости в пределах вертлужной впадины, пересечение осью латеральной половины крыши — признаком подвывиха и пересечение ею надацетабулярной части тела подвздошной кости — признаком вывиха. Указанные критерии действительны только при условии выполнения рентгенограммы при среднем положении таза и нижних конечностей. В случае выполнения рентгенограммы при отведении или приведении одного или обоих бедер необходимо внести поправку на эту погрешность укладки, т. е. отклонить ось шейки бедренной кости при отведении латерально, при проведении медиально под углом, равным величине угла приведения или отведения конечности. В определенной мере может быть оценена у детей разбираемого возрастного периода правильность развития костей таза. Показателем его служит равенство ширины Y-образного хряща, промежутка между концами ветвей седалищной и лобковой костей и между симфизеальными поверхностями лобковых костей (см. рис. 38, б). В принципе, существуют ориентиры и для определения пространственного положения таза, однако выполнение рентгенограммы при строго правильной укладке его, являющееся обязательным условием оценки этого показателя, у маленьких детей представляет значительные трудности.

На рис. 38, г представлено конкретное применение предлагаемого нами показателя анатомических соотношений в тазобедренном суставе. Линия 00_1 — продолженная в верхнемедиальном направлении продольная ось основания шейки бедренной кости. Конец ее пересекает крышу вертлужной впадины на уровне второй ее медиальной четверти, т. е. значительно латеральнее нормативного места. Между тем рентгенограмма выполнена при правильной укладке. Заключение: децентрация головки бедренной кости в пределах вертлужной впадины.

Невозможна оценка в данный возрастной период истинных формы, размеров и контуров костей таза и проксимального конца бедренной кости, пространственного положения последнего во фронтальной и горизонтальной плоскостях, анатомических соотношений в лобковом симфизе, состояния проксимальной метаэпифизарной ростковой зоны бедренной кости, выраженности и контуров краев вертлужной впадины.

Рентгенографию в проекции, перпендикулярной задней, осуществить в этом возрасте не удастся.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Особенностью рентгенологической картины у детей является косое положение крыши вертлужной впадины. Как известно, скошенность крыши впадины считается одним из компонентов рентгенологического симптомокомплекса дисплазии тазобедренного сустава. Опорным пунктом для разграничения возрастной нормы пространственного положения крыши вертлужной впадины и ее недоразвития является величина угла наклона ее по отношению к линии, соединяющей Y-образные хрящи. Как отмечалось выше, нормативная величина этого угла 20—28°. Большие его значения являются признаком дисплазии.

ВОЗРАСТ ОТ 9 МЕС ДО 3 ЛЕТ

Рассматриваемый период соответствует начальной стадии окостенения головки бедренной кости. Центр оссификации головки появляется в интервале от 6 до 12 мес при среднестатистическом возрастном сроке 9 мес. Локализация центра оссификации непостоянная отмечается появление его как в центре хрящевой модели головки, так и на несколько миллиметров медиальнее или латеральнее центра. Окостенение головки происходит достаточно быстрыми темпами, и к 2-летнему возрасту костная часть ее занимает примерно $\frac{2}{3}$ объема хрящевой модели головки. Одновременно с окостенением головки так же быстро нарастает степень оссифицированности шейки бедренной кости и несколько медленнее — оссифицированность тел тазовых костей и ветвей лонной и седалищной.

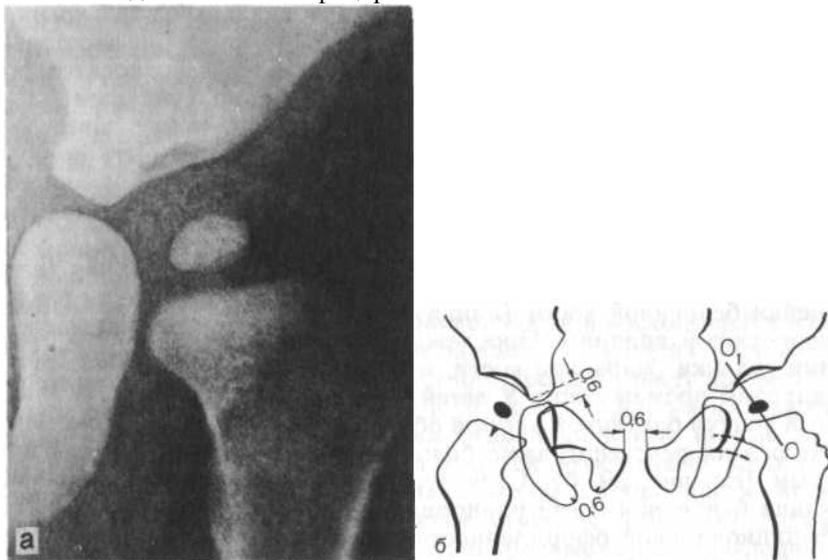


Рис. 39. Рентгенограмма (а) и скиаграмма (б) тазобедренных суставов ребенка в возрасте 1 года.

К 3-летнему возрасту хрящевое строение сохраняют края крыльев подвздошных костей, краевые отделы тел костей таза, около $\frac{2}{3}$ длины верхней части ветви седалищной кости и около половины нижней ветви лобковой, значительная часть крыши вертлужной впадины и головки бедренной кости, медиальный отдел шейки бедренной кости и оба ее вертела.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в задней проекции. Изображение крыльев подвздошных костей и тел костей таза не отличается от описанного выше. Длина нижней ветви лобковой кости равняется примерно $\frac{2}{3}$ анатомической (рис. 39, б). У восходящей части ветви седалищной кости прослеживается только ее основание.

Y-образный хрящ, лобково-седалищный и межлобковый промежутки несколько уже, чем у детей предыдущей возрастной группы, равенство ширины всех трех названных промежутков сохраняется (рис. 39, б иллюстрирует результаты рентгенометрии). Крыша вертлужной впадины умеренно скошена, но появляется вогнутость ее контура. Фигура слезы видна, но ширина ее значительно больше, чем на рентгенограммах тазобедренного сустава взрослых, и одинакова на всем протяжении или даже шире в верхней части. Шейка бедренной кости отображается на рентгенограмме почти полностью, однако линия Шентона имеет уступообразный характер вследствие неполной еще оссифицированности медиального отдела шейки. На рис. 39, б линия Шентона обозначена пунктиром. Наличие нормальных анатомических соотношений в суставе подтверждается направленностью продольной оси шейки бедренной кости (линия ОСБ) на медиальный край крыши вертлужной впадины. Прослеживается точка или ядро окостенения головки бедренной кости, отделенное от шейки относительно широким промежутком. У детей в возрасте около 3 лет латеральный контур бедренной кости в области расположения не выявляющегося на рентгенограмме большого вертела может быть волнистым (см. рис. 39, б). Структура костей таза и проксимального конца бедренной кости равномерно мелкоячеистая без признаков функциональной оформленности.

Рентгенологические показатели анатомического строения таза и тазобедренного сустава, доступные для анализа. Рентгенограмма в задней проекции. Возможен анализ следующих показателей: пространственное положение таза во фронтальной и горизонтальной плоскостях; форма, контуры и структура оссифицированных частей костей таза, шейки и проксимальной части тела бедренной кости; пространственное положение крыши вертлужной впадины и впадины в целом, а также проксимального конца бедренной кости во фронтальной плоскости; состояние проксимальной метаэпифизарной ростковой зоны бедренной кости; анатомические соотношения в тазобедренном суставе. В определенной мере может быть оценена правильность развития костей таза. Ориентировочным ее показателем, так же как у детей предыдущего возрастного периода, является равенство ширины расстояний между ветвями лобковой и седалищной костей, между симфизеальными поверхностями лобковых костей и Y-образного хряща. Не могут быть оценены в этот возрастной период истинные размеры, форма и контуры костей таза и проксимального конца бедренной кости, пространственное положение последнего в горизонтальной плоскости (по косвенным ориентирам) и анатомические соотношения в лобково-седалищном синхондрозе. Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка у детей 9—12 мес служит наличие центра оссификации головки бедренной кости, у детей 2 $\frac{1}{2}$ —3 лет — равенство фронтальных размеров оссифицированной части головки и шейки бедренной кости.

ВОЗРАСТ 4—6 ЛЕТ

Основными проявлениями энхондрального костеобразования являются оссификация большого вертела бедренной кости и закрытие лобково-седалищного синхондроза. Большой вертел бедренной кости окостеневаает из множественных центров оссификации, появляющихся примерно в 3 $\frac{1}{2}$, чаще в 4 года. Отдельные центры оссификации довольно быстро сливаются в два, реже 3 крупных ядра окостенения, выполняющих в сумме к 6 годам весь объем хрящевой модели вертела, кроме его верхушки. Закрытие лобково-седалищного синхондроза является заключительной фазой окостенения нижней ветви лобковой кости и восходящей части ветви седалищной кости. Слияние концов ветвей этих костей не имеет строго определенного возрастного срока и может произойти в интервале от 5 до 6 $\frac{1}{2}$ лет. К 6 годам происходит также почти полное окостенение головки бедренной кости (кроме медиальной ее поверхности), заканчивается окостенение шейки и значительно увеличивается степень оссифицированности крыши вертлужной впадины. Хрящевое строение к 6 $\frac{1}{2}$ —7 годам сохраняют гребень и передний и задний краевые отделы крыла подвздошной кости, включая все 4 ее ости, края вертлужной впадины, седалищный бугор, симфизеальные поверхности лобковых костей, медиальный отдел головки бедренной кости, малый вертел и верхушка большого вертела, Y-образный хрящ и метаэпифизарная ростковая зона бедренной кости.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в задней проекции. Крылья подвздошной кости имеют округлую форму и ровные контуры. Углубление на латеральной поверхности надацетабулярной части тела этой кости не выражено. Y-образный хрящ отображается в виде относительно узкой полоски просветления. Контуры тел и ветвей лобковой и седалищной костей ровные, плавно-закругленные. Остальные части рентгеноанатомической картины имеют некоторое различие у детей 4—4 $\frac{1}{2}$ лет и у детей 5—6 лет.

У детей 4—4 $\frac{1}{2}$ лет (рис. 40, а, б) нижняя ветвь лобковой кости и восходящая часть ветви седалищной имеют длину, немногим отличающуюся от анатомической. Концы ветвей закруглены, между ними прослеживается промежуток, ширина которого относится к длине нижней ветви лобковой кости как 1 : 2. Одинаковую ширину, как показывают данные рентгенометрии, приведенные на скиаграмме (см. рис. 40, 0), имеют только Y-образный хрящ и промежуток между концами ветвей лобковой и седалищной костей. Ширина лобкового симфиза почти в 2 раза больше. Фигура слезы широкая. Проксимальная поверхность шейки бедренной кости имеет своеобразную форму. Латеральные ее $\frac{3}{4}$ расположены в плоскости, близкой к горизонтальной, медиальная $\frac{1}{4}$ почти под прямым углом отклонена вниз и полностью обращена в медиальную сторону. Оссифицированная часть головки бедренной кости располагается на уровне латеральных $\frac{3}{4}$ шейки, медиальные ее отделы, соответствующие по ширине протяженности отклоненной вниз поверхности шейки, не оссифицированы. В области расположения большого вертела бедренной кости видны множественные точки окостенения или (у детей несколько более старшего возраста) два относительно крупных ядра окостенения, частично проецирующиеся друг на друга (см. рис. 40, в). Линия Шентона ввиду незавершенного окостенения медиального отдела шейки бедренной кости имеет уступообразный характер. На рис. 40, б линия Шентона обозначена пунктиром. Правильность анатомических соотношений в тазобедренном суставе подтверждается направленностью конца продольной оси шейки бедренной кости (линия 00₁) на первую медиальную четверть крыши вертлужной впадины.

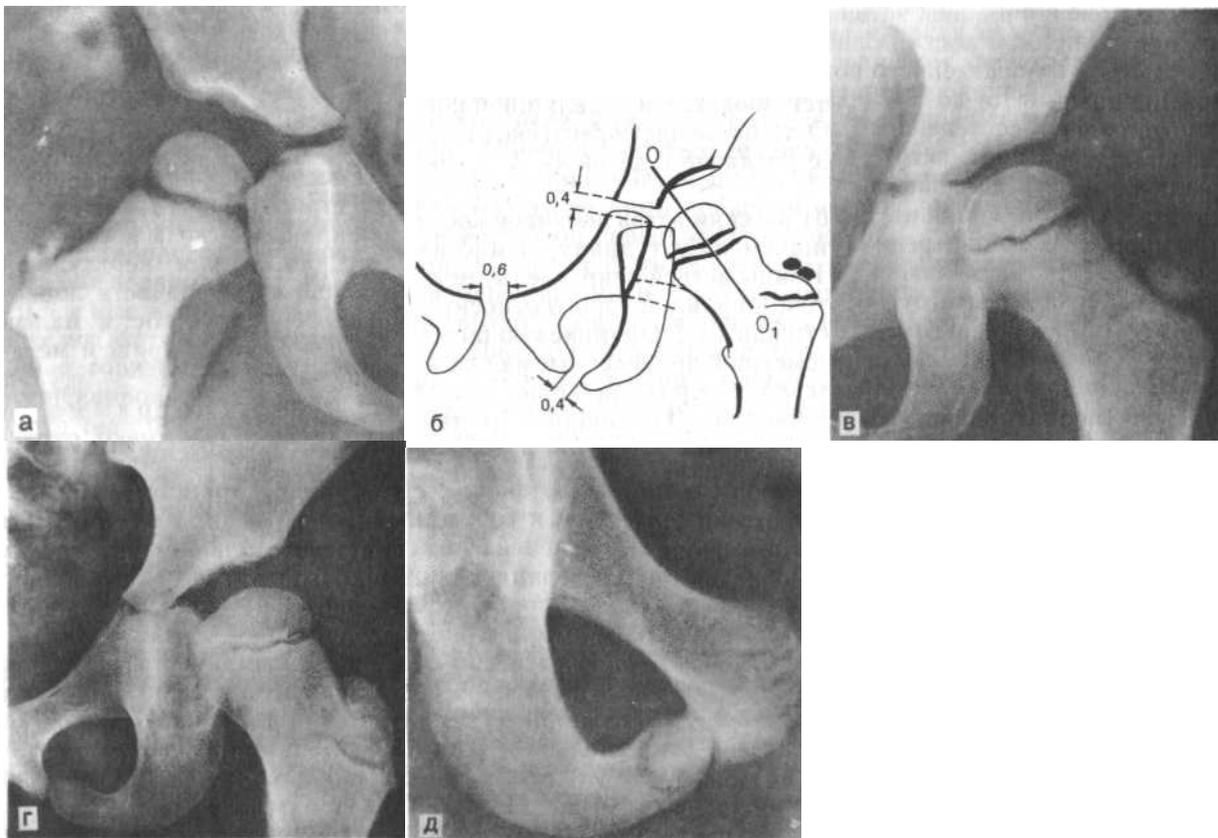


Рис. 40. Рентгенограммы тазобедренных суставов (а, в, г) и скиаграмма (б). Возрастной период 4—6 лет; вариант рентгеновского изображения лобково-седалищного синхондроза (д).

В возрасте 5 $\frac{1}{2}$ — 6 лет (см. рис. 40, г) на рентгенограмме видны полностью оссифицированные ветви седалищной и лобковой костей. До наступления полного слияния концы восходящей части ветви седалищной кости и нижней ветви лобковой окружены каждой замыкающей пластинкой. Между ними прослеживается крайне узкая полоска просветления неоссифицированной хрящевой ткани. Нам хотелось бы обратить внимание на возможность и другого варианта рентгеновского изображения лобково-седалищного синхондроза. Наблюдается он в тех случаях, когда вследствие особенностей укладки во время рентгенографии или направлений центрального пучка рентгеновских лучей ветви лобковой и седалищной костей отображаются на пленке не в развернутом, как обычно, виде, а частично проекционно наслаиваются друг на друга. При таких условиях хрящевая ткань между концами восходящей части ветви седалищной кости и нижней ветвью лобковой отображается в виде двух почти смыкающихся концами дугообразных полосок просветления (см. рис. 40, д). Одна из этих полосок (на рентгенограмме медиальная) очерчивает конец ветви седалищной кости, вторая (на рентгенограмме латеральная) — конец нижней ветви лобковой кости. После закрытия лобково-седалищного синхондроза ветви лобковой и седалищной костей представляют собой единое целое. В отдельных случаях на месте бывшего синхондроза может быть видно небольшое утолщение. Симфизеальные поверхности лобковых костей выпуклые, контуры их мелковолнистые. В структуре этой части лобковых костей прослеживаются горизонтальные полоски склероза (см. рис. 40, д), отображающие волнистость передней и задней их поверхностей, характерную для ростковых зон в период, предшествующий появлению центров оссификации. Крыша вертлужной впадины незначительно скошена, контур ее может быть слегка волнистым. Волнистость контура может выявляться и у верхней поверхности тела седалищной кости (см. рис. 40, г). Природа волнистости этих контуров такая же, как и контуров симфизеальных поверхностей лобковых костей (активизация зон роста перед началом окостенения краев вертлужной впадины). Фигура слезы имеет свойственную ей у взрослых форму и ширину. Поперечный размер костной части головки бедренной кости равен примерно $\frac{4}{5}$ протяженности проксимальной поверхности шейки, не отображается на рентгенограмме только небольшая ее медиальная часть. Форма и размеры шейки бедренной кости соответствуют анатомическим. Большой вертел представлен на рентгенограмме двумя крупными, ограниченными замыкающими пластинками ядрами окостенения (рис. 40, б).

Суммарный размер их практически соответствует размерам хрящевой модели вертела.

У основания этих ядер окостенения видна относительно широкая равномерная полоска просветления ростковой зоны.

Рентгенологические показатели анатомического строения таза и тазобедренного сустава, доступные для анализа. При анализе рентгенограмм возможна оценка следующих показателей. Таз: особенности пространственного положения во всех трех плоскостях; форма, размеры, контуры и структура оссифицированных частей костей таза; состояние У-образного хряща; анатомические соотношения в лобковом симфизе. Критерии правильности этих соотношений такие же, как у взрослых.

Тазобедренный сустав: пространственные положения крыши вертлужной впадины и впадины в целом, а также проксимального конца бедренной кости во фронтальной плоскости. Нормативные значения угла наклона крыши такие же, как и у взрослых, шеечнодиафизарного угла $130^\circ \pm 3^\circ$. Глубина вертлужной впадины и толщина ее дна. Кроме того, могут быть оценены форма, контуры и структура шейки бедренной кости, большого вертела и оссифицированной части головки, а также анатомические соотношения в тазобедренном суставе. У детей 6 лет для оценки этих соотношений, кроме направленности конца продолженной оси шейки бедренной кости, может быть использована

также и линия Шентона. Кроме того, можно оценить состояние метаэпифизарной ростковой зоны бедренной кости. Невозможна оценка в этот возрастной период истинных формы, размеров и контуров костей таза, головки бедренной кости, состояния малого вертела и краев вертлужной впадины. Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка у детей 3 1/2 — 4 лет является наличие центров (или ядер) оссификации большого вертела, у детей 5—6 лет — полное окостенение ветви седалищной кости и нижней ветви лобковой.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Волнистость контура крыши вертлужной впадины и проксимальной поверхности тела седалищной кости может быть расценена как признак деструктивного процесса. Отличительным признаком возрастной рентгеноанатомической нормы своеобразия контуров крыши является равномерность высоты и протяженности оснований отдельных волн, закругленность их вершин и наличие замыкающих пластинок. Неровность контуров при деструктивных процессах характеризуется различием размеров отдельных выступов и углублений, зубчатостью и отсутствием замыкающих пластинок.

Специального внимания заслуживает также атипичное отображение лобково-седалищного синхондроза в период, предшествующий слиянию нижней ветви лобковой кости и ветви седалищной (см. рис. 40, д). Проекционное наложение концов ветвей названных костей, очерченных замыкающими пластинками и полосками просветления, при обзорном анализе рентгенограммы может симулировать перелом или дистрофический процесс. Опорным пунктом для разграничения нормы и патологии, кроме учета возможности такого отображения лобково-седалищного синхондроза, являются равномерная ширина и правильная дугообразная форма названных полосок просветления, наличие ограничивающих их замыкающих пластинок, а также отсутствие патологических изменений костной структуры прилежащих к синхондрозу участков лобковой и седалищной костей.

Множественные точки окостенения большого вертела при соответствующем анамнезе могут навести на мысль о наличии травматического повреждения большого вертела или трохантерита. Дифференциальная диагностика основывается на наличии присущих всем ядрам окостенения замыкающих пластинок, отсутствии изменений контуров и структуры латеральной поверхности бедренной кости.

ВОЗРАСТ 7—10 ЛЕТ

В общих чертах этот период соответствует третьему этапу постнатального формирования костно-суставной системы, охарактеризованному в гл. 1. В период с 7 до 10 лет заканчивается окостенение головки бедренной кости, оссифицируются края вертлужной впадины. Завершается окостенение большого вертела и происходит оссификация малого вертела бедренной кости. Края вертлужной впадины окостеневают из множественных центров оссификации, появляющихся последовательно, начиная с отделов, примыкающих к крыше впадины. Строго определенных возрастных сроков начало этого процесса не имеет, среднестатистический возраст появления первых центров оссификации краев вертлужной впадины — 8 лет. Ядро окостенения малого вертела бедренной кости появляется в 7 лет, в это же время появляются обычно и несколько мелких добавочных центров оссификации большого вертела, за счет которых происходит окостенение его верхушки. Хрящевое строение к 10-летнему возрасту сохраняют: подвздошный гребень, все 4 ости подвздошной кости, седалищный бугор, Y-образный хрящ, симфизеальные поверхности лобковых костей, проксимальная метаэпифизарная ростковая зона бедренной кости и ростковые зоны большого и малого вертелов.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в задней проекции. Размеры костей таза практически соответствуют анатомическим. Верхняя и латеральная поверхности крыла подвздошной кости обычно имеют волнистый контур, особенно отчетливо выраженный в нижелатеральном отделе крыла (рис. 41, а). В структуре этой части крыла нередко видны множественные горизонтальные полоски просветления, начинающиеся от латерального контура крыла и представляющие собой отображение волнистости передней и задней поверхности крыла (активизация ростковой зоны в период, предшествующий появлению центров оссификации подвздошного гребня).

