

Средостение: общие сведения и нормальная анатомия

У. Ричард Вэбб

КТ широко используется для диагностики новообразований средостения и патологии расположенных в нем сосудов (например, аневризмы аорты). Необходимость проведения КТ возникает главным образом в двух ситуациях.

В первом случае патологические изменения средостения выявляются у пациента при рентгенографии; при этом КТ почти всегда является предпочтительным методом визуализации. У пациентов с выявленным на рентгенографии новообразованием КТ позволяет подтвердить факт его наличия (изменения контуров средостения на рентгенограммах не всегда соответствуют реально существующей патологии); уточнить локализацию и взаимоотношения с окружающими, в том числе сосудистыми, структурами; выявить сопутствующие изменения; определить структуру новообразования как солидную, кистозную, сосудистую, усиливающуюся, кальцинированную, неомогенную или жировую. Несмотря на то что КТ может не дать точного ответа на вопрос о природе новообразования, это исследование способствует значительному сокращению дифференциально-диагностического ряда, что, в свою очередь, позволяет определиться со следующим шагом, будь то биопсия, медиастиноскопия, ангиография или отсутствие действия.

Во втором случае КТ средостения проводится у пациента с нормальной рентгенографической картиной, но с клиническими признаками заболевания средостения. Так, у больных раком легких при проведении КТ часто выявляют медиастинальные лимфатические узлы, которые остаются незамеченными на рентгенограммах. Другим примером могут служить пациенты с миастенией, которая приблизительно в 15% случа-

ев ассоциирована с тимомой, выявляемой на КТ и не определяющейся на рентгенограммах.

НОРМАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ СРЕДОСТЕНИЯ

Средостение представляет собой пространство, расположенное между легкими, покрытое по бокам медиастинальной плеврой, ограниченное спереди грудиной и передней грудной стенкой, сзади — позвоночником и задней грудной стенкой. Средостение содержит в себе сердце, крупные сосуды, трахею, пищевод, вилочковую железу, жировую ткань и множество лимфатических узлов, сгруппированных в определенных областях. Многие из этих структур могут быть надежно идентифицированы при проведении КТ по их расположению, внешнему виду и плотности.

Для удобства интерпретации данных КТ средостение может быть условно поделено на три почти равные части, причем каждая из них у взрослого человека при проведении КТ представлена приблизительно 15 прилежащими срезами толщиной 5 мм. В связи с отсутствием общепринятых анатомических названий их можно обозначить так.

1. *Супрааортальная часть средостения:* от верхней апертуры грудной клетки до верхушки дуги аорты.
2. *Субаортальная часть средостения:* от дуги аорты до верхнего края сердца.
3. *Паракардиальная часть средостения:* от уровня сердца до диафрагмы.

В каждом из этих отделов у каждого пациента последовательно должны оцениваться определенные структуры. Описание нормальной анатомии, представленное ниже, нельзя назвать

исчерпывающим, тем не менее оно затрагивает наиболее важные структуры средостения. С опытом круг оцениваемых структур может расширяться; главной же целью данной главы является представление общего подхода к визуализации средостения.

Супрааортальная часть средостения

Оценку этой части средостения лучше всего начинать с выявления *трахеи* (рис. 2.1, А). Трахею можно легко распознать на томограммах по содержащемуся в ней воздуху, а также благодаря тому, что она пересекает плоскость сканирования почти под прямым углом и имеет на изображениях округлую или овальную форму. Она располагается относительно центрально в средостении как по фронтальной, так и по сагиттальной оси, что делает ее удобной опорной точкой. Множество других структур средостения демонстрируют устойчивое расположение относительно трахеи. Если вы не можете найти трахею на томограммах в этой части средостения, я предложу вам не читать далее.

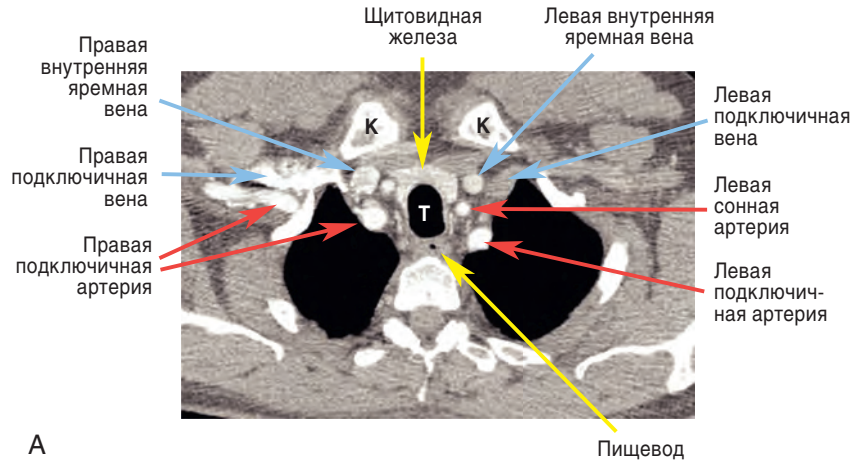
На уровне верхней апертуры грудной клетки или рядом с ней средостение имеет относительно небольшие размеры в сагиттальной плоскости. На этом уровне *пищевод* лежит позади трахеи (рис. 2.1), однако в зависимости от расположения трахеи относительно позвоночника пищевод может быть смещен в ту или иную сторону, чаще влево. Пищевод, как правило, находится в спавшемся состоянии и имеет на КТ-изображениях уплощенную форму и мягкотканную плотность. Однако иногда в его просвете можно визуализировать небольшое количество воздуха или жидкости. В супрааортальной части средостения легко распознать крупные артериальные ветви дуги аорты и магистральные вены. На уровне верхней апертуры грудной клетки сбоку и кпереди относительно остальных сосудов, непосредственно за головками ключиц, располагаются *плечеголовые вены* (см. рис. 2.1, А, Б). В то время как их размеры могут варьировать у разных пациентов, расположение является относительно постоянным. Крупные артериальные стволы (безымянная, левая сонная и левая подключичная артерии) располагаются позади вен и прилежат к передней и боковым поверхностям трахеи. Они могут

быть надежно идентифицированы по своему расположению.

Ниже апертуры грудной клетки кпереди от ветвей аорты левая плечеголовая вена пересекает средостение слева направо (см. рис. 2.1, В) и сливается с правой плечеголовой веной, тем самым формируя *верхнюю полую вену* (ВПВ) (см. рис. 2.1, В–Д). *Левая подключичная артерия* располагается сзади, прилегая к левой поверхности трахеи на уровне 3–4 ч условного циферблата. *Левая сонная артерия*, положение которой довольно вариабельно, как правило, располагается спереди от левой подключичной на уровне 1–2 ч условного циферблата. *Безымянная артерия* обычно лежит кпереди и правее трахеи (на уровне 11–12 ч условного циферблата), однако ее расположение значительно варьирует на разных уровнях и у разных пациентов.

Вблизи места отхождения от дуги аорты безымянная артерия обычно имеет овальное сечение и несколько превосходит остальные ветви аорты по размерам. На более высоких уровнях сечение безымянной артерии может иметь овальную или эллиптическую форму вследствие изменения ориентации сосуда или разветвления на правую подключичную и правую сонную артерии. Безымянная артерия может быть довольно извитой и в этом случае иметь на изображениях двойное сечение, если оба отрезка U-образной части сосуда попадают в одну плоскость среза. В случае возникновения каких-либо сомнений при идентификации безымянной артерии ее можно проследить от устья до точки выхода из грудной клетки.

Помимо крупных сосудов, трахеи и пищевода в супрааортальной части средостения визуализируется не так много структур. Среди них — единичные лимфатические узлы, иногда выявляемые на этом уровне, а также мелкие сосуды, главным образом внутренние грудные вены. У некоторых пациентов в супрааортальную часть средостения может проникать *щитовидная железа*, правая и левая доли которой могут располагаться по обе стороны от трахеи. Подобное распространение не следует трактовать как проявление патологического увеличения щитовидной железы или загроудинного зоба. Щитовидную железу на КТ-изображениях легко отличить от остальных структур благодаря относительно высокой плотности (вследствие содержания йода).

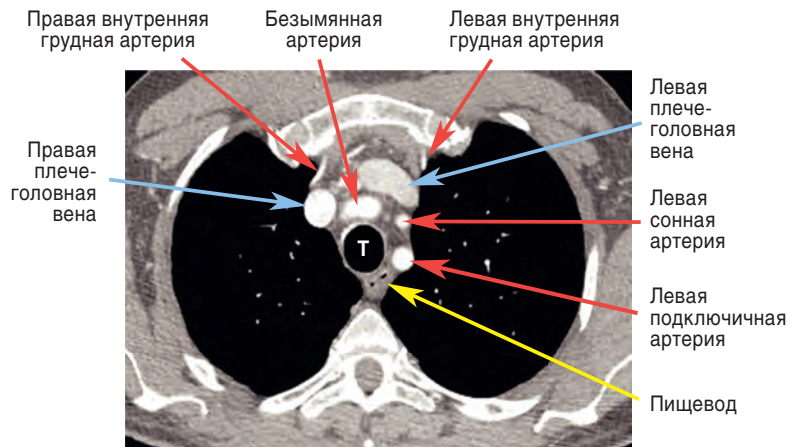


А

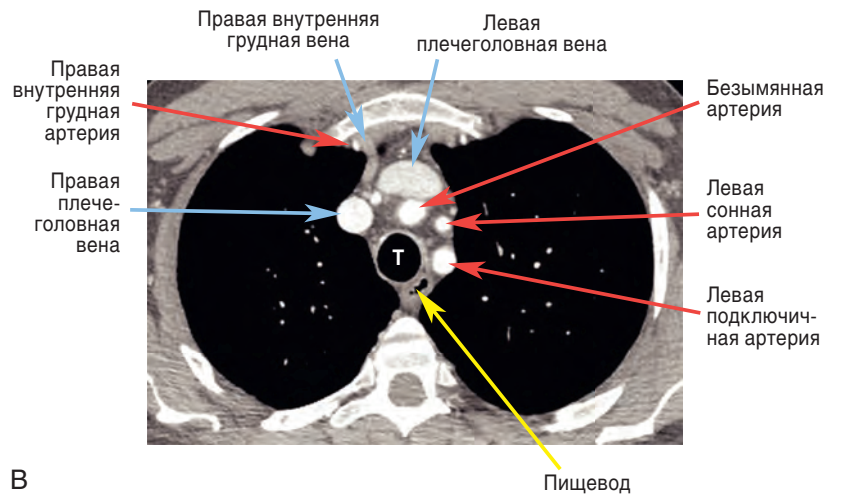
РИС. 2.1. Супраорбитальная часть средостения.

