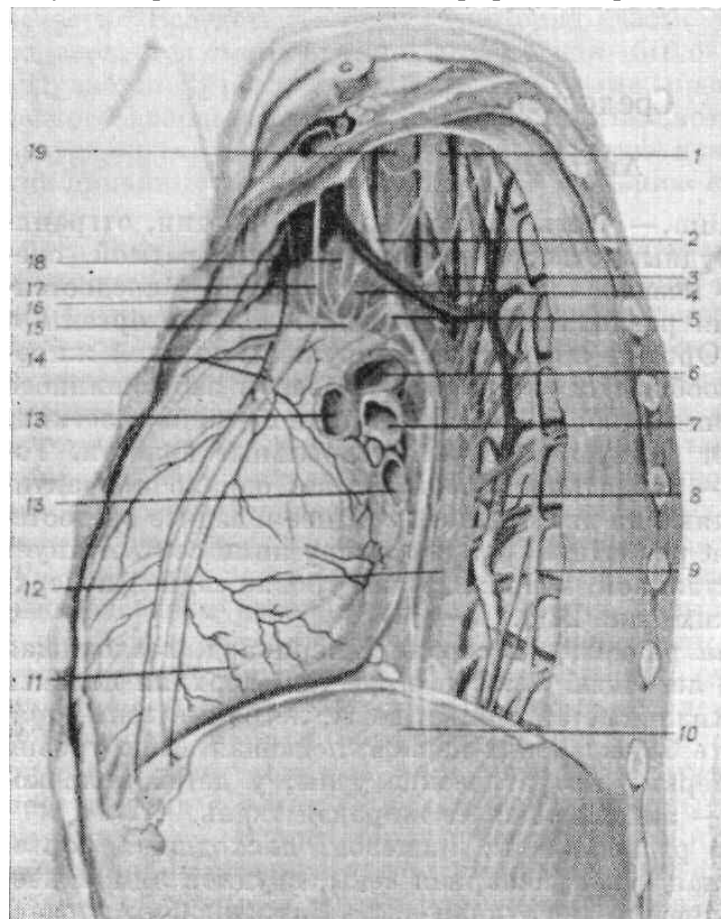


ОРГАНЫ СРЕДОСТЕНИЯ

Средостение Анатомия

Средостение, *mediastinum*, — часть полости грудной клетки, ограниченная сверху верхним грудным отверстием, снизу — диафрагмой, спереди — грудиной, сзади — позвоночным столбом, с боков — средостенной плеврой. В средостении располагаются жизненно важные органы и нервно-сосудистые пучки. Органы средостения окружены рыхлой жировой клетчаткой, которая сообщается с клетчаткой шеи и забрюшинного пространства, а через клетчатку корней — с межлунной тканью легких. Средостение разграничивает правую и левую плевральные полости. Топографически средостение — это единое пространство, однако в практических



целях его подразделяют на два отдела: переднее и заднее средостение, *mediastinum anterius et posterius*. Граница между ними соответствует плоскости, близкой к фронтальной, и проходит на уровне задней поверхности трахеи и корней легких (рис. 229).

Рис. 229. Топографические соотношения в средостении (вид слева по В. Н. Шевкуненко)

1 — пищевод; 2 блуждающий нерв; 3 — грудной лимфатический проток; 4 — дуга аорты; 5 — левый возвратный нерв; 6 — левая легочная артерия; 7 — левый бронх; 8 — полунепарная вена; 9 — симпатический ствол; 10 — диафрагма; 11 — перикард; 12 — грудная аорта; 13 — легочные вены; 14 — перикардо-диафрагмальные артерии и вены; 15 — вризбергов узел; 16 — плевра; 17 — диафрагмальный нерв; 18 — левая общая сонная артерия; 19 — левая подключичная артерия.

В переднем средостении размещены: сердце и перикард, восходящая аорта и ее дуга с ветвями, легочный ствол и его ветви, верхняя полая и плечеголовые вены; бронхиальные артерии и вены, легочные вены; трахея и бронхи; грудная часть блуждающих нервов, лежащая выше уровня корней; диафрагмальные нервы, лимфатические узлы; у детей вилочковая железа, а у взрослых — замещающая ее жировая ткань.

В заднем средостении расположены: пищевод, нисходящая аорта, нижняя полая вена, непарная и полунепарная вены, грудной лимфатический проток и лимфатические узлы; грудная часть блуждающих нервов, лежащая ниже корней легких; пограничный сим-

патический ствол вместе с чревными нервами, нервные сплетения.

Лимфатические узлы переднего и заднего средостения анастомозируют между собой и с лимфатическими узлами шеи и забрюшинного пространства.

Учитывая особенности расположения отдельных анатомических образований и патологических процессов, в частности лимфатических узлов, в практической работе принято деление переднего средостения на два отдела: передний, собственно ретростеральное пространство, и задний, именуемый средним средостением, в котором располагается трахея и окружающие ее лимфатические узлы. Границей между передним и средним средостением служит фронтальная плоскость, проведенная по передней стенке трахеи. Кроме того, условно проведенной горизонтальной плоскостью, проходящей на уровне раздвоения трахеи, средостение делят на верхнее и нижнее.

Лимфатические узлы. Согласно Международной анатомической номенклатуре выделяют следующие группы лимфатических узлов: трахеальные, верхние и нижние трахео-бронхиальные, бронхо-легочные, легочные, передние и задние средостенные, окологрудные, междуреберные и диафрагмальные. Однако в практических целях, учитывая различную локализацию отдельных групп лимфатических узлов в соответствующих отделах средостения и особенности регионарного лимфооттока, мы считаем целесообразным пользоваться классификацией внутригрудных лимфатических узлов, предложенной Rouviere и дополненной Д. А. Ждановым.

Согласно этой классификации выделяют пристеночные (париетальные) и внутренностные (висцеральные) лимфатические узлы. Пристеночные располагаются по внутренней поверхности грудной стенки между внутренней грудной фасцией и пристеночной плеврой, внутренностные — вплотную прилегают к органам средостения. Каждая из этих групп в свою очередь состоит из отдельных подгрупп узлов, название и расположение

которых представлены ниже.

Пристеночные лимфатические узлы. 1. *Передние, окологрудные*, лимфатические узлы (4—5) размещены по обеим сторонам грудины, вдоль внутренних грудных кровеносных сосудов. Они принимают лимфу от молочных желез и передней грудной стенки.

2. *Задние, окологрудинные*, лимфатические узлы располагаются под пристеночной плеврой вдоль боковой и передней поверхности позвонков, ниже уровня VI грудного позвонка.

3. *Междуреберные* лимфатические узлы размещены по ходу борозд II—X ребер, в каждой из них находится от одного до шести узлов.

Задние междуреберные узлы постоянные, боковые — менее постоянные.

Окологрудные, окологрудинные и междуреберные лимфатические узлы принимают лимфу из грудной стенки и анастомозируют с лимфатическими узлами шеи и забрюшинного пространства.

Внутренностные лимфатические узлы. В *переднем средостении* различают несколько групп лимфатических узлов.

1. *Верхние превазкулярные* лимфатические узлы располагаются в виде трех цепей:

- а) превенозные — вдоль верхней полой вены и правой плечеголовной вены (2—5 узлов);
- б) преаортокаротидные (3—5 узлов) начинаются узлом артериальной связки, пересекают дугу аорты и продолжают кверху, вдоль левой сонной артерии;
- в) поперечная цепь (1—2 узла) располагается по ходу левой плечеголовной вены.

Превазкулярные лимфатические узлы принимают лимфу из шеи, частично из легких, вилочковой железы и сердца.

2. *Нижние диафрагмальные* — состоят из двух групп узлов:

- а) преперикардиальные (2—3 узла) находятся позади тела грудины и мечевидного отростка в месте прикрепления диафрагмы к седьмому реберному хрящу;
- б) латероперикардиальные (1—3 узла) с каждой стороны группируются над диафрагмой, по боковым поверхностям перикарда; правые узлы более постоянные и располагаются рядом с нижней полой веной.

Нижние диафрагмальные узлы принимают лимфу от передних отделов диафрагмы и частично от печени.

В *среднем средостении* расположены следующие группы лимфатических узлов.

1. *Перитрахеальные лимфатические узлы* (правые и левые) лежат вдоль правой и левой стенок трахеи, непостоянные (задние) — кзади от нее. Правая цепочка перитрахеальных лимфатических узлов находится позади верхней полой и плечеголовных вен (3—6 узлов). Самый нижний узел этой цепи расположен непосредственно над слиянием непарной вены с верхней полой и носит название узла непарной вены. Слева перитрахеальная группа состоит из 4—5 мелких узлов и близко прилежит к левому возвратному нерву. Лимфатические узлы левой и правой перитрахеальной цепи анастомозируют.

2. *Трахеобронхиальные* (1—2 узла) размещены в наружных углах, образуемых трахеей и главными бронхами. Правые и левые трахеобронхиальные лимфатические узлы прилежат в основном к переднебоковым поверхностям трахеи и главных бронхов.

3. *Бифуркационные* (3—5 узлов) расположены в промежутке между раздвоением трахеи и легочными венами, преимущественно по ходу нижней стенки правого главного бронха.

4. *Бронхолегочные* лежат в области корней легких, в углах деления главных, долевых и сегментарных бронхов. По отношению к долевым бронхам различают верхние, нижние, передние и задние бронхолегочные узлы.

5. *Узлы легочных связок* непостоянные, находятся между листками легочной связки.

6. *Внутрилегочные узлы* расположены по ходу сегментарных бронхов, артерий, в углах ветвления их на субсегментарные ветви.

Лимфатические узлы среднего средостения принимают лимфу от легких, трахеи, гортани, глотки, пищевода, щитовидной железы, сердца.

В *заднем средостении* выделяют две группы лимфатических узлов.

1. *Околопищеводные* (2—5 узлов) размещены вдоль нижнего отдела пищевода.

2. *Межаортпищеводные* (1—2 узла) вдоль нисходящей аорты на уровне нижних легочных вен.

Лимфатические узлы заднего средостения принимают лимфу от пищевода и частично от органов брюшной полости.

Лимфа из легких и средостения собирается в выносящие сосуды, которые впадают в грудной лимфатический проток (ductus thoracicus), вливающийся в левую плечеголовную вену.

В норме лимфатические узлы небольшие (0,3—1,5 см). Бифуркационные лимфатические узлы достигают 1,5—2 см.

Рентгеноанатомический анализ

Прямая проекция. При исследовании в прямой проекции органы средостения образуют интенсивную, так называемую срединную тень, представленную в основном сердцем и крупными сосудами, которые проекционно перекрывают остальные органы (см. рис. 186).

Тень средостения отграничена с боков легкими, снизу она сливается с медиальными отделами куполов диафрагмы, вверху заметно суживается и плавно переходит непосредственно в область шеи. Наружные контуры тени средостения четко отграничены от легких, они более выпуклые на уровне краеобразующих контуров сердца и несколько выпрямлены в области сосудистого пучка, особенно справа при краеобразующем расположении верхней полой вены. Отходящие кнаружи и кверху от верхнего полюса сосудистого пучка плечеголовный ствол справа и подключичная артерия и вена слева образуют ясно очерченные тени с несколько вогнутыми контурами, которые теряют дифференцированное изображение на уровне грудинных концов ключиц.

Верхний отдел средостения выглядит менее интенсивным и однородным, так как срединно проецируется трахея, образующая продольно расположенную светлую полосу, шириной около 1,5—2 см.

Лимфатические узлы средостения в норме не дают дифференцированного изображения. Они видны лишь при их увеличении (рис. 230), кальцинации или при контрастировании (лимфография).

Форма и размеры срединной тени в значительной мере зависят от возрастных и конституциональных особенностей, фазы дыхания и положения исследуемого. У лиц астенического телосложения средостение уже и длиннее, у гиперстеников — шире и короче, чем у нормостеников. Средостение изменяет форму и размеры при разных фазах дыхания и перемене положения тела: на вдохе отмечается умеренное уменьшение поперечного размера средостения, при выдохе — некоторое расширение его.

При дыхании срединная тень, изменяя свой поперечный размер, не совершает заметных боковых смещений. Боковые толчкообразные смещения срединной тени при быстром и глубоком вдохе — один из признаков нарушения бронхиальной проходимости.

При исследовании в горизонтальном положении поперечный размер средостения больше, чем в вертикальном. При наклоне туловища и исследовании на боку наблюдается боковое смещение средостения до 2—3 см. Это следует иметь в виду при определении глубины томографического среза в боковой проекции. Достаточная смещаемость средостения свидетельствует об отсутствии сращений и прорастания опухолью средостения.

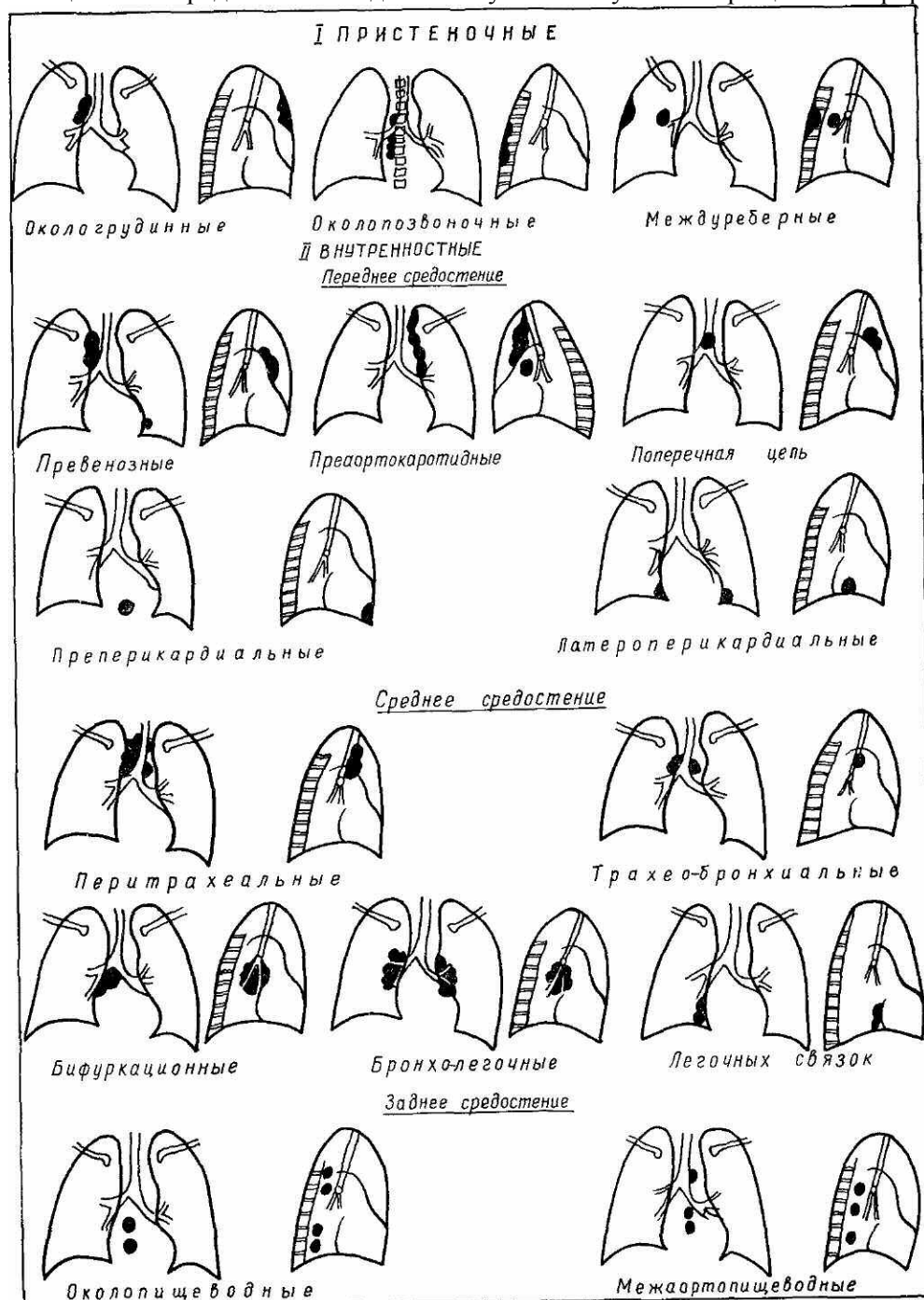


Рис. 230. Схематическое изображение топографии увеличенных внутригрудных лимфатических узлов.

Боковая проекция. При исследовании в боковой проекции органы средостения вследствие меньшего проекционного наложения и естественной контрастности видны более отчетливо, чем в прямой проекции. В этой проекции четко видны границы средостения: спереди — грудина, сзади — грудные позвонки, снизу — диафрагма, сверху — верхнее отверстие грудной клетки.

Рентгенологически при исследовании в боковой проекции можно провести границы соответственно условному делению средостения на переднее, среднее, заднее, верхнее и нижнее.

Разделение средостения на указанные отделы осуществляют проведением двух фронтальных плоскостей соответственно передней и задней стенке трахеи и одной горизонтальной — книзу от раздвоения трахеи.

Такое подразделение средостения имеет практическое значение при дифференциальной диагностике различных патологических процессов, так как уточнение локализации выявляемых образований суживает круг заболеваний, которые необходимо учитывать в каждом конкретном случае.