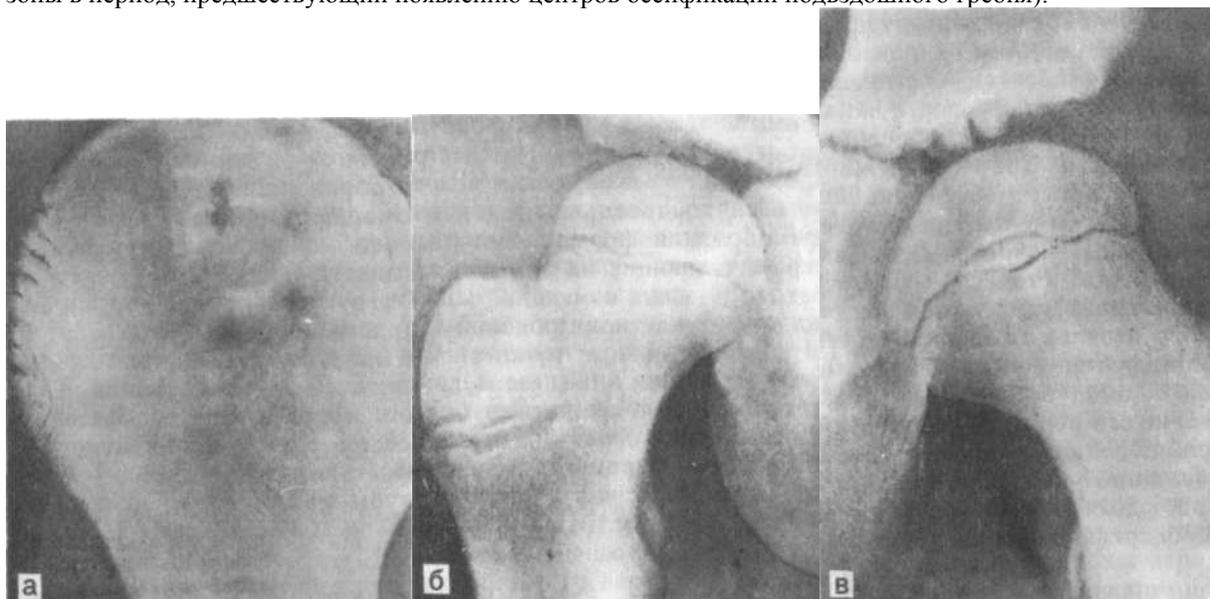


Рис. 41. Рентгенограмма крыла подвздошной кости (а) и тазобедренного сустава (б, в). Возрастной период 7—10 лет.

Такой же волнистый контур имеют и симфизеальные поверхности лобковых костей. У верхнего и нижнего их краев могут быть видны по одному небольшому ядру окостенения. Y-образный хрящ узкий, контуры его прямолинейные с выраженными замыкающими пластинками.

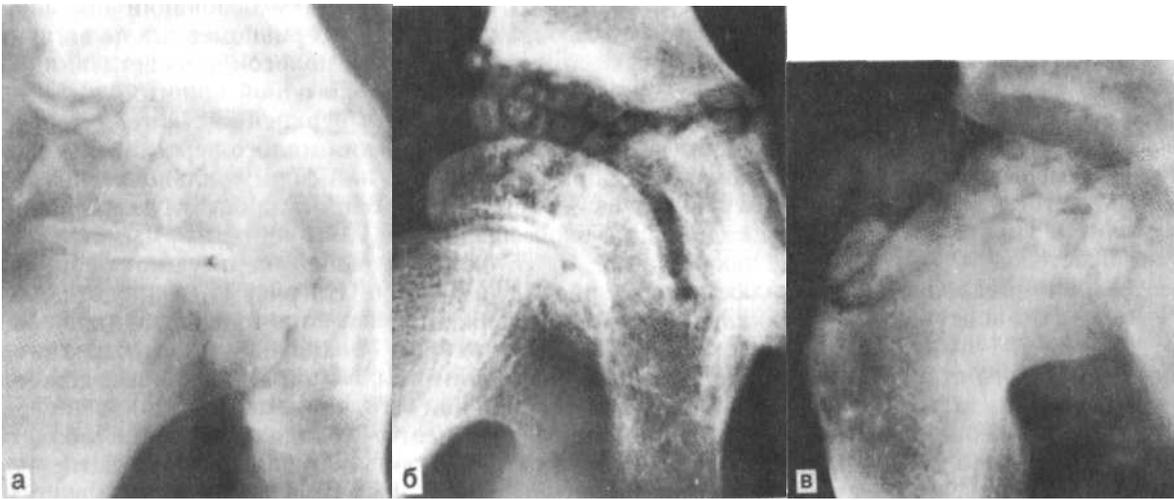


Рис. 42. Варианты рентгеновской картины окостенения краев вертлужной впадины (а, б); рентгенологическая картина фрагментации головки бедренной кости (в).

Пространственное положение крыши вертлужной впадины соответствует рентгеноанатомической норме взрослых. В структуре наацетабулярной части тела подвздошной кости может проследиваться так называемое конусовидное просветление — разрежение костной структуры, ограниченное снизу склерозированным контуром крыши вертлужной впадины.

Форма и размеры головки бедренной кости к концу возрастного периода соответствуют анатомическим. У детей 7 — 8 лет может наблюдаться несколько меньшая высота медиального отдела головки по сравнению с высотой латерального и среднего ее отделов (см. рис. 42, а). Большой вертел бедренной кости отображается в виде единого костного образования, за исключением выявляющихся у его верхушки нескольких отдельных мелких ядер окостенения (см. рис. 41, б). Ростковая зона у основания большого вертела обычно отображается в виде двух равномерных по ширине, но различных по четкости контуров полосок просветления, но может отображаться как в виде только одной полоски, так и нескольких. У медиальной поверхности верхней части тела бедренной кости выявляется ядро окостенения малого вертела, имеющее серповидную форму (см. рис. 41, в) или форму сильно вытянутого по вертикали овала (см. рис. 41, б). В проекции вертлужной впадины видны ядра окостенения ее краев. Варианты формы, размеров и локализации ядер окостенения краев вертлужной впадины иллюстрируют рис. 41, в и 42, а и б. На рис. 41, в представлена начальная стадия оссификации. Выявляются только два ядра окостенения относительно небольших размеров, прилегающие к контуру крыши вертлужной впадины. На рис. 42, а видны множественные ядра окостенения как заднего, так и переднего краев вертлужной впадины, преимущественно локализующиеся в области верхней их половины и в значительно меньшем количестве — у нижнего края фигуры слезы. На рис. 42, б представлена относительно редкая картина множественных центров окостенения краев вертлужной впадины, выявляющихся на всем протяжении ее латерального отдела.

Рентгенограмма в аксиальной или крестцово-вертлужной проекции. Форма и размеры головки, шейки и большого вертела бедренной кости соответствуют анатомическим. У верхнего контура большого вертела могут быть точки окостенения его верхушки и точки окостенения вертлужной впадины, проецирующиеся на фоне головки бедренной кости, и ядро окостенения малого вертела у переднего контура межвертельной области.

Рентгенологические показатели анатомического строения таза и тазобедренного сустава, доступные для анализа. На рентгенограмме в задней проекции возможна оценка следующих показателей: пространственное положение таза в трех плоскостях; форма, размеры, контуры и структура оссифицированной части костей таза; анатомические соотношения в лобковом симфизе и пространственное положение крыши вертлужной впадины и впадины в целом, толщина ее дна, причем нормативные значения этих показателей такие же, как у взрослых; истинные форма, размеры, контуры и структура шейки и большого вертела бедренной кости; форма, контуры и структура оссифицированной части головки; форма и высота рентгеновской суставной щели тазобедренного сустава и анатомические соотношения в нем; состояние Y-образного хряща, метаэпифизарной ростковой зоны бедренной кости и ростковых зон большого и малого вертелов. Невозможна оценка в этот возрастной период истинных формы, размеров и контуров крыльев подвздошных костей, седалищного бугра и симфизеальных поверхностей лобковых костей.

На рентгенограмме в аксиальной или крестцово-вертлужной проекции могут быть оценены истинные форма, размеры, контуры и структура головки, шейки и большого вертела бедренной кости, истинные углы антеверсии проксимального конца бедренной кости и фронтальной инклинации вертлужной впадины.

Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка у детей 7 лет являются наличие ядра окостенения малого вертела бедренной кости и полный синостоз ветвей лобковой и седалищной костей, у детей 8 лет — наличие ядер окостенения краев вертлужной впадины.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Единичные крупные ядра окостенения краев вертлужной впадины, располагающиеся в непосредственной близости от латерального края крыши, могут быть ошибочно приняты за костные отломки. Отличительным признаком рентгеноанатомической нормы служат правильность округлой или овальной формы ядер окостенения, наличие у них замыкающих пластинок и сохранность замыкающих пластинок крыши вертлужной впадины.

Множественные ядра окостенения краев вертлужной впадины, проекционно накладывающиеся на головку и шейку бедренной кости подобно тем, которые представлены на рис. 42, б, могут имитировать фрагментацию голов-

ки, характерную для болезни Легга — Калве — Пертеса. Опорным пунктом дифференциальной диагностики является выявление костных фрагментов и вне тени головки и уже упомянутое неоднократно наличие замыкающих пластинок, очерчивающих ядра окостенения. Для сравнения на рис. 42, в представлен отпечаток с рентгенограммы тазобедренного сустава при болезни Легга — Калве — Пертеса в стадии фрагментации. Видно, что фрагменты головки имеют неправильную форму, нечеткие неровные контуры и выявляются только в пределах изображения головки бедренной кости.

Кроме того, заслуживают внимания волнистость и рассеченность нижнелатерального контура крыльев подвздошных костей (см. рис. 41, а). Вследствие сочетания такого контура с некоторым уплотнением костной структуры в этой области и наличием горизонтальных полосок просветления рентгеноанатомическая картина имеет некоторое сходство с рентгенологической картиной доброкачественной опухоли или опухолеподобного образования. Отличительным признаком возрастной рентгеноанатомической нормы является наличие замыкающих пластинок, очерчивающих каждую из волн контура, одинаковая ширина и протяженность полосок просветления и одинаковая ширина промежутков между ними. Опухолям и опухолеподобным процессам такая правильность структуры не свойственна.

ВОЗРАСТ 10—14 ЛЕТ

Возрастной срок четвертого этапа постнатального формирования данного отдела костно-суставной системы — период окостенения апофизов. В возрасте 10 — 11 лет появляются центры оксификации подвздошного гребня, верхней и нижней передних остей подвздошной кости и седалищного бугра. Окостенение подвздошного гребня начинается от нижнепереднего его края и постепенно распространяется в медиальном направлении, захватывая вначале боковые, затем верхнелатеральные и, наконец, верхнемедиальные отделы гребня. Передние верхняя и нижняя ости подвздошной кости имеют по одному центру оксификации. Окостенение апофиза седалищного бугра происходит путем постепенного увеличения протяженности нескольких центров оксификации с последующим слиянием их между собой. Полное окостенение перечисленных апофизов не имеет строго определенных возрастных сроков и наступает в интервале от 13 до 15 лет. К 14 годам хрящевое строение сохраняют, как правило, только метаэпифизарная ростковая зона бедренной кости и ростковые зоны большого вертела и названных выше апофизов костей таза.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в задней проекции. Форма и размеры костей таза и проксимального конца бедренной кости соответствуют анатомическим. Y-образный хрящ узкий, к концу возрастного периода прослеживается с трудом, и об отсутствии его синостоза свидетельствуют только сохраняющиеся замыкающие пластинки тел тазовых костей. У детей в возрасте около 10 лет параллельно контуру латеральной поверхности крыла подвздошной кости видна склерозированная полоска оксифицированной части подвздошного гребня. В более позднем возрасте оксифицированный подвздошный гребень выявляется на всем протяжении при наличии, однако, рентгенологической разъединенности его с крылом подвздошной кости (рис. 43, а). Контур передненижнего края крыла подвздошной кости имеет небольшую выемку, в которой располагается ядро окостенения передней верхней ости подвздошной кости (см. рис. 43, а, б). Над латеральным краем крыши вертлужной впадины выявляется узкое каплеобразной формы ядро окостенения передней нижней ости подвздошной кости (рис. 43, в). Нижняя поверхность ветви седалищной кости неравномерно волнистая, у контура ее прослеживаются несколько узких неравной длины склерозированных полосок оксифицированных частей апофиза седалищного бугра (рис. 44, а). Изображение тазобедренного сустава идентично изображению его у взрослых, за исключением наличия изображения метаэпифизарной ростковой зоны бедренной кости и ростковых зон большого и малого вертелов.

Рентгенограмма в аксиальной, или крестцово-вертлужной проекции. Изображение вертлужной впадины и проксимального конца бедренной кости идентично изображению у взрослых с упомянутой выше оговоркой.

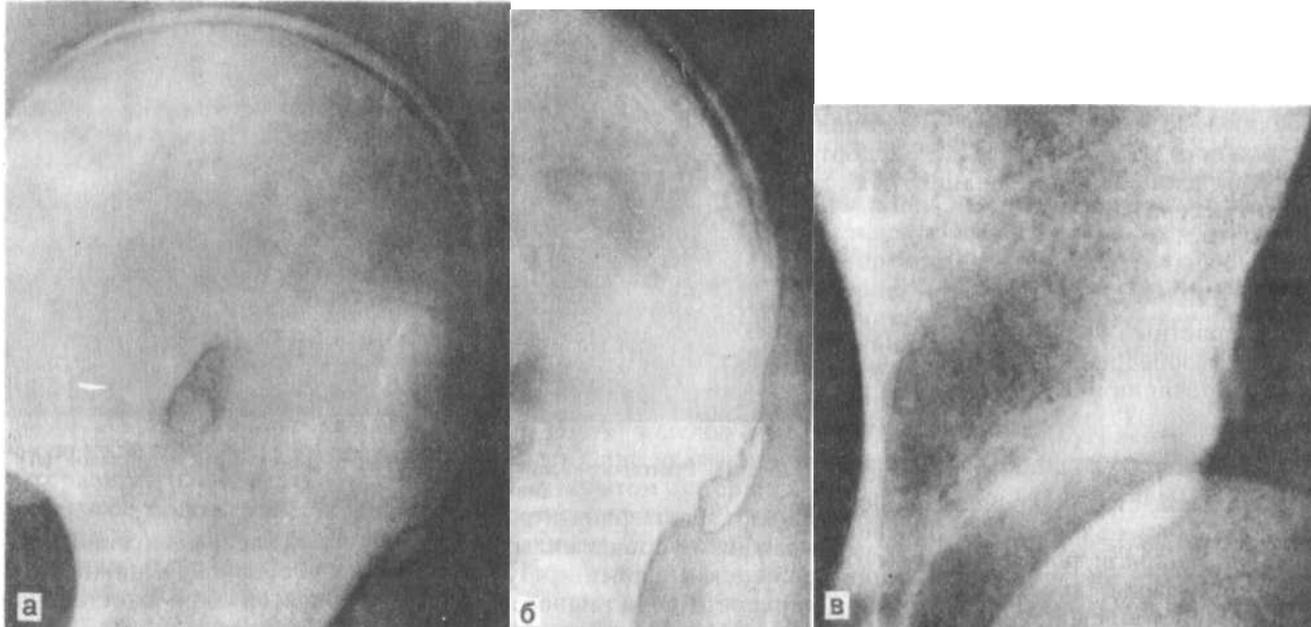


Рис. 43. Рентгеновская картина оксификации гребня подвздошной кости (а), передней верхней (б) и передней нижней (в) остей.

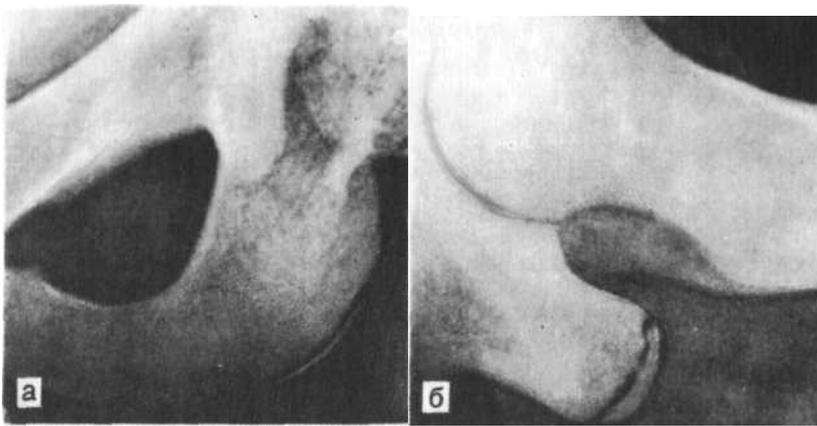


Рис. 44. Рентгенограмма седалищного бугра в задней (а) и аксиальной (б) проекциях. Возрастной период 10—14 лет.

У нижней поверхности седалищного бугра прослеживается ядро окостенения его апофиза в виде широкой серповидной полоски.

Рентгеноанатомическому анализу доступен весь комплекс показателей анатомического строения таза и тазобедренного сустава. Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка служит степень оссифицированности подвздошного гребня (показатель Риссера).

ВОЗРАСТ 15—17 ЛЕТ

Этот период соответствует возрастным срокам последнего этапа постнатального формирования тазобедренного сустава и костей таза, заключающегося в синостозировании метаэпифизарной ростковой зоны бедренной кости и ростковых зон большого и малого вертелов и апофизов костей таза.

Рентгеноанатомическая картина отличается от таковой у взрослых только тем, что в начальной стадии процесса синостозирования частично прослеживаются узенькие плоские просветления Y-образного хряща, метаэпифизарной ростковой зоны бедренной кости и ростковых зон апофизов костей таза и большого, и малого вертелов. После наступления синостозов некоторое время видны полоски склероза на месте прежнего расположения ростковых зон.

Рентгеноанатомическому анализу доступны все перечисленные во вводной части показатели анатомического строения таза и тазобедренного сустава.

КОЛЕННЫЙ СУСТАВ

Коленный сустав, как известно, образуют дистальный эпифиз бедренной кости и проксимальный эпифиз большеберцовой. В состав его также входит надколенник, сочленяющийся с передней поверхностью эпиметафиза бедренной кости. Дистальный эпифиз бедренной кости глубоким межмыщелковым углублением разделен на два отдела — медиальный и латеральный мыщелки. Суставные поверхности, покрытые гиалиновым хрящем, имеют передние, нижние и задние поверхности мыщелков, межмыщелковое углубление выстлано волокнистым хрящом. Фронтальный и сагиттальный размеры обоих мыщелков одинаковые, вертикальный размер несколько больше у медиального мыщелка. Вследствие неравенства высот медиального и латерального мыщелков суставная поверхность дистального эпифиза бедренной кости в целом имеет косое направление (во фронтальной плоскости) при угле наклона к горизонтальной плоскости около 8—10°, открыто латерально. Это косое положение суставной поверхности эпифиза бедренной кости обуславливает наличие физиологического вальгусного отклонения голени на ту же величину. Проксимальный эпифиз большеберцовой кости имеет значительно меньший вертикальный размер. В центральной части его проксимальной поверхности располагается межмыщелковое возвышение, состоящее из двух бугорков и разделяющее эпифиз на два отдела — медиальный и латеральный мыщелки. Во фронтальной плоскости суставная поверхность эпифиза большеберцовой кости расположена горизонтально, в сагиттальной — косо при угле наклона к горизонтальной плоскости 15—20°, открыто дорсально. На передней поверхности метафиза большеберцовой кости имеется мощная бугристость, к которой прикрепляется собственная связка надколенника. Надколенник имеет приближенно треугольную форму, верхняя его часть — основание — более широкая, нижняя — верхушка — суженная. Дорсальная поверхность надколенника покрыта гиалиновым хрящом (кроме краевых отделов), вентральная выпуклая и бугристая. Суставные поверхности эпифизов бедренной и большеберцовой костей инконгруэнтны, так как вогнутость суставных впадин меньше выпуклости мыщелков бедренной кости. Инконгруэнтность эта компенсируется медиальным и латеральным менисками, состоящими из волокнистого хряща. Головка малоберцовой кости в состав коленного сустава не входит. На медиальной ее стороне имеется суставная поверхность межберцового сустава.

Рентгенография коленного сустава обычно производится в двух проекциях — задней и боковой, при необходимости дополняемых снимком надколенника в аксиальной проекции.

На рентгенограмме в задней проекции полностью сформированного коленного сустава возможна оценка прежде всего соотношения пространственных положений бедра и голени, которое характеризуется величиной угла, образуемого при пересечении продольных осей бедренной и большеберцовой костей. В норме угол открыт в латеральную сторону и равняется 175—170°. Кроме того, могут быть оценены следующие показатели: форма, размеры, контуры и структура дистального метаэпифиза бедренной кости, проксимального метаэпифиза большеберцовой и головки малоберцовой кости; форма и высота рентгеновской суставной щели коленного сустава, а также анатомические соотношения в коленном суставе во фронтальной и горизонтальной плоскостях. Критерием правильности анатомических соотношений во фронтальной плоскости являются равномерная высота рентгеновской суставной щели и расположение на одной вертикальной прямой латеральных краев суставных поверхностей бедренной и большеберцовой костей. Критерием правильности анатомических соотношений в горизонтальной плоскости является проекционное наложение головки малоберцовой кости на латеральные отделы метафиза большеберцовой не более чем на $\frac{1}{3}$ ее поперечного размера. Большая степень проекционного наложения головки малоберцовой кости

является признаком наружного ротационного подвывиха в коленном суставе, отсутствие наложения и наличие изображения рентгеновской суставной щели межберцового сустава — признаком внутреннего ротационного подвывиха. Показатели анатомических соотношений в коленном суставе в горизонтальной плоскости действительны только при условии строго правильной укладки при выполнении рентгенограммы, когда бедренная кость отображается в достоверной задней проекции.

На рентгенограмме в боковой проекции возможна оценка следующих показателей: форма, размеры, контуры и структура дистального метафиза бедренной кости, проксимального эпифиза большеберцовой, надколенника и головки малоберцовой кости; размеры, форма и контуры мыщелков бедренной кости (анализ их структуры затруднен из-за проекционного наложения друг на друга); состояние физиологического просветления коленного сустава (ромбовидное пространство); анатомические соотношения в коленном суставе в сагиттальной и горизонтальной плоскостях. Критерии правильности анатомических соотношений в горизонтальной плоскости такие же, как на рентгенограмме в задней проекции, — наложение головки малоберцовой кости на задние отделы метафиза большеберцовой не более чем на $\frac{1}{3}$ ширины головки, при той же оговорке в отношении действительности критерия только при условии правильности укладки во время рентгенографии. Критериями правильности анатомических соотношений в сагиттальной плоскости служат параллельность заднего контура межмыщелкового углубления и переднего контура межмыщелкового возвышения и расположение на одном уровне передних краев названных контуров. Расположение этих контуров под углом друг к другу свидетельствует о наличии рекурвации, несовпадение передних краев — о наличии переднего или заднего подвывиха.

Описание возрастной рентгеноанатомии коленного сустава приводится применительно к возрастным периодам значимых изменений рентгеноанатомической картины или комплекса доступных для анализа рентгенологических показателей анатомического строения сустава.