Компьютерная томография с контрастным усилением, толщина среза 1,25 мм. А. В области верхней апертуры грудной клетки четко прослеживаются трахея (Т) и расположенный позади и немного левее нее пищевод с наличием воздуха в его просвете. Правая и левая подключичные и внутренние яремные вены расположены по обе стороны от них и более вентрально, позади ключиц и их головок (К). Также на этом уровне в подмышечной впадине визуализируются подмышечные вены. По обе стороны от трахеи пролегают магистральные артерии (правая сонная, правая подключичная, левая сонная, левая подключичная). По передней и боковым поверхностям трахеи располагается щитовидная железа, гиперденсивная относительно остальных мягкотканых структур за счет содержания йода. Б. Немного ниже уровня А вентрально прослеживаются брахиоцефальные вены. Крупные ветви аорты залегают позади левой плечеголовой вены. Наиболее дорсально расположенная левая подключичная артерия располагается сбоку от левой поверхности трахеи, на уровне 3–4 ч, примыкая к медиастинальной плевре. Обычно переменная по расположению левая сонная артерия определяется спереди от левой подключичной, на уровне 2 ч. Безымянная артерия располагается, как правило, спереди и правее срединной линии трахеи. С обеих сторон визуализируются внутренние грудные артерии. В. Ниже уровня Б левая плечеголовая вена пересекает средостение слева направо, в то время как подключичная, сонная и безымянная артерии сохраняют свое относительное расположение. Правая внутренняя грудная вена визуализируется в месте своего отхождения от правой плечеголовой вены. Контрастированные внутренние грудные артерии прослеживаются сбоку от внутренних грудных вен с обеих сторон. В просвете пищевода определяется небольшое количество воздуха.

Б



В



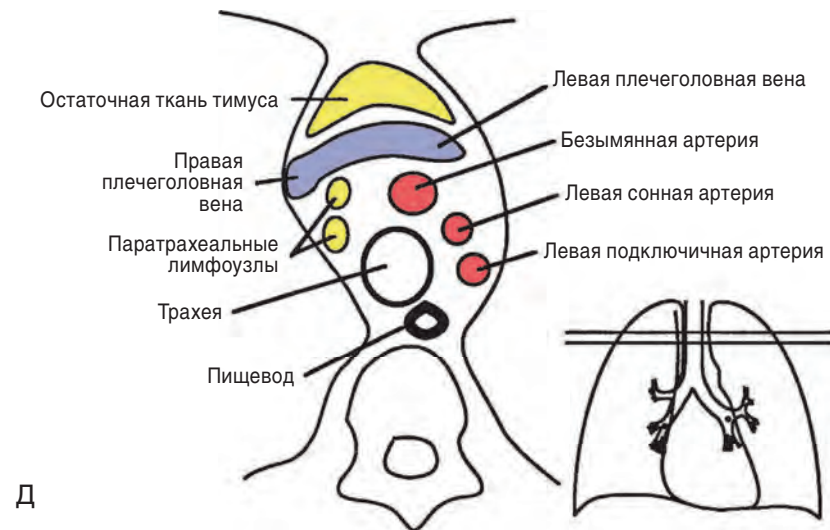
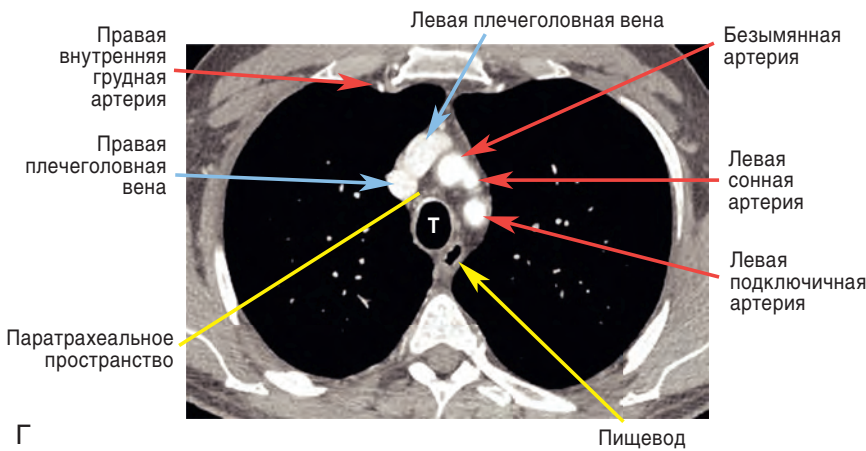


РИС. 2.1. Окончание. Г. Ниже уровня В сливающиеся правая и левая плечеголовные вены образуют верхнюю полую вену. Четко прослеживаются крупные ветви аорты. Между трахеей и сосудами располагается паратрахеальное пространство, заполненное жировой клетчаткой. Д. Схематичное изображение супраоральной части средостения на уровне Г. Указана локализация паратрахеальных лимфатических узлов и остаточной паренхимы тимуса, четко не определяющихся на изображении Г. Горизонтальными линиями обозначен приблизительный уровень сканирования, соответствующий изображению Г.

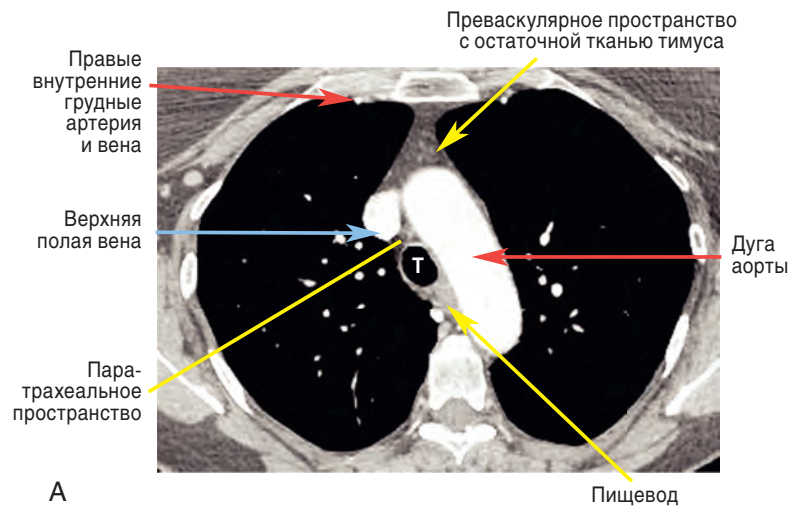
Субаортальное средостение

Субаортальная часть средостения, как и супрааортальная, у взрослых при проведении КТ представлена приблизительно 15 смежными срезами толщиной 5 мм, проведенными от уровня дуги аорты до верхней границы сердца (рис. 2.2). В отличие от супрааортальной части, содержащей главным образом ветви аорты и корни ВПВ, субаортальная часть средостения включает сами магистральные сосуды, такие как аорта, ВПВ и легочные артерии. Также в ней содержится большинство наиболее важных групп лимфатических узлов, изменения которых встречаются при раке легкого, инфекционных заболеваниях, саркоидозе или лимфоме. Другими словами, именно на этом уровне при проведении КТ чаще всего можно выявить патологические изменения.

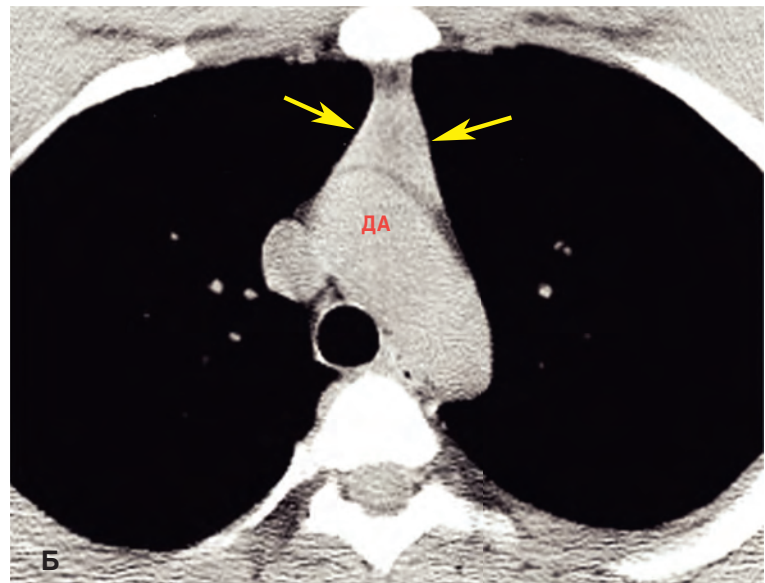
На некоторых основных уровнях субаортального средостения необходимо остановиться более подробно.