Переднее средостение в рентгеновском изображении проецируется между задней поверхностью грудины и вертикалью, проведенной по передней стенке трахеи. В верхнем отделе его у взрослых видна тень восходящей аорты, передний контур которой несколько выбухает кпереди, четко очерчен, направлен кверху и кзади и переходит в тень дуги аорты. У детей кпереди от восходящей аорты расположена вилочковая железа. На переднее средостение кпереди от восходящей аорты проецируются переднекраевые отделы обоих легких, в связи с чем прозрачность его увеличивается. Участок просветления треугольной формы, ограниченный спереди грудной, снизу сердцем, кзади — восходящей аортой, называют ретростеральным пространством. На фоне его прослеживаются сосуды передних сегментов верхних долей. Высокую прозрачность ретростерального пространства следует учитывать при распознавании патологических процессов переднего средостения, так как даже массивные патологические образования (увеличенные превазкулярные лимфатические узлы, опухоли и кисты средостения) могут давать тени небольшой интенсивности в результате «ослабляющего» эффекта проецирующейся воздушной легочной ткани.

Нижний отдел переднего средостения занят тенью сердца, на фоне которого проецируются сосуды средней доли и язычковых сегментов.

Среднее средостение в верхнем отделе имеет неоднородную структуру, вследствие четкого изображения воздушного столба трахеи, книзу от которой на средостение проецируются тени корней легких. Нижний отдел среднего средостения так же занят сердцем. В заднем сердечно-диафрагмальном углу видна тень нижней полой вены.

Заднее средостение проецируется между задней стенкой трахеи и передней поверхностью тел грудных позвонков. В рентгеновском изображении оно имеет вид продольно расположенной полосы просветления, на фоне которой у лиц пожилого возраста видна вертикально расположенная тень нисходящей аорты шириной около 2,5—3 см. Интенсивность тени аорты постепенно уменьшается книзу.

Верхний отдел заднего средостения перекрыт мышцами верхнего плечевого пояса и лопатками, в силу чего он имеет пониженную прозрачность.

В результате проекционного суммирования тени лопатки и аорты (на уровне перехода дуги в нисходящую аорту) часто определяется треугольной формы интенсивная однородная тень с четким передним контуром, соответственно задней стенке трахеи, и менее четким и выпуклым верхним контуром дуги аорты. Иногда эту тень, обусловленную указанными анатомическими образованиями, ошибочно принимают за увеличение лимфатических узлов или опухоль заднего средостения.

Нижний отдел заднего средостения, ограниченный сердцем, диафрагмой и позвонками, имеет большую прозрачность и носит название ретрокардиального пространства. На фоне последнего проецируются сосуды основных сегментов легких.

В норме прозрачность ретростерального и ретрокардиального пространств в нижнем его отделе почти одинакова. Полное или частичное затемнение ретростерального и ретрокардиального пространств, а также появление дополнительных теней на уровне органов средостения (сердце, аорта, трахея) свидетельствуют о наличии патологического процесса.

Таким образом, оптимальной для рентгенологического изучения средостения является боковая проекция.

Thwining (1939) предложил еще более детальное деление средостения на 9 частей. Это схематическое деление достигают путем проведения двух вертикальных линий во фронтальной и двух — в горизонтальной плоскостях (рис. 231).

Границу между передним и средним средостением проводят по вертикальной линии, соединяющей грудиноключичный сустав и передний отдел диафрагмы в месте его проекционного пересечения с плеврой кривой щели. Заднее средостение отделяется от среднего фронтальной плоскостью, проходящей несколько кзади от трахеи. Разграничительная линия между верхним и средним средостением проходит в горизонтальной плоскости на уровне тела V грудного позвонка, а между средним и нижним — по горизонтали, проводимой на уровне тела VIII или IX грудного позвонка.

Рентгеноанатомия органов средостения: сердца и крупных сосудов, трахеи и главных бронхов, пищевода и вилочковой железы представлена в соответствующих разделах руководства.

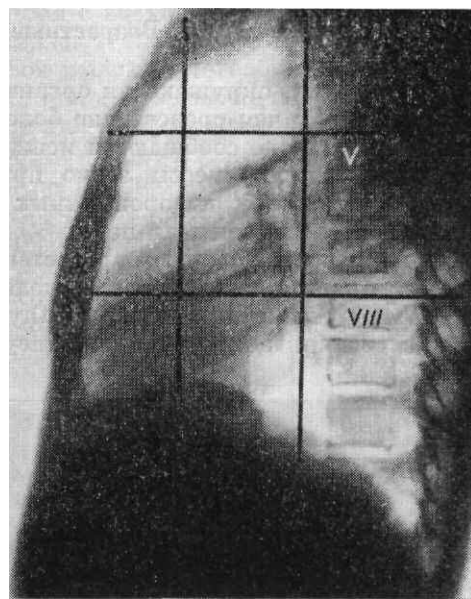


Рис. 231. Схематическое деление средостения на рентгенограмме в боковой проекции (по Thwining).

Возрастные особенности

Клетчатка, окружающая органы средостения у детей, рыхлая и нежная, в связи с чем средостение более податливо и эластично. Все отделы средостения тесно сообщаются между собой щелями и синусами, поэтому воспалительные процессы легко принимают распространенный характер.

Средостение у новорожденных и детей грудного возраста больше, чем у взрослых, занимая почти $1/3$ объема полости грудной клетки. Значительную часть переднего средостения у новорожденных и детей грудного возраста занимает вилочковая железа.

Вилочковая железа, *glandula thymus*, состоит из двух долей, заключенных в соединительнотканную капсулу. Спереди она прилежит к задней поверхности грудины, сзади соприкасается с восходящей аортой, с верхней полой веной и легочным стволом, справа и слева средостенная плевра отделяет ее от легких. Форма вилочковой железы многообразна: пирамидальная, треугольная или овальная. Ширина железы колеблется от 3,3 до 10,8 см, толщина достигает 1 см. Верхний край железы расположен на 1—1,5 см выше рукоятки грудины, нижний — доходит до передних отделов тел III—IV ребер, в редких случаях — до диафрагмы. Вес ее у новорожденных составляет 4,2% от общего веса тела.

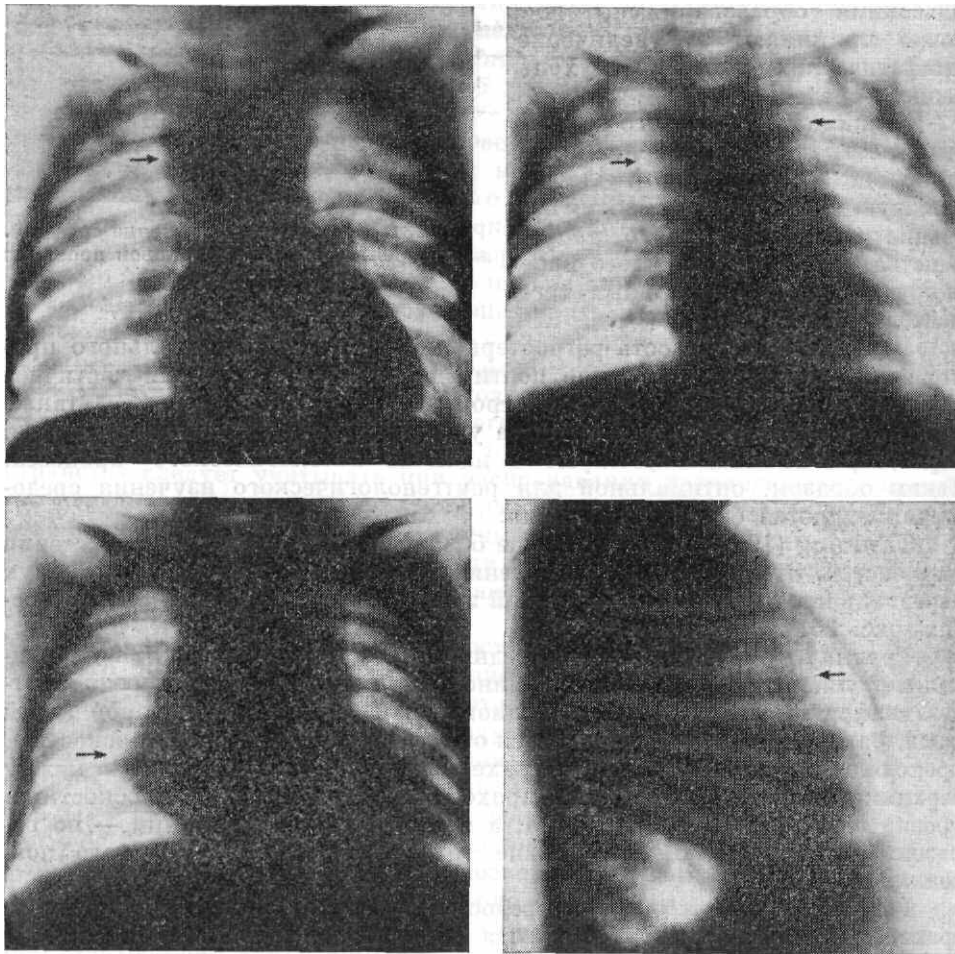


Рис. 232. Рентгенограммы органов полости грудной клетки в прямой задней и в правой боковой проекциях. Варианты формы, величины и положения вилочковой железы у детей первого года жизни.

К моменту рождения ребенка поперечный размер вилочковой железы больше ее длинника и переднезаднего размера. В первые 2—3 года рост железы бывает особенно быстрым, а затем замедляется. После полового созревания вилочковая железа обычно атрофируется и замещается соединительной и жировой тканью.

Рентгенологически при исследовании в *прямой проекции* вилочковую железу, не выходящую кнаружи от крупных сосудов, не определяют. При эксцентрическом расположении железы одна из ее долей становится краеобразующей в верхнем отделе срединной тени, чаще справа (рис. 232).

При гиперплазии вилочковой железы она оттесняет листки средостенной плевры кнаружи. Вилочковая железа образует однородное, интенсивное затемнение с отчетливыми наружными контурами. Последние могут быть неравномерно выпуклыми, иногда с заметной полициклическостью, прямолинейными или даже вогнутыми. Как правило, форма контуров и протяженность тени асимметричны. Нижний полюс железы сливается с сердечно-сосудистым пучком, перекрывая его соответствующие отделы; иногда тень железы достигает диафрагмы. Нередко нижний полюс железы бывает округленным или заостренным, тень которого имеет клиновидную форму и напоминает средостенно-междолевую плеврит. Помимо расположения железы в краеобразующем отделе возможно вклинение ее в промежуток между восходящей аортой и верхней полую вену. При этом ви-

лечковая железа смещает верхнюю полую вену вправо, тем самым увеличивая ширину срединной тени на уровне сосудистого пучка. Для уточнения размеров и положения вилочковой железы решающее значение имеет рентгенологическое исследование в боковой проекции.

На рентгенограмме в *боковой проекции* вилочковая железа располагается на уровне верхнего отдела ретростерального пространства, сливаясь с тенью сердца и крупных сосудов.

При гиперплазии вилочковая железа, распространяясь кпереди и книзу, заполняет, в большей или меньшей мере, переднее средостение и создает на уровне ретростерального пространства однородную, средней интенсивности тень с довольно четким нижнепередним контуром.

Знание анатомо-рентгенологических вариантов формы, положения и величины вилочковой железы имеет практическое значение, так как тень железы может быть причиной диагностических ошибок, симулируя увеличенные лимфатические узлы, опухоль средостения, осумкованный средостенный плеврит и другие патологические процессы.

Гиперплазированная вилочковая железа в отличие от опухоли и патологически измененных лимфатических узлов переднего средостения характеризуется отсутствием клинических проявлений. Она сохраняет относительное постоянство размеров в ближайшие месяцы рентгенологического наблюдения. С возрастом ребенка отмечается постепенное уменьшение железы.

С возрастом, по мере опускания диафрагмы и уменьшения размеров вилочковой железы, размеры полости грудной клетки увеличиваются, а средостения — уменьшаются. В связи с этим в рентгеновском изображении в прямой проекции срединная тень становится уже относительно поперечного размера грудной клетки, а в боковой проекции — ретростеральное пространство выглядит более широким и прозрачным.

Сердце и крупные сосуды

Анатомия

Сердце, сог, полый мышечный орган, располагается в нижнем отделе переднего средостения и осуществляет функцию кровообращения.

В сердце различают основание, *basis cordis*, обращенное кверху и кзади, верхушку, *apex cordis*, направленную книзу и влево и поверхности: грудино-реберную, *facies sternocostalis*, диафрагмальную, *facies diaphragmatica*, легочные, *facies pulmonales*, и заднюю или позвоночную, *facies vertebralis*. Поверхности сердца плавно переходят друг в друга, за исключением правой, образующей острый край, *margo dexter* (рис. 233).

По характеру наполняющей сердце крови в нем различают правую, венозную, и левую, артериальную, половины, каждая из которых состоит из двух камер — предсердия и желудочка. Предсердия, *atrii cordis*, отделены друг от друга межпредсердной, *septum interatriale*, а желудочки, *ventriculi cordis*, — межжелудочковой перегородками, *septum interventriculare*. Предсердия и желудочки разграничены предсердно-желудочковой перегородкой, *septum atrioventriculare*, и сообщаются между собой

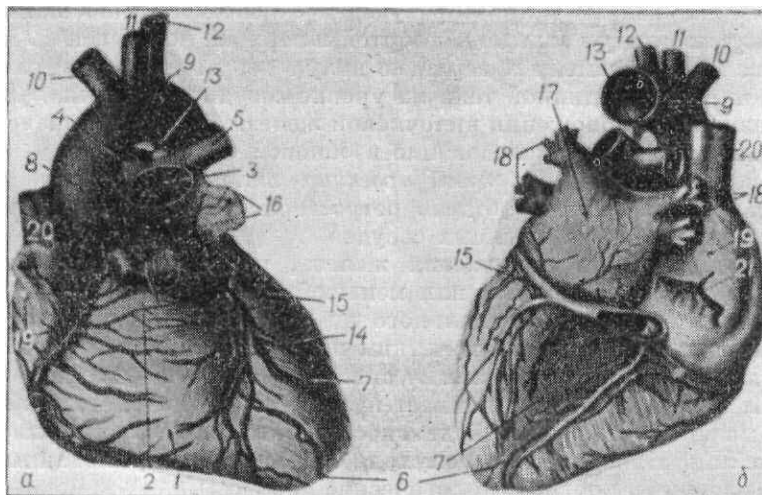


Рис. 233. Рисунок анатомического препарата сердца и крупных сосудов спереди (а) и сзади (б) по Р. Д. Синельникову.

1 — правый желудочек; 2 — артериальный конус; 3 — легочный ствол; 4 — правая легочная артерия; 5 — левая легочная артерия; 6 — верхушка сердца; 7 — левый желудочек; 8 — восходящая аорта; 9 — дуга аорты; 10 — плечеголовный ствол; 11 — общая сонная артерия; 12 — подключичная артерия; 13 — артериальная связка; 14 — передняя продольная борозда; 15 — большая вена сердца; 16 — ушко левого предсердия; 17 — левое предсердие; 18 — легочные вены; 19 — правое предсердие; 20 — верхняя полая вена; 21 — нижняя полая вена.

предсердно-желудочковыми устьями, *ostia atrioventriculare dexter et sinister*.

Грудино-реберная поверхность сердца образована в основном правым желудочком, в меньшей мере — левым желудочком и правым предсердием. Ушко левого предсердия, в зависимости от формы и положения сердца, выходит на его грудино-реберную поверхность не больше чем в 30%.

Диафрагмальная поверхность сердца прилежит к сухожильному центру диафрагмы и образована преимущественно левым желудочком, частично — правым желудочком и правым предсердием.

Легочные поверхности сердца прилежат к медиальным поверхностям легких и образованы справа — правым

предсердием, слева — левым желудочком и частично ушком левого предсердия.

Позвоночная поверхность образована на большем протяжении левым предсердием, на меньшем — левым желудочком и правым предсердием.

Правое предсердие, *atrium dextrum*, с ушком, *auricula dextra*, занимает правую легочную и частично грудно-реберную поверхность сердца. В полость правого предсердия впадают три крупных вены: верхняя полая вена, *vena cava superior*, собирающая кровь от головы, шеи, верхних конечностей и грудной стенки; нижняя полая вена, *vena cava inferior*, несущая кровь от нижних конечностей, органов и стенок брюшной полости; венечная пазуха, *sinus coronaris*, куда оттекает кровь из собственных вен сердца.

Правый желудочек, *ventriculus dexter*, занимает грудно-реберную поверхность сердца и частично диафрагмальную, имеет форму неправильной трехсторонней пирамиды, вершиной обращенной кпереди и кверху. В правом желудочке различают два отдела: нижний и верхний. Нижний отдел, собственно полость правого желудочка, является путем притока крови и сообщается при помощи предсердно-желудочкового устья с полостью правого предсердия. По краю правого предсердно-желудочкового устья крепится предсердно-желудочковый или трехстворчатый клапан, *valva atrioventricularis dextra seu tricuspidalis*. Верхний выводной канал правого желудочка называется артериальным конусом, *conus arteriosus*, он является путем оттока крови из правого желудочка в легочный ствол, *truncus pulmonalis*. Артериальный конус и легочный ствол сообщаются при помощи отверстия легочного ствола, *ostium trunci pulmonalis*, в котором располагаются клапаны легочного ствола, *valva trunci pulmonalis*.

Левое предсердие, *atrium sinistrum*, занимает позвоночную поверхность сердца и лишь его ушко, *auricula sinistra*, выходит на левую грудно-реберную поверхность, располагаясь между левым желудочком и легочным стволом. В левое предсердие впадают легочные вены, несущие артериальную кровь из легких. Количество их различно, наиболее часто в левое предсердие впадают по две вены из каждого легкого, хотя возможны варианты от одной вены до семи.