ВОЗРАСТ ДО 1 ГОДА

Степень оссифицированности метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей и надколенника немногим отличается от той, которую они имели к моменту рождения. Как известно, одним из показателей доношенности плода служит наличие ядер окостенения дистального эпифиза бедренной кости и проксимального эпифиза большеберцовой. На протяжении первого года жизни размеры ядер окостенения несколько увеличиваются, увеличивается и степень оссифицированности метафизов бедренной и большеберцовой костей. Хрящевое строение сохраняют около $\frac{2}{3}$ эпифизов обеих костей, включая межмыщелковое возвышение эпифиза большеберцовой кости, бугристость этой кости, надколенник и головка малоберцовой кости.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в задней проекции (рис. 45). Боковые поверхности метафиза бедренной кости слегка вогнутые, нижние его углы слегка заострены и отогнуты кверху. Нижняя поверхность метафиза седловидная, очерчена, кроме замыкающей пластинки, широкой полосой склероза зоны препараторного обызвествления. В структуре центральной части метафиза бедренной кости прослеживается клиновидный участок пониженной оптической плотности, начинающийся от дистальной поверхности метафиза и постепенно сужающийся в проксимальном направлении. Выявляющаяся на рентгенограмме костная часть эпифиза бедренной кости имеет приближенно овальную форму. Высота ее боковых отделов одинаковая или почти одинакова, межмыщелковое углубление не выражено. Средняя часть основания эпифиза выступает вверх соответственно углублению на дистальной поверхности метафиза. Эпифиз большеберцовой кости также имеет приближенно овальную форму с одинаковой высоты краевых отделов. Средняя часть проксимальной поверхности метафиза большеберцовой кости расположена горизонтально, боковые отделы отчетливо скошены вниз. Медиальный край проксимальной поверхности метафиза заострен, контур медиальной поверхности тела кости вогнутый. Головка малоберцовой кости не выявляется. Структура оссифицированных частей эпиметафизов бедренной и большеберцовой костей равномерно мелкоячеистая без признаков силовых линий.

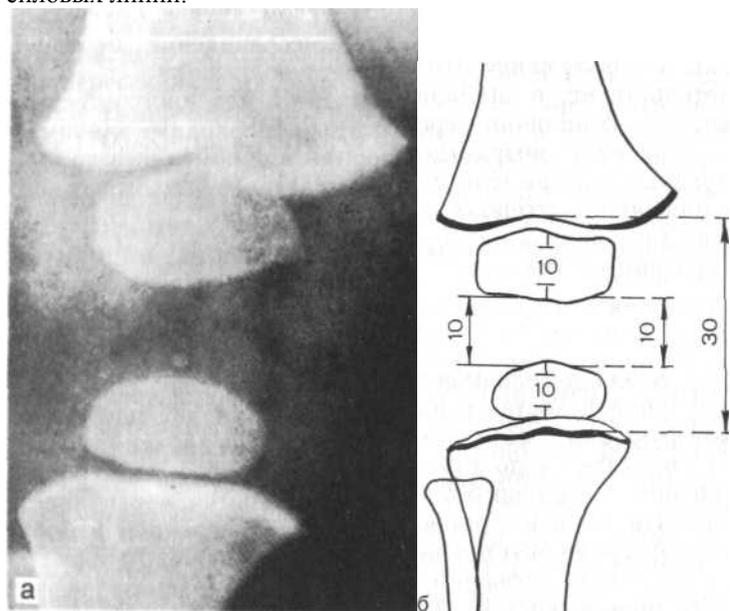


Рис. 45. Рентгенограмма (а) и скиаграмма (б) коленного сустава ребенка 9 мес.

Форма условной рентгеновской суставной щели коленного сустава неправильная (условной потому, что анатомическим субстратом промежутка между костными частями сочленяющихся эпифизов является не только суставная щель и мениски, но и неоссифицированные части хрящевых моделей эпифизов). Высота условной рентгеновской суставной щели и вертикальные размеры обоих эпифизов равны между собой и составляют каждый $\frac{1}{3}$ расстояния между обращенными друг к другу поверхностями метафизов бедренной и большеберцовой костей. На скиаграмме с рентгенограммы коленного сустава ребенка 9 мес (см. рис. 45,6) представлены результаты рентгенометрии названных линейных размеров. Общая высота межметафизарного расстояния у данного ребенка равна 30 мм. Высота дистального эпифиза бедренной кости, условной рентгеновской суставной щели коленного сустава и проксимального эпифиза большеберцовой кости равны каждая 10 см, т. е. $\frac{1}{3}$ межметафизарного расстояния.

Рентгенограмма в боковой проекции. Вентральный и дорсальный контуры метафиза бедренной кости умеренно вогнутые. Дорсальный край метафиза слегка заострен и отогнут вверх. Дистальный эпифиз бедренной кости имеет овальную форму, медиальный и латеральный мыщелки не дифференцируются. Форму полуовала имеет и эпифиз большеберцовой кости.

На передней поверхности метафиза этой кости прослеживается длинная неглубокая выемка, соответствующая расположению неоссифицированной бугристости. Изображение надколенника отсутствует. Физиологическое просветление коленного сустава выражено отчетливо.

Рентгенологические показатели анатомического строения коленного сустава, доступные для анализа.

Рентгенограмма в задней проекции. При анализе могут быть оценены: форма, контуры и структура оссифицированных частей метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей; состояние метаэпифизарных ростковых зон этих костей; соотношение пространственных положений бедра и голени, а также высота рентгеновской суставной щели (норма — $\frac{1}{3}$ межметафизарного расстояния); анатомические соотношения в коленном суставе во фронтальной и горизонтальной плоскостях. Критерием нормы анатомических соотношений во фронтальной плоскости являются расположение на одном уровне латеральных краев оссифицированных частей сочленяющихся эпифизов и одинаковая величина правого и левого краевых межметафизарных расстояний. Равномерность высоты рентгеновской суставной щели для анализа анатомических соотношений в коленном суставе использована быть не может ввиду неправильности ее формы. Критерий правильности анатомических соотношений в горизонтальной плоскости такой же, как у взрослых, с той разницей, что учитывается степень проекционного наложения на латеральный отдел метафиза большеберцовой кости не головки малоберцовой, а ее проксимального метафиза. В определенной мере может быть оценено соответствие возрастной норме степени оссифицированности эпифизов бедренной и большеберцовой костей. Показателем такого соответствия служит равенство трех вертикальных размеров: оссифицированной части эпифиза бедренной кости, высоты условной рентгеновской суставной щели и оссифицированной части эпифиза большеберцовой кости (см. рис. 45). Не могут быть оценены у детей данного возрастного периода истинные форма, контуры и структура эпиметафизов сочленяющихся костей, форма рентгеновской суставной щели и местоположение надколенника.

Рентгенограмма в боковой проекции. Доступны для анализа форма, контуры и структура оссифицированных частей метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей; состояние физиологического просветления коленного сустава. Невозможна оценка истинных формы, размеров, контуров и структуры эпиметафизов сочленяющихся костей, анатомических соотношений в коленном суставе в сагиттальной плоскости, состояния и положения надколенника, а также состояния головки малоберцовой кости и бугристости большеберцовой.

ВОЗРАСТ 2—3 ГОДА

В течение этого возрастного периода не отмечается оссифицирования новых анатомических образований. Происходит только изменение соотношений темпов окостенения медиального и латерального мыщелков бедренной кости и темпов роста медиального и латерального отделов тела большеберцовой кости. Изменение соотношения темпов оссификации отделов дистального эпифиза бедренной кости заключается в том, что окостенение центрального его отдела происходит медленнее, чем обоих мыщелков, в результате чего костная часть эпифиза приобретает форму, сходную с формой хрящевой модели. Изменение соотношения темпов роста тела большеберцовой кости состоит в несколько большей скорости увеличения длины медиального его отдела по сравнению с увеличением длины латерального, в результате чего образуется физиологическая возрастная варусность голени. Хрящевое строение на протяжении данного возрастного периода сохраняют около $\frac{1}{3}$ объема хрящевых моделей эпифизов бедренной и большеберцовой костей, надколенник, головка малоберцовой кости, бугристость большеберцовой и метаэпифизарные ростковые зоны.

Рентгеноанатомическая картина. **Рентгенограмма в задней проекции.** Форма метафиза бедренной кости такая же, как у детей предыдущей возрастной группы (рис. 46, а и б). Ширина эпифиза бедренной кости почти равняется ширине метафиза. Выражены медиальный и латеральный мыщелки эпифиза и неглубокая выемка межмышцелкового углубления. Высота обоих мыщелков одинаковая. Проксимальный эпифиз большеберцовой кости имеет форму конуса с широким основанием и закругленной верхушкой, бугорки межмышцелкового возвышения не выражены. Высота латерального краевого отдела эпифиза несколько больше высоты медиального отдела. По ширине медиальный мыщелок оссифицирован также несколько меньше латерального. На рис. 46, а видно, что расстояние между краями эпифиза и метафиза с медиальной стороны значительно больше. Рентгеновская суставная щель коленного сустава имеет пропеллеровидную форму. Высота боковых ее отделов равняется примерно $\frac{1}{3}$ высоты межметафизарного расстояния, высота центральной (на уровне межмышцелкового возвышения) — около $\frac{1}{7}$. На рис. 46, б представлены результаты рентгенометрии названных линейных размеров (скиаграмма с рентгенограммы, представленной на рис. 46, а). Как видно, расстояние между обращенными друг к другу поверхностями метафизов бедренной и большеберцовой костей равняется 35 мм. Высота медиального и латерального отделов рентгеновской суставной щели одинакова и равняется 10 мм (около $\frac{1}{3}$ межметафизарного расстояния). Высота центрального отдела суставной щели — 5 мм ($\frac{1}{7}$ межметафизарного расстояния).

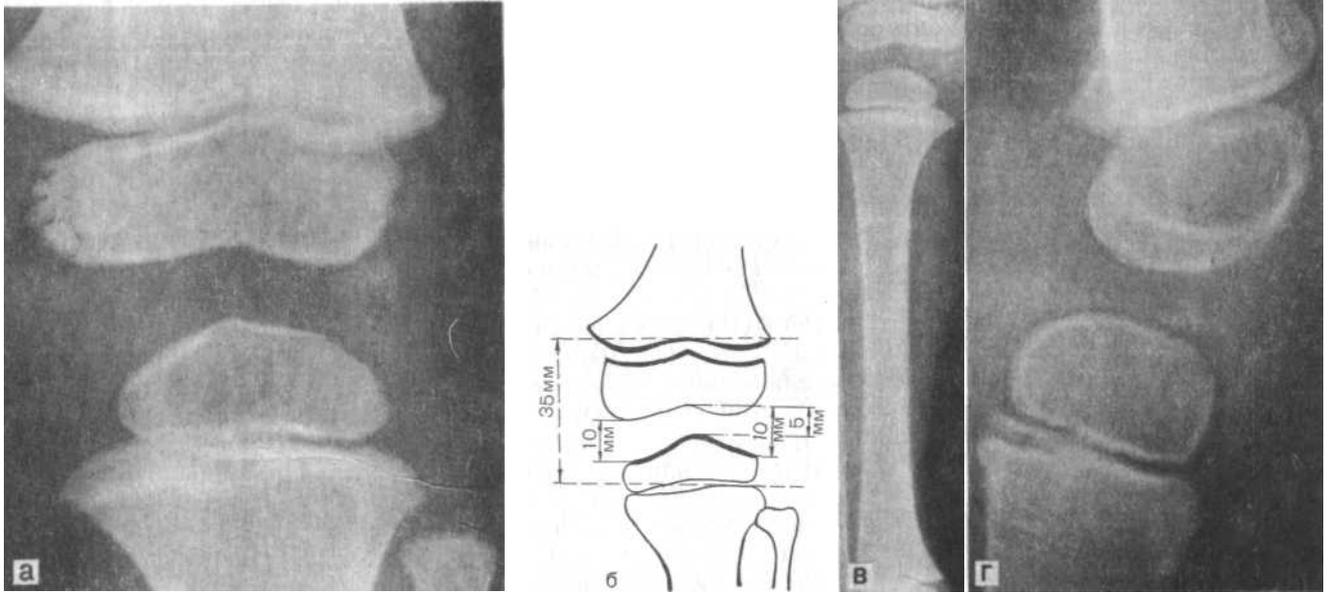


Рис. 46. Рентгенограммы и скиаграмма коленного сустава в 2 стандартных проекциях. Возрастной период 2—3 года (объяснение в тексте).

Верхняя поверхность метафиза большеберцовой кости волнистая, медиальная ее часть отклонена вниз, медиальный угол заострен. Медиальная поверхность умеренно вогнутая. Рентгенограмма голени того же ребенка (см. рис. 46, в) показывает, что вогнутый контур имеет медиальная поверхность всего тела большеберцовой кости (рентгенологическое отображение упомянутой выше возрастной физиологической варусности голени). Продольные оси бедренной и большеберцовой костей образуют угол 180° или пересекаются под углом, открытым не в латеральную сторону, как у взрослых, а в медиальную. В структуре эпиметафизов бедренной и большеберцовой костей видны не имеющие должной густоты и интенсивности, но отчетливо прослеживаемые силовые линии.

Рентгенограмма в боковой проекции (см. рис. 46, г). Вентральный и дорсальный контуры метафиза бедренной кости умеренно вогнутые, дорсальный угол слегка заострен и отогнут вверх. Выявляется раздельное изображение мыщелков бедренной кости, в большей или меньшей степени (в зависимости от проекционных условий) наслаивающихся друг на друга. На фоне изображения мыщелков выделяется так называемое пятно Людлофа — выраженное разрежение костной структуры округло-треугольной формы, ограниченное сверху контуром метаэпифизарной ростковой зоны, с дорсальной стороны — контуром межмыщелкового углубления, с вентральной — суставной поверхностью бедренно-надколенного сочленения и передним контуром межмыщелкового углубления. Верхняя поверхность эпифиза большеберцовой кости умеренно выпуклая. На передней поверхности метафиза большеберцовой кости видна выемка, анатомическим субстратом которой является хрящевая бугристость (см. рис. 46, д).

Рентгенологические показатели анатомического строения коленного сустава, доступные для анализа.

На рентгенограмме в задней проекции возможна оценка следующих показателей: форма, размеры, контуры и структура оссифицированных частей бедренной и большеберцовой костей; форма и высота рентгеновской суставной щели коленного сустава. Показателями нормы являются приведенные выше соотношения высоты боковых и центральных отделов суставной щели с величиной межметафизного расстояния (см. рис. 46, б). Анатомические соотношения в коленном суставе могут быть оценены как во фронтальной, так и горизонтальной плоскостях. Критерии их правильности аналогичны тем, которые были приведены при описании нормальной рентгеноанатомии предыдущего возрастного периода. При затруднительности определения на рентгенограмме латерального края суставной поверхности дистального эпифиза бедренной кости для исключения медиального или латерального подвывиха может быть использован дополнительный показатель. В норме вершина межмыщелкового возвышения располагается на уровне центра межмыщелкового углубления. Расположение ее латеральнее или медиальнее этого ориентира свидетельствует о наличии подвывиха во фронтальной плоскости. Невозможна оценка в этот возрастной период тех же показателей, которые были перечислены в предыдущем разделе.

На рентгенограмме в боковой проекции могут быть оценены: форма, размеры, контуры и структура оссифицированных частей эпиметафизов бедренной и большеберцовой костей; состояние физиологического просветления коленного сустава; состояние метаэпифизарных ростковых зон бедренной и большеберцовой костей. Невозможна оценка показателей, перечисленных в предыдущем разделе. Показатели соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка для данного возрастного периода не установлены.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Специального рассмотрения заслуживает рентгенологический симптомокомплекс возрастной физиологической варусности голени. Заостренный и направленный вниз медиальный край метафиза большеберцовой кости в сочетании с вогнутостью медиальной поверхности метафиза имеет определенное сходство с рентгенологическими признаками болезни Блаунта, острого рахита и его последствий. Основным опорным пунктом для разграничения рентгеноанато-

мической нормы и первых двух заболеваний является состояние метаэпифизарных ростковых зон бедренной и большеберцовой костей. В норме эти ростковые зоны имеют равномерную высоту и ограничены четкими замыкающими пластинками. Контуры проксимальной поверхности метафиза большеберцовой кости крупноволнистые, структура заостренного и удлиненного медиального края метафиза этой кости не отличается от структуры остальных отделов последнего. При болезни Блаунта (рис. 47, а) метаэпифизарная ростковая зона большеберцовой кости также имеет четкие контуры, но высота ее неравномерна за счет сужения медиальных отделов. Также неравномерна и ширина зоны препараторного обызвествления, которая, наоборот, больше в медиальной своей части. Контур проксимальной поверхности метафиза на уровне костно-хрящевого выступа имеет резко выраженную волнистость с неравномерной высотой и протяженностью отдельных волн, структура самого выступа уплотнена. Дистальная метаэпифизарная ростковая зона бедренной кости не изменена. При остром рахите (см. рис. 47, б) выявляется изменение метаэпифизарных ростковых зон как большеберцовой, так и бедренной костей. Они отчетливо расширены, контуры их, особенно со стороны метафиза, неровные. Зона препараторного обызвествления или отсутствует, или резко сужена, в последнем случае структура ее неоднородна.

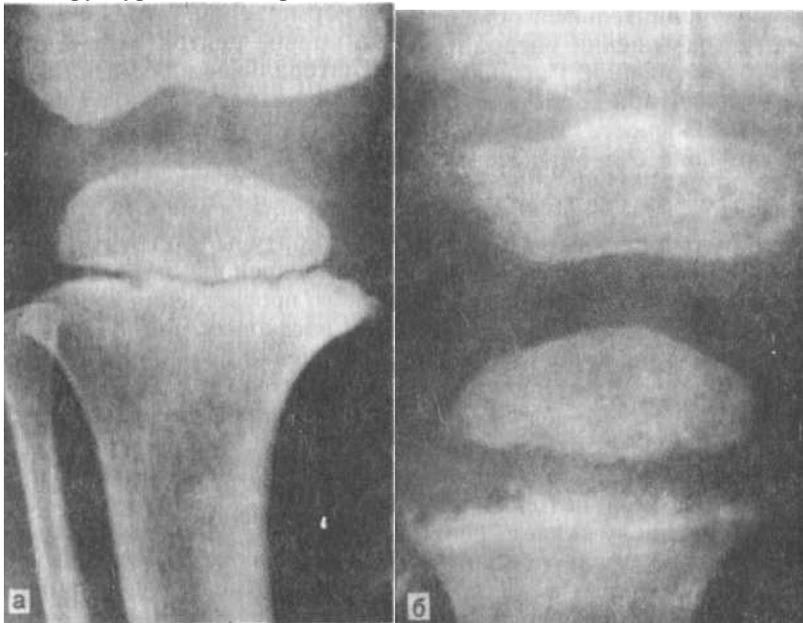


Рис. 47. Рентгенологическая картина болезни Блаунта (а) и текущего рахита (б).

Рентгенологическое отличие возрастной варусности голени от последствий рахита заключается в том, что в первом случае вогнутый контур имеет только медиальная поверхность большеберцовой кости, а латеральная поверхность в общем прямолинейна; при последствиях же рахита происходит истинная варусная деформация костей голени, характеризующаяся сочетанием вогнутости медиальной поверхности тела большеберцовой кости с выпуклостью латеральной поверхности той же степени выраженности.

ВОЗРАСТ 3 1/2—5 ЛЕТ

Возрастные сроки начала окостенения надколенника и головки малоберцовой кости. Центры оссификации обоих названных анатомических образований появляются практически одновременно в интервале от 3 1/2 до 4 1/2 лет. Окостенение надколенника происходит из множественных центров оссификации, головки малоберцовой кости — за счет единственного центра. В течение данного возрастного периода происходит также еще одно изменение соотношений темпов окостенения медиального и латерального мыщелков бедренной кости. Заключается оно в более быстром увеличении вертикального размера костной части латерального мыщелка по сравнению с увеличением этого размера костной части медиального мыщелка.



Рис. 48. Рентгенограммы коленного сустава в стандартных проекциях ребенка 4 лет (объяснение в тексте).

Рентгеноанатомическая картина.

Рентгенограмма в задней проекции (рис. 48, а). Форма метафизов бедренной и большеберцовой костей остается прежней. Мыщелки бедренной кости выражены отчетливо, так же как межмышцелковое углубление. Высота латерального мыщелка больше высоты медиального. Сказанное относится только к костной части мыщелков. Представленная на рис. 48, а пневмоартрограмма коленного сустава свидетельствует о типичности анатомической формы хрящевой модели эпифиза бедренной кости, характеризующейся преобладанием высоты медиального мыщелка. Медиальная поверхность медиального мыщелка бедренной кости

имеет волнистые очертания, что объясняется активизацией ростковой зоны перед появлением дополнительных центров оссификации краевых отделов эпифиза. В центральном отделе эпифиза бедренной кости может проследиваться участок неравномерного склероза, являющийся результатом проекционного наслаивания точек окостенения надколенника. Условная рентгеновская суставная щель неправильной формы, высота ее медиального отдела почти в 1,5 раза больше высоты латерального. Отношение высоты центрального отдела рентгеновской суставной щели к величине межметафизарного расстояния такое же, как у детей предыдущей возрастной группы (1:7). У верхней поверхности проксимального метафиза малоберцовой кости видна точка окостенения ее головки. Эпифиз большеберцовой кости сохраняет форму конуса с закругленной вершиной, бугорки межмышцелкового возвышения не выражены.

Рентгенограмма в боковой проекции (см. рис. 48, б). Изображение коленного сустава отличается от описанного в предыдущем разделе наличием множественных, частично слившихся, частично изолированных центров окостенения надколенника и наличием точки окостенения головки малоберцовой кости.

Показатели анатомического строения коленного сустава, доступные для анализа, в принципе те же самые, что и на рентгенограммах детей предыдущей возрастной группы. Нормой соотношения пространственных положений бедра и голени является увеличенное по сравнению с нормой у взрослых вальгусное отклонение последней. Угол, образующийся при пересечении продольных осей бедренной и большеберцовой костей, открыт в латеральную сторону, среднестатистические его значения 165 — 170°.

Показателем соответствия костного возраста паспортному возрасту ребенка является наличие центров оссификации центрального отдела надколенника и головки малоберцовой кости.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Волнистость контура медиальной поверхности эпифиза бедренной кости может имитировать проявления деструктивного процесса. Отличительным признаком возрастной нормы названного контура является именно волнистый, а не зазубренный («изъеденный») его характер, а также сохранность замыкающей пластинки.

Проекционное наложение на центральные отделы эпифиза бедренной кости множественных центров оссификации надколенника может создать впечатление патологических изменений структуры эпифиза. Опорными пунктами дифференциальной диагностики является, во-первых, отсутствие сходного участка склероза в структуре эпифиза на рентгенограмме в боковой проекции, а во-вторых, отсутствие реактивного остеопороза или остеосклероза.