Уровень дуги аорты

Найти дугу аорты на изображениях верхних отделов субаортального средостения не представляет сложности благодаря ее характерному, хотя и несколько вариабельному внешнему виду (см. рис. 2.2, А). Передний отрезок дуги аорты располагается спереди от трахеи, собственно дуга находится левее трахеи, а задний ее отрезок обычно лежит впереди и сбоку от позвоночного столба. Обычно диаметры дуги аорты приблизительно равны в передней и центральной ее частях, в то время как задний отрезок, как правило, несколько меньше. Расположение переднего



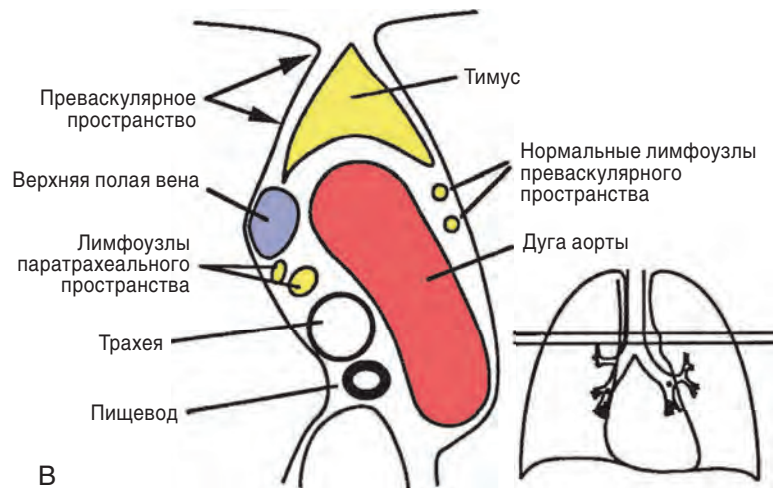
А



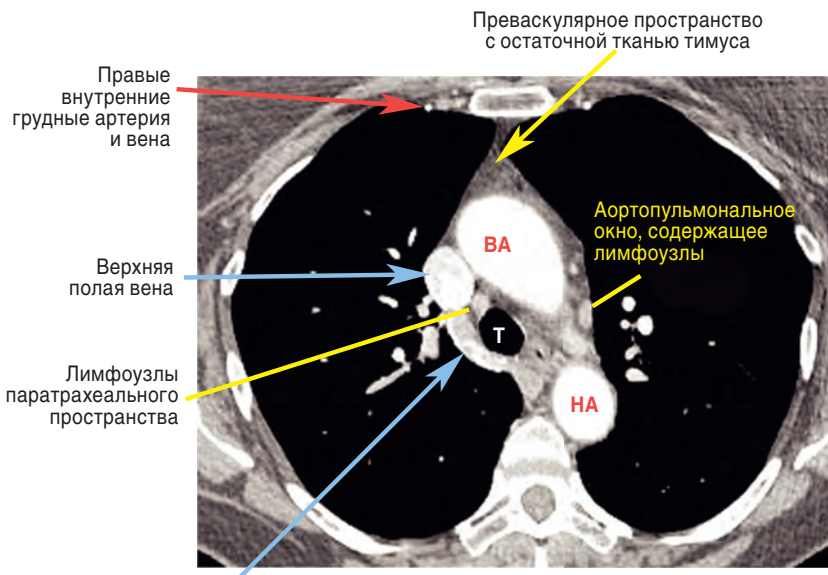
Б

РИС. 2.2. Субаортальная часть средостения.

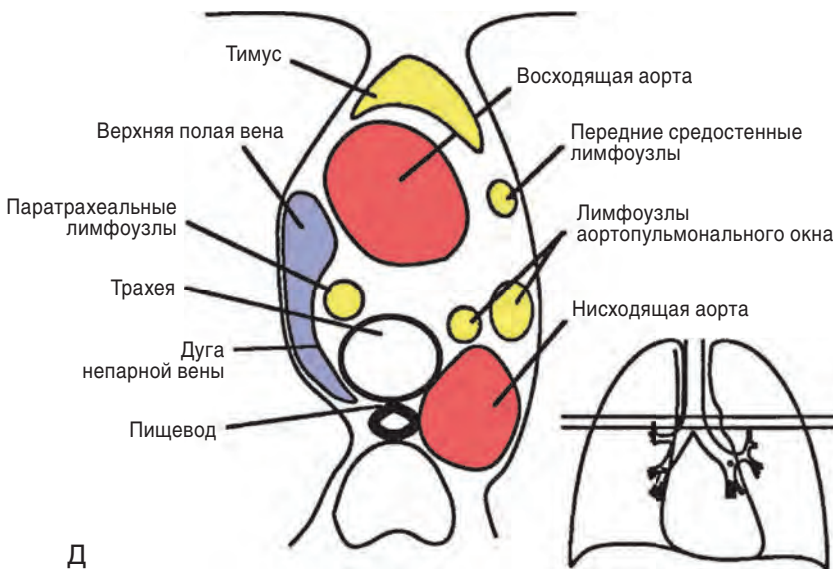
Компьютерная томография с контрастным усилением, толщина среза 1,25 мм. Уровень дуги аорты. А. Дуга аорты, передние отделы которой располагаются спереди от трахеи (Т), направляется левее, пролегая в задней части спереди и сбоку от позвоночного столба. Верхняя полая вена прилегает к медиастинальной плевре, совместно с дугой аорты ограничивая передние отделы паратрахеального пространства. Преваскулярное пространство расположено спереди от магистральных сосудов и содержит тимус, паренхима которого в значительной степени замещена жировой тканью у данного пациента. Б. Пациент, 21 год. Нормальная паренхима вилочковой железы, обладающая мягкотканной плотностью (*стрелки*), занимает большую часть преваскулярного пространства. Тимус отделен от дуги аорты (ДА) прослойкой жировой ткани. В. Схематичное изображение средостения на уровне дуги аорты



В



Г Дуга непарной вены



Д

РИС. 2.2. Продолжение. Уровень непарной вены и аортопульмонального окна. Г. На данном уровне дуга непарной вены примыкает к правой медиастинальной плевре и образует боковую границу паратрахеального пространства, сливаясь с верхней полой веной. Жировая ткань, определяющаяся в пространстве между дугой аорты и легочным стволом, относится к аортопульмональному окну, содержащему, как и паратрахеальное пространство, лимфатические узлы. ВА — восходящая аорта; НА — нисходящая аорта; Т — трахея. Д. Схематичное изображение средостения на уровне непарной вены и аортопульмонального окна

и заднего отрезков дуги аорты может отличаться от вышеописанного при наличии атеросклероза и извитости аорты; у пациентов с извитостью аорты передняя часть дуги смещена кпереди и вправо, а задняя — больше сбоку и кзади, располагаясь слева от позвоночника.

На этом уровне *ВПВ* визуализируется спереди и справа от трахеи и имеет чаще всего овальное сечение (см. рис. 2.2, А–В). Пищевод выглядит так же, как и в супрааортальной части средостения, однако положение его вариабельно. Чаще

всего он лежит несколько слева от средней линии трахеи (и, разумеется, позади него).

Треугольное пространство с вершиной, обращенной вперед, ограниченное дугой аорты слева, *ВПВ* и медиастинальной плеврой справа и трахеей сзади, носит название *пратрахеального*, или *переднего паратрахеального* пространства (см. рис. 2.2, А, В). Это пространство, заполненное жировой клетчаткой, имеет важное значение, поскольку содержит срединные лимфатические узлы паратрахеальной цепочки, наиболее часто

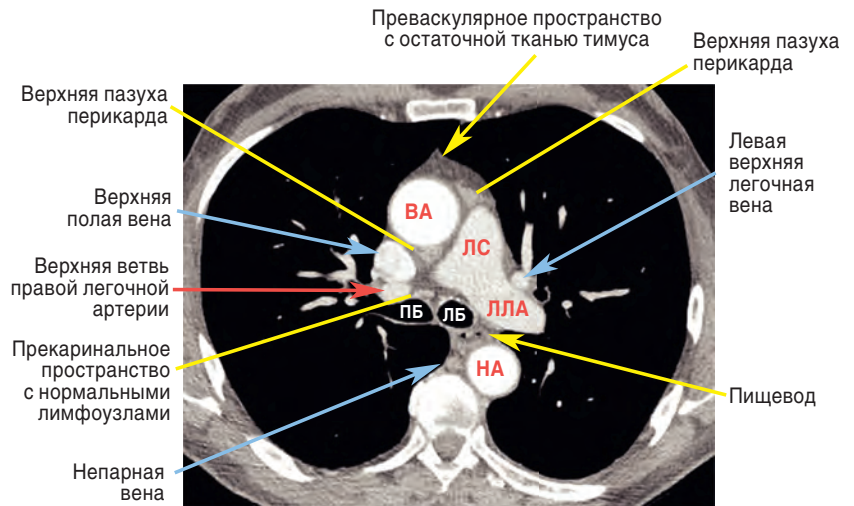
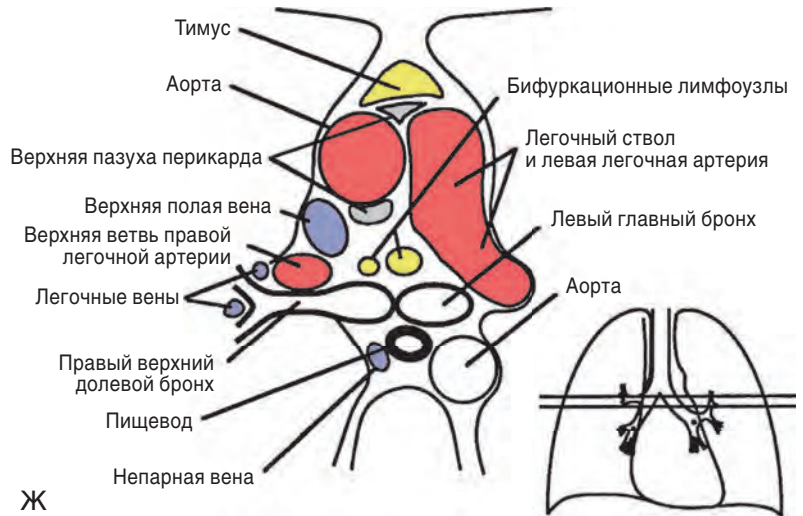