Левый желудочек, *ventriculus sinister*, занимает в основном заднелевую поверхность сердца, частично выходя на переднюю. Закругленный передненижний отдел желудочка называют верхушкой, *apex cordis*. В полости левого желудочка различают задний и передний отделы. Задний отдел, собственно полость желудочка, является путем притока крови и сообщается при помощи левого предсердно-желудочкового устья с полостью левого предсердия. По краю отверстия фиксируется предсердно-желудочковый или двустворчатый клапан, *valva atrioventricularis sinistra s. mitralis*. Передний отдел желудочка, *conus arteriosus*, является путем оттока крови из левого желудочка в аорту. Он лежит позади артериального конуса правого желудочка, поднимается кверху и вправо и при помощи отверстия, *ostium aortae*, сообщается с аортой. В отверстии аорты имеются три клапана аорты, *valva aortae*.

Стенка сердца состоит из трех оболочек: внутренней — эндокарда, средней, наиболее мощной, — миокарда и наружной — эпикарда.

Эндокард, *endocardium*, выстилает все полости сердца и плотно соединен с внутренним слоем миокарда. Он покрывает клапаны сердца, состоящие из коллагеновых и соединительнотканых волокон.

Миокард, *miocardium*, образует мышечный слой предсердий и желудочков разной толщины. Границей между мышечным слоем желудочков и предсердий служит фиброзная ткань, образующая вокруг предсердно-желудочковых устьев фиброзные кольца, *annuli fibrosi*.

Мышца предсердий состоит из двух слоев — поверхностного и глубокого. Поверхностный слой является общим для обоих предсердий, его волокна расположены поперечно; глубокий слой, образуя кольцеобразные и петлеобразные пучки, окружает каждое предсердие в отдельности. Толщина мышечного слоя предсердий 2—3 мм.

В мышце желудочков различают три слоя: наружный, средний и внутренний. Волокна наружного и внутреннего слоя имеют продольное направление и являются общими для обоих желудочков. Волокна среднего слоя циркулярно окружают каждый желудочек в отдельности и более развиты в левом. Толщина стенки левого желудочка у взрослых 10—15 мм, правого — 5—8 мм.

Межжелудочковая перегородка, *septum interventriculare*, образована всеми тремя мышечными слоями, толщиной до 10 мм, постепенно истончается кверху и несколько прогибается в полость правого желудочка. Верхний, перепончатый отдел перегородки, мышечного слоя не содержит.

Рельеф внутренней поверхности миокарда неодинаков. Он относительно гладкий в предсердиях, где имеются лишь небольшие выступы гребешковых мышц и мясистых перекладин. Последние расположены преимущественно по боковым поверхностям и в области ушка предсердий. На внутренней стенке правого предсердия находится овальная ямка (заросшее овальное отверстие) межпредсердной перегородки.

Внутренняя поверхность желудочков в области путей притока отличается сложной структурой, обусловленной выступами сосочковых мышц, мясистых перекладин и сухожильных струн, которые крепятся к свободным краям клапанов и удерживают их от выпячивания в полость предсердий в фазу систолы желудочков. Внутренняя поверхность, *conus arteriosus*, обоих желудочков (пути оттока) гладкая. Анатомические отличия рельефа путей притока и оттока желудочков обусловлены различным функциональным назначением этих отделов: приток крови к желудочкам происходит в более продолжительную по времени и пассивную фазу диастолы, отток крови осуществляется более быстро и беспрепятственно, чему способствует гладкая поверхность путей оттока.

В мышечном слое заложена проводящая система сердца. Последняя представлена мышечными волокнами, которые обладают способностью вырабатывать и передавать импульсы от нервного аппарата ко всем мышечным волокнам сердца. Волокна проводящей системы образуют узлы и пучки, связанные друг с другом. В ней различают синусно-предсердный и предсердно-желудочковый узлы. Синусно-предсердный узел расположен в стенке правого предсердия в области устья верхней полой вены. Он обеспечивает нормальный ритм сокращений сердца. Предсердно-желудочковый узел залегает в задненижнем отделе межпредсердной перегородки. Отходящий от него предсердно-желудочковый пучок в перепончатой части межжелудочковой перегородки делится на правую и левую ножки, которые разветвляются на конечные ветви, распространяющиеся в мышечном слое желудочков. Автоматический ритм сердечных сокращений возникает в синусно-предсердном узле, распространяется по мышцам предсердий до предсердно-желудочкового, а по предсердно-желудочковому пучку, правой и левой ножкам — на мышцы желудочков.

Кровоснабжение сердца осуществляется правой и левой венечными артериями, *arteriae coronariae dextra et sinistra*, отходящими от правой и левой пазух аорты на уровне клапанов. Венечные артерии и их крупные ветви залегают в венечной борозде, расположенной на границе предсердий и желудочков, а также в передней и задней межжелудочковых бороздах сердца. Вены сердца размещены параллельно артериям и собираются в один общий ствол, *sinus coronarius*, впадающий, как указывалось выше, в правое предсердие.

Артериальные сосуды сердца широко анастомозируют между собой.

Лимфатические сосуды сердца формируют два главных коллектора, которые располагаются по ходу венечных сосудов сердца и несут лимфу в лимфатические узлы переднего средостения и перитрахеальные узлы.

Иннервация сердца осуществляется ветвями блуждающего нерва и пограничного симпатического ствола.

Околосердечная сумка, *pericardium*, представлена волокнистой и серозной околосердечными сумками, *pericardium fibrosum et pericardium serosum*. Волокнистая околосердечная сумка свободно окутывает сердце и сращена с сухожильным центром диафрагмы. Серозная околосердечная сумка состоит из двух пластинок: пристеночной, *lamina parietalis*, выстилающей внутреннюю поверхность волокнистой околосердечной сумки и внутренностной пластинки, эпикарда, *lamina visceralis seu epicardium*, сращенной с миокардом. Между эпикардом и перикардом имеется щелевидное пространство — полость околосердечной сумки, в которой расположено сердце, начальный отдел аорты, легочный ствол и начальные отделы правой и левой легочной артерии, устья легочных и полых вен. Форма волокнистой околосердечной сумки в большинстве случаев (89%) соответствует форме сердца, в силу чего полость перикарда представлена щелевидным пространством, выполненным серозной жидкостью в количестве 20—60 мл. В 11% случаев волокнистая сумка перикарда крепится к диафрагме, несколько отступая от краев диафрагмальной поверхности сердца; чаще это наблюдается на уровне верхушки. В связи с этим образуются объемные перикардально-диафрагмальные углубления, имеющие треугольную форму и различные размеры.

Снаружи перикард покрыт слоем рыхлой соединительной ткани, в которой залегают кровеносные и лимфатические сосуды и нервы. На волокнистой сумке перикарда, между его наружным листком и средостенной плеврой нередко у полных лиц отмечают избыточное отложение жира.

Аорта, *aorta*, отходит от левого желудочка и является самым крупным сосудом. Диаметр ее в зависимости от возраста колеблется от 16 до 38 мм.

Аорта подразделяется на восходящую, *aorta ascendens*, дугу, *arcus aortae*, и нисходящую, *aorta descendens*.

Нисходящая аорта делится на грудную, *aorta thoracica*, и брюшную, *aorta abdominalis*.

Восходящая аорта размещена в переднем средостении, поднимается вертикально вверх и вправо, на уровне рукоятки грудины поворачивает влево и кзади, образует дугу и, огибая левый главный бронх сверху, на уровне IV грудного позвонка переходит в нисходящую аорту. Нисходящая аорта расположена в заднем средостении спереди и слева от позвоночного столба.

От дуги аорты отходят три крупных сосуда: плечеголовной ствол, *truncus brachiocephalicus*, общая сонная артерия, *arteria carotis communis*, и подключичная артерия, *arteria subclavia*. Ниже отхождения подключичной артерии к внутренней поверхности дистального отдела дуги аорты прикрепляется идущий от легочного ствола соединительнотканый тяж, остаток заросшего артериального протока, называемый артериальной связкой, *lig. arteriosum*. От грудного отдела нисходящей аорты в обе стороны отходят 9 пар задних межреберных артерий, залегающих в бороздах ребер, бронхиальные, пищеводные, средостенные, околосердечно-сосудистые и другие ветви.

Легочный ствол, *truncus pulmonalis*, как указывалось выше, по выходе из правого желудочка располагается спереди и, частично, слева от аорты, направляется кверху, влево и кзади и под дугой аорты делится на правую и левую легочные артерии.

Стенка артерий состоит из внутренней оболочки, *tunica interna*, средней, *tunica media*, и наружной, *tunica externa*. Внутренняя оболочка богата эндотелиальными клетками и эластическими волокнами. Средняя оболочка образована волокнами гладкой мышечной ткани, среди которых имеются и эластические. Наружная оболочка состоит преимущественно из переплетающихся пучков волокнистой соединительной ткани. Наличие в стенке артерий мышечных и эластических волокон способствует упругости сосудов, их растяжимости в продольном и поперечном направлениях.

Полые вены представляют собой крупные сосудистые стволы, впадающие в правое предсердие.

Верхняя полая вена, *vena cava superior*, короткий (5—6 см) и широкий (около 2 см) сосуди-

стый ствол, не имеющий клапанов, образуется от слияния правой и левой плечеголовных вен, *venae brachiocephalicae dextra et sinistra*, собирают кровь от верхних конечностей и головы. Начальный отдел верхней полой вены располагается несколько ниже уровня I реберного хряща. Спускаясь книзу, вдоль правого края грудины, верхняя полая вена впадает в правое предсердие на уровне III ребра. Справа верхняя полая вена покрыта средостенной плеврой и прилежит к легкому, по ее правой стенке проходит диафрагмальный нерв; слева вена соприкасается с восходящей аортой, сзади прилежит к корню правого легкого. Над правым главным бронхом в верхнюю полую вену впадает непарная вена.

Непарная вена, *vena azygos*, берет начало в брюшной полости. В полость грудной клетки вена проникает через щель в мышце диафрагмы и располагается в заднем средостении по срединной плоскости или справа от позвоночного столба. На уровне VI—VII грудных позвонков непарная вена лежит позади корня правого легкого, перегибается сзади наперед через правый главный бронх и внеперикардially впадает в заднюю стенку верхней полой вены.

В грудной полости в непарную вену впадают 9 правых задних межреберных вен. На уровне VII—X грудных позвонков, косо или поперечно пересекая их, в непарную вену впадает полунепарная вена, *vena hemiazygos*, которая лежит вдоль левой поверхности позвоночного столба и принимает кровь от левых задних межреберных вен, вен пищевода и вен заднего средостения.

Нижняя полая вена, *vena cava inferior*, собирает кровь от нижних конечностей, органов брюшной полости и ее стенок. В брюшной полости нижняя полая вена лежит забрюшинно справа от аорты. Через отверстие в сухожильном центре диафрагмы она проходит в полость грудной клетки и впадает в правое предсердие по его задненижней поверхности. Внутри-перикардially часть нижней полой вены длиной 1—2 см.

Стенка вен тоньше стенки артерий и состоит также из трех слоев, в которых преобладают коллагеновые волокна. Мышечный слой в стенке вен развит слабее по сравнению с артериями. Внутренняя оболочка вен, расположенных ниже сердца, образует пристеночные складки по типу клапанов, которые облегчают движение крови против силы тяжести.

Ритмичную и непрерывную работу сердца обеспечивает сердечная мышца, которой свойственны несколько функций: возбудимость, автоматизм, проводимость, сократимость. Благодаря ритмичной работе сердца происходит бесперебойное нагнетание крови из артерий в вены.

Весь путь кровообращения подразделяют на большой и малый круг.

Большой круг кровообращения обеспечивает приток крови по артериям к органам и тканям и отток ее по венам в сердце. К артериальным сосудам большого круга относится аорта с ее разветвлениями, к венозным — верхняя и нижняя полые вены с впадающими в них венозными ветвями. В венозные сосуды впадают и лимфатические протоки.

Малый круг кровообращения (легочный) обеспечивает приток венозной крови в легкие, где она обогащается кислородом, и отток артериальной крови по венам в левое предсердие. К сосудам малого круга, несущих в легкие венозную кровь, относят легочный ствол, правую и левую легочные артерии с их разветвлениями в легких и легочные вены, по которым течет артериальная кровь в левое предсердие. Малый круг кровообращения, функционально и морфологически связанный с аппаратом внешнего дыхания, характеризуется относительно небольшой длиной сосудистого русла, меньшим, по сравнению с большим кругом, сопротивлением и своеобразным строением капиллярной сети, обеспечивающим эффективный газообмен между альвеолярным воздухом и кровью.

Рентгеноанатомический анализ

Сердце, перикард и крупные сосуды (аорта, легочный ствол, верхняя и нижняя полые вены) в рентгеновском изображении представляют единый комплекс, называемый сердечно-сосудистым пучком.

Анатомические отделы сердечно-сосудистого пучка, занимающие при рентгенологическом исследовании краеобразующее положение, называются дугами. Последние в норме плавно переходят друг в друга. Для определения размеров и протяженности дуг используются костные ориентиры: грудина, ключица, I ребро, грудные позвонки.

Краеобразующие отделы сердца

Прямая передняя проекция. Сердце и крупные сосуды образуют интенсивную и однородную тень, которая расположена по отношению к срединной плоскости асимметрично таким образом, что $\frac{2}{3}$ ее находятся слева, а $\frac{1}{3}$ — справа (рис. 234). Различают правый и левый контуры сердечно-сосудистой тени. По правому контуру, как правило, дифференцируются две дуги. Верхняя дуга образована верхней полой веной и частично восходящей аортой, нижняя — правым предсердием. Верхняя дуга имеет различную интенсивность и форму в зависимости от сосуда, выходящего в краеобразующий отдел. Верхняя полая вена, являясь краеобразующей, выступает вправо от позвоночного столба на 0,5—1,0 см. Четкий и ровный ее контур несколько ниже грудино-ключичного сустава плавно поворачивает наружу, образуя вогнутость в месте перехода в правую плечеголовную вену. Изображение последней перестает дифференцироваться на уровне реберного хряща I ребра. Непарная вена проецируется несколько справа от срединной линии, образуя интенсивную однородную тень округлой или овальной формы диаметром до 12 мм, определяемую в правом трахео-бронхиальном углу на фоне верхней полой вены. Указанная тень непарной вены в рентгеновском изображении обусловлена проксимальным отделом поперечного или косо сечения сосуда, который перед впадением в заднюю стенку верхней полой вены размещен по ходу пучка рентгеновых лучей.

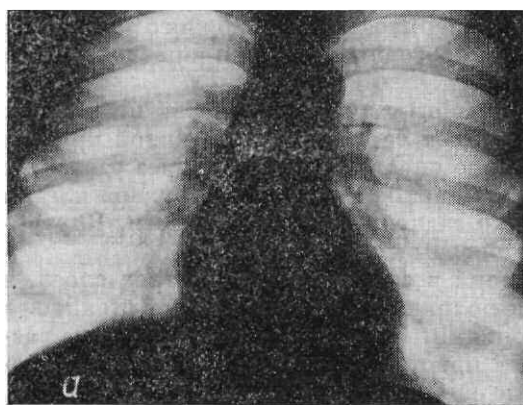


Рис. 234. Рентгенограмма (а), схема (б) и ангиокардиограмма (в) сердца и крупных сосудов в прямой проекции. Краеобразующие дуги: 1 — верхняя полая вена; 2 — правое предсердие; 3 — нижняя полая вена; 4 — аорта; 5 — легочный ствол; 6 — левое предсердие; 7 — левый желудочек; 8 — правый желудочек; 9 — перикард.

Более отчетливо изображение непарной вены определяется на томограммах, произведенных на уровне трахео-бронхиального слоя. Тень непарной вены не следует принимать за увеличенный трахеобронхиальный узел (см. рис. 212, а). Увеличенные трахео-бронхиальные лимфатические узлы образуют тень с бугристыми контурами, перекрывают непарную вену, которая становится невидимой.

Дифференцированное изображение непарной вены на всем протяжении определяют при контрастировании ее путем введения контрастного вещества в губчатое вещество IX—X ребер справа или слева (рис. 235).

При развороте аорты верхняя дуга правого контура сосудистого пучка на всем протяжении обусловлена восходящей аортой, проекционно перекрывающей верхнюю полую вену (рис. 236). В отличие от последней аорта имеет большую интенсивность, образует выпуклый контур, который, поворачивая влево, плавно переходит в дугу аорты.

Нижняя дуга правого контура, образованная правым предсердием, выпукла, наиболее выступающая точка ее отстоит от правого контура грудных позвонков до 2,5 см.

На месте стыка верхней и нижней дуги правого контура сердечно-сосудистой тени образуется выемка, называемая правым сердечно-сосудистым или атриовазальным углом. У лиц астенической конституции в области правого сердечно-диафрагмального угла книзу от дуги правого предсердия, между ним и диафрагмой, на фазе глубокого вдоха может быть видна дополнительная тень, образующая третью дугу, обусловленную нижней полой веной. Контур ее четкий, прямолинейный или несколько вогнутый.

По левому контуру сердечно-сосудистой тени различают четыре краеобразующих дуги. Последовательно сверху вниз их образуют дуга и начальный отдел нисходящей аорты, легочный ствол, ушко левого предсердия и левый желудочек. Степень выпуклости и протяженность каждой из указанных дуг различны и зависят от возраста и конституции.