ВОЗРАСТ 6—7 ЛЕТ

Основными проявлениями энхондрального костеобразования в этом возрасте служат возникновение дополнительных центров оссификации краевых (боковых и задней) поверхностей эпифиза бедренной кости, полное окостенение центральной и дорсальной (несущей суставную поверхность) частей надколенника. Дополнительные центры оссификации эпифиза бедренной кости обеспечивают окостенение боковых и заднего отделов эпифиза. В этот же возрастной период снова изменяется соотношение темпов окостенения медиального и латерального мыщелков бедренной кости. Заключается оно в более быстром увеличении вертикального размера костной части теперь уже не латерального, а медиального мыщелка, в результате чего высота обоих мыщелков сначала становится одинаковой, а затем начинает преобладать высота медиального мыщелка. Полное окостенение центральной части надколенника как результат увеличения размеров и слияния между собой отдельных центров оссификации заканчивается при мерно к 7 годам. К концу данного возрастного периода хрящевое строение сохраняют: небольшая часть краевых отделов дистального эпифиза бедренной кости, подсуставные отделы эпифиза большеберцовой, верхушка, боковые края и передняя поверхность надколенника, бугристость большеберцовой кости, около $\frac{1}{3}$ объема головки малоберцовой и метаэпифизарные ростковые зоны.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в задней проекции. Поперечный размер метафиза бедренной кости практически соответствует анатомическому. Боковые поверхности его слегка вогнутые, надмыщелки не выражены. Край метафиза отогнуты вверх, медиальный край закруглен, латеральный заострен (рис. 49, б). Метаэпифизарная ростковая зона бедренной кости может в этот возрастной период иметь неравномерную высоту за счет несколько большей величины в боковых отделах. Медиальная ее половина отображается, как правило, в виде одиночной полоски просветления, ограниченной четкими замыкающими пластинками, латеральная половина — в виде двух таких полосок вследствие раздельного отображения передних и задних отделов ростковой зоны. Зона препараторного обызвествления широкая. Изображение эпифиза бедренной кости может иметь несколько вариантов в зависимости от соотношения высот медиального и латерального мыщелков и размеров, количества и локализации выявляющихся на рентгенограмме дополнительных центров оссификации краевых отделов эпифиза. У детей 6 лет нередко сохраняется преобладание высоты латерального надмыщелка (см. рис. 49, а). Межмыщелковое углубление выражено слабо. Выявляются обычно только дополнительные центры оссификации, формирующие боковые отделы мыщелков. Точки окостенения, располагающиеся у бокового контура медиального мыщелка, значительно более крупные, чем располагающиеся у бокового контура латерального мыщелка. Как те, так и другие имеют овальную или приближенно овальную форму и окружены замыкающими пластинками.

Другой вариант рентгеновского изображения эпифиза бедренной кости, характерный для несколько более поздней стадии его формирования, представлен на рис. 49, б. Высота обоих мыщелков бедренной кости практически одинакова, контуры их ровные, дополнительные центры оссификации боковых отделов мыщелков не видны. Вместе с тем в структуре бокового отдела медиального мыщелка прослеживаются несколько четко очерченных участков повышенной оптической плотности небольших размеров, представляющих собой изображение дополнительных центров оссификации задней поверхности мыщелка. В нижнем отделе медиального мыщелка также виден относительно крупный участок повышенной оптической плотности с четко выраженной замыкающей пластинкой, имеющий аналогичный анатомический субстрат (дополнительный центр оссификации заднего отдела этого мыщелка). В добавление к этому на рентгенограмме видны наслаивающиеся на центральные отделы эпифиза бедренной кости ядра окостенения надколенника. Рис. 49, в и г иллюстрирует еще один вариант возрастной нормы рентгеновского изображения эпифиза бедренной кости, являющийся более характерным для детей 6 $\frac{1}{2}$ — 7 лет. Отмечается отчетливое преобладание высоты медиального мыщелка, межмыщелковое углубление отчетливо выражено. Контуры боковых поверхностей обоих мыщелков неровные из-за наличия множественных дополнительных центров оссификации. Структура боковых отделов мыщелков представляется неравномерной, видны как бы отдельные костные фрагменты различной величины, но примерно одинаковой округлой или овальной формы, окруженные четкими контурами. Анатомическим субстратом этой неоднородности структуры является проекционное наложение дополнительных центров оссификации задних поверхностей мыщелков. На фоне центрального отдела эпифиза прослеживаются частично изолированные, частично слившиеся между собой точки окостенения надколенника. Данный вариант рентгеноанатомической картины является достаточно редким.

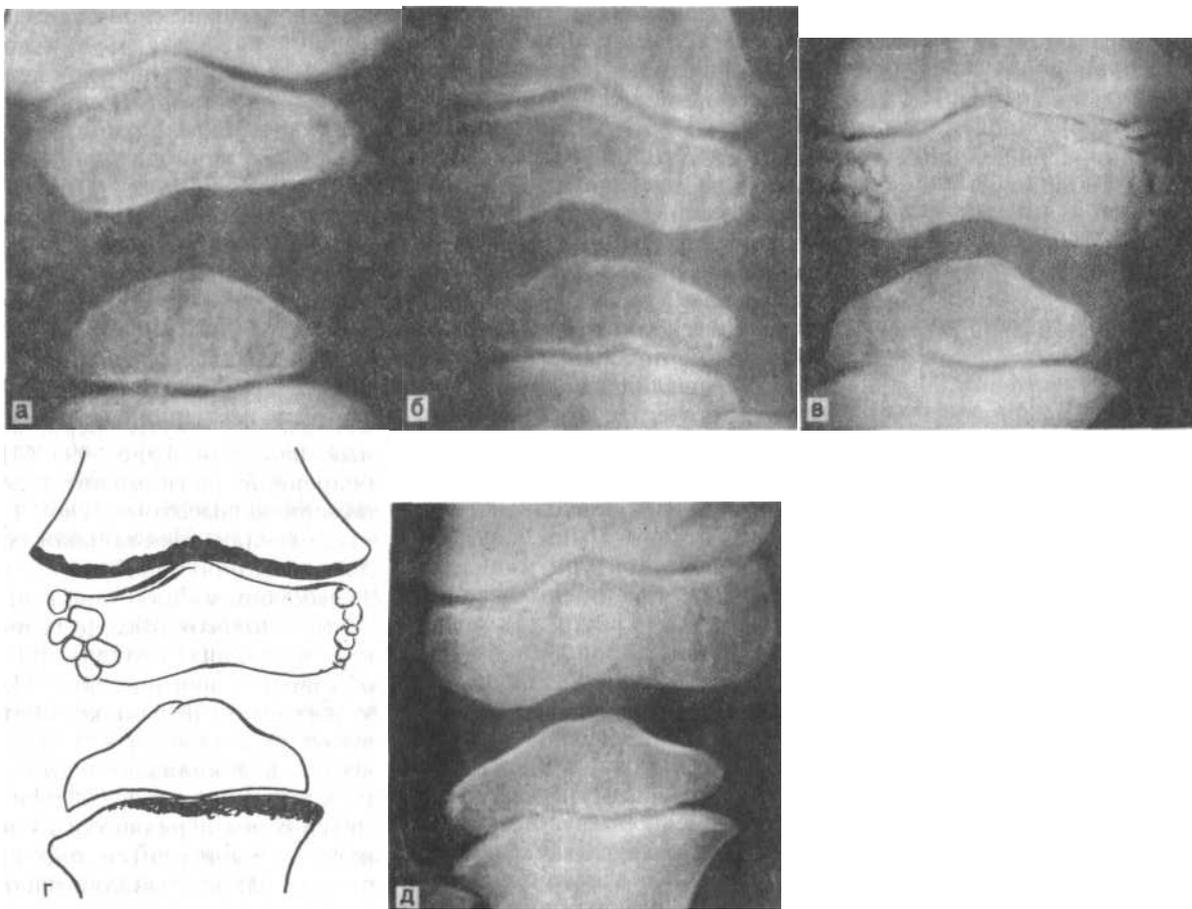


Рис. 49. Варианты изображения дополнительных центров оксификации мыщелков бедренной кости на рентгенограмме в задней проекции (объяснение в тексте).

Чаще у детей 7 лет наблюдается изображение дистального эпифиза бедренной кости, представленное на рис. 49, д и соответствующее заключительной фазе окостенения, а именно — полному слиянию дополнительных центров окостенения с основной массой мыщелков. На рентгенограмме высота медиального мыщелка бедренной кости несколько больше высоты латерального, что соответствует форме хрящевой модели эпифиза. Контур боковых поверхностей мыщелков умеренно волнистый, избытка дополнительных центров оксификации боковых отделов мыщелков нет. Сохраняется еще некоторая неоднородность структуры боковых отделов мыщелков, однако выраженная достаточно слабо. Границы отдельных участков повышенной оптической плотности (отображение не до конца слившихся с мыщелками дополнительных центров оксификации их задних поверхностей), почти неразличимы, выявляется только часть их контуров. На фоне центрального отдела эпифиза бедренной кости видна однородная четкая тень полностью оксифицированной центральной части надколенника.

Помимо вариантов рентгеновского изображения эпифиза бедренной кости у детей разбираемого возрастного периода отмечается и вариабельность формы и размеров также и проксимального эпифиза большеберцовой кости (полуовал, как на рис. 49, а, без признаков изображения бугорков межмышцелкового возвышения, трапецевидная форма, как на рис. 48, б, или форма, приближающаяся к анатомической с невысокими, но все же отчетливо дифференцирующимися бугорками межмышцелкового возвышения, как на рис. 49, вид). Условная рентгеновская суставная щель коленного сустава в большинстве случаев имеет неправильную форму с преобладанием высоты, в зависимости от варианта соотношения высот медиального или латерального мыщелка либо латерального, либо медиального краевых ее отделов. Высота центральной части рентгеновской суставной щели сохраняет прежнее отношение к высоте межметафизарного расстояния (1 : 7). Медиальная и латеральная поверхности метафиза большеберцовой кости имеют приблизительно одинаковую вогнутость, хотя медиальный его край сохраняет несколько больший поперечный размер и некоторую заостренность. Ядро окостенения головки малоберцовой кости округлой формы, поперечный размер его равен примерно $\frac{1}{2}$ ширины метафиза этой кости.

Рентгенограмма в боковой проекции. Размеры и форма метафиза бедренной кости соответствуют анатомическим. Метаэпифизарная ростковая зона бедренной кости отображается в виде одной полосы просветления с более или менее волнистыми контурами. Эпифиз бедренной кости отображается на рентгенограмме в виде двух полуовалов, из которых больший и с менее четкими контурами соответствует медиальному мыщелку, меньший — латеральному (рис. 50, д). На фоне верхней части эпифиза четко выделяется описанное выше пятно Людлофа. Характер контуров мыщелков бедренной кости и структуры их дорсальных отделов могут иметь ряд вариантов, связанных с количеством и локализацией дополнительных центров оксификации их краевых отделов. На рис. 50, а и б представлен вариант преимущественного отображения дополнительных центров оксификации задней поверхности мыщелков. Контур мыщелков слабо волнистые, структура передних отделов однородная. В структуре задних отделов эпифиза бедренной кости и у его контура выявляются множественные крупные дополнительные точки окостенения, имеющие овальную форму и окруженные каждое замыкающими пластинками. Несмотря на наличие большого числа ядер окостенения, контур задней поверхности мыщелков прослеживается достаточно отчетливо. Приведенный

вариант рентгеновского изображения эпифиза бедренной кости относится к числу относительно редких, чаще дополнительные центры оссификации его задней поверхности имеют существенно меньшие размеры и меньшее число, как, например, на рис. 50, д. Контуры мышечков также слегка волнистые, структура как передних, так и задних их отделов однородная. У задней и передней поверхностей мышечков выявляются единичные мелкие дополнительные центры оссификации округлой формы.

Относительно редкий случай отображения на рентгенограмме, произведенной в боковой проекции, дополнительных центров оссификации не задних, а боковых отделов мышечка представлен на рис. 50, в и г. Контуры обоих мышечков бедренной кости четкие, местами слегка волнистые. Структура краевых отделов мышечков однородная. Дополнительных центров оссификации у контуров мышечков не отмечается. Вместе с тем видна неоднородность костной структуры участка эпифиза, прилежащего к заднему контуру межмышечкового углубления, связанная с наличием нескольких округлых участков повышенной оптической плотности со сравнительно четкими контурами. Подобные участки повышенной оптической плотности характерны для проекционного наложения дополнительных ядер окостенения краевых отделов мышечков. Поскольку они проецируются на значительном удалении от задней поверхности мышечков и, следовательно, не могут быть расценены как задние дополнительные центры оссификации, а дополнительных ядер окостенения задней поверхности межмышечкового углубления не описано, анатомическим субстратом описанной неоднородности структуры эпифиза бедренной кости могут являться только центры оссификации боковых его отделов.

Проксимальный эпифиз большеберцовой кости имеет приближенно овальную форму с небольшой выпуклостью в области расположения межмышечкового возвышения. В структуре его отчетливо прослеживаются вертикально ориентированные силовые линии. Рентгеновское изображение надколенника определяется полнотой слияния множественных точек окостенения его центральной части в единое костное образование. На рис. 50 представлены варианты формы, контуров и структуры надколенника, наблюдающиеся в разбираемый возрастной период. На рис. 50, а надколенник представляет единое целое, но размеры его невелики, контуры неравномерно волнистые. На рис. 50, в размеры надколенника близки к анатомическим (полного соответствия нет из-за не получающей отображения на рентгенограмме неоссифицированной еще верхушки). Структура большей части надколенника однородная, кроме верхнего отдела, где видны два не слившихся еще между собой и с основной массой надколенника ядра окостенения. На рис. 50, д надколенник представляет единое костное образование достаточно больших размеров. Особенностью его изображения является выраженная волнистость контура дорсальной поверхности и наличие в структуре дугообразных, расходящихся от дорсальной поверхности, полосок склероза. Анатомическим субстратом этих полосок является волнистость боковых поверхностей надколенника, характерная для ростковых зон в период, предшествующий появлению центров оссификации, в данном случае — боковых краев надколенника.

Рентгенологические показатели анатомического строения коленного сустава, доступные для анализа.

Рентгенограмма в задней проекции. При оценке соотношений пространственных положений бедра и голени используются нормативные значения угла, образуемого при пересечении продольных осей бедренной и большеберцовой костей, такие же, как у взрослых. При анализе снимка возможна оценка следующих показателей: форма, размеры, контуры и структура оссифицированных частей метафиза бедренной кости и эпиметафизов костей голени; форма эпифиза бедренной кости и структура центральной его части и контур суставной поверхности (анализ структуры и контуров боковых отделов эпифиза достоверен только при отсутствии множественных боковых центров оссификации); анатомические соотношения в коленном суставе во фронтальной и горизонтальной плоскостях, состояние метаэпифизарных ростковых зон. Ориентировочно может также быть оценена высота рентгеновской суставной щели коленного сустава на основании отношения высоты центральной части ее к величине межметафизарного расстояния (в норме 1:7). Невозможна оценка в этот возрастной период истинных формы, размеров и контуров эпиметафизов костей, образующих коленный сустав, формы рентгеновской суставной щели и состояния межмышечкового возвышения.

На рентгенограмме в боковой проекции могут быть оценены: форма, размеры, контуры и структура оссифицированных частей эпиметафизов бедренной кости и костей голени, оссифицированной части надколенника (с той оговоркой, что контур задней поверхности эпифиза бедренной кости может быть оценен только при отсутствии множественных дополнительных центров окостенения); состояние физиологического просветления коленного сустава. Невозможна оценка в этот возрастной период анатомических соотношений в коленном суставе в сагиттальной плоскости, истинных формы, размеров и контуров эпиметафизов костей, образующих коленный сустав, и надколенника, состояния бугристости большеберцовой кости.

Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка является наличие дополнительных центров оссификации дистального эпифиза бедренной кости.

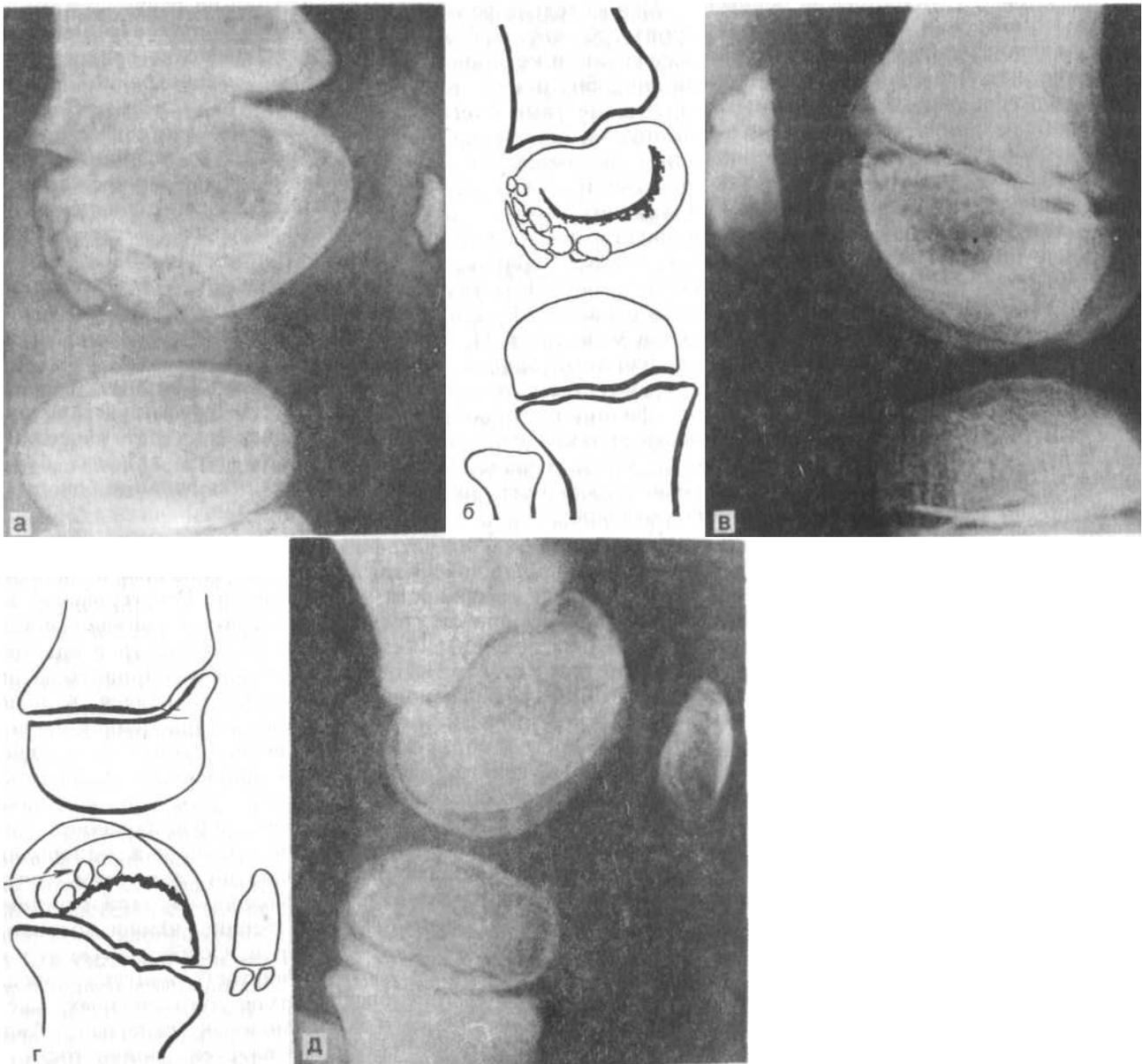


Рис. 50. Варианты изображения дополнительных центров оссификации мыщелков бедренной кости на боковой рентгенограмме (объяснение в тексте).

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Определенные затруднения при анализе снимков могут быть связаны с дополнительными ядрами окостенения краевых отделов дистального эпифиза бедренной кости. Единичные относительно крупные ядра окостенения имеют в рентгеновском изображении ряд общих черт с картиной расслаивающего остеохондрита (болезнь Кёнига). Дифференциальная диагностика основывается на следующих различиях. При частичном или полном наслоении на краевые отделы костной части мыщелков бедренной кости дополнительных задненижних или нижнебоковых ядер окостенения удастся проследить непрерывный, плавно закругленный контур мыщелков, структура мыщелков в промежутках между изображениями ядер окостенения не изменена. Сами ядра окостенения окружены со всех сторон четкими и ровными замыкающими пластинками. Для сравнения на рис. 51, а и б представлены отпечаток и скиаграмма с рентгенограммы коленного сустава ребенка, имеющего локальный асептический некроз латерального мыщелка бедренной кости. У латерального края нижней поверхности этого мыщелка виден костный фрагмент неправильной формы и с неровными контурами. Замыкающая пластинка имеется только на нижней поверхности этого фрагмента. Контур латерального мыщелка на уровне расположения фрагмента вогнутый. Вертикальный и горизонтальный размеры этой вогнутости соответствуют размерам костного фрагмента. Контур ниши склерозированный.

Множественные дополнительные центры оссификации могут симулировать картину дистрофических изменений костной ткани эпифиза, а также вызвать подозрения на наличие тарзомегалии с поражением не только голеностопного, но и коленного сустава. Опорные пункты дифференциальной диагностики множественных дополнительных ядер окостенения с рентгенологической картиной тарзомегалии заключается в следующем. В норме ядра окостенения дистального эпифиза бедренной кости выявляются только у боковых и заднего контуров мыщелков или на фоне структуры их краевых отделов. Локализация костно-хрящевых образований у нижнего контура мыщелков, а тем более существенно дистальнее его, является одним из признаков тарзомегалии (см. рис. 51, в и г). Далее, ядра окостенения нормально формирующегося эпифиза бедренной кости, проецирующиеся у его боковых контуров, располагаются одинарной цепочкой (по одному на каждом из участков контура мыщелков).