РИС. 2.2. Продолжение. Уровень легочного ствола, бифуркационного пространства и азигозофагеального синуса. *Е.* Начиная с уровня кила трахеи правый и левый главные бронхи (ПБ и ЛБ соответственно) визуализируются как отдельные структуры. Легочный ствол (ЛС) сзади продолжается в левую легочную артерию (ЛЛА). Верхняя ветвь правой легочной артерии, поставляющая кровь в большую часть верхней доли правого легкого, выглядит на изображениях как овальная структура, расположенная спереди от правого главного бронха. Позади восходящей аорты (ВА), а также между передней ее поверхностью и легочным стволом определяется верхняя пазуха перикарда, заполненная небольшим количеством жидкости, за счет чего она имеет относительно низкий коэффициент поглощения и не должна быть принята за патологически измененные лимфатические узлы. Прекаринальное пространство, содержащее лимфатические узлы, граничит сверху с паратрахеальным. НА – нисходящая аорта. *Ж.* Схематичное изображение средостения на данном уровне

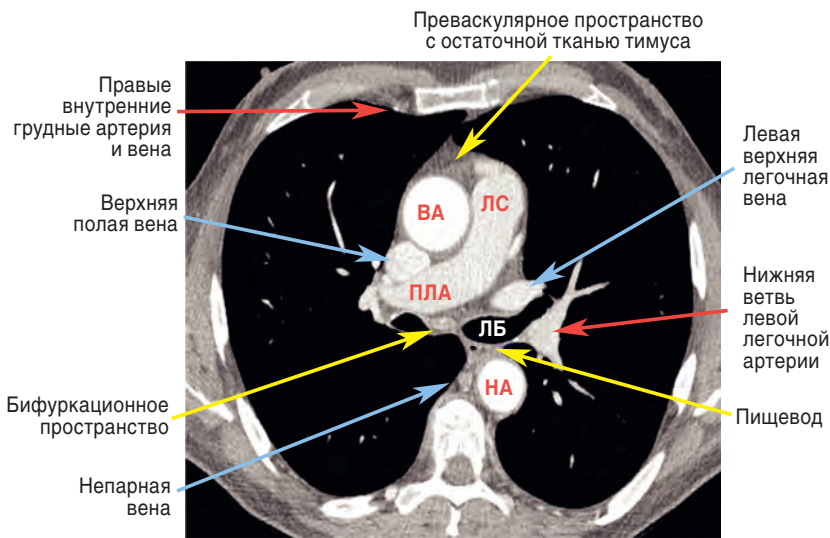


вовлекающиеся в различные патологические процессы. Именно эта область должна быть исследована в первую очередь, если речь идет о выявлении лимфаденопатии. Прочие лимфатические узлы средостения тесно связаны с данной группой как в пространственном, так и в дренажном отношении. Нередко в паратрахеальном пространстве можно увидеть несколько лимфатических узлов нормальных (менее 1 см по короткой оси) размеров (для более детального обсуждения медиастинальной лимфаденопатии см. главу 4).

Впереди от магистральных сосудов (аорты и ВПВ) находится еще одно, несколько менее очевидное треугольное пространство, на-

зываемое *превазкулярным* пространством (см. рис. 2.2, А–В). Эта область представляет собой переднее средостение и содержит вилочковую железу, лимфатические узлы и жировую клетчатку. Вершиной треугольника является передняя средостенная линия соединения, иногда визуализируемая на рентгенограммах грудной клетки.

У молодых пациентов, как правило, подростков или взрослых до 25 лет, на КТ-изображениях *вилочковая железа (тимус)* выглядит как мягкотканная билобарная структура в форме наконечника стрелы. Каждая из двух долей тимуса прилежит к медиастинальной плевре и имеет в среднем



З

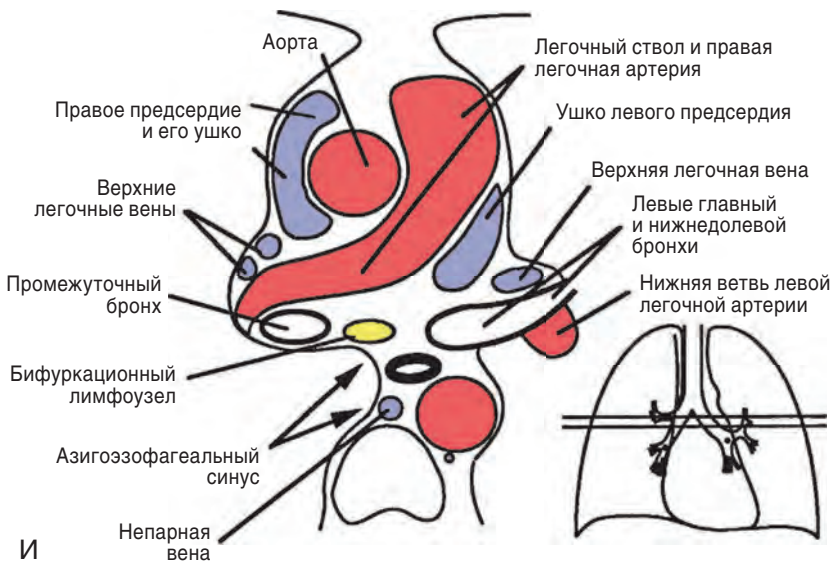


РИС. 2.2. Окончание. З и И. Томограмма и схема средостения ниже бифуркации трахеи, на уровне правой легочной артерии и азигозофагеального синуса. Правая легочная артерия (ПЛА) пересекает средостение, заполняя собой паратрахеальное и прекаринальное пространство. Небольшое количество жировой ткани и нормальных лимфатических узлов определяется в межбронхиальном пространстве, несколько вентральнее пищевода, непарной вены и азигозофагеального синуса. Последний имеет вогнутый латеральный контур, при этом медиастинальная плевра тесно контактирует с непарной веной и пищеводом. Некоторые структуры, обозначенные на схеме, не определяются на томограмме. ВА – восходящая аорта, НА – нисходящая аорта, ЛБ – левый главный бронх, ЛС – легочный ствол

толщину 1–2 см (по перпендикуляру к плевре), варьируя в широких пределах (см. рис. 2.2, Б). С возрастом происходят инволюция тимуса и замещение его паренхимы жировой тканью. У пациентов старше 30 лет превазкулярное пространство заполнено преимущественно жировой тканью, пересекаемой тонкими мягкотканными перегородками. Большая часть этого содержимого, включая жировую ткань, представляет собой тимус. На более высоких уровнях превазкулярного пространства вилочковая железа иногда визуализируется спереди плечеголовных артерий и вен.

Уровень дуги непарной вены и аортопульмонального окна

Ниже уровня дуги аорты ее восходящая и нисходящая части визуализируются как две отдельные структуры. Для восходящей аорты характерны несколько большие размеры в диаметре (25–35 мм) по сравнению с нисходящей (20–30 мм).

По правой стороне, к задней стенке ВПВ подходит дуга непарной вены, перекидывающаяся через правый главный бронх (поэтому она видна на более высоких уровнях, чем сам бронх); на нижележащих уровнях непарная вена продолжа-

ется сзади вдоль средостения, располагаясь кпереди и справа от позвоночника (см. рис. 2.2, Г, Д). Дуга непарной вены часто визуализируется на одном или двух смежных срезах, изредка проявляясь на изображениях округлым новообразованием, однако ее характерное расположение позволяет правильно идентифицировать эту структуру. В случае когда дуга непарной вены четко определяется, она подчеркивает правую границу паратрахеального пространства.

В левой части средостения, между дугой аорты и легочным стволом, находится область, называемая *аортопульмональным окном*. Она содержит жировую ткань, лимфатические узлы (центрального средостения), возвратный гортанный нерв и артериальную связку (последние две структуры, как правило, не визуализируются, хотя иногда на изображениях можно заметить кальцифицированную артериальную связку; см. рис. 2.2, Г, Д). Лимфатические узлы аортопульмонального окна свободно сообщаются с лимфатическими узлами паратрахеального пространства, и в действительности разграничить медиальные лимфатические узлы аортопульмонального окна и лимфатические узлы левой части паратрахеального пространства бывает сложно. У некоторых пациентов легочный ствол располагается сразу под дугой аорты, и визуализация аортопульмонального окна может представлять определенные трудности. В таких случаях требуется особая осторожность в дифференцировке лимфатических узлов от проявлений частичного объемного усреднения прилежащих отделов аорты и легочной артерии; для этой цели могут быть использованы тонкие срезы.