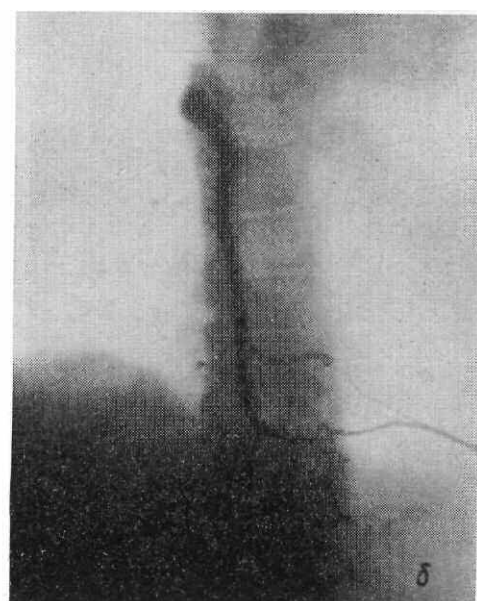
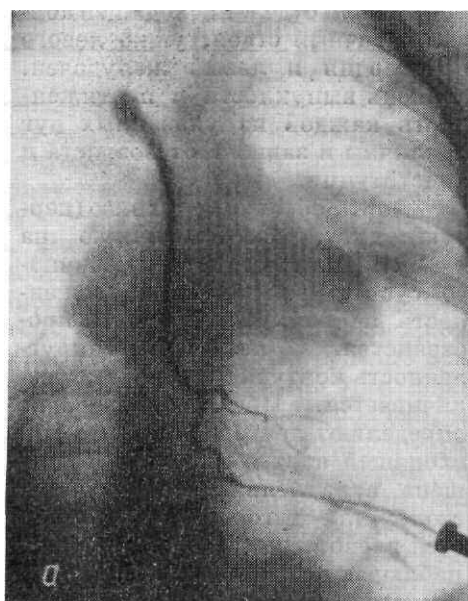
Аорта образует верхнюю (первую) дугу, расположенную на 1—2 см ниже грудино-ключичного сустава и занимает протяженность первого межреберного пространства. С возрастом закругленность кон-

тура дуги аорты увеличивается. При этом нередко определяют лентовидную тень нисходящей аорты, которая размещена параллельно позвоночному столбу или дугообразно отклоняется влево от него. В связи с этим наблюдают расширение тени сосудистого пучка.

Легочный ствол вместе с начальным отделом левой легочной артерии образует уплощенную вторую дугу, которая расположена книзу от первой, соответственно II межреберному пространству и верхней доле правой части корня легкого.

Левое ушко является краеобразующим примерно в 30% случаев (рис. 237), так как левое предсердие в основном располагается сзади. Образованная левым ушком третья дуга прямолинейна или несколько вогнута, она самая короткая и занимает протяженность около половины III межреберного пространства.

Рис. 235. Азигограмма (а) и азиготомограмма (б) в прямой задней проекции. Контрастированы две межреберные вены, непарная вена.



Нередко вторая и третья дуга вместе расположены на уровне II межреберного пространства. Пищевод вплотную прилежит к задней поверхности левого предсердия. В норме тень контрастированного пищевода на уровне прилегания его к левому предсер-

дию располагается почти прямолинейно по срединной линии.

Левый желудочек образует наиболее длинную и выпуклую четвертую дугу, которая проецируется на уровне двух-трех межреберных пространств (IV—VI). Самая выступающая точка левого желудочка в норме располагается на 1,0—1,5 см кнутри от среднеключичной линии или на уровне ее. Место перехода дуги левого желудочка в нижний контур сердца, что соответствует его диафрагмальной поверхности, рентгенологи называют верхушкой сердца. Последняя имеет различную степень закругленности и расположена над диафрагмой. В образовании верхушки сердца принимают участие оба желудочка или при высоком расположении левого купола диафрагмы только левый желудочек. У лиц пикнического телосложения верхушка сердца проецируется на диафрагму и отчетливо определяется на фоне газового пузыря желудка. Диафрагмальная поверхность сердца не имеет дифференцированного изображения, так как сливается с тенью диафрагмы и печени.

Сердце, прилегая к диафрагме, образует с обеих сторон так называемые сердечно-диафрагмальные углы. Учитывая, что у большинства исследуемых перикард повторяет форму сердца, сливается с его тенью и не имеет дифференцированного изображения, указанные углы острые. Иногда перикард широко прикрепляется к диафрагме и не повторяет контуров сердца в области сердечно-диафрагмальных углов. При этом перикард вместе с небольшим количеством перикардиальной жидкости образует однородные треугольной формы тени, расположенные кнаружи от тени сердца, преимущественно слева. Указанные треугольные тени перикарда менее интенсивны, чем тень сердца. Наружные контуры их четкие, прямолинейные или несколько вогнутые (рис. 238, а). При описанном типе крепления перикарда протяженность краеобразующих дуг левого желудочка и правого предсердия соответственно проекционно укорачивается. Недооценка указанной анатомической особенности перикарда может служить источником диагностических ошибок при определении формы, размеров и тонуса сердца.

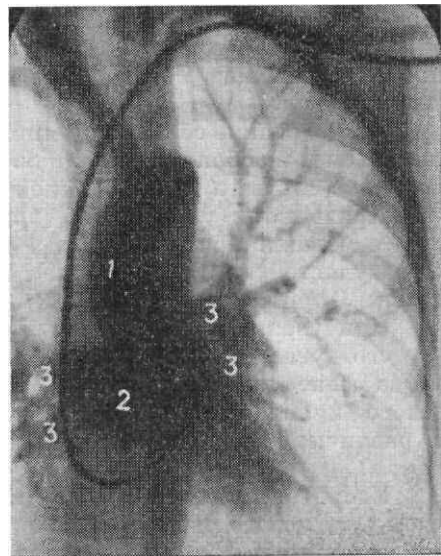


Рис. 238. Рентгенограмма в прямой задней проекции. 1 — аорта; 2 — левое предсердие; 3 — легочные вены.

У лиц повышенной упитанности между волокнистой сумкой перикарда и средостенной плеврой откладывается жир, который также создает затемнения в области сердечно-диафрагмальных углов. Жировые наслоения в отличие от перикарда имеют менее однородную, иногда дольчатую структуру, неровные волнистые и несколько выпуклые наружные контуры (рис. 238, б). Таким образом, знание анатомического расположения краеобразующих дуг сердечно-сосудистой тени способствует распознаванию нормы от патологического увеличения отдельных полостей сердца и крупных сосудов.

Исследование сердца в прямой проекции имеет значение при определении размеров обоих желудочков и предсердий, уточнении положения и размеров аорты, а также верхней полой вены.

Признаками увеличения сердца в прямой передней проекции является изменение протяженности и выпуклости краеобразующих дуг сердечно-сосудистой тени и смещение границ сердца по отношению к указанным костным ориентирам.

При увеличении левого желудочка отмечают удлинение и закругление его дуги, погружение верхушки сердца в диафрагму и выявление ее на фоне газового пузыря желудка. При нормальном расположении левого купола диафрагмы наружный контур левого желудочка сердца в различной степени смещается кнаружи от левой среднеключичной линии.

Увеличение левого предсердия сопровождается удлинением и выбуханием дуги левого ушка по левому контуру сердца. Нередко левое предсердие может стать краеобразующим по правому контуру сердца, что характеризуется появлением дополнительной выпуклой дуги на уровне правого предсердия и расщеплением его дуги. На переэкспонированных рентгенограммах признак увеличения левого предсердия проявляется усилением интенсивности тени сердца в верхнем ее отделе и отклонением контрастированного пищевода на уровне левого предсердия вправо от срединной линии.

В ряде случаев верхний контур левого предсердия, оказывая давление на главные бронхи, особенно левый, отклоняет его кверху, что способствует увеличению угла раздвоения трахеи (до 100—120°).

Увеличение правого желудочка приводит к образованию более выпуклой правой нижней дуги с подчеркнутым ее закруглением в результате смещения вправо правого предсердия, более высокому расположению предсердно-сосудистого угла, выбуханию и удлинению легочного ствола. Кроме того, может наблюдаться увеличение размеров корней легких вследствие расширения легочных артерий.

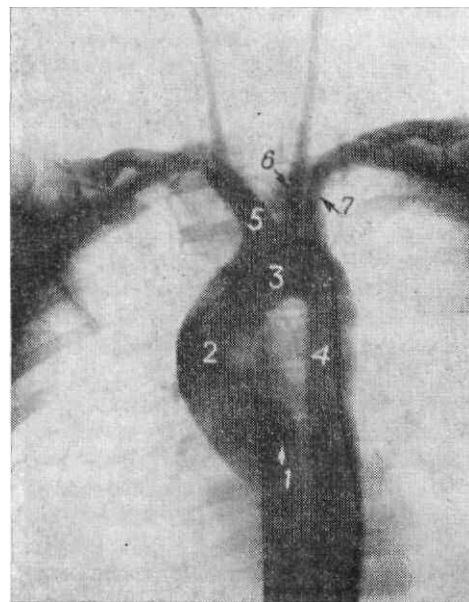


Рис. 236. Аортограмма в прямой задней проекции.

1 — клапаны аорты; 2 — восходящая аорта; 3 — дуга аорты; 4 — нисходящая аорта; 5 — плечеголовный ствол; 6 — общая сонная артерия; 7 — левая подключичная артерия.

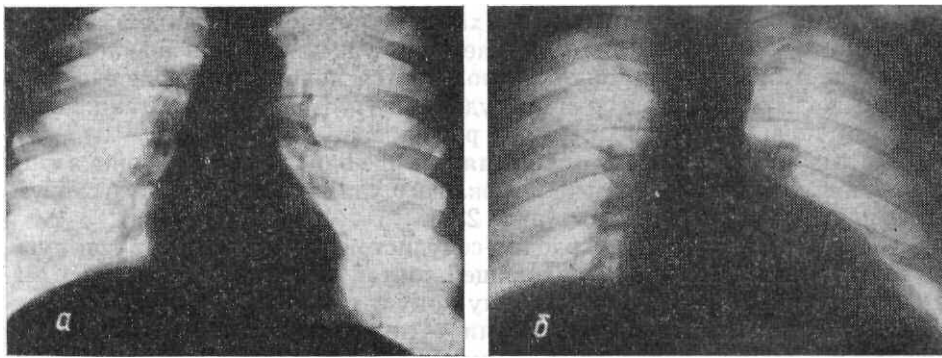


Рис. 238. Рентгенограмма сердца в прямой передней проекции. На уровне сердечно-диафрагмальных углов, больше слева, определяются: а — перикард, б - массивные жировые наслоения.

Увеличение правого предсердия характеризуется смещением кнаружи правого контура сердца. В ряде случаев это смещение выражено настолько, что справа от срединной линии располагается половина и даже две трети тени сердца. Правый предсердно-сосудистый угол расположен также выше обычного, тень верхней полой вены расширена.

Правая передняя косая проекция. Сердечно-сосудистая тень в этой проекции приобретает форму косо лежащего удлинненного овала со следующим размещением его отделов (рис. 239).

По *переднему контуру* сердечно-сосудистой тени различают три дуги. Верхняя из них образована восходящей аортой и частично ее дугой. Средняя дуга соответствует артериальному конусу правого желудочка, в верхней части ее на небольшом протяжении — легочному стволу. Нижняя дуга переднего контура образована левым желудочком, в частности его верхушкой.

Переход одной дуги в другую происходит плавно. В норме трудно разграничить протяженность каждой из указанных дуг. Появление резких границ между отдельными дугами, выбухание одной из них свидетельствует об объемном увеличении соответствующего отдела сердечно-сосудистой тени. Наиболее отчетливо определяется выбухание и удлинение дуги артериального конуса и легочного ствола, как один из признаков гипертрофии правого желудочка.

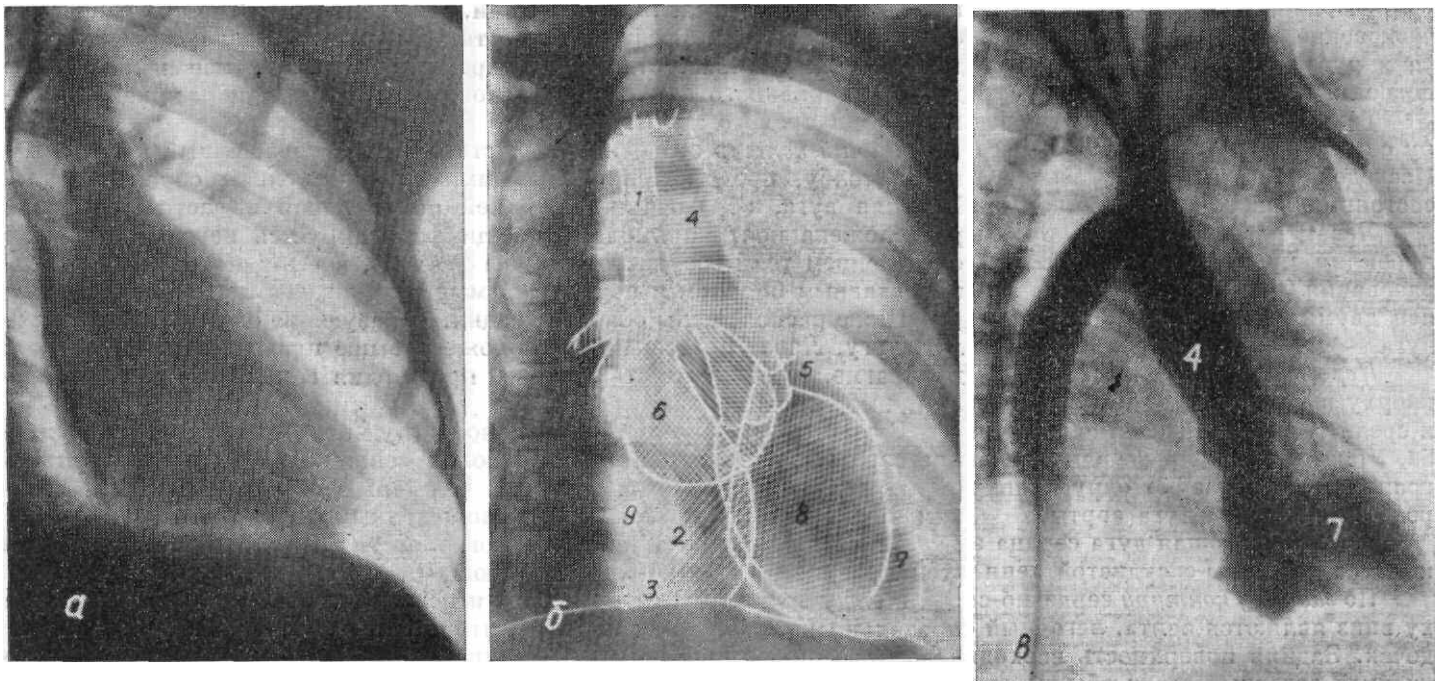


Рис. 239. Рентгенограмма (а), схема (б) и ангиокардиограмма (в) сердца в правой передней косой проекции.

1 — верхняя полая вена; 2 — правое предсердие; 3 — нижняя полая вена; 4 — восходящая аорта; 5 — артериальный конус правого желудочка; 6 — левое предсердие; 7 — левый желудочек; 8 — правый желудочек; 9 — ретрокардиальное пространство.

Задний контур сердечно-сосудистого пучка, обращенный к позвоночному столбу, представлен следующими анатомическими образованиями. Верхняя дуга, образованная верхней полой веной и частично аортой, расположена почти прямолинейно, дифференцируется нечетко в связи с ослаблением тени сосудистого пучка трахеей, а в нижнем отделе — правым главным бронхом и пересечением правой легочной артерией.

Ниже расположены оба предсердия, образующие одну, слегка выпуклую дугу. Левое предсердие распо-

жено выше правого, прилежащего к диафрагме. Протяженность каждого предсердия в краеобразующем отделе примерно одинакова.

В заднем сердечно-диафрагмальном углу между диафрагмой и правым предсердием часто видна нижняя полая вена, образующая треугольной формы тень меньшей интенсивности, чем тень правого предсердия, с четким, несколько вогнутым, косо расположенным контуром.

Пищевод прилежит к задней поверхности левого предсердия и в этой проекции является краеобразующим.

Между задним контуром сердца и позвоночным столбом определяется продольно расположенный прозрачный участок шириною в 2—3 см, обусловленный проекцией легочной ткани, так называемое ретрокардиальное пространство. При увеличении предсердий, особенно левого, определяется различная степень сужения ретрокардиального пространства или исчезновение его. Тень контрастированного пищевода при этом отклоняется и дугообразно смещается кзади, достигая передней поверхности тел позвонков, или проецируется на грудные позвонки.

Таким образом, в правой передней косой проекции по заднему контуру сердца расположены оба предсердия, по переднему — оба желудочка. Исследование в данной проекции наиболее целесообразно для уточнения состояния левого предсердия и пути оттока правого желудочка.

Левая передняя косая проекция. Сердечно-сосудистая тень в этой проекции приобретает вид вертикально расположенного округлого образования (рис. 240). Передний контур сердечно-сосудистой тени представлен двумя дугами: верхняя обусловлена восходящей аортой, а нижняя дуга — ушком правого предсердия и правым желудочком.

Передний контур восходящей аорты выпуклый и плавно переходит кверху и кзади в дугу и нисходящую аорту, тень которой у лиц молодого и среднего возраста нечетко дифференцируется на фоне позвоночного столба. Ушко правого предсердия и правый желудочек в норме обычно не разграничены и образуют одну плавную выпуклую дугу, выступающую кпереди больше, чем дуга аорты.

Краеобразующая дуга сердца занимает примерно две трети переднего контура сердечно-сосудистой тени.