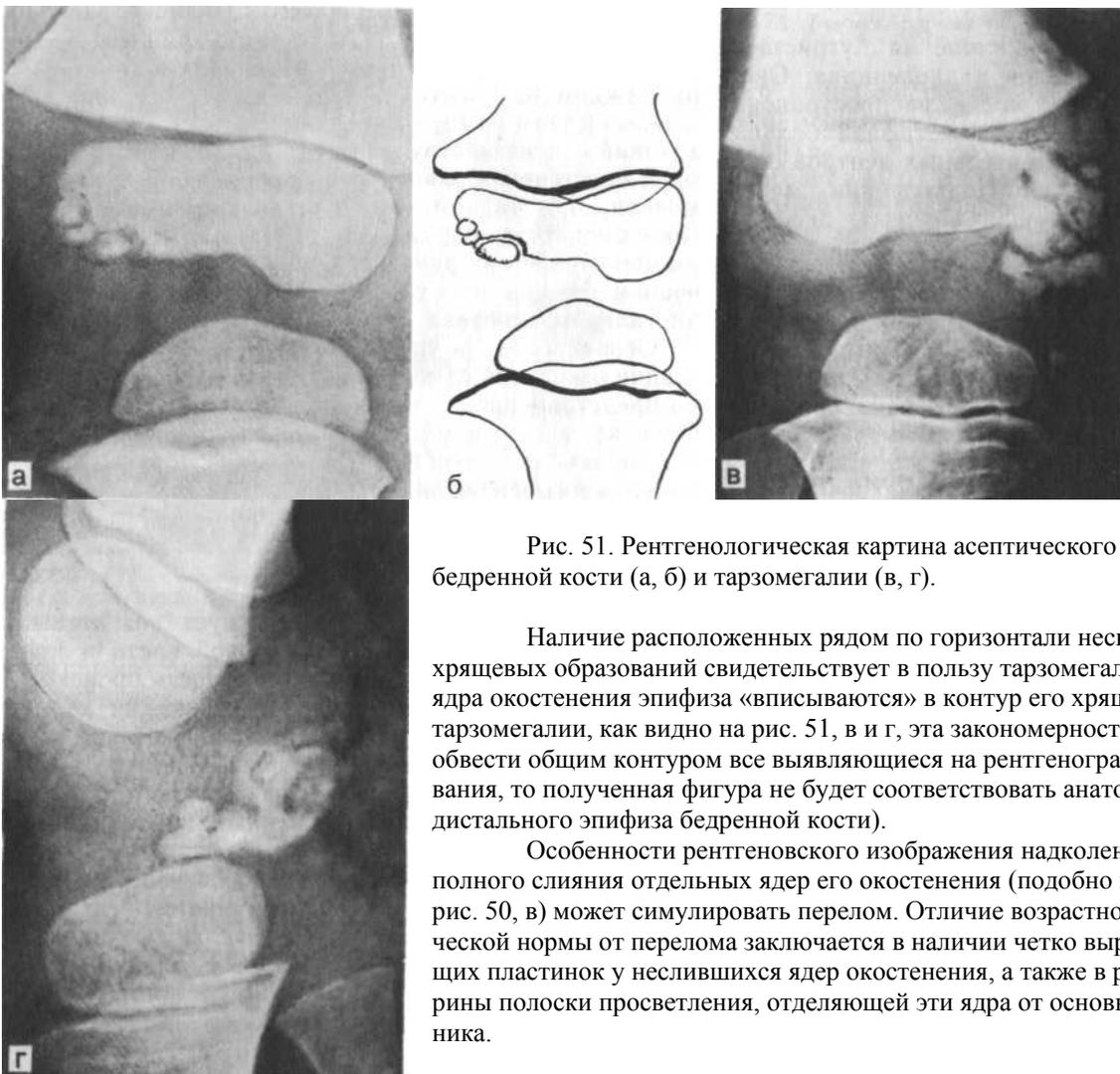


Рис. 51. Рентгенологическая картина асептического некроза мыщелка бедренной кости (а, б) и тарзомегалии (в, г).

Наличие расположенных рядом по горизонтали нескольких костно-хрящевых образований свидетельствует в пользу тарзомегалии. Дополнительные ядра окостенения эпифиза «вписываются» в контур его хрящевой модели, при тарзомегалии, как видно на рис. 51, в и г, эта закономерность нарушена (если обвести общим контуром все выявляющиеся на рентгенограмме костные образования, то полученная фигура не будет соответствовать анатомической форме дистального эпифиза бедренной кости).

Особенности рентгеновского изображения надколенника в стадии неполного слияния отдельных ядер его окостенения (подобно представленному на рис. 50, в) может симулировать перелом. Отличие возрастной рентгеноанатомической нормы от перелома заключается в наличии четко выраженных замыкающих пластинок у неслившихся ядер окостенения, а также в равномерности ширины полосы просветления, отделяющей эти ядра от основной массы надколенника.

ВОЗРАСТ 9—12 ЛЕТ

Соответствует возрастным срокам окостенения бугристости большеберцовой кости и краевых отделов надколенника. Окостенение бугристости происходит частично за счет распространения процесса оссификации из передних отделов метафиза большеберцовой кости, частично за счет самостоятельных центров окостенения, появляющихся в возрасте 9 лет. Надколенник имеет 4 дополнительных центра оссификации — два боковых, передний и верхушечный, появляющиеся в возрасте 9 лет. Слияние их с основной частью надколенника происходит к 10—12 годам. Полное окостенение эпифизов бедренной, большеберцовой и малоберцовой костей завершается несколько раньше (примерно в 8 лет), и к 13-летнему возрасту хрящевое строение сохраняют только метаэпифизарные ростковые зоны и небольшая часть бугристости большеберцовой кости.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в задней проекции (рис. 52, а). Размеры и форма метафиза и эпифиза бедренной кости соответствует анатомическим. Соответствуют анатомическим также форма и размеры эпифиза большеберцовой кости, но с той оговоркой, что бугорки межмыщелкового возвышения относительно невысоки и имеют закругленные верхушки. В структуре эпиметафизов костей, образующих коленный сустав, выявляются все характерные для них системы силовых линий. Рентгеновская суставная щель коленного сустава имеет такую же форму, как у взрослых, но высота ее еще несколько больше. На фоне эпиметафиза бедренной кости выявляется однородная тень надколенника, имеющего присущую ему анатомическую форму. У боковых контуров и у дистального конца на структурных рентгенограммах могут выявляться ядра окостенения соответствующих краевых отделов надколенника.

Рентгенограмма в боковой проекции. Размеры и форма эпиметафизов бедренной и большеберцовой костей и головки малоберцовой соответствуют анатомическим. У детей 8—9 лет передняя поверхность метафиза большеберцовой кости умеренно вогнутая, контур ее может быть мелковолнистым (см. рис. 52, б). На рентгенограммах детей 9—10 1/2 лет у передней поверхности метафиза большеберцовой кости выявляются одна или несколько небольших точек окостенения бугристости удлиненно-овальной формы, окруженные тоненькими, но все же прослеживаемыми замыкающими пластинками (см. рис. 52, в).

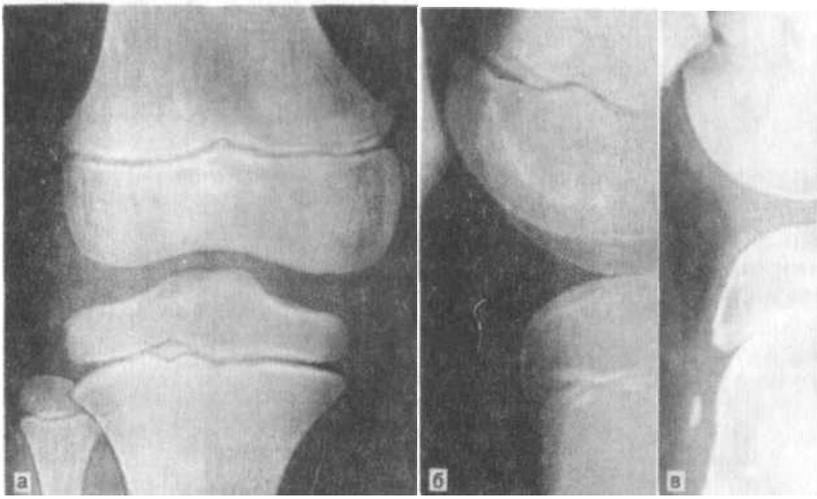


Рис. 52. Рентгенограммы коленного сустава в 2 проекциях. Возрастной период 9—12 лет (объяснение в тексте).

В этом возрасте могут быть видны дополнительные ядра окостенения передней поверхности надколенника и его верхушки, расположенные у соответствующих контуров. Структура передних отделов надколенника может быть неоднородной за счет участка повышенной оптической плотности продолговатой формы с неравномерно волнистыми контурами. По краям этого участка располагается узенькая полоска просветления. Анатомическим субстратом описанной неоднородности костной структуры надколенника является проекционное наложение ядер окостенения боковых его отделов (рис. 53, а и б).

Рентгеноанатомическому анализу доступен весь комплекс рентгенологических показателей анатомического строения коленного сустава. Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка служит наличие центров оссификации бугристости большеберцовой кости и дополнительных ядер окостенения краевых отделов надколенника.

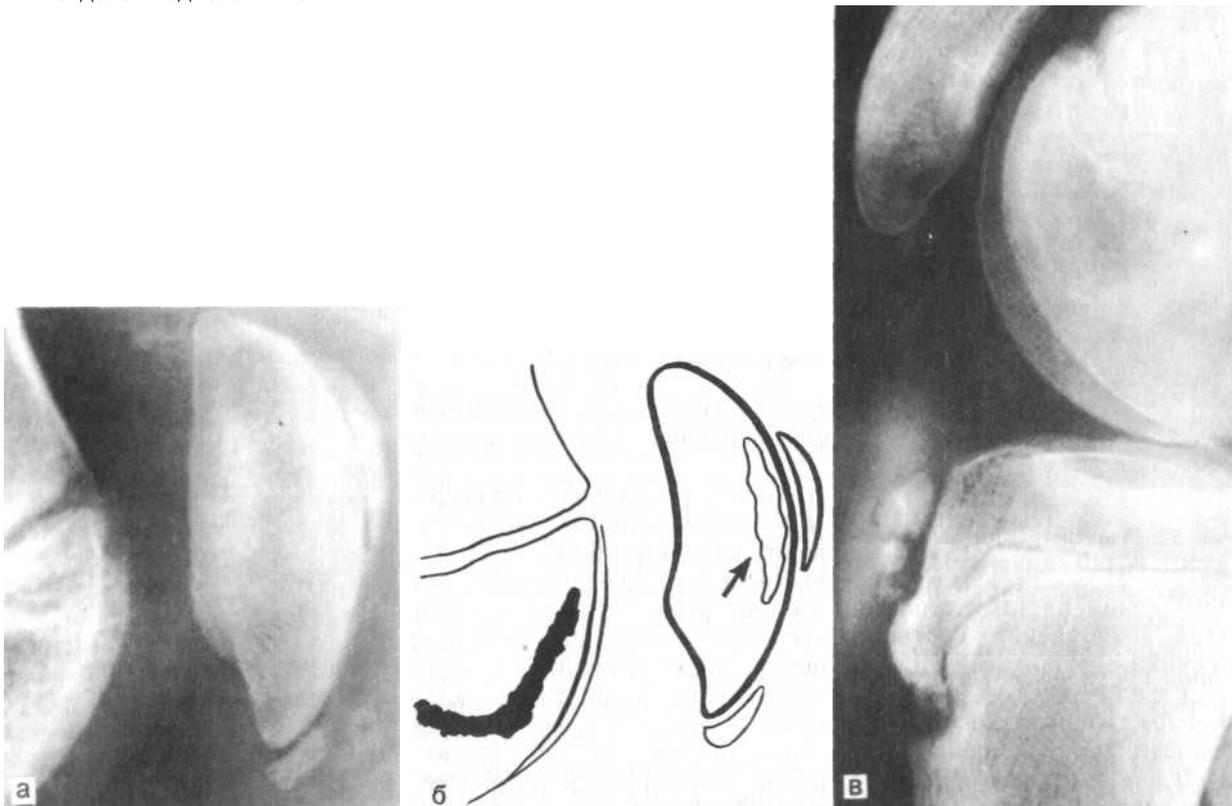


Рис. 53. Дополнительные ядра окостенения надколенника (а, б); обызвествление сумки надколенника (в).

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Ядро окостенения верхушки надколенника может быть ошибочно принято за костный отломок. Показателем возрастной нормы рентгеновского изображения надколенника служит наличие у ядра окостенения четких замыкающих пластинок и равномерная высота полоски просветления, отделяющей его от основной части надколенника.

Волнистость контура передней поверхности метафиза большеберцовой кости может симулировать проявление деструктивного процесса. Отличить возрастную норму контура от деструкции позволяет наличие непрерывной замыкающей пластинки, а также равномерность размеров отдельных волн и углубления между ними.

Наличие нескольких неодинаковых по величине точек окостенения бугристости большеберцовой кости может вызвать затруднение в плане дифференциальной диагностики с болезнью Осгуда — Шлаттера. Основным дифференциально-диагностическим признаком является состояние физиологического просветления коленного сустава (ромбовидного пространства). В норме оно имеет два узких клиновидных выступа — верхний и нижний. Патологические процессы в области передней поверхности проксимального эпиметафиза большеберцовой кости всегда сопровождаются затенением нижнего выступа ромбовидного пространства. В качестве иллюстрации этого положения приведена рентгенограмма коленного сустава ребенка, имеющего обызвествляющий бурсит глубокой сумки коленного сустава, (см. рис. 53, в). У передней поверхности эпифиза большеберцовой кости видны три бесструктурные интенсивные тени приближенно овальной формы с четкими ровными контурами. Расположение их соответствует расположению глубокой сумки коленного сустава. Нижний выступ ромбовидного пространства затенен. Отличает ядра окостенения нормально формирующейся бугристости от участков ее фрагментации при болезни Осгуда — Шлаттера и наличие у них замыкающих пластинок.

ВОЗРАСТ 12—14 ЛЕТ

В этом возрасте происходит полное окостенение бугристости большеберцовой кости. Отдельные точки оксификации, постепенно сливаясь между собой, выполняют почти всю хрящевую модель бугристости, за исключением небольшого участка в нижнем отделе. Хрящевая ткань в течение некоторого времени сохраняется также и между дорсальной поверхностью костной части бугристости и передней поверхностью метафиза большеберцовой кости.

Рентгеноанатомическая картина. Рентгенограмма в боковой проекции. Изображение надколенника, метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей и головки малоберцовой соответствует изображению их у взрослых (за исключением наличия полосок просветления метаэпифизарных ростковых зон и отображения процесса окостенения бугристости большеберцовой кости). Окостеневшая часть бугристости большеберцовой кости имеет форму относительно широкой полосы с расширенным и закругленным нижним концом. В начале данного возрастного периода она разделена на несколько частей поперечными полосками просветления (рис. 54, а), позже представляет единое целое (см. рис. 54, б). Нижний конец окостеневшей части бугристости отделен от нижнего края углубления на передней поверхности тела большеберцовой кости относительно широким промежутком. Более узкий промежуток отделяет «хоботок» бугристости от передней поверхности метафиза большеберцовой кости. Контур последней может быть слегка волнистым.

Рентгенограмма в задней проекции (см. рис. 54, в). Изображение коленного сустава в целом аналогично изображению его у взрослых. Исключение составляют две детали рентгеноанатомической картины. Первой из них является упомянутое выше наличие изображения метаэпифизарных ростковых зон. Вторая деталь — это встречающаяся относительно часто широкая поперечная полоса пониженной оптической плотности на фоне метафиза большеберцовой кости с достаточно четким верхним контуром и нечетким нижним. Вызвана эта особенность структуры проекционным наложением неоксифицированной части бугристости (промежутка между нижним концом костной части бугристости и нижним краем углубления на передней поверхности метафиза большеберцовой кости — см. рис. 54, а и б).

Комплекс показателей анатомического строения коленного сустава, доступных для анализа, идентичен такому у взрослых. Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка является полное или почти полное окостенение бугристости большеберцовой кости.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Поперечные полоски просветления, разделяющие окостеневшую часть бугристости большеберцовой кости могут имитировать перелом или фрагментацию бугристости как проявления болезни Осгуда — Шлаттера. Разграничение возрастной рентгеноанатомической нормы от обоих названных патологических состояний базируется на отсутствии затенения нижнего выступа ромбовидного пространства, наличии замыкающих пластинок, ограничивающих упомянутые поперечные полоски просветления, ровном, а не ступенчатом контуре передней поверхности окостеневшей части бугристости. Для сравнения приводим рентгенограмму коленного сустава ребенка, страдающего болезнью Осгуда — Шлаттера (см. рис. 54, г). Структура костной части бугристости, как видно на рисунке, неоднородная, передний контур ее неровный, непрерывность замыкающей пластинки нарушена. У передней поверхности бугристости виден костный фрагмент неправильной формы, с неровными контурами. Суммарный контур передней поверхности бугристости (с учетом описанного костного фрагмента) ступенчатый. Ромбовидное пространство затенено.

Поперечная полоса пониженной оптической плотности в структуре метафиза большеберцовой кости на рентгенограмме в задней проекции может имитировать патологические изменения костной структуры. Для исключения ошибочного заключения следует учитывать возможность подобного проекционного наложения неоксифицированной части бугристости большеберцовой кости.

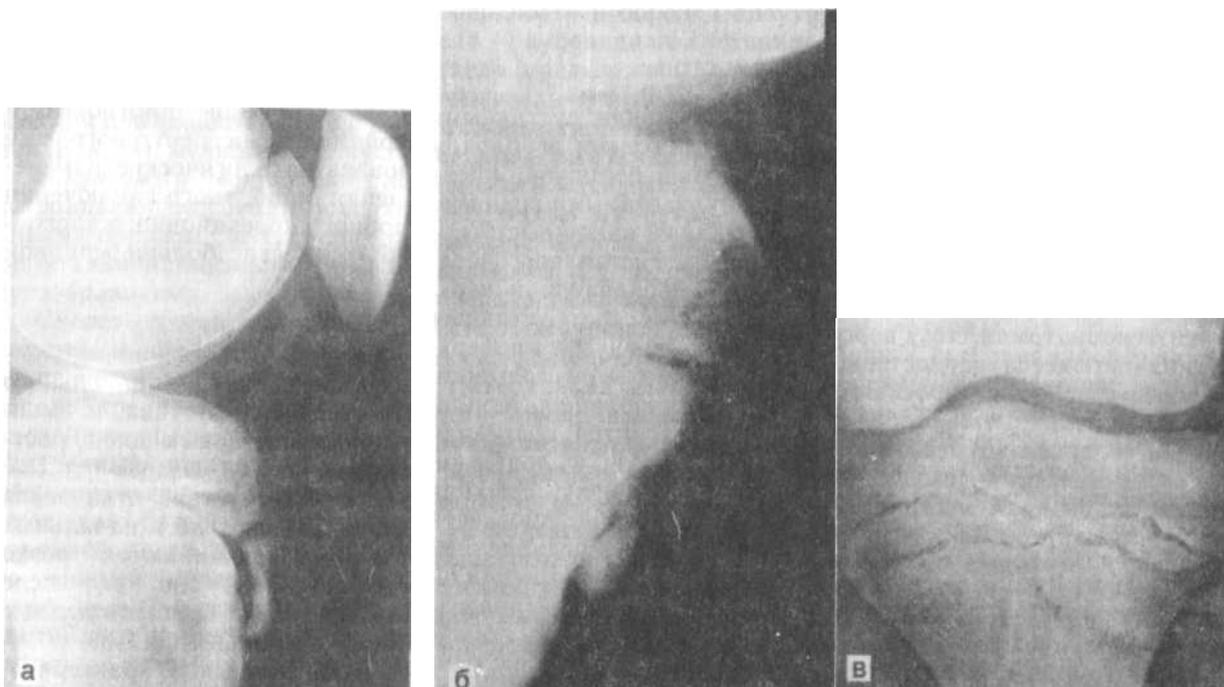


Рис. 54. Рентгенограммы коленного сустава в 2 проекциях. Возрастной период 12—14 лет (а, б, в); рентгенологическая картина болезни Осгуда — Шлаттера (г).



ВОЗРАСТ 15—17 ЛЕТ

Возрастной период заключительного этапа постнатального формирования костных компонентов коленного сустава, а именно — синостозирования метаэпифизарных ростковых зон и ростковой зоны бугристости большеберцовой кости.

Нормальная рентгеноанатомия коленного сустава отличается от рентгеноанатомии его у взрослых только тем, что в начальных стадиях процесса синостозирования прослеживаются резко суженные полосы просветления ростковых зон, а после полного их закрытия прослеживаются узкие горизонтальные полосы склероза на месте бывшего их расположения.

Рентгеноанатомическому анализу доступны все охарактеризованные во вводной части показатели анатомического строения коленного сустава.

ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ И СТОПА

Голеностопный сустав, как известно, образован суставными поверхностями дистальных эпифизов костей голени и блоком таранной кости. Дистальный эпифиз большеберцовой кости имеет приблизительно квадратную форму с закругленными гранями, с медиальной его стороны имеется направленный книзу выступ — медиальная лодыжка. На латеральной стороне дистального метаэпифиза этой кости находится вырезка с шероховатой поверхностью, к которой прилегает малоберцовая кость. Суставным гиалиновым хрящом покрыты дистальная вогнутая поверхность эпифиза и внутренняя поверхность медиальной лодыжки. Дистальный эпифиз малоберцовой кости носит название латеральной лодыжки. На внутренней ее стороне находится суставная поверхность, не распространяющаяся на верхушку лодыжки. У таранной кости различают тело, шейку и головку. Верхняя поверхность тела таранной кости во фронтальной плоскости имеет форму блока со слабо выраженным углублением в центре и двумя, также нерезко выраженными, валами — медиальным и латеральным. В сагиттальной плоскости верхняя поверхность тела таранной кости выпуклая с несколько более пологим и коротким передним склоном и более крутым и длинным задним. Суставным гиалиновым хрящом покрыты верхняя поверхность блока и верхняя часть боковых поверхностей. Верхняя и медиальная суставные поверхности сочленяются с эпифизом и медиальной лодыжкой большеберцовой кости, латеральная суставная поверхность — с латеральной лодыжкой. Таким образом, суставная щель голеностопного сустава во фронтальной плоскости имеет П-образную форму, в сагиттальной дугообразную.

Скелет стопы подразделяют на три отдела — предплюсну, плюсну и фаланги пальцев. Предплюсна, в свою

очередь, разделяется на передний и задний отделы. В состав заднего отдела предплюсны входят две кости — таранная и пяточная, расположенные одна над другой. Таранная кость, кроме уже отмеченных частей (тела, шейки и головки), имеет также два отростка — латеральный и задний. В последнем различают два бугорка — медиальный и латеральный. На головке таранной кости находится ладьевидная суставная поверхность, на нижней поверхности тела — пяточные суставные поверхности, разделенные бороздой пазухи предплюсны. У пяточной кости различают тело и пяточный бугор. С медиальной стороны тела находится прямоугольный костный выступ — опора таранной кости. На верхней поверхности тела находятся передняя, средняя и задняя таранные суставные поверхности и борозда пазухи предплюсны, на передней стороне тела — кубовидная суставная поверхность. В состав переднего отдела предплюсны входят 5 костей. Ладьевидная кость имеет относительно небольшую толщину, поверхность ее, обращенная к головке таранной кости, вогнутая, обращенная к клиновидным костям — выпуклая. На нижнемедиальной поверхности ладьевидной кости находится достаточно большая бугристость. Суставные поверхности на бугристость ладьевидной кости не распространяются. Кубовидная кость по форме соответствует своему названию. Суставным гиалиновым хрящом покрыты три ее поверхности — дорсальная, которой она сочленяется с пяточной костью, вентральная, с которой сочленяются IV и V плюсневые кости, и медиальная, которой кубовидная кость сочленяется с латеральной клиновидной костью. Вентральнее ладьевидной кости располагаются три клиновидные кости — медиальная, промежуточная и латеральная, сочленяющиеся с одной стороны с ладьевидной костью, с другой — с I, II и III плюсневыми костями.