Уровень легочных артерий, бифуркационного пространства и азигоэзофагеального синуса

На уровне или немного ниже аортопульмонального окна, где *восходящая аорта* впервые визуализируется в ортогональном сечении (то есть имеет в сечении округлую форму), часть перикарда, обычно содержащая небольшое количество перикардиальной жидкости, распространяясь вверх в паратрахеальное пространство, непосредственно позади восходящей аорты, образует так называемый *верхний заворот перикарда* (см. рис. 2.2, Е, Ж). Несмотря на то что иногда верхний заворот перикарда может имитировать на КТ-изображениях лимфатический узел, его

типичное расположение (непосредственно позади аорты, «обхватывая» ее стенку), овальная или серповидная форма, относительно низкая (жидкостная) рентгеновская плотность позволяют отличить его от патологического новообразования. Спереди от восходящей аорты и легочной артерии иногда можно визуализировать вторую часть перикардиального заворота (см. рис. 2.2, Е, Ж).

Приблизительно на этом уровне трахея делится на правый и левый главные бронхи, при этом на КТ-изображениях можно увидеть *карину* бифуркации трахеи (см. рис. 2.2, Е).

Ниже уровня бифуркации трахеи и дуги непарной вены (см. рис. 2.2, Е–И) медиальная часть правого легкого вдается в задние отделы центрального средостения, тесно прилегая к непарной вене и пищеводу. Эта область средостения, называемая *азигоэзофагеальный синус*, имеет особое значение благодаря прилежащим бифуркационным лимфатическим узлам и близкому расположению к пищеводу и главным бронхам. Азигоэзофагеальный синус у большинства людей в норме имеет вогнутый боковой контур; его выпуклость позволяет заподозрить наличие патологического процесса в этой области. Пристальный анализ изображений в медиастиальном окне позволяет в таких случаях определить природу подобных изменений. Если выпуклость бокового контура азигоэзофагеального синуса не связана с пищеводом или непарной веной, она трактуется как патологическая, при этом причиной ее чаще всего является увеличение бифуркационных лимфатических узлов.

Во многих случаях азигоэзофагеальный синус располагается несколько позади содержащего лимфатические узлы *бифуркационного пространства*. Лимфатические узлы данной области (бифуркационные) зачастую визуализируются в норме, поскольку имеют более крупные по сравнению с лимфатическими узлами других отделов средостения размеры, достигающие 1,5 мм по короткой оси. Сразу позади бифуркационного пространства визуализируется пищевод, отличить который от лимфатических узлов бывает затруднительно, если в его просвете не находятся воздух или контрастный агент. Ниже бифуркационного пространства азигоэзофагеальный синус имеет относительно постоянную форму, немного суживаясь в ретрокардиальной области.

Также на данном уровне *легочный ствол* разделяется на правую и левую легочные артерии.

Левая легочная артерия (см. рис. 2.2, *Е–И*) располагается несколько выше, чем правая (обычно на 1 см), и является как бы продолжением легочного ствола, направляющимся назад и влево. *Правая легочная артерия* отходит от легочного ствола под углом приблизительно 90° и пересекает средостение спереди от карины и главных бронхов, фактически заполняя паратрахеальное пространство. В месте, где главные бронхи и легочные артерии покидают средостение, начинаются корни легкого (см. главу 5).

Паракардиальная часть средостения

В каудальных отделах средостения в различной мере можно проследить места впадения или отхождения магистральных сосудов от камер сердца. Хотя КТ не имеет широкого применения в диагностике заболеваний сердца [для этого, как правило, используют эхокардиографию или магнитно-резонансную томографию (МРТ)], элементарные представления о КТ-анатомии сердца могут оказать помощь в диагностическом процессе.

Легочный ствол, являющийся наиболее вентральным сосудом, исходит из правого желудочка, который виден на нижележащих уровнях спереди и справа от восходящей аорты или левого желудочка (рис. 2.3, *А–В*). ВПВ впадает в правое предсердие, имеющее овальную или серповидную форму. От вершины правого предсердия вперед направляется *ушко правого предсердия*, граничащее с правой медиастинальной плеврой.

Между правым предсердием и легочным стволом из левого желудочка исходит *корень аорты*. На этом уровне на фоне медиастинального жира визуализируются *коронарные артерии* (левая коронарная артерия, левая передняя нисходящая коронарная артерия, огибающая коронарная артерия и правая коронарная артерия), которые у взрослых пациентов могут быть в различной степени обызвествлены (см. рис. 2.3, *А–В*). *Левое предсердие* расположено сзади и обычно имеет на томограммах бóльшие размеры, чем правое. Ушко левого предсердия направляется вперед и влево, располагаясь на границе с плеврой под левой легочной артерией. С каждой стороны можно увидеть впадающие в левое предсердие *верхнюю и нижнюю легочные вены* (рис. 2.3, *А–Д*; глава 5).

На КТ-изображениях вблизи уровня купола *диафрагмы нижняя полая вена* (НПВ) представ-

ляет собой овальную структуру, направляющуюся к задним отделам правого предсердия (рис. 2.3, *З*).

К другим структурам этого уровня средостения, требующим упоминания, относятся: пищевод, пролегающий ретрокардиально; непарная вена, положение которой соответствует таковому на более высоких уровнях; и полунепарная вена, имеющая меньший, чем у непарной вены, диаметр и располагающаяся с противоположной от нее стороны, позади нисходящей аорты. Паравerteбральные лимфатические узлы, пролегающие совместно с непарной и полунепарной венами, в норме не визуализируются.

НОРМАЛЬНАЯ АНАТОМИЯ СЕРДЦА

Нативная КТ не дает возможности подробной оценки анатомии сердца, позволяя лишь разграничить его камеры благодаря присутствию эпикардиального жира. Контрастное усиление помогает дополнительно дифференцировать различные структуры сердца, в зависимости от количества контрастного препарата и скорости его введения. После проведения контрастного усиления накопивший контрастный препарат миокард имеет меньший коэффициент поглощения, чем кровь в полостях сердца, вследствие чего он становится относительно гиподенсивным. Межжелудочковая перегородка обычно ориентирована на 2 ч условного циферблата и имеет выпуклый вперед контур за счет большего давления внутри левого желудочка (см. рис. 2.3, *Е–З*). Боковая стенка левого желудочка приблизительно в 3 раза толще стенки правого желудочка, составляя 1–1,5 см.

Изучение анатомии сердца удобнее начинать с его верхушки. На этом уровне *левый желудочек* имеет форму овала, длинная ось которого направлена кнаружи и вперед (см. рис. 2.3, *Е–З*). Поскольку давление в левом желудочке больше, чем в других камерах сердца, именно он преимущественно определяет анатомию сердца, в то время как остальные камеры формируются в соответствии с его конфигурацией. Впереди и правее располагается *правый желудочек*, имеющий треугольное очертания. На изображениях данного уровня или немного выше плоскость межжелудочковой перегородки, продолженная назад и вправо, отделяет нижние отделы *правого предсердия* (располагающегося спереди и латерально) от нижних отделов *левого предсердия* (располагающегося сзади). При

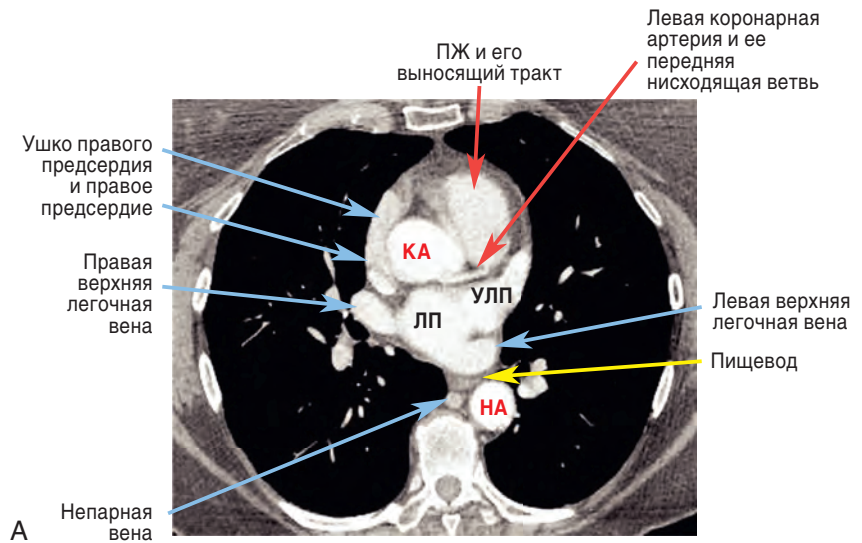
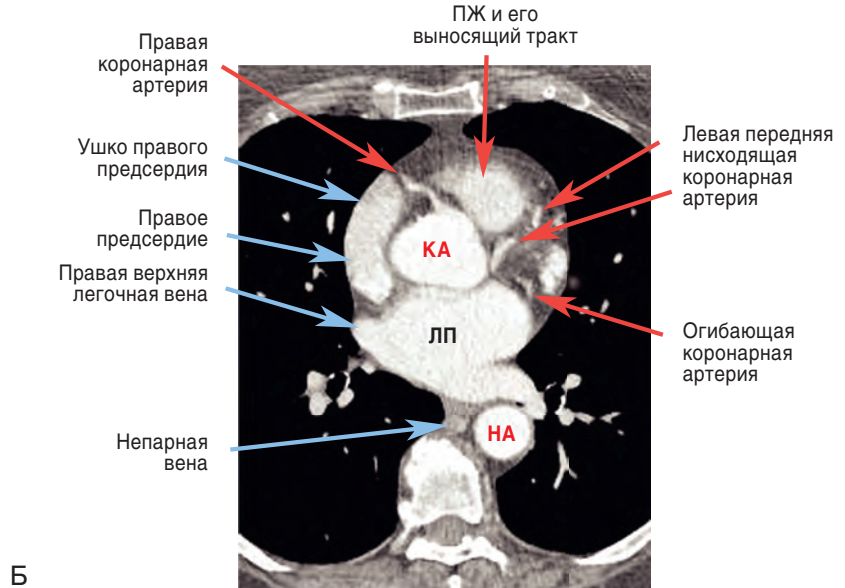