По *заднему контуру* сердечно-сосудистой тени краеобразующими сверху вниз являются аорта, легочный ствол, левое предсердие и левый желудочек. Задняя поверхность восходящей аорты и чуть ниже нее расположенный легочный ствол обычно отчетливо не видны, так как на них проекционно наслаиваются трахея, правый главный бронх и частично корень

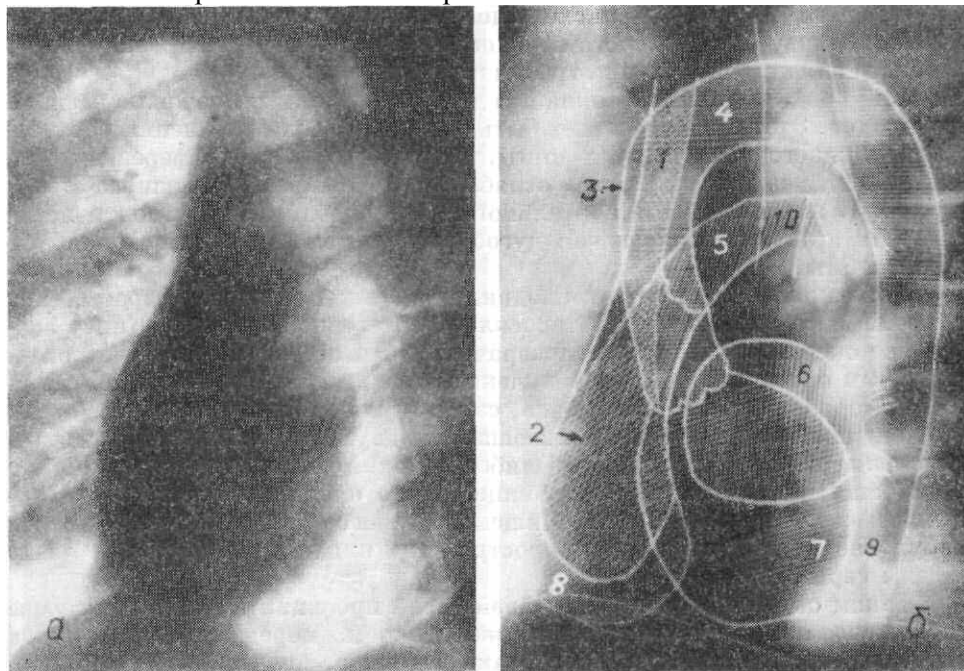


Рис. 240. Рентгенограмма (а) и схема (б) сердца и крупных сосудов в левой передней косой проекции.

1 — верхняя полая вена; 2 — правое предсердие; 3 — восходящая аорта; 4 — дуга аорты; 5 — легочный ствол; 6 — левое предсердие; 7 — левый желудочек; 8 — правый желудочек; 9 — ретрокардиальное пространство; 10 — левая легочная артерия.

правого легкого. Оба сосуда образуют вогнутый кпереди контур, который плавно переходит книзу в подчеркнутую выпуклую дугу контура сердца. Последняя образована вверху левым предсердием, снизу — левым желудочком. Протяженность каждого отдела сердца различна; примерно одну треть дуги в верхнем отделе занимает левое предсердие, две трети дуги составляет левый желудочек. На границе прилегания сердца к диафрагме образуются острые сердечно-диафрагмальные углы, из которых задний — более глубокий и острый. Передний сердечно-диафрагмальный угол нередко затемнен перикардом или жировыми наслоениями. При глубоком вдохе в ряде случаев в самом нижнем отделе по контуру дуги левого желудочка определяется небольшая выемка, втяжение, которое как бы разделяет выпуклость двух нижних дуг тени сердца, что соответствует размещению межжелудочковой перегородки в нижнем ее отделе. Сама межжелудочковая перегородка проецируется по вертикали, восстановленной от указанной выемки и проходящей через середину восходящей аорты.

В данной проекции определяют развернутую грудную аорту, расположенную в плоскости, перпендикулярной ходу лучей. Поэтому восходящая и нисходящая аорта проекционно не наслаиваются друг на друга и видны раздельно, образуя дугообразно расположенную однородную тень до 3—4 см в поперечнике, постепенно теряющуюся у лиц молодого возраста на фоне позвоночного столба. Светлое, овальной или округлой формы пространство, ограниченное спереди восходящей аортой и левым предсердием, сверху дугой и сзади — нисходящей аортой, называется аортальным окном, прозрачность которого обусловлена суммированием проекционного изображения легочной ткани, трахеи и главных бронхов.

На уровне аортального окна под дугой аорты отчетливо видно раздвоение трахеи. Этот признак может быть ориентиром для уточнения расположения нижнего контура дуги аорты, который не имеет дифференцированного изображения в результате ослабляющего эффекта воздушного столба трахеи. В нижнем отделе аортального окна проецируется ствол и левая легочная артерия, образующая дугообразную тень, почти повторяющую изгиб аорты.

Указанные сосуды отчетливо видны у лиц пожилого возраста, при наличии эмфиземы легких и атеросклероза легочной артерии. Книзу аортальное окно продолжается в прозрачный участок, называемый ретрокардиальным пространством, ограниченный спереди задним контуром левого предсердия и левого желудочка, сзади — позвоночным столбом. Форма его неправильно удлиненная, имеющая вид двух треугольников, вершинами обращенных друг к другу. Наиболее узкий отдел ретрокардиального пространства расположен на границе левого предсердия и левого желудочка и составляет 1—1,5 см. Пищевод при его контрастировании виден на уровне ретрокардиального пространства или проецируется на левые отделы сердца.

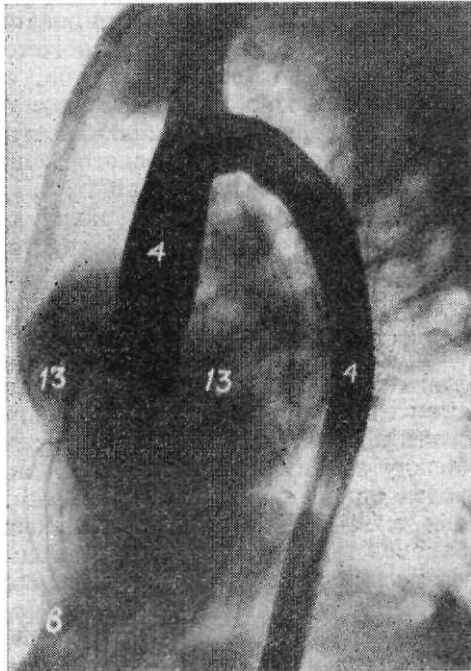
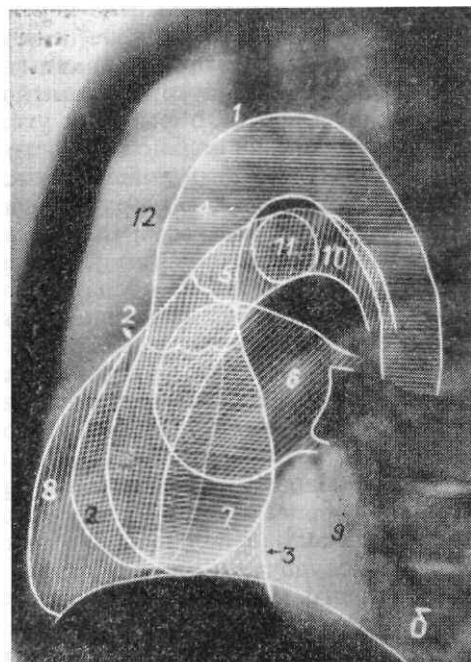
Таким образом, в левой передней косой проекции каждое предсердие размещено над соответствующим желудочком, переднюю дугу сердца образуют правые полости, более закругленную, подчеркнута выпуклую заднюю дугу — левые полости сердца. Предсердия и желудочки частично проекционно перекрывают друг друга, в связи с чем в норме трудно определить границу между ними. Контрастированный пищевод не является краеобразующим и проецируется на левые полости сердца. Кверху от тени сердца и сзади определяется тень всей грудной аорты. Поэтому левую переднюю косую проекцию применяют для изучения состояния обоих желудочков, левого предсердия, грудной аорты.

При увеличении размеров левого желудочка отмечается сужение или исчезновение ретрокардиального пространства в нижнем его отделе, а значительное объемное увеличение сопровождается проекционным наслаением левого желудочка на грудные позвонки.

Увеличение левого предсердия характеризуется удлинением его дуги, сужением или исчезновением ретрокардиального пространства в верхнем отделе. Увеличенное левое предсердие при обычных размерах левого желудочка как бы нависает над ним, на стыке дуг образуется «зарубка».

Изменение размеров, положения и интенсивности восходящей аорты, дуги и грудной нисходящей аорты отчетливо определяются в левой передней косой проекции, поскольку отсутствуют проекционные наслаения.

Рис. 241. Рентгенограмма (а), схема (б) сердца и крупных сосудов и аортограмма (в) в левой боковой проекции. 1 — верхняя полая вена; 2 — правое предсердие; 3 — нижняя полая вена; 4 — аорта; 5 — легочный ствол; 6 — левое предсердие; 7 — левый желудочек; 8 — правый желудочек; 9 — ретрокардиальное пространство; 10 — левая легочная артерия; 11 — поперечное сечение правой легочной артерии; 12 — ретрокардиальное пространство; 13 — правая и левая венечные артерии.



Боковая проекция. Передний контур сердечно-сосудистой тени сверху вниз образуют дуги (рис. 241), обусловленные восходящей аортой и правым желудочком. Как и в левой косой проекции, определяется несколько выпуклый контур передней стенки восходящей аорты, которая кверху плавно переходит в дугу и нисходящую

аорту.

Отходящие от дуги аорты сосуды (плечеголовной ствол, общая сонная и подключичная артерии), суммируясь с соответствующими венами, образуют единую, вертикально расположенную тень размерами до 2 см, лежащую кпереди от трахеи и постепенно теряющуюся по направлению к верхнему отверстию грудной клетки. Верхняя полая вена перекрывается восходящей аортой, не является краеобразующей и не имеет дифференцированного изображения. Нижняя дуга образована правым желудочком, верхний отдел которого представлен его артериальным конусом. На границе последнего с восходящей аортой образуется угол, открытый кпереди. Правый желудочек в наддиафрагмальной области на протяжении 5—6 см прилежит к груди. Прозрачный участок между задней поверхностью грудины и передней поверхностью сердечно-сосудистой тени называется ретростеральным пространством. Оно имеет форму неправильного треугольника с заостренным нижним углом и обусловлено проекцией передних отделов обоих легких на область переднего средостения.

Задний контур сердечно-сосудистой тени неодинаково дифференцируется на различном уровне.

Так, задняя поверхность восходящей аорты проекционно перекрывается легочным стволом и частично сосудами корней легких и, как правило, не имеет дифференцированного изображения. Только книзу от тени корней легких вырисовывается задний контур сердца. Он обусловлен, как и в левой косой проекции, краеобразующим расположением левых отделов сердца, причем протяженность дуги левого предсердия в этой проекции несколько больше, чем левого желудочка. Краеобразующая дуга левого желудочка в нижнем отделе укорачивается в результате дифференцированного изображения нижней полой вены. Нижняя полая вена на уровне заднего сердечно-диафрагмального угла образует треугольной формы тень, менее интенсивную, чем тень сердца, с четким, несколько вогнутым задним контуром, который иногда виден и на уровне купола диафрагмы. Более отчетливо дифференцированное изображение нижней полой вены определяется у лиц астенического телосложения при глубоком вдохе. Диафрагмальная поверхность сердца, образованная сзади левым, спереди — правым желудочком, сливается с тенью диафрагмы и печени. Протяженность диафрагмальной поверхности сердца почти такая же, как и протяженность прилегания правого желудочка к груди, то есть соотношение этих показателей примерно 1 : 1.

Аортальное окно и верхний отдел ретрокардиального пространства не имеют той степени прозрачности, как в левой косой проекции, так как проекционно перекрываются корнями легких.

Ретрокардиальное пространство отчетливо прослеживается в нижней своей половине, прозрачность его повышается по мере уменьшения калибра проецирующихся здесь сосудов легких и наиболее значительна над диафрагмой. Тень контрастированного пищевода в этой проекции располагается в непосредственной близости к задней поверхности сердца, в частности к левому предсердию, и лежит на этом уровне почти прямолинейно. Между задним контуром левого желудочка и контрастированным пищеводом определяется небольшой светлый участок, где проецируется легочная ткань. Учитывая расположение краеобразующих отделов в левой боковой проекции, ее следует применять для уточнения состояния обоих желудочков, левого предсердия, аорты.

При увеличении правого желудочка он более широко прилежит к груди, его артериальный конус образует подчеркнуто выпуклую дугу, ретростеральное пространство укорачивается, а нижний угол его становится менее острым. Сужение или исчезновение ретростерального пространства в верхнем отделе отмечается при расширении восходящей аорты.

Расширение легочного ствола и обеих легочных артерий приводит к полному исчезновению просветления аортального окна, появлению на этом уровне интенсивных округлых или овальной формы теней, обусловленных расширенными ветвями легочной артерии. Они нередко имитируют увеличение лимфатических узлов.

Увеличение левого желудочка сопровождается увеличением протяженности диафрагмальной поверхности сердца, которая преобладает над прилеганием правого желудочка к груди, исчезновением тени нижней полой вены, исчезновением светлого участка кпереди от пищевода, уменьшением размеров ретрокардиального пространства в нижнем его отделе.

Увеличение левого предсердия также приводит к сужению или исчезновению ретрокардиального пространства, но в верхнем его отделе. Увеличенное левое предсердие расчленяет задний контур сердца на две дуги с образованием выемки, «зарубки» на границе левого предсердия и левого желудочка и большей степенью выпуклости дуги левого предсердия. Пищевод на уровне прилегания к увеличенному левому предсердию отклонен и смещен кзади, проецируясь иногда на грудные позвонки. Значительный объем информации, получаемой в боковой проекции, позволяет рекомендовать ее применение при исследовании каждого больного.

Клапаны сердца

Клапаны сердца в норме рентгенологически не определяют. В результате перенесенного эндокардита клапаны уплотняются и в ряде случаев обызвествляются. В связи с этим в них при рентгенологическом исследовании определяют мелкозернистые, глыбчатые или компактные обызвествления.

Определенная локализация обызвествлений соответственно топографии клапанов и особенности их смещений, синхронных с сокращениями сердца, позволяют отличить обызвествления клапанов от других обызвествлений в полости грудной клетки. Более отчетливо обызвествление клапанов выявляется при исследовании с помощью электронно-оптического усилителя.

В *прямой проекции* (рис. 242, а) митральный клапан (*М*) проецируется на 1—2,5 см влево от срединной линии соответственно уровню IV грудино-реберного сустава.

Клапаны аорты (*А*) проецируются над митральным клапаном на 1 — 1,5 см влево от срединной линии на уровне III межреберного пространства.

Трехстворчатый клапан (*Тр*) проецируется почти по срединной линии или на 0,5—1 см вправо от нее на уровне V реберного хряща, на 1—2 см выше купола диафрагмы.

Клапаны легочного ствола (*ЛЛ*) проецируются на 1—2 см влево от срединной линии соответственно уровню II межреберного пространства или III реберного хряща.

В *правой передней косой проекции* (рис. 242, б) митральный клапан и клапаны аорты размещены в центре тени сердца, а трехстворчатый — несколько ниже. Клапан легочного ствола проецируется на уровне артериального конуса правого желудочка (кверху и кпереди от клапанов аорты). Оптимальной для видимости митрального клапана является неполная правая передняя косая проекция (поворот под углом 15—20°). Митральный клапан лежит на линии, проведенной под углом 45° к вертикали, опущенной от нижней точки дуги артериального конуса.

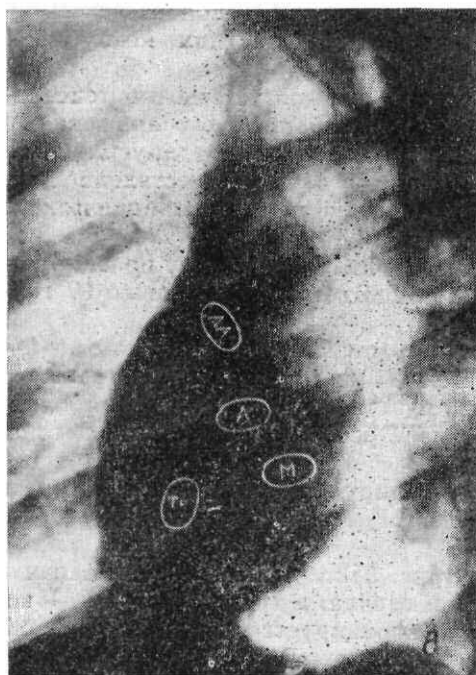
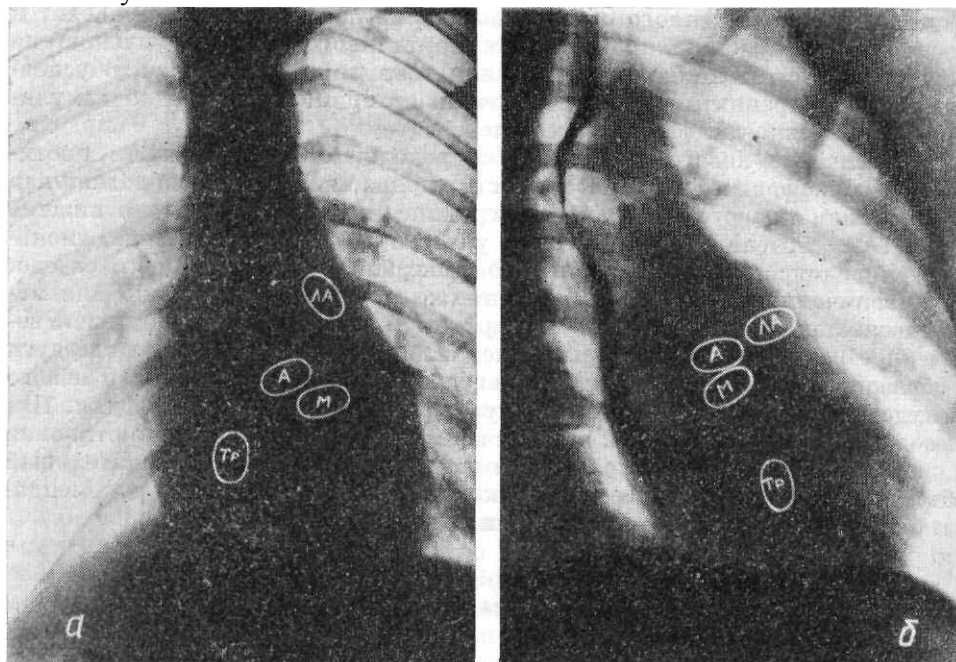


Рис. 242. Схематическое изображение проекции клапанов сердца.