Рентгенография голеностопного сустава производится в двух стандартных (задней и боковой) проекциях, стопы — в трех проекциях: подошвенной, боковой и косой. На рентгенограммах полностью сформированного голеностопного сустава производится анализ следующих рентгенологических показателей его анатомического строения: форма, размеры, контуры и структура дистального эпифиза большеберцовой кости, латеральной лодыжки и блока таранной кости; состояние рентгеновской суставной щели и анатомические соотношения в суставе. Критерием правильности анатомических соотношений во фронтальной плоскости является равномерная высота рентгеновской суставной щели (горизонтальной ее части) и расположение на одном уровне латерального края эпифиза большеберцовой кости и латерального края блока таранной кости. В сагиттальной плоскости показателями правильности соотношений считаются равномерная высота рентгеновской суставной щели и расположение на одном уровне центров сочленяющихся суставных поверхностей эпифиза большеберцовой кости и блока таранной. На рентгенограммах стопы после окончания ее формирования при оценке пространственного положения пяточной и таранной костей во фронтальной и сагиттальной плоскостях используются следующие показатели. В сагиттальной плоскости положение таранной кости характеризует величина таранно-берцового угла, образующегося при пересечении продольных осей этих костей. Нормативные значения этого угла — 90° . Пространственное положение пяточной кости (также в сагиттальной плоскости) характеризует величина пяточно-подошвенного угла, образующегося при пересечении двух линий, одна из которых проводится касательно к нижней поверхности пяточной кости, вторая соединяет нижнюю поверхность пяточного бугра и нижнюю поверхность головки I плюсневой кости. Нормативные значения этого угла — $15\text{--}20^\circ$. Во фронтальной плоскости показателем нормы пространственных положений названных костей является пересечение их продольных осей под углом $12\text{--}15^\circ$ (пяточно-таранный угол). Величина продольного свода стопы характеризуется величиной угла, образующегося при пересечении линий, касательных к нижним поверхностям пяточной и I плюсневой костей на рентгенограмме, произведенной в боковой проекции. Показателем нормы считается значение этого угла в диапазоне от 125° до 135° . Кроме того, при анализе снимков стопы могут быть оценены форма, размеры, контуры и структура костей скелета стопы, а также анатомические соотношения в суставах предплюсны, плюснефаланговых и межфаланговых суставах. Критерием правильности этих соотношений являются равномерная высота рентгеновских суставных щелей, а для суставов с неравной протяженностью суставных поверхностей (таранно-ладьевидный, плюснефаланговые и межфаланговые суставы) — расположение на одном уровне их центров, для плоских суставов — расположение на одном уровне краев суставных поверхностей.

Изложение возрастной рентгеноанатомии приводится одновременно для голеностопного сустава и стопы.

ВОЗРАСТ ДО 9 МЕС

Степень оссифицированности метаэпифизов костей голени и скелета стопы немногим отличается от той, которую они имели к концу внутриутробного развития. Хрящевое строение в течение этого возрастного периода сохраняют: эпифизы костей голени и частично их метафизы, значительная часть пяточной, таранной и кубовидной костей и полностью — ладьевидная, все клиновидные кости предплюсны и эпифизы плюсневых костей и фаланг пальцев.

Рентгеноанатомическая картина. Голеностопный сустав. Рентгенограмма в задней проекции. Боковые поверхности метафиза большеберцовой кости умеренно вогнутые, дистальная поверхность имеет слабо выраженную седловидную форму. Медиальный край метафиза отогнут кверху и слегка заострен. Латеральный контур метафиза малоберцовой кости прямолинейный, медиальный — вогнутый. Края метафиза закруглены. Эпифизы костей голени на рентгенограмме не выявляются. Верхняя поверхность блока таранной кости прямая, валы блока и борозда между ними не выражены. Метафиз большеберцовой кости и блок таранной разделены широким промежутком, как и боковые поверхности метафизов костей голени.

Рентгенограмма в боковой проекции. Все поверхности метафиза большеберцовой кости (в том числе и дистальная) умеренно вогнутые. Эпифизы костей голени не выявляются. Верхняя поверхность блока таранной кости дугообразная, задний край блока закруглен, задний отросток таранной кости не выражен. На фоне нижней части тела таранной кости виден латеральный отросток, верхняя поверхность передней части таранной кости прямолинейная, дифференцировка ее на шейку и головку не выражена.

Стопа. Рентгенограмма в подошвенной проекции (рис. 55). Видны закругленные передние концы пяточной и таранной костей и кубовидная кость, имеющая неправильно-овальную форму. Остальные кости предплюсны на рентгенограмме не отображаются. Плюсневые кости и фаланги пальцев представлены только метадиафизами.

Рентгенограмма в боковой проекции. Форма оссифицированной части пяточной кости в общих чертах соответствует анатомической. На фоне верхней части ее тела видна прямоугольная тень опоры таранной кости. Пяточный бугор короткий, с незначительно выпуклым дорсальным контуром. Кубовидная кость не-

больших размеров, с выпуклыми тыльной и подошвенной поверхностями и закругленными углами. Остальные кости предплюсны на рентгенограмме не выявляются. Структура всех костей равномерно мелкоячеистая, без признаков силовых линий.

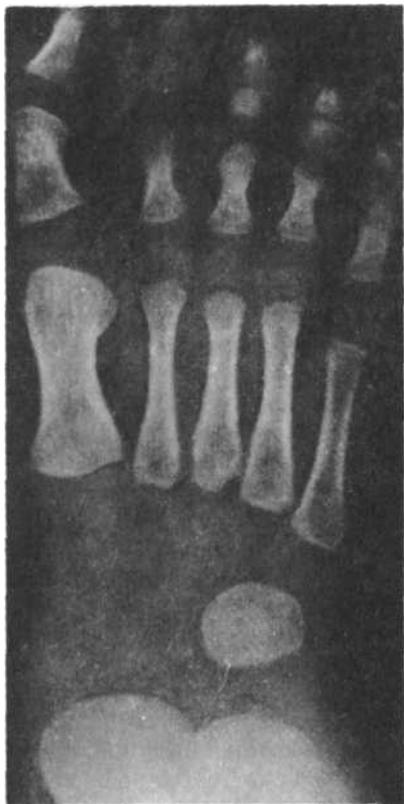


Рис. 55. Рентгенограмма стопы ребенка в возрасте 1 года.

Рентгенологические показатели анатомического строения голеностопного сустава и стопы, доступные для анализа.

При анализе снимков возможна оценка следующих показателей: форма, контуры и структура оссифицированных частей дистальных метафизов костей голени, таранной, пяточной и кубовидной костей, метадиафизов плюсневых костей и фаланг пальцев; анатомические соотношения в голеностопном суставе во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Критерием правильности этих соотношений во фронтальной плоскости в связи с отсутствием изображения эпифиза большеберцовой кости и неравномерностью высоты рентгеновской суставной щели, является параллельность линий, проведенных касательно к дистальной поверхности метафиза большеберцовой кости и к верхней поверхности блока таранной, а также расположение на одном уровне латеральных краев названных поверхностей. В сагиттальной плоскости показателем нормы анатомических соотношений в голеностопном суставе служит расположение на одной вертикальной прямой центров метафиза большеберцовой кости и блока таранной.

При оценке пространственного положения таранной и пяточной костей во фронтальной и сагиттальной плоскостях используются нормативные величины берцово-таранного и пяточно-таранного углов, такие же как у взрослых. Величина пяточно-подошвенного угла из-за неполной оссифицированности пяточного бугра и неоссифицированности головки I плюсневой кости отличается от показателей нормы у взрослых и равняется 10—15°. Критерием правильности анатомических соотношений в подтаранном суставе в сагиттальной плоскости служит проекционное наложение на тело пяточной кости головки таранной не более чем на $\frac{1}{4}$ ее вертикального размера.

Нормативная величина угла продольного свода стопы по названным выше причинам больше, чем у взрослых, и равняется 130—137°. Невозможна оценка в этот возрастной период истинных формы, размеров и контуров пяточной, кубовидной и таранной костей, состояния остальных костей предплюсны, эпифизов коротких трубчатых костей, анатомических соотношений в суставах переднего отдела предплюсны и состояния метаэпифизарных ростковых зон.

ВОЗРАСТ ОТ 1 ГОДА ДО 3 ЛЕТ

Этот период соответствует возрастным срокам начала окостенения эпифизов коротких трубчатых костей стопы и костей переднего отдела предплюсны. Сроки появления центров оссификации названных анатомических образований не имеют такой точной определенности, какой отличается начало оссификации костей запястья, и могут быть названы только приблизительно. Первым, в возрасте примерно 1 года, появляется ядро окостенения дистального эпифиза большеберцовой кости. Затем, с интервалом около года, появляется центр оссификации латеральной клиновидной кости, и через небольшой промежуток времени, приблизительно в возрасте 2 $\frac{1}{2}$ лет, начинают оссифицироваться медиальная и промежуточная клиновидные кости, эпифизы плюсневых костей и фаланг пальцев, латеральная лодыжка. Порядок появления центров оссификации медиальной и промежуточной клиновидных костей не имеет определенной закономерности. В большинстве случаев первой начинает окостеневать медиальная клиновидная кость, однако возможно и одновременное появление центров оссификации этих костей и более раннее начало окостенения промежуточной. Латеральная и промежуточная клиновидные кости имеют каждая только одно ядро окостенения, оссификация медиальной клиновидной кости может происходить из одного, двух и более центров. Окостенение ладьевидной кости начинается в возрасте 3—3 $\frac{1}{2}$ лет и происходит чаще из одного центра оссификации, хотя возможно наличие и множественных центров. Хрящевое строение к 3 годам сохраняют: около $\frac{1}{3}$ объема эпифиза большеберцовой кости, включая медиальную лодыжку; около $\frac{1}{2}$ объема латеральной лодыжки; краевые отделы таранной, пяточной (включая апофиз пяточного бугра) и кубовидной костей; большая часть костей переднего отдела предплюсны и эпифизов коротких трубчатых костей.

Рентгеноанатомическая картина. *Голеностопный сустав* на рентгенограмме в задней проекции (рис. 56, а). Изображение метафизов костей голени аналогично описанному в предыдущем разделе. Эпифиз большеберцовой кости имеет форму клина с основанием, обращенным в медиальную сторону.

Положение его относительно метафиза эксцентричное вследствие большей оссифицированности медиального отдела хрящевой модели. Латеральная лодыжка округлая, расположена ближе к латеральному краю метафиза. Верхняя поверхность блока таранной кости плоская с закругленными краями. Рентгеновская суставная щель голеностопного сустава широкая, клиновидной формы с основанием клина, обращенным латерально. В структуре метаэпифизов костей голени и блока таранной отчетливо прослеживаются системы продольных силовых линий.



Рис. 56. Рентгенограммы голеностопного сустава и стопы. Возрастной период 1—3 года (объяснение в тексте).

На рентгенограмме в боковой проекции (см. рис. 56, б) эпифиз большеберцовой кости имеет прямоугольную форму с выпуклым передним и задним контурами. Латеральная лодыжка, как и на задней рентгенограмме, округлой формы. Рентгеновская суставная щель голеностопного сустава широкая с меньшей высотой в средней части и наибольшей у переднего и заднего краев. Изображение таранной и пяточной костей такое же, как у детей предыдущего возрастного периода, за исключением отчетливой функциональной оформленности архитектоники костной структуры.

Стопа. На рентгенограмме в подошвенной проекции изображение стопы зависит от состояния оссифицированности костей переднего отдела предплюсны и эпифизов коротких трубчатых костей. У детей в возрасте около 2 лет, кроме тел коротких трубчатых костей, кубовидной и передних отделов пяточной и таранной, выявляются также ядра окостенения латеральной клиновидной кости, дистального эпифиза I плюсневой и проксимальных фаланг пальцев (см. рис. 56, в). В несколько более старшем возрасте (около 2

¹/₂ лет) на рентгенограммах обычно видны ядра окостенения всех трех клиновидных костей. Форма латеральной клиновидной кости и кубовидной к этому времени приобретает сходство с анатомической, промежуточная и медиальная клиновидная кости круглые (см. рис. 56, г). У детей 3—3 ¹/₂ лет рентгеноанатомическая картина отличается значительной полиморфностью. Возможные ее варианты представлены на рис. 57. На первой рентгенограмме ребенка 3 лет (см. рис. 57, а) размеры и форма кубовидной и латеральной клиновидной костей близки к анатомическим. Видны ядра окостенения медиальной и промежуточной клиновидных костей и точка окостенения ладьевидной. Окостенение медиальной клиновидной кости происходит из двух неравномерных по величине ядер. Данное состояние оссификации костей переднего отдела предплюсны для названного возраста является наиболее закономерным. На второй рентгенограмме ребенка того же возраста (см. рис. 57, б) изображения кубовидной и латеральной клиновидной костей примерно такие же, как и на рис. 57, а. Значительные размеры имеет и медиальная клиновидная кость, формирующаяся из одного ядра окостенения.

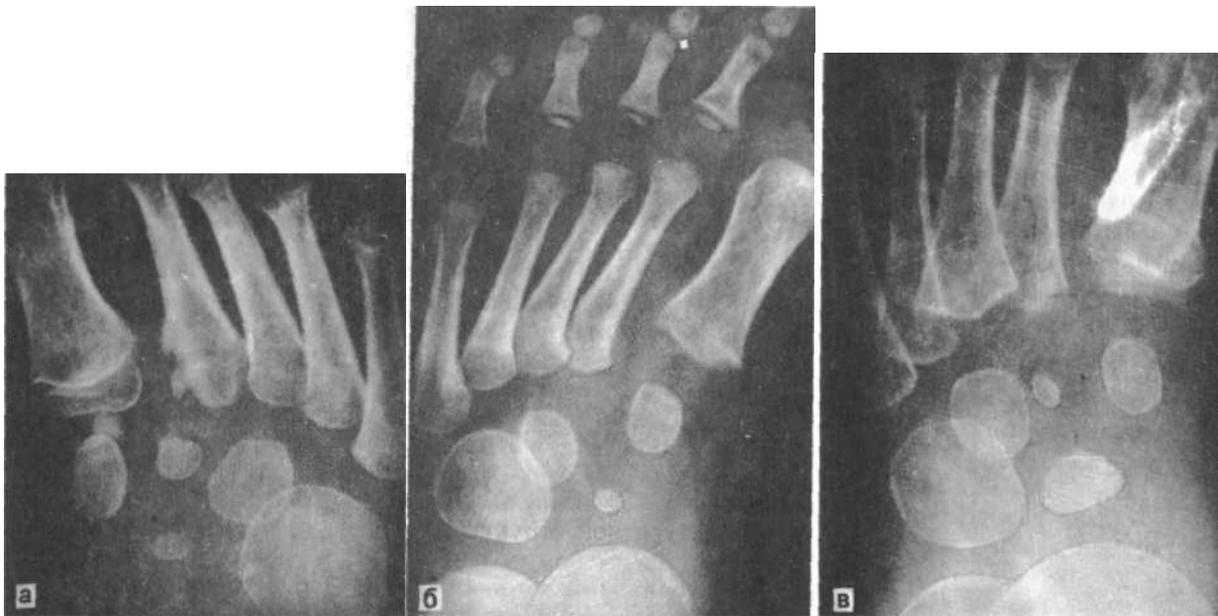


Рис. 57. Варианты оссифицированности костей переднего отдела предплюсны в возрастной период 1—3 года (объяснение в тексте).

Вместе с тем у этого ребенка еще не появился центр оссификации промежуточной клиновидной кости и эпифизов плюсневых костей, кроме I. На последней рентгенограмме (см. рис. 57, в) ребенка также 3 лет видны ядра окостенения всех костей переднего отдела предплюсны, головок II—IV плюсневых и дистального эпифиза II и I плюсневых костей. Особенность рентгеноанатомической картины представляют непропорционально маленькие размеры промежуточной клиновидной кости в сравнении с размерами оссифицированной части ладьевидной кости.

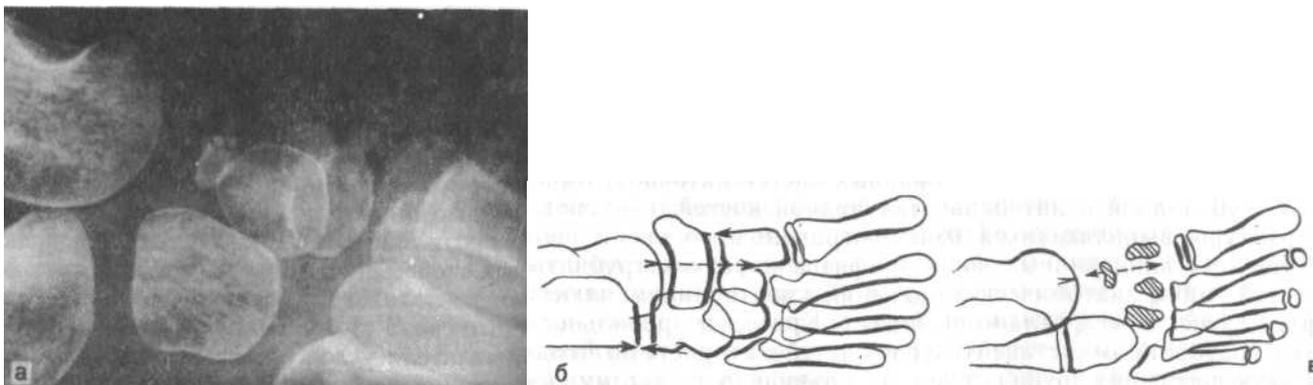


Рис. 58. Множественные точки окостенения ладьевидной и медиальной клиновидной костей стопы (а); схема показателей анатомических соотношений в суставах переднего отдела предплюсны взрослого (б) и ребенка 3 1/2 лет (в).

На рентгенограмме в боковой проекции у детей 3 лет прослеживаются все кости предплюсны. Рис. 58, а иллюстрирует рентгеноанатомическую картину при варианте окостенения медиальной клиновидной и ладьевидной костей из нескольких центров оссификации. Ладьевидная кость представлена одним большим ядром окостенения и тремя маленькими, расположенными у тыльной поверхности хрящевой модели кости. У основания I плюсневой кости видны четыре отдельных, частично наслаивающихся друг на друга ядра окостенения медиальной клиновидной кости, окруженные четкими замыкающими пластинками.

Рентгенологические показатели анатомического строения голеностопного сустава и стопы, доступные для анализа. *Голеностопный сустав.* Возможна оценка следующих показателей: форма, размеры, контуры и структура блока таранной кости; анатомические соотношения в суставе во фронтальной и сагиттальной плоскостях (критерии правильности соотношений в суставе такие же, как и у детей предыдущей возрастной группы). Мы хотим обратить внимание на то, что форма рентгеновской суставной щели в качестве показателя анатомических соотношений в голеностопном суставе во фронтальной плоскости использована быть не может, так как из-за возрастного своеобразие формы окостеневшей части эпифиза большеберцовой кости она имеет и в норме клиновидную форму.

Подлежит оценке также состояние метаэпифизарных ростковых зон костей голени.

Стопа. Рентгенологические показатели ее анатомического строения, доступные для анализа, различны для разного состояния оссифицированности костей переднего отдела предплюсны. До появления точки окостенения ладьевидной кости возможна оценка пространственного положения пяточной и таранной костей, величины продольного свода стопы. Нормативные значения характеризующих эти показатели углов идентичны тем, которые были приведены при описании нормальной рентгеноанатомии детей предыдущей возрастной группы. Кроме того, возможна оценка формы, контуров и структуры оссифицированных частей пяточной, таранной, кубовидной и латеральной клиновидной костей, контуров и структуры выявляющихся на рентгенограмме ядер окостенения остальных клиновидных костей и эпифизов коротких трубчатых костей стопы; анатомических соотношений в подтаранном, плюсне-фаланговых и межфаланговых суставах. Критерии правильности их в подтаранном суставе те же, что и у детей в возрасте до 1 года,

в двух последних группах суставов на правильность анатомических соотношений указывает расположение на одном уровне центров оссифицированных частей сочленяющихся эпифизов.

После появления точки окостенения ладьевидной кости, кроме перечисленного выше, становится возможной также оценка анатомических соотношений в таранно-ладьевидном суставе во фронтальной и сагиттальной плоскостях и в суставе Лисфранка во фронтальной плоскости. Критерием их правильности в первом суставе является расположение на рентгенограммах в обеих проекциях центра оссификации (или ядра окостенения) ладьевидной кости на уровне центра ладьевидной поверхности головки таранной. Критерием правильности анатомических соотношений в ладье-видно-клиновидном суставе служит расположение на рентгенограмме в подошвенной проекции центра оссификации ладьевидной кости (или центра оссифицированной ее части) на уровне промежутка между костными частями медиальной и промежуточной клиновидных костей (см. рис. 58, в).

Невозможна оценка в этот возрастной период истинных размеров и контуров дистальных эпифизов костей голени и коротких трубчатых костей стопы, а также костей переднего отдела предплюсны.

Показателем соответствия локального костного возраста паспортному возрасту ребенка у детей 2 лет является наличие ядра окостенения латеральной клиновидной кости, у детей 3—3 1/2 лет — наличие центра оссификации ладьевидной кости.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Специального внимания заслуживает окостенение медиальной клиновидной и ладьевидной костей из нескольких центров оссификации, особенно в том случае, когда на рентгенограмме прослеживается одно крупное ядро окостенения, у контура которого располагается как бы несколько мелких фрагментов (см. рис. 58, а). При наличии соответствующего анамнеза эти особенности изображения могут быть приняты за перелом кости. Показателем рентгеноанатомической нормы изображения названных костей является наличие замыкающих пластинок, окружающих не только крупное ядро окостенения, но и мелкие «фрагменты».

ВОЗРАСТ 5—6 ЛЕТ

В течение данного возрастного периода происходит почти полное окостенение костей переднего отдела предплюсны, значительно увеличивается степень оссифицированности эпифизов костей голени и коротких трубчатых костей стопы, а также пяточной и таранной костей. Как следует из этой характеристики, качественно новых проявлений энхондрального костеобразования в эти сроки не отмечается, не заканчивается и окостенение хрящевых моделей эпифизов. Основанием для выделения данного возрастного периода послужило появление некоторых особенностей рентгеновского изображения стопы на рентгенограммах, произведенных в подошвенной и — в меньшей степени — боковой проекциях.

Рентгеноанатомическая картина. На рентгенограмме стопы в подошвенной проекции размеры головки и шейки таранной кости, переднего отдела тела пяточной, кубовидной, латеральной и промежуточной клиновидных костей, так же как их форма, в общих чертах соответствуют анатомическим. Эпифизы плюсневых костей и фаланг пальцев оссифицированы почти полностью. В структуре названных костей прослеживаются практически все характерные для них системы силовых линий. Специального внимания заслуживает возможность различных вариантов нормы рентгеновского изображения медиальной клиновидной и ладьевидной костей, представленных на рис. 59 и 60. На рис. 59, а представлен наиболее типичный вариант рентгеноанатомической нормы. Как ладьевидная, так и медиальная клиновидная кости имеют вид соответствующего костного образования. Форма их приближается к анатомической, контуры ровные, структура однородная с зачатками свойственных ей силовых линий. На рис. 59, б медиальная клиновидная и ладьевидная кости также имеют вид единых костных образований. Вместе с тем контуры их местами крупноволнистые (особенно таранной поверхности ладьевидной кости), форма неправильная — ладьевидная кость, например, имеет клиновидную форму с меньшей высотой ее медиального отдела. Как уже упоминалось, окостенение этих костей нередко происходит из нескольких центров оссификации. К этому следует добавить, что окостенение ладьевидной кости, даже при наличии единственного центра оссификации, может протекать неравномерно. Различные фазы слияния отдельных центров оссификации, так же как различие темпов окостенения медиальной и латеральной частей ладьевидной кости, и определяют как этот, так и последующие варианты рентгеноанатомической картины.