РИС. 2.3. Паракардиальная часть средостения. Компьютерная томография с контрастным усилением, толщина среза 1,25 мм. А. Наиболее краниально определяются места выхода аорты и легочного ствола; корень аорты (КА) располагается по центру. Выносящий тракт правого желудочка (ПЖ) или легочный ствол на данном уровне относительно корня аорты расположен спереди и слева. Правое предсердие и его ушко, направляющееся вперед, граничат с правой медиастинальной плеврой. На этом уровне верхние легочные вены, как правило, входят в верхние отделы левого предсердия (ЛП). Также визуализируется ушко левого предсердия (УЛП). На данном уровне определяется устье довольно короткой левой коронарной артерии, продолжающейся в переднюю нисходящую коронарную артерию. НА — нисходящая аорта. Б. Томографический срез, проведенный несколько ниже уровня А, демонстрирует место отхождения правой коронарной артерии и устья передней нисходящей и огибающей ветвей левой коронарной артерии



достаточном контрастном усилении камер сердца на данном уровне также можно визуализировать *митральный и трехстворчатые клапаны*.

На более высоких уровнях (см. рис. 2.3, А–Г) в центральных областях сердца располагаются *выносящий тракт левого желудочка и аортальный клапан*. Выносящий тракт правого желудочка направляется влево и визуализируется спереди или слева от выносящего тракта левого желудочка. Иными словами, вследствие скручивания сердечной трубки в процессе эмбрионального развития выносящий тракт левого желудочка направлен

вправо, а выносящий тракт правого желудочка — влево. Это объясняет правостороннее расположение аорты и левостороннее — легочного ствола. На данном уровне у здоровых людей иногда могут визуализироваться аортальный и легочный клапаны.

Перикард

В норме *перикард* (его висцеральный и париетальный листки, а также перикардиальная жидкость) имеет вид полоски мягкотканной плотности толщиной 1–2 мм, располагающейся

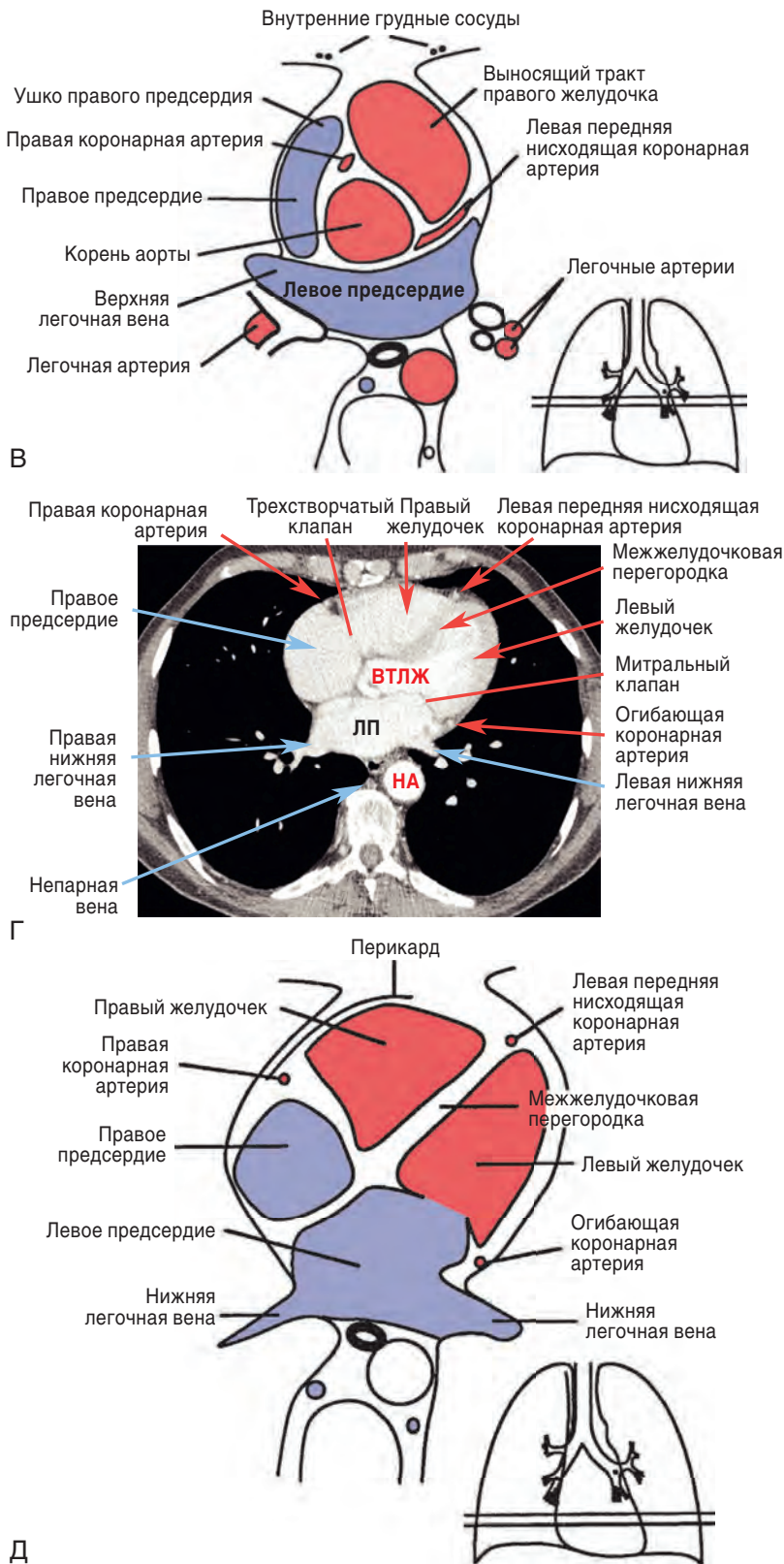


РИС. 2.3. Продолжение. В. Схематическое изображение томограмм А и Б, В и Г. На нижележащем уровне визуализируются все четыре камеры сердца. Правый желудочек расположен спереди и справа от левого желудочка. Межжелудочковая перегородка и стенка левого желудочка имеют большую толщину, чем стенка правого желудочка. На томограмме определяются трехстворчатый и митральный клапаны, а также выносящий тракт левого желудочка (ВТЛЖ). ЛП — левое предсердие; НА — нисходящая аорта

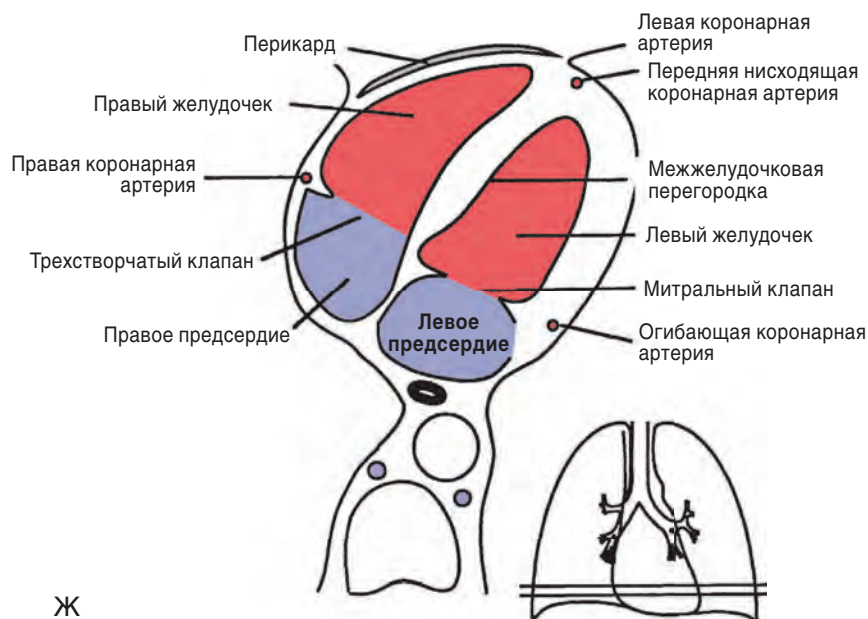
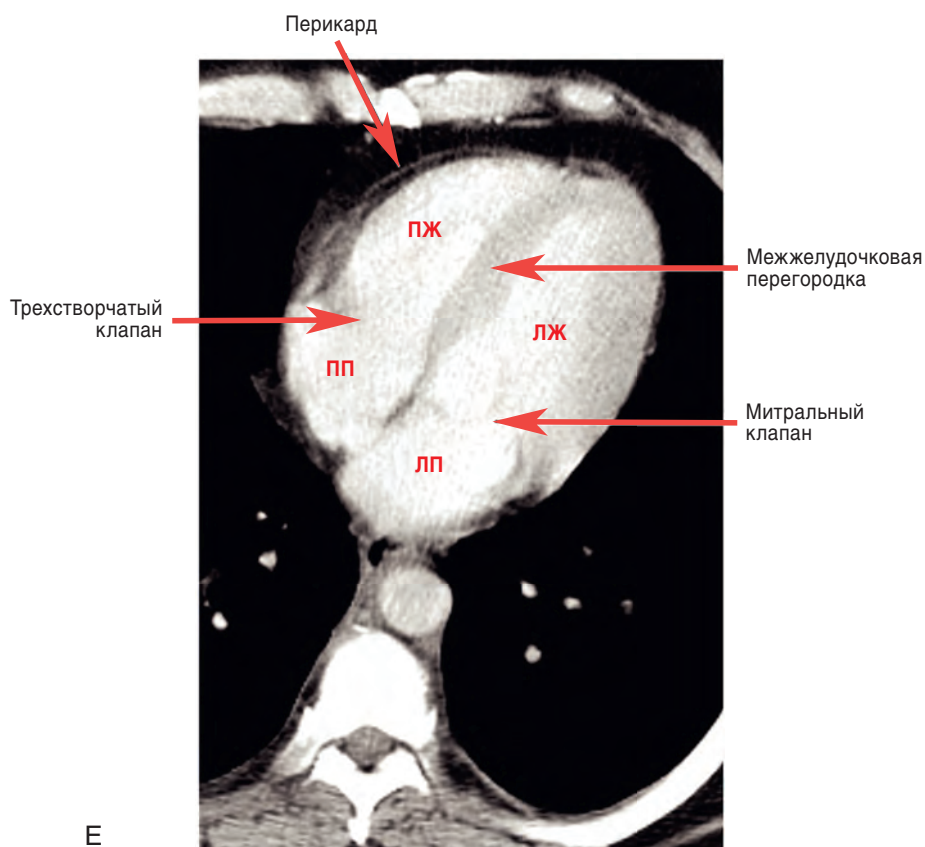