а — передняя проекция; б — правая передняя косая проекция; в — левая передняя косая проекция; *М* — митральный клапан; *Тр* — трехстворчатый клапан; *А* — клапаны аорты; *ЛЛ* — клапаны легочного ствола.

В *левой передней косой проекции* (рис. 242, в) митральный клапан расположен в задней трети тени сердца, аортальные — в средней трети, трехстворчатый — в передней, клапаны легочного ствола — выше и кпереди от аортальных. При увеличении отдельных полостей сердца наблюдают смещение клапанов.

Знание топографии клапанов сердца способствует распознаванию обызвествлений их, что имеет практическое значение при хирургическом лечении приобретенных пороков, а также при исследовании больных, подвергшихся протезированию клапанов. Металлический каркас искусственных клапанов отчетливо виден при

обычном рентгенологическом исследовании.

Оценка морфологических особенностей сердца

Используя многоплоскостное исследование можно получить представление о форме, размерах и положении сердечно-сосудистой тени, которые в значительной мере обусловлены возрастными, половыми, конституциональными и индивидуальными особенностями. Анализ этих признаков с учетом данных клинического исследования позволяет отличить варианты нормы от патологических состояний.

Форма

Для определения формы сердца (рис. 243) используют прямую переднюю проекцию, по которой анализируют выраженность краеобразующих дуг сердечно-сосудистой тени и четкость разграничения каждой из них, особенно по левому контуру. При этом следует обращать внимание на степень дифференцированного изображения двух средних дуг: легочного ствола и ушка левого предсердия. В зависимости от степени выраженности краеобразующих дуг условно различают следующие варианты формы сердца: обычную, митральную, аортальную.

При *обычной форме* сердца наблюдают плавный переход дуг по левому контуру сердечно-сосудистой тени и провести четкую границу между ними не представляется возможным. Наиболее отчетливо определяется закругленность дуги аорты и левого желудочка, в основном наблюдаемая у нормостеников. Как вариант обычной формы сердца у детей иногда встречается *шаровидная форма*. Легочный ствол и ушко левого предсердия также образуют один плавный контур, но краеобразующие нижние дуги с обеих сторон (правое предсердие и левый желудочек) подчеркнуто закруглены и выбухают почти в одинаковой степени. Это обусловлено смещением правого предсердия правым желудочком вправо, развитие которого в детском возрасте происходит более интенсивно.

Митральная форма сердца характеризуется подчеркнутым выбуханием дуги легочного ствола. Поэтому по левому контуру сердца дифференцированно видны три дуги: аорта, легочный ствол, левый желудочек. Нередко протяженность и выбухание дуги легочного ствола несколько больше, чем аорты. Выраженность обеих дуг по правому контуру сердечно-сосудистой тени обычная. У подростков и лиц астенического телосложения наблюдают митральную форму сердца.

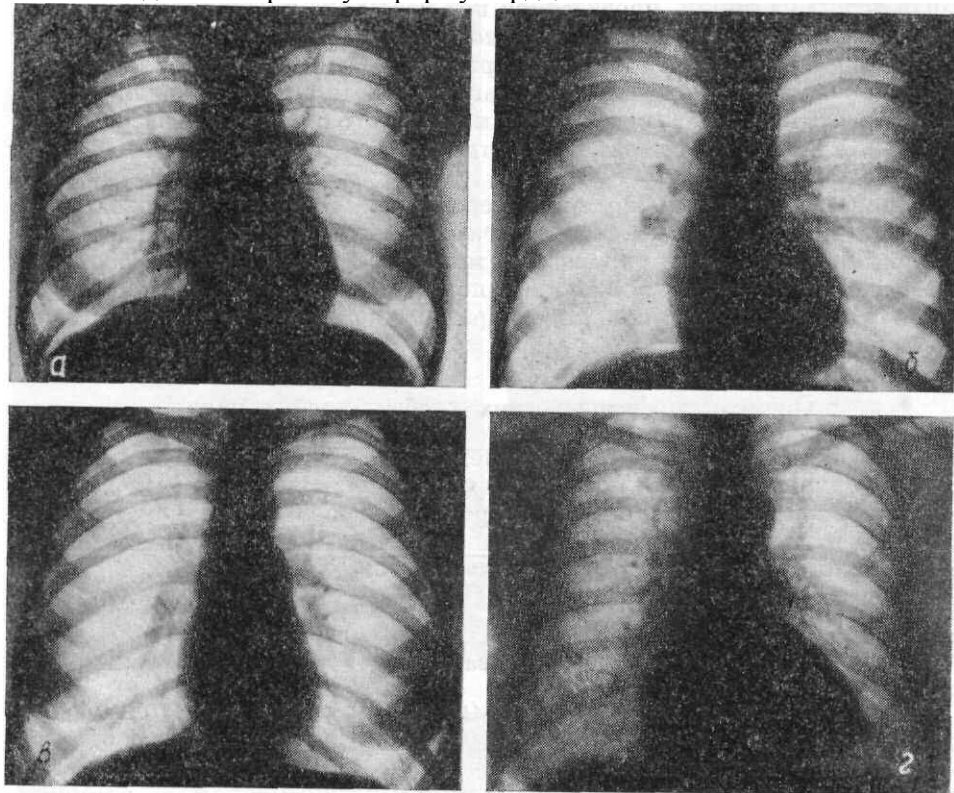


Рис. 243. Варианты формы сердца в прямой передней проекции. а - обычная; б — шаровидная; в — митральная; г — аортальная.

При *аортальной форме* — обе средние дуги проекционно укорочены и вогнуты, а дуга левого желудочка значительно выбухает влево и закруглена. Сердце на большем протяжении прилежит своей диафрагмальной поверхностью к диафрагме. Более отчетливо определяется изображение дуги аорты с выпуклостью ее контура, частично выявляется тень нисходящей аорты. В результате приподнятая верхушка сердца восходящая аорта, оттесняя верхнюю полую вену кзади, становится краеобразующей по правому контуру сосудистого пучка и образует выпуклую дугу. В таких случаях тень сосудистого пучка образована аортой: по правому контуру — восходящей, по левому — нисходящей. Образование аортальной конфигурации сердца связано с конституциональными особенностями и обусловлено более высоким положением диафрагмы и приподнятием вер-

хушки сердца, особенно у гиперстеников и людей с повышенной упитанностью.

Следует подчеркнуть, что описанные варианты формы сердца наблюдают не только в норме, но и при патологических процессах. Однако в норме в отличие от патологических состояний различные варианты формы сердца не сопровождаются морфологическими и функциональными изменениями.

Размеры

При рентгенологическом исследовании размеры сердца проекционно увеличены. Наиболее точно их можно определить на телерентгенограммах. Для определения величины сердца используют линейные, объемные и планиметрические измерения. Мы приводим лишь данные линейных измерений, наиболее часто применяемых в практике. Рентгенологические методики определения площади и объема сердца в виду сложности проводимых вычислений и неточности получаемых результатов не нашли широкого применения. Для определения размеров сердца и крупных сосудов (аорта, легочный ствол) используют все основные проекции. На основании многоплоскостного исследования можно судить о размерах сердечно-сосудистой тени в целом и уточнить степень увеличения каждого отдела сердца и сосудов в отдельности. О размерах сердца судят по протяженности и степени выбухания красеобразующих дуг, а также по отношению их к костным опорным пунктам.

При исследовании в прямой передней проекции такими костными ориентирами являются: срединная линия, проводимая на уровне остистых отростков позвонков; среднеключичная линия — вертикаль, опущенная из точки пересечения наружного контура тела I ребра с ключицей, грудные концы ключиц, правый контур тел грудных позвонков. При исследовании в косых проекциях ориентиром служат переднебоковые контуры позвоночного столба и грудной стенки; в боковой проекции — передняя поверхность позвоночного столба и задняя поверхность грудины.

Прямая передняя проекция используется для определения следующих линейных размеров (рис. 244).

Поперечный размер сердца представляет собой сумму перпендикуляров, восстановленных к срединной линии от наиболее выступающих точек красеобразующих дуг сердца — правого предсердия и левого желудочка ($Mr + MI$). *Длинник* сердца (L) — прямая, соединяющая правый предсердно-сосудистый и левый сердечно-диафрагмальный углы.

Хорда правого предсердия представляет линию, соединяющую предсердно-сосудистый и правый сердечно-диафрагмальный углы ($D - D_1$).

Хорда левого желудочка ($G - G_1$) — прямая, проведенная от границы между дугой левого желудочка к левому предсердию к левому сердечно-диафрагмальному углу.

Высота сердечной тени ($D - D_1$) — это отрезок перпендикуляра, опущенного от атриовазального угла к горизонтали, проведенной на уровне правого сердечно-диафрагмального угла. Иногда высота сердечной тени соответствует хорде правого предсердия. *Высота сосудистого пучка* ($D - A$) соответствует отрезку перпендикуляра, восстановленного от правого предсердно-сосудистого угла до горизонтальной

линии, проведенной на уровне верхнего контура дуги аорты. В норме независимо от формы сердца соотношение высоты тени сердца и сосудистого пучка равно 1:1. Изменение указанного соотношения свидетельствует об увеличении сердца или удлинении аорты.

Ширина сосудистого пучка ($AMr - AMl$) представляет сумму перпендикуляров, восстановленных к срединной линии от наиболее выступающих точек правого и левого контуров сосудистого пучка (аорты и верхней полой вены).

Степень выбухания легочного ствола (PA) — перпендикуляр, восстановленный к срединной линии от наиболее выступающей точки дуги легочного ствола. О степени расширения легочного ствола судят по формуле

$$\text{Мора} \left(\frac{PA \times 100}{\frac{1}{2} Tr} \right), \text{ где } Tr — \text{поперечный диаметр грудной клетки, про-}$$

веденный по горизонтали на уровне правого сердечно-диафрагмального угла. В норме это отношение у мужчин равно 18, у женщин — 21.

Сердечно-легочный коэффициент $\left(\frac{Mr + MI}{Tr} \right)$ представляет собой отношение поперечного размера сердца к поперечному размеру грудной клетки. В норме этот показатель у взрослых составляет 1:2; 1:2,1; 1:1,9 и позволяет косвенно судить о поперечном размере сердца.

Левая передняя косая проекция. Наиболее широко используют определение переднезаднего размера желудочков по методу Фрея. Телерентгенограмму выполняют в левой передней косой проекции с поворотом исследуемого на угол 45—50°. При таком повороте межжелудочковая перегородка расположена почти перпендикулярно к плоскости экрана и делит сердце примерно на две одинаковые части. На рентгенограмме межжелудочковая перегородка проецируется на уровне вертикальной линии, проведенной вниз от переднебоковой стенки трахеи соответственно ее раздвоению. Две прямые, восстановленные из наиболее выступающих точек красеобразующих дуг передней и задней поверхности сердца перпендикулярно к данной вертикали, соответствуют переднезаднему размеру правого и левого желудочка, причем размер левого желудочка немного больше

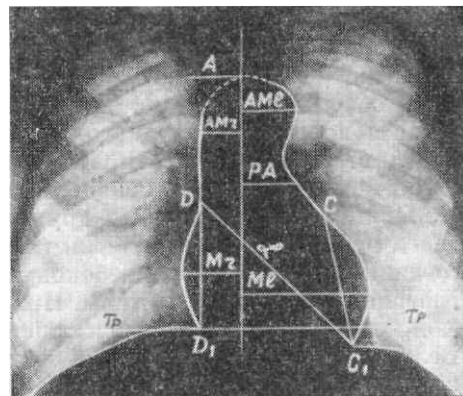


Рис. 244. Схематическое изображение основных размеров сердечно-сосудистой тени в прямой передней проекции. $Mr + MI$ — поперечный размер сердца; $D - D_1$ — длинник сердца; $D - D_1$ — хорда правого предсердия; $G - G_1$ — хорда левого желудочка; PA — легочный ствол; $AMr + AMl$ — ширина сосудистого пучка; DA — высота сосудистого пучка; Tr — поперечный размер грудной клетки.

правого (на 2—3 мм).

Поскольку расположение проекции перегородки зависит от правильности поворота исследуемого, во избежание ошибок следует пользоваться дополнительными ориентирами. Для этого проводят две горизонтальные линии: одну из них на уровне переднебоковой стенки трахеи, откуда восстанавливается вертикаль, другую на уровне наибольшего переднезаднего размера грудной клетки (косой размер грудной клетки). Эти линии соединяют правую переднебоковую поверхность грудной клетки и левые реберно-позвоночные суставы. При правильном повороте исследуемых указанные отрезки верхней и нижней прямых линий равны между собой. Величина каждого желудочка составляет четвертую часть косого размера грудной клетки. Переднезадний размер сердца и его высота в левой косой проекции равны.

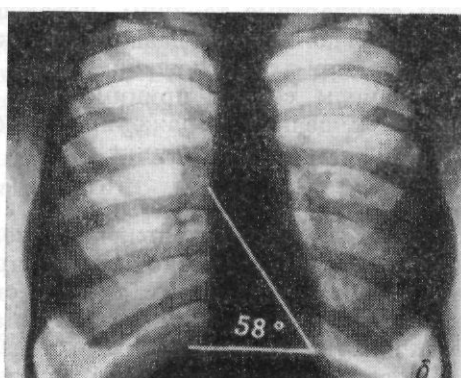
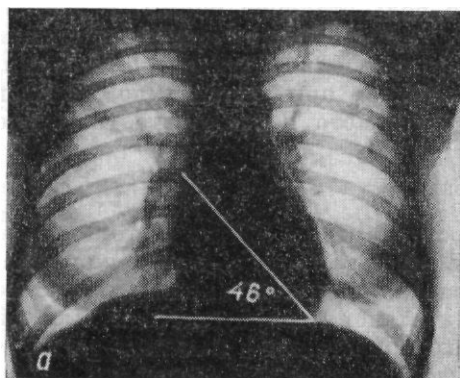
Левая боковая проекция. В левой боковой проекции определяется переднезадний или глубинный размер сердца, который соответствует прямой, проведенной по горизонтали на уровне наиболее выступающей точки задней поверхности сердца. На основании многочисленных измерений сердца было установлено, что величина сердца зависит от возраста, роста, веса, пола и телосложения. С учетом этих данных были составлены стандартные таблицы, играющие роль эталонов нормы. В настоящее время пользуются названиями указанных размеров и ориентировочным определением их соотношений, а не истинными линейными показателями. Размеры сердца принимают во внимание при диагностике пороков сердца, мышечных поражений и экссудативного перикардита, особенно при наблюдении в динамике.

Положение

Тень сердца расположена в полости грудной клетки асимметрично по отношению к срединной линии: примерно две трети ее поперечного размера находятся слева, одна треть — справа от срединной линии. Положение сердца в полости грудной клетки в значительной мере обусловлено высотой стояния куполов диафрагмы и степенью прилегания к ним диафрагмальной поверхности сердца. Для определения положения сердца при исследовании в прямой передней проекции измеряют так называемый угол наклона (или наклона) сердца. Последний образован длинником сердца и горизонтальной линией, проведенной на уровне левого сердечно-диафрагмального угла. Величина угла наклона сердца колеблется в пределах 30—60°. В зависимости от величины этого угла различают косое, вертикальное и горизонтальное положения сердца (рис. 245).

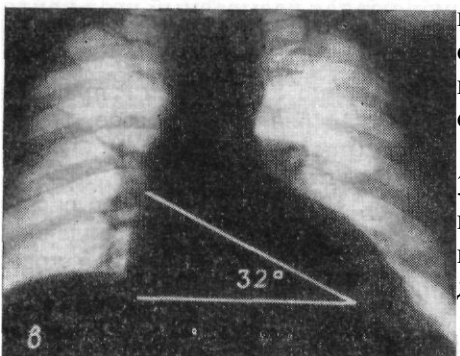
Косое положение сердца характеризуется углом наклона 43—48°; нередко сочетается с обычной формой сердца. Поперечный размер сердца относительно невелик, отношение Мг к МЛ равно 1 : 2; легочно-сердечный коэффициент составляет 1 : 2. При исследовании в левой передней косой проекции косо расположенное сердце приобретает шаровидную форму с почти одинаковой степенью закругленности передней и задней краеобразующих поверхностей. Сердце прилежит к диафрагме на небольшом протяжении, поэтому сердечно-диафрагмальные углы острые и глубокие. Этот наиболее часто встречающийся тип положения сердца наблюдают обычно у лиц нормостенического телосложения.

Вертикальное положение сердца отличается большим углом наклона, достигающим 49—60°. Вертикальное положение сочетается с митральной формой и отличается наименьшим поперечным размером и



большим длинником сердца; отношение Мг к МЛ — 1 : 1,8. Легочно-сердечный коэффициент составляет 2,2.

Рис. 245. Рентгенограммы сердца. Варианты положения: а — косое, б — вертикальное, в — горизонтальное.



Вертикально расположенное сердце соприкасается с диафрагмой на небольшом

протяжении, в силу чего сердечно-диафрагмальные углы подчеркнуты острые и глубокие, особенно слева. Вертикальное положение сердца встречают преимущественно у астеников, у лиц высокого роста, при опущении куполов диафрагмы.

Горизонтальное положение сердца характеризуется углом наклона 30—42°. При этом преобладает поперечный размер над длинником. Отношение Мг : МЛ как 1 : 2,3; легочно-сердечный коэффициент равен отношению 1 : 1,9. Форма сердца аортальная, верхушка приподнята над диафрагмой, сердце широко прилежит к диафрагме, сердечно-диафрагмальные углы менее заострены. При исследовании в левой передней косой проекции горизонтально расположенное сердце приобретает форму асимметричного овала с большей закругленностью задней поверхности сердца. В связи с этим переднезадний размер сердца преобладает над высотой. Ретрокардиальное пространство на уровне максимальной выпуклости дуги не превышает 1 см. Горизонтальное положение сердца наблюдают у гиперстеников, при ожирении, при высо-

ком стоянии куполов диафрагмы.