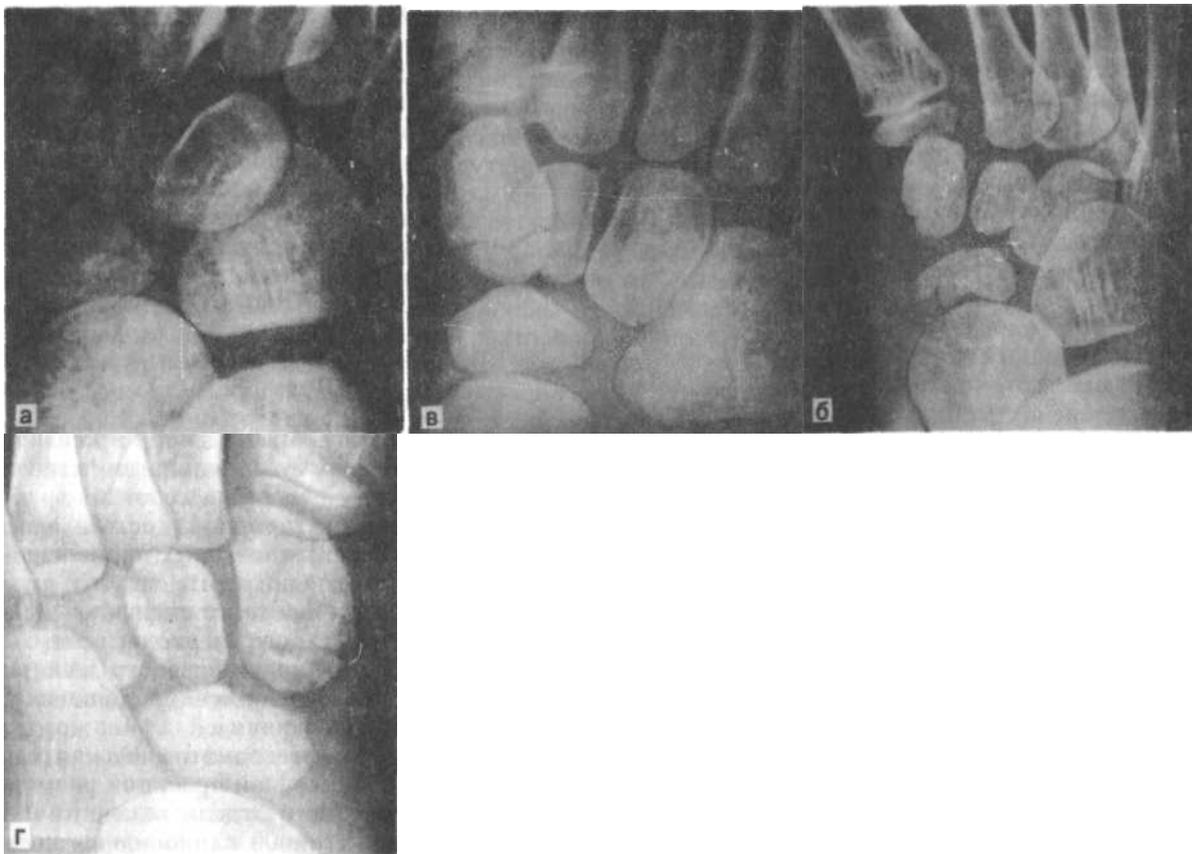


Рис. 59. Варианты формы оссифицированной части ладьевидной и медиальной клиновидной костей стопы на рентгенограмме в подошвенной проекции (объяснение в тексте).

Рис. 59, в и г схожи между собой по изображению медиальной клиновидной кости. В обоих случаях она состоит из двух неравных по величине частей, окруженных каждая замыкающими пластинками и разделенных узкой равномерной полоской просветления (стадия неполного слияния двух ядер окостенения этой кости).

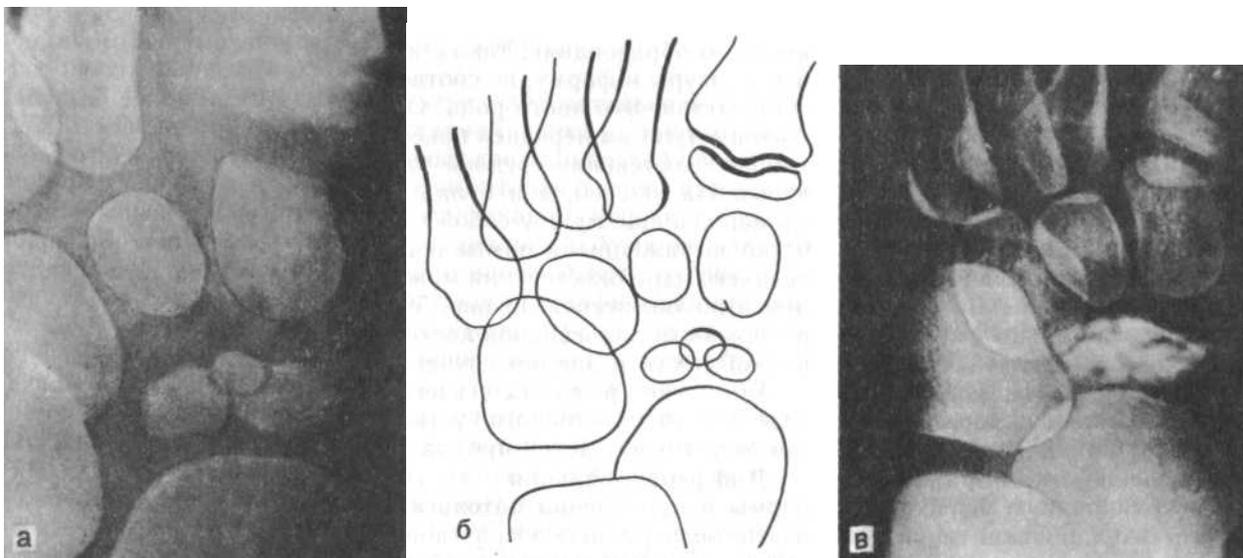


Рис. 60. Вариант окостенения ладьевидной кости стопы (а, б). Рентгенологическая картина остеохондропатии ладьевидной кости стопы в стадии фрагментации (в).

Изображение ладьевидной кости на этих рисунках различно. На рис. 59, в ладьевидная кость имеет вид единого костного образования, контуры ее ровные, структура однородная, но форма ее неправильная, не соответствующая анатомической, из-за значительно меньшего продольного размера медиальной части. На рис. 59, г ладьевидная кость также имеет вид единого костного образования, также имеет однородную структуру и ровные контуры и форму, не соответствующую анатомической, но несоответствие это иного рода. Определяют его наличие углообразного выступа на передней поверхности кости из-за более быстрых темпов окостенения средней части кости и прямолинейность контуров. На рис. 60, а и б ладьевидная кость состоит из трех не слившихся еще между собой ядер окостенения овальной формы с четко выраженными замыкающими пластинками. Расположение среднего ядра окостенения может служить объяснением образования выявляющегося на рис. 59, г костного выступа на передней поверхности ладьевидной кости. Изображение медиальной клиновидной кости в данном случае особенностей не имеет.

Комплекс рентгенологических показателей анатомического строения голеностопного сустава и стопы, дос-

тупных для анализа, тот же, что и у детей предыдущей возрастной группы.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и проявлений патологических состояний. Почти все приведенные варианты возрастной нормы рентгеновского изображения медиальной клиновидной и ладьевидной костей могут вызывать определенные затруднения при анализе снимков. Полоска просветления, разделяющая два неслитых ядра окостенения медиальной клиновидной кости, может навести на мысль (при соответствующем анамнезе) о наличии ее перелома. Отличительным признаком рентгеноанатомической нормы служит непрерывность замыкающих пластинок, ограничивающих каждую из частей кости, и равномерная ширина полоски просветления между ними.

Особенность формы ладьевидной кости, а тем более отображение ее в виде нескольких самостоятельных костных частей (не-слившихся крупных ядер окостенения) может быть ошибочно принято за признаки остеохондропатии. Дифференциальная диагностика неполного слияния ядер окостенения нормально формирующейся ладьевидной кости с рентгенологической картиной остеохондропатии в стадии фрагментации основывается на следующих рентгенологических различиях. Как уже отмечалось, ядра окостенения ладьевидной кости (см. рис. 60, а и б) правильной овальной или круглой формы, каждое из них окружено четко выраженной, ровной замыкающей пластинкой и имеет однородную мелкоячеистую структуру. В отличие от этого, остеохондропатия в стадии фрагментации (см. рис. 60, в) характеризуется неправильностью формы отдельных фрагментов, отсутствием у них замыкающих пластинок при наличии неровности контуров и неравномерностью костной структуры с преобладанием участков повышенной оптической плотности.

ВОЗРАСТ ОТ 9 ДО 14 ЛЕТ

Возрастной период четвертого этапа постнатального формирования данного отдела костно-суставной системы, заключающегося в окостенении апофизов трубчатых костей и костей предплюсны. К числу апофизов, окостеневающих в эти возрастные сроки за счет самостоятельных центров оссификации, относятся: медиальная лодыжка (ее верхушка), медиальный бугорок заднего отростка таранной кости, апофиз пяточного бугра, бугристости ладьевидной и V плюсневой костей. Начало оссификации названных анатомических образований не имеет строго определенных возрастных сроков, центры их оссификации могут появляться в возрастном диапазоне от 8 до 11 лет. Первыми, в возрасте 8 — 8 1/2 лет, появляются 2—3 точки окостенения верхушки медиальной лодыжки. Несколько позднее — примерно в 9 лет — выявляется одно ядро окостенения медиального бугорка заднего отростка таранной кости и одно-два ядра окостенения апофиза пяточного бугра. Самыми последними, в 10—11 лет, начинают окостеневать бугристости ладьевидной и V плюсневой костей. Верхушка латеральной лодыжки самостоятельного центра оссификации не имеет. К 14-летнему возрасту хрящевое строение сохраняют только метаэпифизарные ростковые зоны костей голени и коротких трубчатых костей стопы и ростковые зоны апофизов.

Рентгеноанатомическая картина. Голеностопный сустав. Рентгенограмма в задней проекции (рис. 61, а). Размеры и форма метафизов костей голени соответствует анатомическим. Эпифиз большеберцовой кости, за исключением медиальной лодыжки, по форме, характеру контуров и архитектоники костной структуры соответствует изображению его у взрослых. Медиальная лодыжка у детей 8—10 лет относительно короткая, у нижнего прямолинейного ее контура видны вначале несколько мелких центров оссификации, а затем достаточно крупное ядро окостенения ее верхушки. Размеры, форма и архитектоника костной структуры латеральной лодыжки соответствуют анатомическим. Отдельного центра оссификации верхушка латеральной лодыжки, являющаяся внесуставным образованием, не имеет. В связи с этим наличие в этом месте отдельного костного фрагмента, хотя бы и окруженного замыкающей пластинкой, является бесспорным признаком перелома (см. рис. 61, б). Наличие замыкающих пластинок вокруг костного фрагмента и на дистальной поверхности латеральной лодыжки на представленной рентгенограмме объясняется тем, что это старый несросшийся перелом. Боковые отделы метаэпифизарных ростковых зон большеберцовой и малоберцовой костей у детей 8—10 лет могут иметь клиновидную форму с основаниями клиньев, обращенными наружу. Степень расширения краевых отделов метаэпифизарных ростковых зон одинакова, края ее из-за несовпадения изображения передних и задних отделов могут быть двух- или даже многоконтурными.

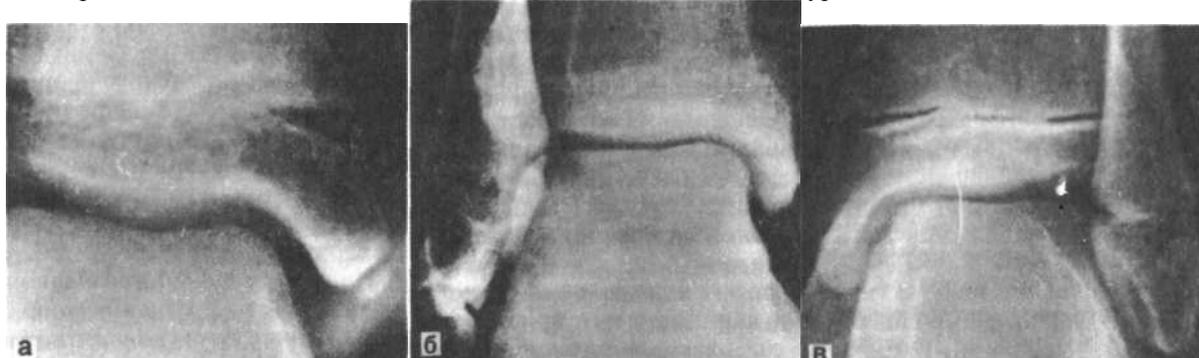


Рис. 61. Ядро окостенения медиальной лодыжки (а); перелом латеральной лодыжки (б); рентгенограмма голеностопного сустава ребенка 13 лет (в).

Проксимальная поверхность таранной кости имеет форму слабо выраженного блока. Рентгеновская суставная щель голеностопного сустава имеет такую же форму, как у взрослых, высота ее равномерна на всем протяжении. К концу возрастного периода, т. е. у детей 13—14 лет, изображение голеностопного сустава отличается от изображения его у взрослых только наличием метаэпифизарных ростковых зон костей голени (см. рис. 61, в), которые приобретают равномерную высоту на всем своем протяжении.

Рентгенограмма в боковой проекции. Форма и размеры дистальных метафизов костей голени соответствуют анатомическим. Передняя и задняя поверхности эпифиза большеберцовой кости у детей 9—9 1/2 лет выпуклые, у более старших — прямолинейные, со слегка закругленными дистальными краями. Суставная

поверхность эпифиза вогнутая соответственно выпуклости блока таранной кости. Медиальная лодыжка у детей названного возраста укороченная, на фоне блока таранной кости могут быть видны точки окостенения верхушки медиальной лодыжки. В более старшем возрасте изображение медиальной и латеральной лодыжек такое же, как у взрослых. Передний и задний отделы метаэпифизарной ростковой зоны большеберцовой кости клиновидно расширены (с основаниями клиньев, обращенными наружу), степень расширения краевых отделов зоны одинакова. Правый и левый края переднего отдела ростковой зоны могут отображаться раздельно.

Изображение таранной и пяточной костей у детей в возрасте до и после 9 лет имеет ряд различий. У детей в возрасте до 9—10 1/2 лет (рис. 62, а) блок таранной кости имеет форму полусферы с одинаковой протяженностью переднего и заднего его склонов. Задний край блока закруглен, задний отросток таранной кости не выражен. Латеральный отросток таранной кости имеет закругленную верхушку. Верхняя поверхность переднего отдела таранной кости прямолинейная, переход шейки в головку не дифференцируется. Форма тела пяточной кости в принципе соответствует анатомической. Пяточный бугор короткий, контур задней его поверхности крупноволнистый, замыкающая пластинка склерозирована.

У детей в возрасте старше 9—9 1/2 лет форма таранной кости соответствует анатомической. Выявляется полностью оссифицированный латеральный бугорок заднего отростка таранной кости, проецирующийся на рентгенограмме, произведенной при правильной укладке и направленности центрального пучка рентгеновских лучей, ниже контура задней пяточной поверхности и наслаивающийся на тело пяточной кости. Несколько выше и дорсальнее его прослеживается ядро окостенения медиального бугорка. Нижний край ядра окостенения располагается на одном уровне с контуром задней пяточной поверхности таранной кости. Между ядром окостенения и задней поверхностью блока видна узкая равномерная полоска просветления, ограниченная замыкающими пластинками (см. рис. 62, б). При других условиях центрации изображение латерального бугорка заднего отростка может быть проекционно отклонено в проксимальном направлении (см. рис. 62, в). Ориентиром для дифференцирования латерального и медиального бугорков служит контур задней пяточной поверхности таранной кости — задний латеральный бугорок находится на его продолжении. При таких условиях ядро окостенения медиального заднего бугорка может проецироваться ниже изображения латерального заднего бугорка. Мы акцентируем внимание читателей на этом варианте отображения ядра окостенения медиального бугорка потому, что оно имеет значение для дифференциальной диагностики рентгеноанатомической нормы и апофизеолита этого бугорка. Если руководствоваться обычным расположением задних бугорков (медиальный выше латерального) и не учитывать возможности иного их отображения, то при анализе рентгенограммы, представленной на рис. 62, в, может создаться впечатление о наличии апофизеолита (по признаку смещения ядра окостенения в дистальном направлении).



Рис. 62. Варианты рентгеновского изображения ядра окостенения медиального бугорка заднего отростка таранной кости (объяснение в тексте).

Относительно редкий вариант рентгеновского изображения ядра окостенения медиального бугорка заднего отростка таранной кости представлен на рис. 62, г. Ядро окостенения большей своей частью проецируется на фоне блока таранной кости в виде как бы костного фрагмента неправильно-овальной формы, окруженного узкой равномерной полоской пониженной оптической плотности. Форма пяточной кости в общем такая же, как у детей младше 9—9 1/2 лет. У задней поверхности пяточного бугра вначале прослеживается одно относительно массивное ядро окостенения его апофиза, имеющее, как правило, центральное положение (рис. 63, а).

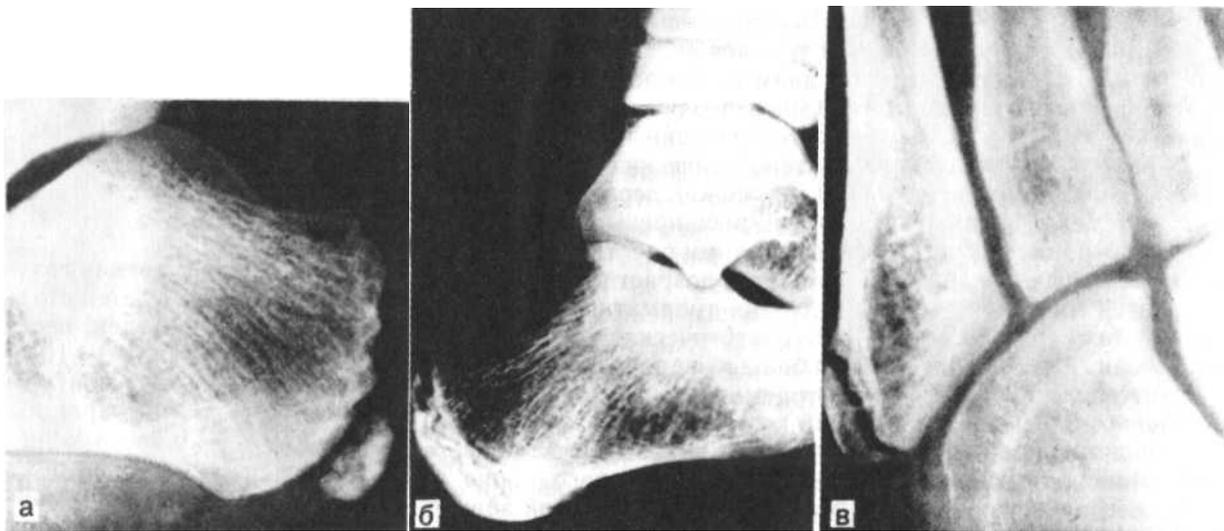


Рис. 63. Варианты рентгеновского отображения оссификации апофиза пяточного бугра (а, б); ядро окостенения бугристости V плюсневой кости (в).

Позднее появляются еще два или три ядра окостенения различной формы и толщины (см. рис. 62, б). При любом количестве и размерах ядер окостенения апофиза пяточного бугра все они имеют четкие, ровные контуры и расположены на одинаковом расстоянии от дорсальной поверхности пяточного бугра. У детей 13—14 лет апофиз пяточного бугра выявляется на рентгенограмме на всем его протяжении. При сильно выраженной волнистости апофизарной зоны роста может выявляться несколько контуров задней поверхности пяточного бугра, частично пересекающих изображение апофиза и создающих ложное впечатление фрагментации последнего (см. рис. 63, б).

Стопа. Рентгенограмма в подошвенной проекции. Изображение составляющих ее костей идентично изображению у взрослых, за исключением двух особенностей, заключающихся в наличии метаэпифизарных ростковых зон коротких трубчатых костей и наличии ядра окостенения бугристости V плюсневой кости (см. рис. 63, в).

Рентгенологические показатели анатомического строения голеностопного сустава и стопы, доступные для анализа. У детей старше 11 лет в принципе возможна оценка всех показателей, перечисленных во вводной части данного раздела. У детей 8—10 $\frac{1}{2}$ лет не могут быть оценены истинные форма, размеры и контуры медиальной и латеральной лодыжек, заднего отростка таранной кости, пяточного бугра пяточной кости и проксимального конца V плюсневой кости.

Дифференциальная диагностика рентгеноанатомической нормы и симптомов патологических состояний. Затруднения при анализе изображения могут возникать в связи с неравномерностью высоты дистальных метаэпифизарных ростковых зон костей голени. Как известно, клиновидность ростковой зоны в целом или какого-либо ее участка является одним из компонентов рентгенологического симптомокомплекса эпифизеолиза. Разграничение возрастной нормы и патологии формы названных ростковых зон основывается на следующих рентгенологических различиях. В норме медиальный и латеральный, так же как передний и задний, краевые отделы обеих ростковых зон расширены в одинаковой степени и ограничены четкими замыкающими пластинками. Смежные края метафиза и эпифиза у детей этой возрастной группы располагаются на одном уровне. В случаях травматического остеоэпифизеолиза (рис. 64, а и б — рентгенологическая картина остеоэпифизеолиза дистального эпифиза большеберцовой кости, рис. 64, в — рентгенологическая картина травматического эпифизеолиза дистального эпифиза малоберцовой кости) выявляется выраженное неравномерное расширение одного из краевых отделов метаэпифизарной ростковой зоны (переднего и медиального на рис. 64, а и б, латерального — на рис. 64, в). Контуры ростковой зоны на уровне этого избыточного расширения неровные, зазубренные, замыкающие пластинки отсутствуют. Отмечается также расположение на разных уровнях смежных краев метафиза и эпифиза.

Рентгеновское отображение процесса оссификации пяточного бугра может представить определенные трудности для решения вопроса о наличии или отсутствии остеохондропатии апофиза пяточного бугра (болезнь Шинца). В норме, как было отмечено выше, ядра окостенения апофиза пяточного бугра имеют однородную структуру, ровные контуры и располагаются на одинаковом расстоянии от задней поверхности пяточного бугра. Нарушение этих закономерностей (всех, каких-либо двух или только хотя бы одной) является признаком патологического состояния апофиза, (см. рис. 62, б, апофиз пяточного бугра состоит из трех различных по толщине и протяженности частей, верхняя часть выявляющейся на рентгенограмме апофизарной ростковой зоны клиновидно расширена). Ядро окостенения медиального бугорка заднего отростка таранной кости и бугристости V плюсневой кости также могут быть причиной затруднений в интерпретации изображения. Показанием к проведению дифференциальной диагностики является, во-первых, исключение перелома полностью сформировавшихся названных анатомических образований, а во-вторых, — решение вопроса о наличии или отсутствии травматического апофизеолиза.