РИС. 2.3. Продолжение. Е и Ж. На данном уровне визуализируются все четыре камеры сердца, а также трехстворчатый и митральный клапаны. Межжелудочковая перегородка и боковая стенка левого желудочка (ЛЖ) имеют значительно большую толщину, чем стенка правого желудочка (ПЖ). Перикард на изображениях выглядит как тонкая линия, окруженная медиастинальным жиром; его толщина составляет 1–2 мм. ЛП – левое предсердие; ПП – правое предсердие

Ж

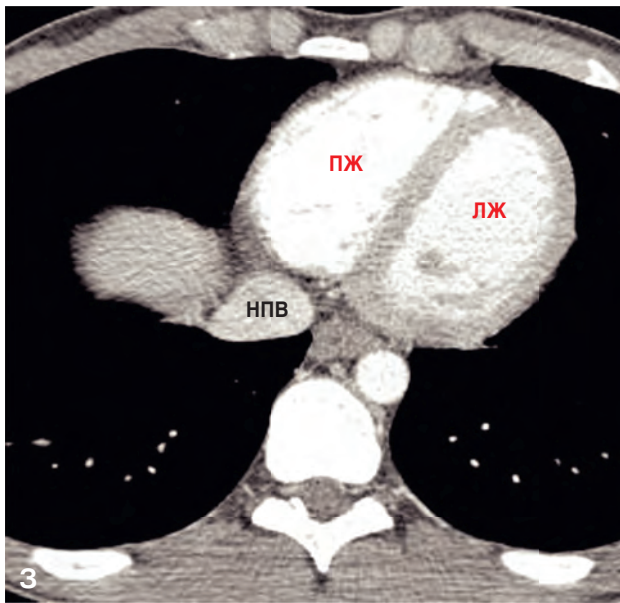


РИС. 2.3. Окончание. 3. Вблизи купола диафрагмы нижняя полая вена (НПВ) представляет собой отдельную структуру, расположенную ниже правого предсердия. На изображениях данного уровня также визуализируются правый и левый желудочки сердца (ПЖ и ЛЖ соответственно)

параллельно контурам сердца и окруженной медиастиальной (снаружи от перикарда) и эпикардиальной жировой клетчаткой. Лучше всего он визуализируется вблизи диафрагмы, вдоль передней и латеральных поверхностей сердца, где жировая клетчатка наиболее выражена (см. рис. 2.3, *Е–Ж*). В норме, как отмечалось выше, наблюдается распространение части перикарда в верхнее средостение.

ЗАГРУДИННОЕ ПРОСТРАНСТВО

В загрудинной области по обе стороны от грудины и на 1–2 см латеральнее ее поверхностей в норме (см. рис. 2.2, 3) визуализируются *внутренние грудные артерии и вены* (одна артерия и две вены). Эти сосуды не имеют большого диагностического значения, несмотря на то что в случае обструкции ВПВ можно наблюдать их расширение. Однако они позволяют определить расположение *внутренних грудных лимфатических узлов*. В отличие от некоторых групп лимфатических узлов, выявляемых у здоровых людей (главным образом речь идет о паратрахеальных, аортопульмональных и бифуркационных лимфатических узлах), внутренние грудные лимфатические узлы в норме имеют недостаточно боль-

шие размеры, для того чтобы быть обнаруженными при проведении КТ. Их наличие на изображениях следует рассматривать как следствие патологического увеличения, чаще всего связанного с раком молочной железы или лимфомой.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Aronberg D.J., Peterson R.R., Glazer H.S., Sagel S.S. The superior sinus of the pericardium: CT appearance // *Radiology*. 1984. Vol. 153. P. 489–492.
- Francis I., Glazer G.M., Bookstein F.L., Gross B.H. The thymus: Reexamination of age-related changes in size and shape // *AJR Am. J. Roentgenol.* 1985. Vol. 145. P. 249–254.
- Glazer H.S., Aronberg D.J., Sagel S.S. Pitfalls in CT recognition of mediastinal lymphadenopathy // *AJR Am. J. Roentgenol.* 1985. Vol. 144. P. 267–274.
- Kiyono K., Sone S., Sakai F. et al. The number and size of normal mediastinal lymph nodes: A postmortem study // *AJR Am. J. Roentgenol.* 1988. Vol. 150. P. 771–776.
- Müller N.L., Webb W.R., Gamsu G. Paratracheal lymphadenopathy: Radiographic findings and correlation with CT // *Radiology*. 1985. Vol. 156. P. 761–765.
- Müller N.L., Webb W.R., Gamsu G. Subcarinal lymph node enlargement: Radiographic findings and CT correlation // *AJR Am. J. Roentgenol.* 1985. Vol. 145. P. 15–19.
- Tece P.M., Fishman E.K., Kuhlman J.E. CT evaluation of the anterior mediastinum: Spectrum of disease // *Radiographics*. 1994. Vol. 14. P. 973–990.
- Zylak C.J., Pallie W., Pirani M. et al. Anatomy and computed-tomography: A correlative module on the cervicothoracic junction // *Radiographics*. 1983. Vol. 3. P. 478–530.

пневмонией и обструкцией лимфатических или венозных сосудов опухолью. Только если в плевральной жидкости были обнаружены опухолевые клетки (злокачественный выпот) или визуализированы плевральные узлы, можно говорить о неоперабельности опухоли (M1 по системе стадирования; см. табл. 4.3).

Опухоли верхней борозды (опухоли Панкоста)

Инвазивный рост опухолей, исходящих из верхней борозды легкого, приводит к формированию

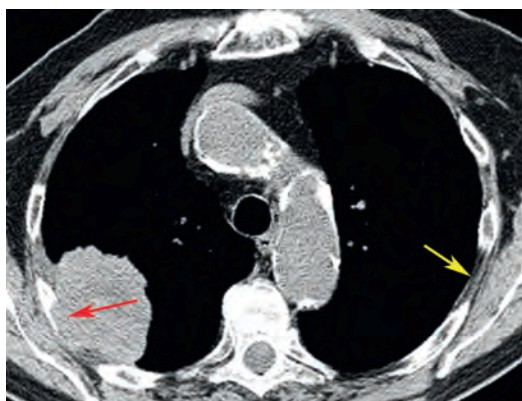


РИС. 7.26. Рак легкого с инвазией в грудную стенку. У данного пациента отмечается несколько признаков, позволяющих предположить инвазию рака в грудную стенку, включая контакт опухоли с грудной стенкой на протяжении более 3 см, тупые углы, образуемые опухолью с плеврой, и длину соприкосновения опухоли с грудной стенкой, составляющей более 70% максимального диаметра опухоли. Также отмечаются (красная стрелка) облитерация нормальных скоплений экстраплевральной жировой ткани, деструкция ребер и наличие новообразования грудной стенки, примыкающего к опухоли. Слева скопления жировой ткани имеют нормальный вид

характерной клинической картины синдрома Горнера и боли в плече и в руке; совокупность подобных проявлений носит название *синдрома Панкоста*. Ранее считалось, что опухоли верхней борозды имеют неблагоприятный прогноз, однако комбинированное лечение с применением лучевой терапии и последующей резекцией верхней доли, грудной стенки и прилежащих структур увеличивает 5-летнюю выживаемость до 30%. В случае, когда рассматривается возможность проведения подобного комбинированного лечения, КТ-исследование позволяет получить информацию об анатомическом распространении опухоли, что имеет важное значение для планирования как лучевой терапии, так и оперативного вмешательства. В то же время было показано, что более точным методом определения апикального распространения опухоли является МРТ.