Среди крайних индивидуальных вариантов формы, размеров и положения сердца особое место занимает так называемое *капельное или висящее сердце* (рис. 245, б). Капельное сердце имеет малые размеры, в силу чего легочно-сердечный коэффициент увеличен, положение сердца подчеркнуто вертикальное, угол наклона приближается к 60°. форма митральная в результате выбухания и удлинения дуги легочного ствола. Капельное сердце является конституциональной особенностью лиц крайне астенического телосложения. Однако резкая выраженность капельного сердца граничит с патологией, так как в функциональном отношении такое сердце неполноценно.

Положение сердца в полости грудной клетки зависит также от положения тела и фазы дыхания. При переводе исследуемого из вертикального положения в горизонтальное отмечают приподнимание куполов диафрагмы. Это способствует более горизонтальному расположению сердца в полости грудной клетки и увеличению его поперечного размера в результате поворота сердца и смещения верхушки вверх.

При исследовании в вертикальном положении с наклоном туловища вправо или влево, а также при исследовании больных в латеропозиции на боку отмечается смещение сердечно-сосудистой тени в сторону от срединной линии на 2—3 см.

Кроме изменения положения сердца в полости грудной клетки, обусловленного различным положением тела исследуемого, отмечают смещение сердца и сосудов при многообразных патологических процессах в легких и деформациях грудной клетки. Например, при одностороннем процессе в легких, сопровождающемся объемным уменьшением (ателектаз, цирроз, состояние после пульмонэктомии), наблюдают перемещение сердечно-сосудистого пучка в сторону поражения, а при экссудативном плеврите — в здоровую сторону. Следует учитывать тот факт, что при различных патологических процессах, характеризующихся большой интенсивностью тени, сердечно-сосудистая тень полностью теряет дифференцированное изображение на стороне патологического процесса, в связи с тем бесконтрастные методики исследования не позволяют получить представление о состоянии сердца и крупных сосудов.

Распространенные средостенно-перикардальные сращения приводят к фиксации сердца в средостении и ограничивают его смещаемость при дыхании и изменении положения исследуемого.

Оценка функции сердца и крупных сосудов

При рентгенологическом исследовании сердца изучают преимущественно сократительную функцию миокарда. В некоторой степени можно судить о функции автоматизма, проводимости и возбудимости, которые более детально анализируют по данным электрокардиографии.

Функцию миокарда изучают при рентгеноскопии, а также по данным рентгенокимографии, рентгенофазокардиографии, электрокимографии и рентгенокинематографии.

Сокращения сердца. Рентгенологически о сократительной функции миокарда судят по амплитуде, частоте, ритму, скорости и силе сердечных сокращений. Оптимальные проекции для изучения сокращений сердца — прямая и левая передняя косая.

Пульсаторные движения сердца, определяемые рентгенологически, состоят из ряда компонентов: из систолических и диастолических сокращений миокарда, систолического смещения сердца с поворотом его вокруг своей оси, движений отдачи от грудной стенки, диафрагмы и печени. Вместе с тем в этом комплексе движений наиболее выражены собственные сокращения сердца, причем по величине и направлению движений краеобразующих контуров сердечно-сосудистой тени различают сокращения желудочков, предсердий и пульсацию сосудов.

Амплитуда сердечных сокращений определяется по перемещению краеобразующего контура сердца при систоле и диастоле и отражает тоническую и сократительную функцию миокарда. Сердечные сокращения наиболее отчетливо видны на уровне самого мощного отдела — левого желудочка. Поэтому, когда говорят об амплитуде сердечных сокращений, то судят о ней в основном по глубине сокращений левого желудочка. Амплитуда сердечных сокращений измеряется в мм и может быть средней (5—6 мм), глубокой (7—12 мм) и поверхностной (2—4 мм).

При исследовании в прямой передней проекции неизмененный левый желудочек сокращается с амплитудой около 5—6 мм, в левой передней косой — до 10 мм. Глубина сокращений правого желудочка примерно на одну треть меньше глубины сокращений левого желудочка и составляет около 3—4 мм. В момент систолического сокращения желудочков наблюдают смещение их краеобразующих контуров кнутри, в то время как аорта и легочный ствол, расширяясь, смещаются кнаружи. Амплитуда пульсации этих сосудов составляет приблизительно половину амплитуды соответствующих желудочков.

Сокращения левого и правого предсердий имеют небольшую амплитуду, в связи с чем при рентгеноскопии их определяют с трудом. Верхняя полая вена не пульсирует, лишь иногда заметны смещения ее контура в результате передаточной пульсации от восходящей аорты.

Частота сердечных сокращений характеризуется количеством сокращений в одну минуту и отражает состояние возбудимости миокарда. В зависимости от числа сердечных сокращений различают среднюю (60—70 сокращений в одну минуту), замедленную (менее 60 сокращений — брадикардия) и увеличенную частоту сокращений (более 70—80 сокращений — тахикардия). В норме у взрослых частота сердечных сокращений составляет 60—70 в 1 минуту, у детей — около 100.

Ритм сердечных сокращений отражает функции автоматизма, проводимости и возбудимости. Ритм обусловлен способностью миокарда без внешнего воздействия осуществлять сокращения, следующие друг за другом через одинаковые интервалы времени. По ритму сокращения сердца бывают ритмичными и аритмичными.

Скорость сердечных сокращений измеряется соотношением продолжительности систолы и диастолы. В норме продолжительность систолы меньше, чем диастолы. При сердечном цикле продолжительностью 0,8 секунды систола занимает 0,3 секунды, диастола — 0,5 секунды. Нарушения скорости сердечных сокращений могут идти по пути изменения соотношений диастолической и систолической фаз сердечного цикла (замедленные или ускоренные сердечные сокращения).

Сила сердечных сокращений характеризуется соотношением двух признаков: амплитуды и скорости сердечных сокращений. Сила сокращения прямо пропорциональна длине сердечных волокон перед началом сокращения и скорости сокращения. В связи с этим при усилении сердечных сокращений наблюдается увеличение амплитуды сокращений и более быстрая, энергичная систола при укороченной диастоле. Различают средние, усиленные и ослабленные сокращения. Таким образом, в норме сокращения сердца ритмичны, средней амплитуды, силы и частоты.

По характеру сокращений судят о работе сердца, систолическом или ударном объеме крови. Оценка сократительной функции миокарда и ритма при просвечивании субъективна, особенно при тахикардии, так как трудно определить истинную амплитуду сердечных сокращений.

Для объективной регистрации сократительной функции миокарда используют рентгенокимографию. В результате того, что краеобразующие дуги сердечно-сосудистой тени образованы различными анатомическими отделами, направления сокращения и амплитуда которых различны, на рентгенокимограмме образуются зубцы неодинаковой формы и величины. Анализ зубцов позволяет уточнить протяженность краеобразующих дуг сердечно-сосудистой тени.

Амплитуду сокращений измеряют от основания рентгенокимографического зубца до его вершины. Форма и величина зубцов в норме переменны. Наиболее типичная форма и средняя величина зубцов, протяженность краеобразующих дуг на рентгенокимограмме в передней и левой косой проекциях представлены на рис. 246 и рис. 247.

Величина амплитуды сердечных сокращений в значительной мере обусловлена функциональным состоянием миокарда, то есть его тонусом.

Тонус сердечной мышцы. Под тонусом миокарда подразумевают состояние сокращения сердечной мышцы в фазе ее относительного покоя, то есть диастолы. Тонус сердечной мышцы может быть нормальным, повышенным (гипертонус) и пониженным (гипотонус). Рентгенологически о тонусе сердечной мышцы судят по форме и величине каждой полости и тени сердца в целом, по степени изменения формы и положения сердца в различные фазы дыхания, а также по амплитуде сердечных сокращений. При нормальном тонусе сердечной мышцы определяется закругленность краеобразующих дуг сердца, дифференцированная видимость отдельных краеобразующих дуг, острые сердечно-диафрагмальные углы, средняя сила и амплитуда сердечных сокращений, небольшие изменения формы и размеров сердца при дыхании, в частности при глубоком вдохе.

Изменение формы и размеров сердца в зависимости от внутригрудного давления лежит в основе функциональных проб Вальсальвы и Мюллера, которые используются для уточнения тонической функции миокарда.

Пробу Вальсальвы осуществляют следующим образом. Исследуемый должен произвести максимальный вдох и попытаться выдохнуть при закрытой голосовой щели. При сохранении тонической и сократительной функций миокарда на высоте пробы (через 20—30 секунд после вдоха) при резком возрастании внутригрудного давления отмечается повышение прозрачности легких. В результате сдавления сосудов легких и полых вен поступление крови в сердце уменьшается, что сопровождается уменьшением размеров сердца и снижением амплитуды сердечных сокращений.

При пробе Мюллера исследуемый после максимального выдоха стремится вдохнуть при закрытой голосовой щели. Снижение внутригрудного давления приводит к переполнению сосудов легких и увеличению притока крови к сердцу. Размеры сердца увеличиваются по сравнению с исходными, особенно правая половина. Амплитуда сокращений правого предсердия и желудочка увеличивается, а левого желудочка и аорты — уменьшается. Особенно отчетливо определяется различие формы и размеров сердечно-сосудистой тени при пониженном тонусе сердечной мышцы.

О функциональном состоянии миокарда при дыхательных пробах Вальсальвы и Мюллера судят по описанным выше особенностям изменений сердца и по скорости восстановления исходного его состояния: чем быстрее наступает восстановление исходных данных, тем лучше функциональное состояние миокарда.

Применяя функциональные пробы следует учитывать, что они имеют диагностическое значение только при достаточной выраженности изменений. Нельзя малейшее изменение формы и размеров сердца на вдохе и выдохе объяснять нарушением тонической функции миокарда.

Повышение и понижение тонуса миокарда в значительной степени обусловлены развитием гипертрофии и дилатации сердечной мышцы. Хотя понятия повышение и понижение тонуса миокарда не вполне идентичны гипертрофии и дилатации, но они тесно связаны между собой. Рентгенологическое разграничение гипертрофии и дилатации нередко затруднено, тем более, что каждое из этих состояний редко встречается в изолиро-

ванном виде.

Гипертрофия миокарда — это утолщение мышечных волокон, сопровождающееся увеличением силы сердечных сокращений. Рентгенологически гипертрофия миокарда характеризуется закругленностью краеобразующих дуг сердца, преимущественно желудочков, заостренностью сердечно-диафрагмальных углов, отсутствием заметного увеличения размеров сердца, увеличением силы, а в ряде случаев и амплитуды сердечных сокращений. Гипертонус, сочетающийся с гипертрофией, характеризуется отсутствием изменений формы сердечно-сосудистой тени под влиянием глубокого вдоха, наблюдается в основном небольшое увеличение угла наклона сердца, в силу чего сердце принимает более вертикальное положение.

Дилатация сердечной мышцы — это растяжение и удлинение мышечных волокон в диастоле, приводящее к неизбежному увеличению отдельных полостей сердца или сердца в целом. Дилатация сопровождается нарушением тонической и сократительной функций миокарда и с клинической точки зрения означает недостаточность сердечной мышцы. В зависимости от степени поражения миокарда различают тоногенную (адапционную) и миогенную (необратимую) дилатацию, хотя рентгенологически эти состояния в ряде случаев разграничить трудно.

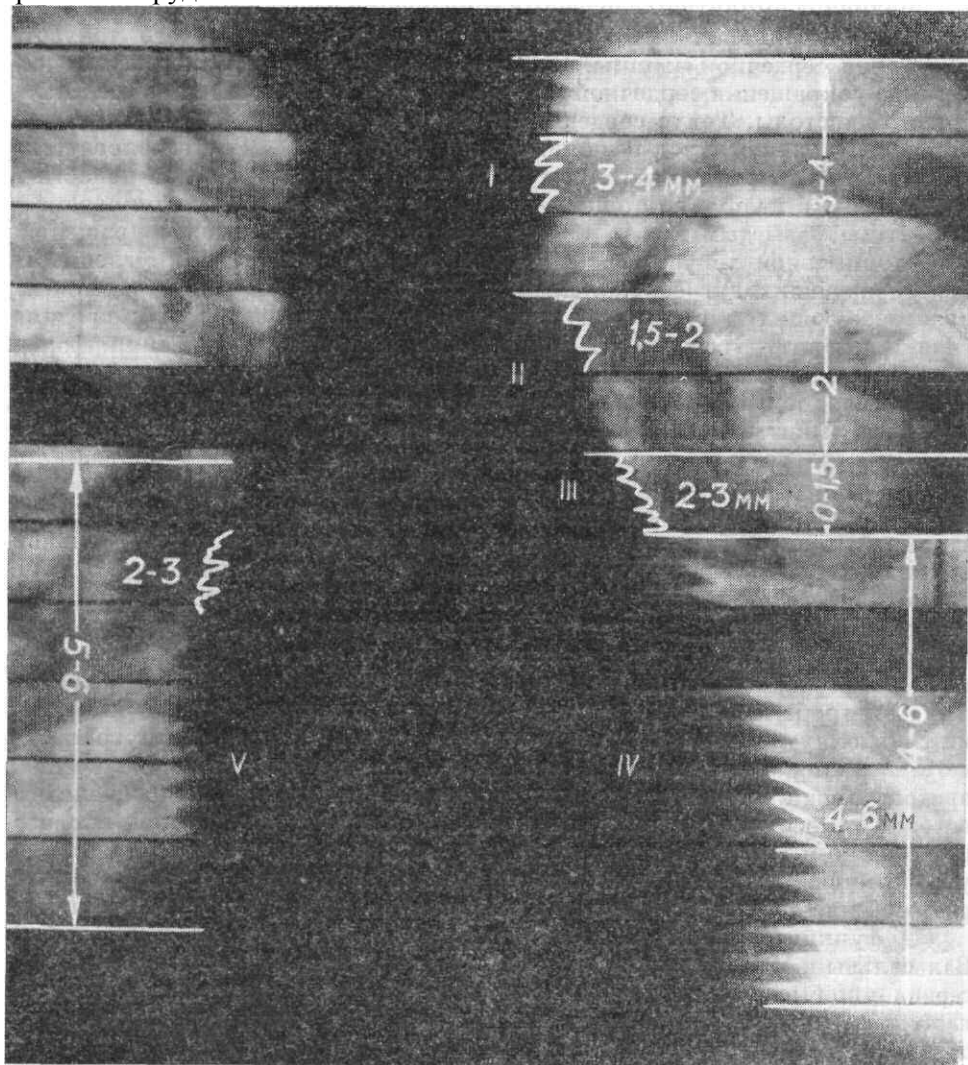


Рис. 246. Рентгенокинограмма сердца в прямой передней проекции. Обозначена форма зубцов различных отделов сердца, амплитуда сокращений в мм. Стрелками указана протяженность дуг, определяемая по количеству рентгенокинографических полос. I — аорта; II — легочный ствол; III — ушко левого предсердия; IV — левый желудочек; V — правое предсердие.

Тоногенная дилатация, как правило, предшествует гипертрофии или сочетается с ней и является обратимой. В рентгеновском изображении тоногенную дилатацию характеризуют увеличенные размеры сердца, преимущественно левого желудочка, которые в некоторых случаях бывают значительными. Однако при этом сохраняется сила и амплитуда сердечных сокращений. При ликвидации причины, вызывающей перегрузку сердечной мышцы, наблюдают восстановление нормальных размеров сердца.

Миогенная дилатация сопровождается снижением тонуса сердечной мышцы, значительным увеличением полостей сердца и нарушением сократительной функции миокарда. В рентгеновском изображении она, сочетаясь с гипотонией, характеризуется увеличением размеров сердца, сглаженностью краеобразующих дуг, широким прилеганием сердца к диафрагме, образованием прямых или тупых сердечно-диафрагмальных углов, нарушением сократительной функции миокарда, снижением амплитуды сердечных сокращений, значительными изменениями формы и размеров сердца при дыхательных пробах, особенно при выдохе. Угол наклона сердца при этом уменьшается, сердце принимает более горизонтальное положение. При наблюдении в дина-

мике эти признаки необратимы и, как правило, прогрессируют. Таким образом, гипертрофия отличается от миогенной дилатации повышением тонуса миокарда, отсутствием существенного увеличения размеров сердца, сохранением сократительной функции миокарда.

Влияние дыхания на сердце. При спокойном дыхании форма, размеры сердца и амплитуда сокращений при сохраненном тонусе миокарда на фазе вдоха и выдоха изменяются незначительно.

Глубокое дыхание сопровождается значительным изменением формы и размеров грудной клетки, положения диафрагмы, кровенаполнения легких, а также полостей сердца. Поэтому на фазе глубокого вдоха и выдоха заметны изменения формы и размеров сердца (рис. 248). Так, при глубоком вдохе в связи с расширением грудной клетки и опусканием диафрагмы увеличивается отрицательное внутриплевральное давление. Это способствует притоку крови в правую половину сердца, увеличению ударного объема правого желудочка и кровенаполнению легочных артерий. Приток крови в легочные вены и левое предсердие в этот момент уменьшен.