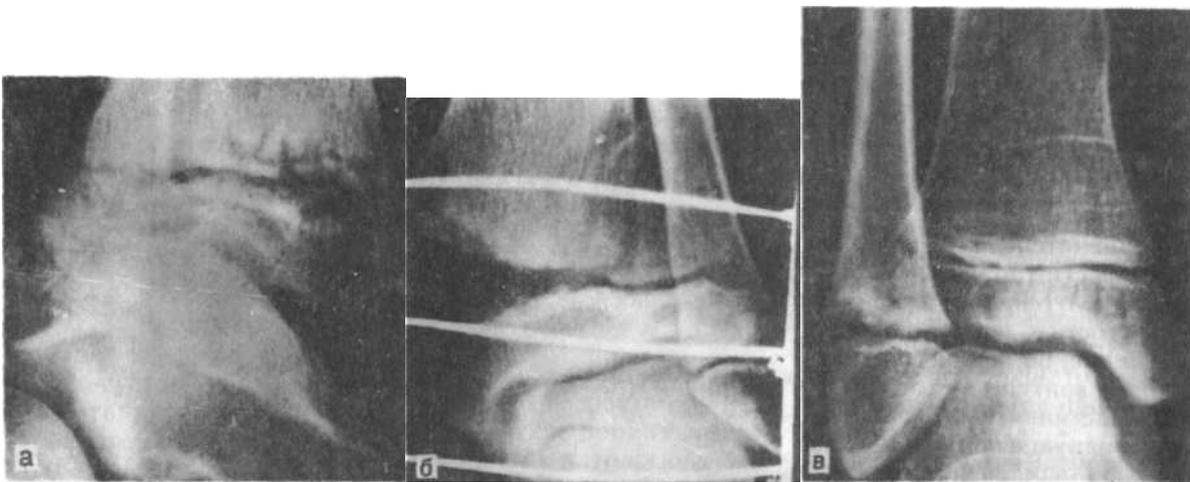


Рис. 64. Рентгенологическая картина остеоэпифизеолиза дистального эпифиза большеберцовой кости (а, б) и дистального эпифиза малоберцовой кости (в).

Различие рентгенологической картины нормально формирующихся апофизов и отрывных переломов и остеоапофизеолизом было представлено в гл. 1. В настоящем разделе мы приводим иллюстрацию этих различий на конкретных примерах. На рис. 65, а представлена рентгенограмма в боковой проекции стопы ребенка с травматическим апофизеолизом медиального заднего бугорка таранной кости. Отчетливо видно, что апофизарная ростковая зона этого бугорка имеет клиновидную форму, края ее неровные, ядро окостенения смещено вверх — нижний его край располагается значительно выше расположения заднего края пяточной поверхности таранной кости.

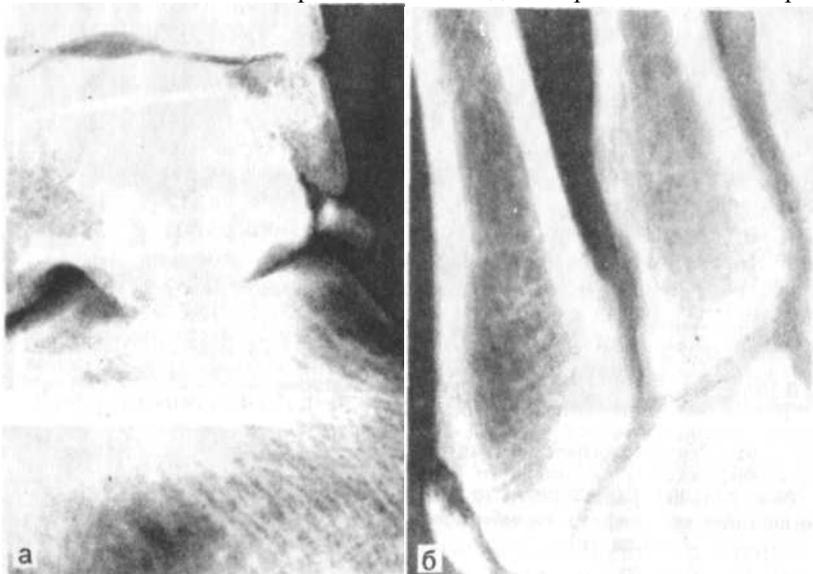


Рис. 65. Рентгенологическая картина апофизеолиза медиального бугорка заднего отростка таранной кости (а) и бугристости V плюсневой кости (б).

Рис. 63, в и 65, б иллюстрируют различия рентгенологической картины нормально формирующейся бугристости V плюсневой кости и ее травматического апофизеолиза. На рис. 63, в апофизарная ростковая зона имеет равномерную ширину, контуры ее хотя и извилистые, но имеют четкие замыкающие пластинки. На рис. 65, б апофизарная ростковая зона имеет клиновидную форму, целостность замыкающей пластинки основания ядра окостенения бугристости нарушена, само ядро окостенения смещено в дорсальном направлении (дорсальный край его основания располагается дорсальнее одноименного края ростковой зоны на поверхности плюсневой кости).

ВОЗРАСТ 15—17 ЛЕТ

Возрастной период заключительного этапа постнатального формирования голеностопного сустава и стопы, а именно — синостозирования метаэпифизарных и апофизарных ростковых зон. Рентгеновское изображение голеностопного сустава и стопы отличается от изображения у взрослых только наличием вначале суженных ростковых зон, а затем — наличием полосок склероза на месте бывшего их расположения. Возможен анализ всего комплекса показателей анатомического строения данного отдела костно-суставной системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При описании особенностей нормальной рентгеноанатомии костно-суставной системы детей различного возраста отводилось место также и дифференциальной диагностике нормальных рентгеноанатомических деталей с проявлениями патологических состояний. Приводилась она, однако, строго применительно к специфическим особенностям рентгеновского изображения различных суставов и отделов позвоночника и к определенному периоду их формирования. В связи с большой важностью для правильной диагностики заболеваний и повреждений костей и суставов достоверного разграничения нормы и патологии мы сочли целесообразным завершить книгу кратким изложением ряда общих положений соответствующей дифференциальной диагностики. В соответствии с задачей изложения именно общих положений в настоящем разделе разбираются только те особенности рентгеновского изображения нормально формирующейся костно-суставной системы, которые являются типичными для всех или почти всех ее отделов и, кроме того, имеют определенное сходство с проявлениями патологических процессов или последствиями травматических воздействий. Разбираемые особенности рентгеноанатомической нормы обсуждаются в порядке последовательности их проявления на рентгенограммах.

Отсутствие на рентгенограмме изображения эпифизов трубчатых костей. В предыдущих разделах книги отмечалось, что у детей первого года жизни эпифизы трубчатых костей образованы еще хрящевой тканью, не обладающей естественной рентгеновской контрастностью, и потому отсутствие их изображения на рентгенограмме является возрастной рентгеноанатомической нормой. Закономерность для названного возрастного периода этой особенности рентгеноанатомической картины не представляет собой повода для безоговорочного отказа от решения вопроса о наличии или отсутствии у ребенка диспластических или деструктивных процессов в том или ином суставе.

Установление наличия деструктивного процесса, причиной которого наиболее часто является гематогенный остеомиелит типичной для этого возраста метаэпифизарной локализации, в некоторой степени облегчает достаточно выраженная характерная клиническая картина. То же в определенной мере относится и к деструктивным опухолевым процессам. Диагностика диспластических изменений, таких как аплазия, а тем более гипоплазия эпифизов ввиду относительной скудости клинических проявлений, заключающихся в наличии часто лишь небольшого укорочения конечности и иногда — в ограничении двигательной функции сустава, представляет большую трудность.

Наиболее полную и достоверную информацию о состоянии хрящевых моделей эпифизов дает искусственное контрастирование полости суставов, однако некоторые косвенные, а иногда и прямые признаки наличия патологического процесса могут быть получены и на основании анализа обычных рентгенограмм, тем более, что проведение искусственного контрастирования у детей в возрасте до одного года связано с большими сложностями.

Постоянным компонентом рентгенологического симптомокомплекса острого и подострого остеомиелита является, как известно, выраженный, визуально определяемый остеопороз. Различий же оптической плотности изображения парных костей конечностей в норме не наблюдается. Далее, хотя воспалительный процесс и локализуется преимущественно в метаэпифизе, на рентгенограмме обычно выявляется линейный, бахромчатый или многослойный периостит. Никаких нормальных возрастных особенностей контуров костей, хотя бы отдаленно напоминающих периостит, нет.

При гипоплазии, а тем более аплазии эпифиза последний имеет уменьшенные по сравнению с возрастной индивидуальной нормой размеры, в том числе и вертикальный. Уменьшение этого последнего размера может быть выявлено при помощи сравнительной рентгенометрии величины расстояния между обращенными друг к другу поверхностями оссифицированной части костей, образующих правый и левый локтевой, тазобедренный, коленный и голеностопный суставы. В норме это расстояние в парных суставах всегда имеет одинаковую величину (в связи с синхронностью увеличения размеров их эпифизов). Исходя из этого уменьшение названного расстояния в одном из суставов может рассматриваться как признак задержки роста одного или обоих образующих его эпифизов или, другими словами, как признак наличия гипоплазии или аплазии (в зависимости от степени уменьшения величины расстояния). Конечно, этот диагноз может быть поставлен только в том случае, когда на рентгенограмме отсутствуют упомянутые выше признаки воспалительного процесса, нередко приводящего к большему или меньшему разрушению эпифизов и соответственно — к уменьшению их высоты. Следует также учитывать, что уменьшение расстояния между проксимальной поверхностью метафиза бедренной кости и костной частью крыши вертлужной впадины в одном из тазобедренных суставов является признаком не только гипоплазии или аплазии головки бедренной кости, но и врожденного вывиха бедра. Дифференциальная диагностика этих двух патологических состояний основывается на наличии или отсутствии других постоянных признаков врожденного вывиха бедра, в частности — скошенности крыши вертлужной впадины (если визуальная оценка положения крыши вызывает сомнение, то вопрос может быть решен на основании измерения угла ее наклона по отношению к линии, соединяющей V-образные хрящи. В норме величина его не превышает 25—27°).

Возможна диагностика снижения высоты и головки плечевой кости, хотя в этом случае не может быть использован описанный выше прием. Признаком этого снижения служит смещение в краниальном направлении медиального угла метафиза плечевой кости от его нормального положения на уровне нижнего края суставной ямки лопатки. Необходимости в проведении дифференциальной диагностики с вывихом в этом суставе нет, так как из-за наличия костных и мягкотканых ограничителей (отростки лопатки, натянутая между ними связка и акромиальный конец ключицы) без их разрушения смещение головки плечевой кости кверху невозможно.

Таким образом, недоступным для диагностики остается только недоразвитие дистальных эпифизов костей предплечья и коротких трубчатых костей кисти и стопы.

Возрастные особенности формы эпифизов длинных трубчатых костей. Своеобразие формы видимой на рентгенограмме окостеневшей части различных эпифизов, характерное для разных стадий их формирования, подробно описывалось в основных разделах книги, поэтому мы лишь коротко напоминаем его суть. Общей закономерностью рентгеновского изображения эпифизов длинных трубчатых костей до завершения процесса их оссификации является несоответствие анатомическим не только их размеров, но и формы. Это связано с неодинаковыми темпами окостенения разных отделов одного и того же эпифиза и представляет собой нормальную особенность рентгеноанатомии костно-суставной системы детей в возрасте от 1 года до 8 лет, т. е. в период от начала до полного окостенения хряще-

вых моделей. Физиологическая обусловленность несовпадения рентгенологической формы с анатомической не исключает и другого, патологического, его генеза. Другими словами, не исключает того, что оно может представлять собой проявление патологических состояний — врожденного или приобретенного, локального или системного нарушения процессов оссификации, деформации или деструкции хрящевых моделей эпифизов. Данное обстоятельство может поставить врача перед необходимостью дифференциальной диагностики нормы и патологии. Решающая роль в решении этого вопроса также принадлежит искусственному контрастированию полости суставов, позволяющему достоверно оценить форму, размеры и контуры хрящевой модели эпифизов. Однако для применения этого метода рентгенологического исследования не всегда имеются достаточные клинические показания или необходимые условия, поэтому мы хотим обратить внимание на те опорные пункты рентгенодиагностики, которые могут быть получены при анализе обычных рентгенограмм.

Неоспоримую значимость для правильной дифференциальной диагностики хорошего знания нормальной рентгеноанатомии костно-суставной системы на различных этапах энхондрального костеобразования вряд ли надо доказывать. Тем не менее в связи с довольно значительной вариабельностью возрастных сроков нормальных изменений формы рентгеновского изображения эпифизов одного этого знания иногда оказывается недостаточно, и возникает необходимость привлечения дополнительных приемов дифференциальной диагностики нормы и патологии. Наиболее простым приемом является сравнение формы (и размеров) эпифизов, образующих парные суставы конечностей. В норме, за исключением очень редких случаев, она одинакова, поэтому выявление различий может служить достаточно достоверным указанием на наличие патологии (в суставе с меньшими размерами эпифизов или одного эпифиза и несоответствием их формы среднестатистической возрастной норме). Диагностическая значимость этого приема, в общем, ограниченная. Во-первых, он не применим для выявления системных нарушений остеогенеза ввиду отсутствия эталонов для сравнения, во-вторых, использование его позволяет только констатировать наличие отклонения от нормы без решения важного для клиники вопроса, чем именно это отклонение обусловлено — нарушением только процессов оссификации или истинной деформацией, т. е. деформацией всей хрящевой модели эпифиза. Значительно более информативной в этом плане, хотя и несколько более сложной, является сравнительная рентгенометрия межметафизарных расстояний в парных суставах, т. е. расстояний между обращенными друг к другу поверхностями метафизов сочленяющихся костей (в тазобедренном суставе — между проксимальной метаэпифизарной ростковой зоной бедренной кости и крышей вертлужной впадины). Измерять их для выявления несимметричных деформаций желательнее в двух местах, а именно — у обоих краев метафизов. Такая же величина межметафизарного расстояния в суставе с измененной формой эпифиза, как и в парном ему здоровом, является достоверным признаком отсутствия истинной деформации, другими словами, — нарушения только процессов оссификации. При деформации всей хрящевой модели измененная форма эпифиза обязательно сочетается с уменьшением этого расстояния (одного или обоих, в зависимости от вида деформации).

Сравнительная рентгенометрия трех величин в коленном суставе — высоты костной части каждого из образующих его эпифизов и межметафизарного расстояния — может помочь и в диагностике нерезко выраженных форм системных нарушений оссификации эпифизов, таких как псевдохондроплазия, точечная дисплазия эпифизов и т. п. Правда, диагностика с помощью этого приема возможна только у детей в возрасте от 1 до 3 лет, но это как раз тот период, когда диагностика названных заболеваний наиболее сложна. Речь идет о нерезко выраженных формах по той причине, что диагностика тяжелых, проявляющихся такими рентгенологическими признаками, как отсутствие изображения эпифизов у детей 2—3 лет или наличием неравномерной «точечной» их оссификации, не требует привлечения каких-либо специальных приемов. Установлено, что в норме высота каждого из эпифизов коленного сустава у детей в возрасте до 3-х лет равняется $\frac{1}{3}$ величины межметафизарного расстояния (см. гл. 3, рентгеноанатомия коленного сустава). Меньшая высота одного или обоих эпифизов служит указанием на задержку оссификации, т. е. на нарушение нормального протекания этого процесса. Выявление признаков такого нарушения в обоих коленных суставах, хотя бы и имеющего разную выраженность, является достаточно веским аргументом в пользу системного поражения, поскольку при местных нарушениях оссификации такой симметричности практически не наблюдается.

Особенности формы рентгеновских суставных щелей суставов конечностей. В применении к изображению на рентгенограммах суставов детей в возрасте младше 8 лет, т. е. до возрастного срока завершения окостенения хрящевых моделей эпифизов, термин «рентгеновская суставная щель» является в значительной мере условным. Анатомический субстрат ее в отличие от взрослых, кроме собственно суставной щели и покровных гиалиновых хрящей, составляют также неокостеневшие и потому невидимые на рентгенограмме части сочленяющихся эпифизов. В связи с упомянутой выше неодинаковой скоростью оссификации разных отделов одного и того же эпифиза рентгеновские суставные щели имеют не только большую высоту, чем на рентгенограммах взрослых, но и неправильную, чаще всего клиновидную, форму. Это обстоятельство существенно затрудняет решение вопроса о сохранности или нарушении нормальных анатомических соотношений в суставе, так как общеупотребительным признаком правильности соотношений является равномерная высота рентгеновской суставной щели, а появление клиновидности считается признаком подвывиха. Возрастные сроки полного окостенения хрящевых моделей эпифизов, после которых рентгеновские суставные щели приобретают свойственную им у взрослых форму, подвержены индивидуальным колебаниям, что не позволяет с абсолютной точностью назвать срок, когда названные выше критерии оценки анатомических соотношений в суставах приобретают достоверность. В связи с этими обстоятельствами единственным надежным средством исключения диагностических ошибок является использование для оценки анатомических соотношений в суставах конечностей у детей младше 10 лет не общепринятых критериев, а разработанных применительно к особенностям рентгеновского изображения суставов конечностей в период незавершенного окостенения эпифизов трубчатых костей. Описание специфических для разных суставов конечностей критериев нормы и патологии анатомических соотношений было приведено во 2-й и 3-й главах.

Возрастное своеобразие контуров костей. Одним из видов этого своеобразия, заслуживающим, с нашей точки зрения, наибольшего внимания, является относительно мелкая волнистость контуров отдельных участков костей, выявляющаяся на рентгенограммах детей в возрасте 8—12 лет. Объясняется она увеличением бугристости поверхностей ростковых зон перед началом окостенения апофизов. После появления ядер окостенения выраженность

волнистости контура постепенно уменьшается, а затем исчезает совсем. Ввиду нетипичности такого характера контуров костей у взрослых и кратковременности ее существования эта волнистость может явиться причиной ошибочного диагноза наличия деструктивного процесса. Наиболее отчетливо это своеобразие контуров проявляется на конце акромиального отростка лопатки, нижелатеральной поверхности подвздошного гребня, симфизеальной поверхности лобковой кости и на краниальной поверхности тел позвонков. Отличием этой возрастной особенности контуров от проявлений деструкции является следующее. В норме все «волны» имеют одинаковую высоту и длину оснований и плавно закругленные вершины. Также одинаковую ширину имеют и промежутки между ними. Для деструктивных процессов такая упорядоченность контуров костей не характерна, они «изъеденные», с выступами и углублениями неправильной формы и острыми вершинами.

Остальные особенности изображения костно-суставной системы имеют более частный характер, и дифференциальная диагностика их с симптомами заболеваний и повреждений приводилась в основных главах книги.

СПИСОК ОСНОВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Дьяченко В. Л. Рентгеностеология: норма и варианты костной системы в рентгеновском изображении. М., 1954.
- Косинская Н. С. Развитие скелета стопы и голеностопного сустава: рентгеноанатомические исследования//Вестн. рентгенол. и радиол.— 1958. — № 1.— С. 27—36.
- Лагунова И. Г. Рентгеноанатомия скелета. — М.: Медицина, 1981.
- Майкова-Строгонова В. С, Рохлин Д. Г. Кости и суставы в рентгеновском изображении. — Т. 1, 2. — М.: Медгиз, 1957.
- Федоров И. И. Процессы окостенения таза в рентгеновском изображении: Автореф. дис. канд. мед. наук. — 1955.
- Фортушинов Д. И. Некоторые данные о развитии структуры губчатого вещества позвонков человека//Труды каф. норм, анатомии Саратовского Гос. мед. ин-та. — Вып. 1. — Саратов, 1955. — С. 88—93.
- Юхнова О. М., Дуров М. Ф., Ядрышников Л. #., Гетман Л. К. Возрастные особенности позвоночника и спинного мозга у детей и подростков//Ортопед. и травматол. — 1982. — № 8. — С. 72—75.
- Dawson £., Smith L. Atlanto-axion subluxation in children due to vertebral anomalies//J. bone a joint surg. — 1979. — Vol. 61 A. — P. 4—10.
- Fielding J. W. The development of infantile spine//Ztschr. Orthoped. — 1981. — Bd. 119. — S. 555—561.
- Gooding H. Growth and development of the vertebral body in the presens and absens of normal stress//Amer. J. Roentgenologi. — 1965. — Vol. 93/2. — P. 888—894.
- Q. Rahilly. The skeletal development of the foot//Clin. Orthop. — 1960. — Vol. 16. — P. 4—14.
- Scheller S. Roentgenografic studies on epiphysial growth and ossification in the knee. — Stockholm, 1960.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие

Глава 1. Анатомическая и рентгеноанатомическая характеристика этапов постнатального энхондрального костеобразования

Анатомическая и рентгеноанатомическая общая характеристика этапов постнатального формирования костно-суставной системы

Глава 2. Рентгеноанатомия позвоночного столба

Шейный отдел позвоночника

Грудной и поясничные отделы позвоночника

Крестцовый отдел позвоночника

Глава 3. Нормальная рентгеноанатомия плечевого пояса и верхней конечности

Плечевой пояс и плечевой сустав

Локтевой сустав

Лучезапястный сустав и кисть

Глава 4. Нормальная рентгеноанатомия тазового пояса и нижней конечности

Тазовый пояс и тазобедренный сустав

Коленный сустав

Голеностопный сустав и стопа

Заключение

Список основной литературы

Вера Ильинична Садофьева

НОРМАЛЬНАЯ РЕНТГЕНОАНАТОМИЯ КОСТНО-СУСТАВНОЙ СИСТЕМЫ ДЕТЕЙ

Зав. редакцией В. Л. Ларин

Редактор В. И. Ковачев Художественный редактор Т. Г. Кашицкая

Переplet художника Т. Г. Кашицкой

Технический редактор Э. П. Выборнова

Корректор А. Ф. Лукичева

ИБ № 5571. МОНОГРАФИЯ

Сдано в набор 21.03.89. Подписано в печать 22.11.89. Формат бумаги 60 X 90^{1/16} Бумага офсетная N 1.

Печать офсетная. Гарнитура литературная. Усл. печ. л. 14,0. Усл. кр.-отт. 14,0. Уч.-изд л. **14,45**. Тираж 22 000. экз.

Заказ № 373. Цена 1 р. 20 к.

Ленинград, ордена Трудового Красного Знамени издательство «Медицина»,

Ленинградское отделение. 191104, Ленинград, ул. Некрасова, д. 10.

Типография им. Котлякова издательства «финансы и статистика»

Государственного комитета СССР по печати.

195273, Ленинград, ул. Руставели, 13.