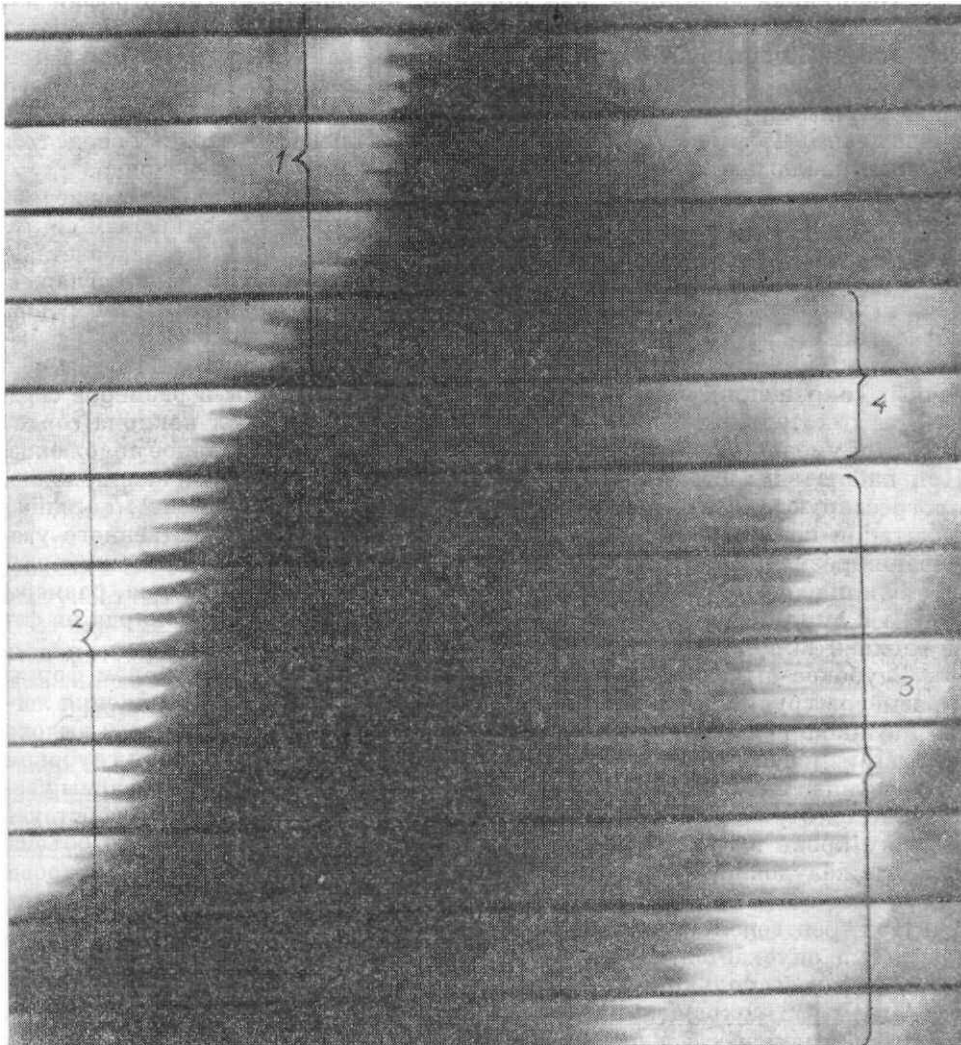


Рис. 247. Рентгенокимограмма сердца в левой передней косой проекции. Определяется амплитуда сокращений обоих желудочков и восходящей аорты. 1 — восходящая аорта; 2 — правый желудочек; 3 — левый желудочек; 4 — левое предсердие.

При рентгенологическом исследовании в момент глубокого вдоха диафрагма опускается, прозрачность легких повышается, сердце смещается книзу и несколько вправо, сосудистый пучок удлиняется и суживается. Амплитуда сокращений правого предсердия, желудочка и легочного ствола увеличивается, а левого желудочка и аорты уменьшается.

Глубокий выдох сопровождается уменьшением объема грудной клетки и усиленным притоком крови к левой половине сердца. При рентгенологическом исследовании в момент глубокого выдоха диафрагма приподнимается, прозрачность легких понижается. Сердце при этом смещается вверх и влево, поперечный размер его увеличивается, сосудистый пучок укорачивается и расширяется, амплитуда сокращений левого предсердия, желудочка и аорты увеличивается.

Сердце изменяется в течение всей жизни человека. Наиболее значительные перемены происходят сразу после рождения ребенка. Это объясняется различным типом кровообращения плода и новорожденного.

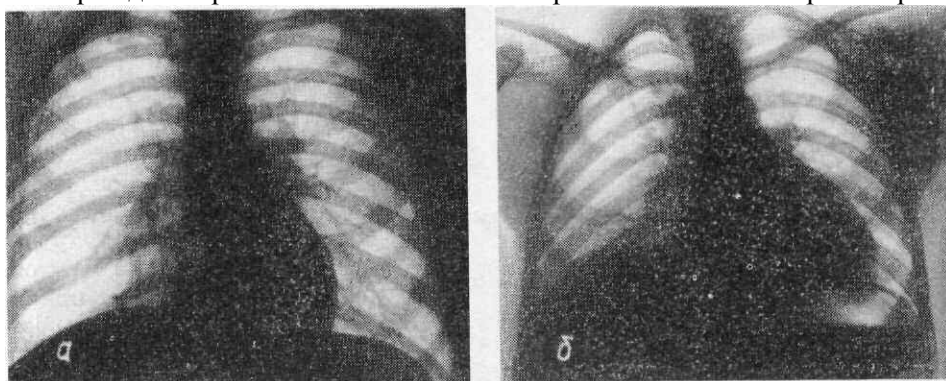


Рис. 248. Рентгенограммы сердца в прямой передней проекции при различных фазах дыхания. Изменение размеров, формы и положения сердца при вдохе (а) и выдохе (б).

У плода происходит смешение артериальной и венозной крови в результате открытого овального отверстия межпредсердной перегородки и артериального протока, соединяющего легочную артерию с аортой. В связи с тем, что легкие у плода не функционируют, большая часть крови поступает из правого желудочка через артериальный проток в аорту. Поэтому правый желудочек у плода несет большую нагрузку и толщина стенок обоих желудочков почти одинакова, легочный ствол шире аорты. Описанные особенности сохраняются и у новорожденных.

Сразу после рождения ребенка овальное отверстие закрывается, полная облитерация его происходит в течение первого года жизни. В связи с функционированием легких прекращается кровоток через артериальный проток, который облитерируется в течение 1—6 месяцев, превращаясь в артериальную связку. Это приводит к полному разобщению большого и малого круга кровообращения.

Форма сердца новорожденных вариабельна: овальная, округлая, шаровидная. У детей после 8 лет и у подростков, в результате поворота сердца справа налево, форма сердца нередко митральная вследствие выбухания легочного ствола. Индекс Мора колеблется от 31 до 41%.

Размеры сердца у новорожденных и детей первого года жизни относительно велики, особенно большие размеры имеют предсердия и правый желудочек. Поперечный размер сердца преобладает над его длинником. Сосудистый пучок у детей широкий и короткий (рис. 249). Сердечно-легочный коэффициент уменьшен до 1 : 1,8, 1 : 1,7.

Положение сердца у новорожденных чаще горизонтальное. С 2—3-летнего возраста преобладает косое положение сердца (рис. 250). С 5—6 лет грудная клетка постепенно удлиняется, диафрагма опускается, сердце принимает более вертикальное положение, сердечно-сосудистый пучок удлиняется. Это особенно отчетливо определяется у подростков.

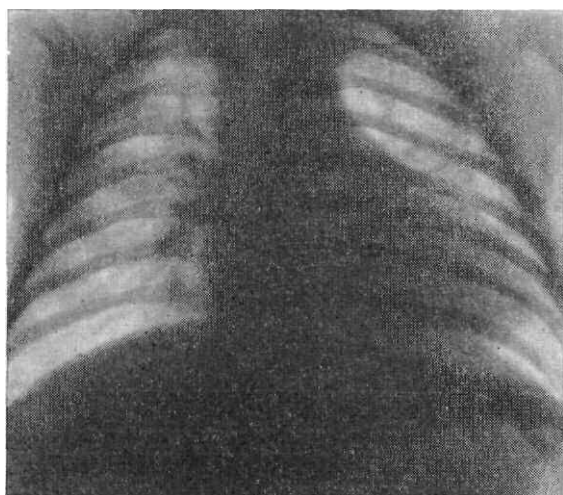


Рис. 249. Прямая задняя рентгенограмма органов полости грудной клетки ребенка двух месяцев.

Сердце расположено горизонтально. Форма аортальная. Размеры его относительно велики. Сосудистый пучок короткий и широкий.

Краеобразующие дуги сердечно-сосудистой тени. При исследовании в прямой проекции у новорожденных и детей первого года жизни по контурам сердечно-сосудистой тени с обеих сторон различают по две дуги. По правому контуру верхняя дуга образована верхней полую веной, нижняя — правым предсердием. По левому контуру краеобразующей вверху является аорта, а внизу левый желудочек. В связи с горизонтальным положением сердца и большими размерами правого желудочка в образовании верхушки сердца принимают участие оба желудочка, а иногда только правый.

Сосудистый пучок у детей часто перекрывается гиперплазированной вилочковой железой и не получает дифференцированного изображения. По этой же причине ретростеральное пространство в боковой проекции сужено или затемнено. С ростом ребенка и уменьшением размеров вилочковой железы ретростеральное пространство постепенно увеличивается.

На 2-м году жизни по левому контуру сердца между аортой и левым желудочком появляется небольшая дуга легочного ствола, протяженность и степень выбухания которой постепенно увеличиваются. Это создает у детей школьного возраста митральную конфигурацию сердца. К 5—6 годам книзу от дуги легочного ствола дифференцируется уплощенная дуга ушка левого предсердия, длиной до 1 см, которая характеризуется более слабой пульсацией, чем левый желудочек и легочный ствол. Сокращения сердца в детском возрасте, особенно грудном и младшем, отличаются большей частотой и меньшей амплитудой. Во время исследования частота сокращений у детей может нарастать.

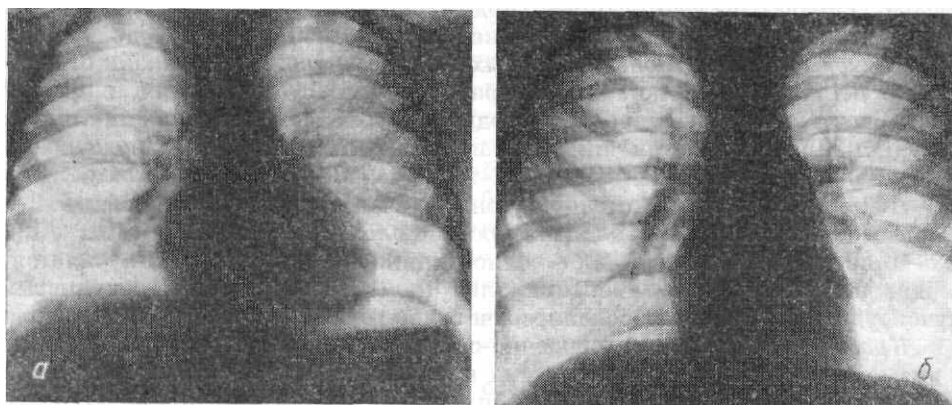


Рис. 250. Прямые передние рентгенограммы органов полости грудной клетки детей. а — 3 года, форма сердца обычная, положение косое; б — 12 лет. форма сердца митральная, удлинение и выбухание дуги легочного ствола, положение сердца косое.

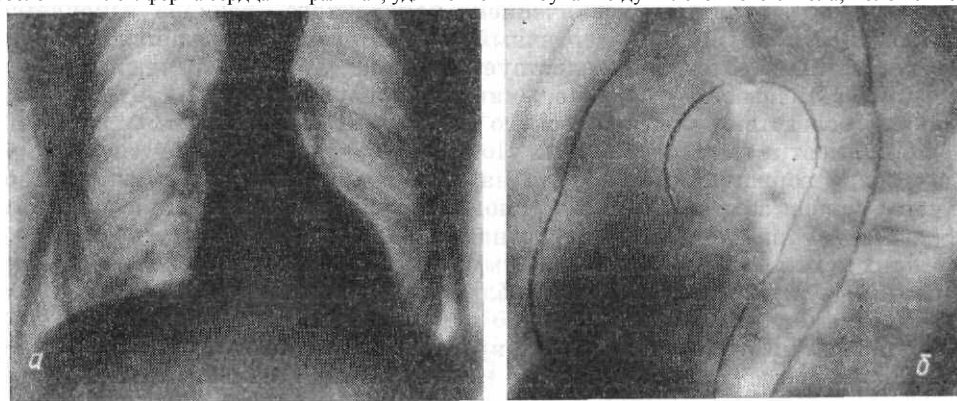


Рис. 251. Рентгенограммы органов полости грудной клетки в прямой (а) и левой передней косой (б) проекциях. Старческий возраст. Аортальная форма сердца, низкое расположение предсердно-сосудистого угла, сосудистый пучок удлинен, аорта неравномерно обызвествлена.

К 15—16 годам сердце по форме, размерам и протяженности краеобразующих дуг приближается к сердцу взрослого.

После 30—40 лет в результате нарушения жирилопидного и солевого обмена происходит накопление липидов и солей кальция в стенках венечных сосудов. Это ведет к нарушению кровоснабжения миокарда и его гипоксии. В одних мышечных волокнах сохраняется гипертрофия, в других возникает атрофия с заменой их соединительной тканью. В связи с этим снижается тоническая и сократительная функция сердца.

При старении в стенке аорты происходит замена эластических волокон соединительной тканью. Нарушение минерального и солевого обмена способствует отложению солей кальция в среднем и внутреннем слоях аорты и артерий, что является причиной повышения систолического и диастолического давления в сосудах и сопровождается увеличением нагрузки на левый желудочек сердца. Стенка аорты становится менее эластичной, в связи с чем ширина аорты, особенно восходящей, равномерно увеличивается. Под влиянием тока крови, в результате потери эластичности стенки сосуда происходит расширение, удлинение и разворот аорты.

В рентгеновском изображении у лиц пожилого и старческого возраста (рис. 251) наблюдают увеличение сердца, преимущественно за счет левого желудочка. Соотношение Mr и MI изменяется в пользу левого отрезка прямой, определяющей поперечный размер сердца.

Наряду с увеличением поперечного размера изменяется длинник сердца. Легочно-сердечный коэффициент уменьшается, особенно у женщин. Это свидетельствует о том, что поперечный размер сердца увеличивается по отношению к поперечному размеру грудной клетки вследствие более высокого расположения диафрагмы и уменьшения высоты грудной клетки. Положение сердца становится преимущественно горизонтальным, угол наклона постепенно уменьшается, верхушка сердца закругляется и приподнимается над левым куполом диафрагмы. Форма сердца аортальная с подчеркнутой вогнутостью двух средних дуг слева и более выраженным выбуханием дуги аорты и левого желудочка. Однако в ряде случаев наблюдают сглаженность или даже небольшое выбухание дуги легочного ствола. Предсердно-сосудистый угол расположен низко. Сердце более широко прилежит к диафрагме, сердечно-диафрагмальные углы становятся менее острыми и даже прямыми, что свидетельствует о снижении тонической функции миокарда. Амплитуда сердечных сокращений уменьшается, особенно в области верхушки сердца.

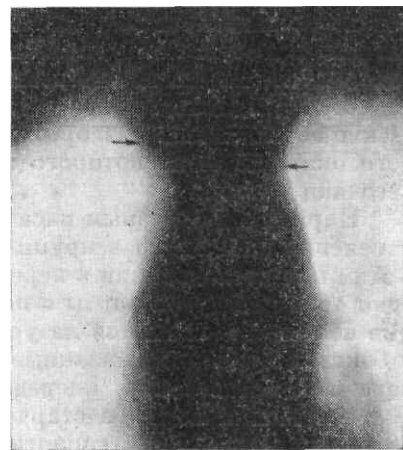


Рис. 252. Фрагмент томограммы средостения. Плечеголовые стволы помечены стрелками.

Рентгенологические изменения аорты у лиц пожилого и старческого возраста характеризуются увеличением поперечного размера и удлинением аорты, дуга которой может достигать уровня грудино-ключичных суставов, разворотом, усилением интенсивности тени и неоднородностью структуры из-за известковых отложений. Более отчетливо известь определяется на уровне дуги аорты. Это характеризуется появлением дугообразного сплошного или прерывистого обызвествления по ее контуру. Нередко в результате уплотнения стенки аорты или кальциноза отчетливо видна вся грудная аорта. Вследствие разворота аорты при исследовании в передней проекции она становится краеобразующей с обеих сторон, восходящая — справа, нисходящая — слева от срединной линии. При этом увеличивается поперечный размер сосудистого пучка. Значительное расширение срединной тени, обусловленное аортой, иногда ошибочно принимают за опухоль средостения. Расширение и разворот дуги аорты приводит к смещению трахеи вправо и некоторому сдавлению ее, что не следует принимать за патологический процесс. Расширенная дуга аорты смещает вправо и кзади пищевод, сдавливает его, что иногда сопровождается дисфагией. В результате удлинения по ходу нисходящей аорты образуются дополнительные изгибы, выявляемые рентгенологически, которые ошибочно могут расцениваться как паравертебрально расположенные патологические образования. Разворот аорты сопровождается увеличением аортального окна, на фоне которого иногда видна уплотненная и расширенная легочная артерия.

Наряду с диффузным расширением и уплотнением аорты, идентичные изменения наблюдают в крупных сосудах, отходящих от ее дуги. В связи с этим при исследовании в передней проекции плечеголовые стволы образуют тень над дугой аорты с подчеркнутыми вогнутыми контурами, которые постепенно теряются на уровне ключиц (рис. 252). При исследовании в боковой проекции указанные сосуды частично затемняют верхний отдел переднего средостения, кпереди от трахеи.

Пульсация аорты в старческом возрасте ослаблена, а иногда почти не определяется. Рентгенологически провести грань между возрастными особенностями и патологическими изменениями аорты (атероматоз, атеросклероз) без учета клинических данных невозможно.