Латеральное и дорсальное распространение опухоли верхушки легкого в первую очередь приводит к инвазии в грудную стенку (см. рис. 7.27). Хотя подобное прорастание не является противопоказанием для операции, обширное поражение грудной стенки и костей делает хирургическое вмешательство трудным, и прогноз для таких пациентов относительно неблагоприятный. Заднемедиальное распространение опухолевой ткани влечет за собой поражение ребер или тел позвонков, встречается в 33–50% случаев и обычно визуализируется при КТ-исследовании. Переднее и медиальное распространение опухоли может приводить к вовлечению в патологический процесс пищевода,

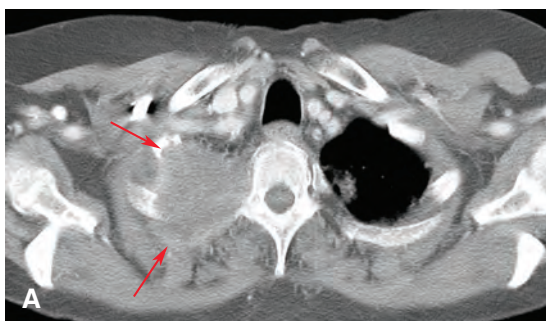


РИС. 7.27. Опухоль Панкоста с инвазией в грудную стенку. А. Компьютерная томография. Новообразование верхушки легкого справа сопровождается инвазией грудной стенки и деструкцией ребер (стрелки). Несмотря на то что опухоль контактирует с телом позвонка, последнее выглядит интактным. Б. Магнитно-резонансная томография во фронтальной плоскости позволяет оценить взаимоотношения опухоли (О) с телом позвонка (П) и плечевым сплетением (стрелка), которое, по-видимому, вовлечено в опухолевый процесс

трахеи и плечеголовных сосудов. Инвазия в эти структуры или тела позвонков в большинстве случаев исключает возможность хирургического лечения.

ПОДМЫШЕЧНАЯ ОБЛАСТЬ

Согласно определению, подмышечная область представляет собой пространство, ограниченное фасциями следующих мышц: большой грудной и малой грудной мышц — спереди; широчайшей мышцы спины, большой круглой и подлопаточной мышц — сзади; передней зубчатой мышцы и грудной стенкой — медиально и клювовидно-плечевой и двуглавой мышц — латерально. Однако при сканировании пациентов в положении с поднятыми над головой руками подмышечная область открыта кнаружи.

Подмышечная впадина содержит подмышечные артерию и вену, ветви плечевого плетения, отдельные ветви межреберных нервов и большое количество лимфатических узлов, окруженные жиром. Сосуды подмышечной впадины и плечевое сплетение проходят латерально, около верхушки подмышечной впадины, вблизи малой грудной мышцы. Обычно подмышечная вена лежит ниже и вентральнее подмышечной артерии, в то время как плечевое сплетение — значительно выше и позади нее. Несмотря на то что указанные сосуды обычно визуализируются на КТ-изображениях, у многих здоровых субъектов отличить подмышечную артерию от одноименной вены невозможно, если вена не заполнена контрастным препаратом.

Лимфаденопатия

У здоровых людей в подмышечной области могут визуализироваться лимфатические узлы, диаметр которых обычно составляет до 1 см, иногда — до 1,5 см. Лимфатические узлы размерами более 1 см (по короткой оси или по наименьшему диаметру) должны рассматриваться как подозрительные, если клинические данные позволяют предположить наличие заболевания; лимфатические узлы, диаметр которых превышает 2 см, считаются патологическими вне зависимости от анамнеза. Подмышечная лимфаденопатия наиболее часто встречается у пациентов с лимфомой или метастатической карциномой. Опухоли

лимфатических узлов легче всего выявляются путем сравнения обеих подмышечных впадин. Увеличенные лимфатические узлы в верхних отделах подмышечной области залегают под грудными мышцами (подгрудные лимфатические узлы) и могут не пальпироваться, в то время как КТ позволяет их визуализировать. Также КТ используется для установления связи новообразований подмышечной области с нервами и плечевым сплетением.

МОЛОЧНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Молочные железы визуализируются у женщин при КТ-исследовании в положении лежа на спине. При этом в некоторых случаях в них визуализируются ограниченные новообразования, КТ-картина которых, однако, в большинстве случаев неспецифична. Накапливающие контрастный препарат новообразования являются подозрительными на рак. Новообразования молочной железы, выявляемые случайно при проведении КТ, в общем случае должны быть подвергнуты дальнейшей оценке путем физикального осмотра и маммографии.

Рак молочной железы

КТ не используется для рутинного обследования пациентов с раком молочной железы для иных целей, кроме как для стадирования. Однако КТ может оказать помощь в планировании радиационной терапии, позволяя точно измерить толщину грудной стенки и выявить метастазы во внутренние грудные лимфатические узлы.

Мастэктомия

У пациенток, перенесших мастэктомию, визуализируются характерные изменения грудной стенки, вид которых зависит от типа проведенной хирургической операции. В некоторых случаях КТ используется для оценки предполагаемого местного рецидива опухоли или для контроля пункционной биопсии.

Объем хирургической операции по поводу рака молочной железы часто ограничивается секторальной резекцией, и в таких случаях изменения на КТ-изображениях, за исключением локального рубцевания, выражены минимально.

При проведении сегментарной или частичной мастэктомии сохраняется оставшаяся ткань молочной железы. Простая мастэктомия заключается в удалении молочной железы. Диссекция подмышечных лимфатических узлов может выполняться при проведении любой из этих операций, как правило, на КТ-изображениях визуализируются локальные зоны рубцевания и хирургические клипсы в подмышечной области. Послеоперационное рубцевание проявляется в виде мягкотканых участков неправильной формы в жировой клетчатке подмышечной области. В молочной железе или в подмышечной впадине могут определяться ограниченные послеоперационные жидкостные скопления.

Радикальная мастэктомия состоит в полном удалении ткани молочной железы, большой и малой грудных мышц и обширной диссекции подмышечных лимфатических узлов. Несмотря на отсутствие большей части грудных мышц, при КТ-исследовании иногда удается визуализировать остаточную ткань большой грудной мышцы в месте ее прикрепления к грудины или к ребрам, что не должно быть ошибочно интерпретировано как рецидив опухоли.

Модифицированная радикальная мастэктомия заключается в удалении молочной железы и малой грудной мышцы и диссекции подмышечных лимфатических узлов. У пациентов,

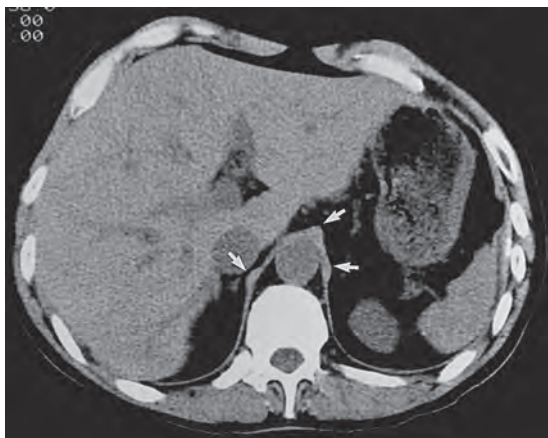


РИС. 7.28. Нормальная диафрагма. Контуры диафрагмы подчеркнуты за счет ретроперитонеальной жировой клетчатки. В месте соприкосновения диафрагмы с печенью и селезенкой она не визуализируется в виде отдельной структуры. Ножки диафрагмы могут иметь несколько округлую форму (стрелки). Здесь они проходят впереди от аорты и формируют аортальное отверстие

перенесших модифицированную радикальную мастэктомию, объем остаточной ткани малой грудной мышцы может быть различным. Без тщательного сопоставления с клинической картиной отличить послеоперационные изменения от рецидива опухоли иногда бывает трудно.

Необходимо помнить о том, что в случае, когда из-за операции пациент в процессе сканирования испытывает трудности с симметричным поднятием обеих рук, может отмечаться асимметрия молочных желез, подмышечных впадин и подлежащей мускулатуры (например, грудные мышцы на одной из сторон могут выглядеть толще). Эта асимметрия не должна ошибочно расцениваться как патологическая.

ДИАФРАГМА

Анатомия

В связи с поперечной ориентацией КТ-срезов центральный отдел диафрагмы не визуализируется в виде четкой структуры, и о локализации купола диафрагмы можно судить косвенно по локализации расположенных выше него оснований легких и расположенных ниже него органов верхнего этажа брюшной полости. Однако, так как более периферические отделы диафрагмы нисходят к грудинным и реберным точкам ее прикрепления, передние, задние и боковые части диафрагмы становятся видимыми за счет своего примыкания к ретроперитонеальной клетчатке (рис. 7.28). В тех областях, где диафрагма прилежит к печени или селезенке, ее контур иногда бывает четко очерчен субдиафрагмальным слоем жировой клетчатки.

Ножки диафрагмы

Правая и левая ножки диафрагмы представляют собой сухожильные структуры, берущие начало снизу от передней поверхности верхних поясничных позвонков и межпозвонковых дисков и вплетающиеся в переднюю продольную связку позвоночника. Они восходят кпереди от позвоночного столба по каждую сторону от аорты, а затем продолжают внутрь и вперед, присоединяясь к мышечной части диафрагмы перед аортой и формируя аортальное отверстие (см. рис. 7.28). Правая ножка, будучи крупнее и длиннее левой, отходит на уровне первых трех поясничных по-

звонков; левая ножка берет начало от первых двух поясничных сегментов.

Благодаря своей округлой форме ножки диафрагмы могут быть ошибочно приняты за увеличенные лимфатические узлы или объемные новообразования; парааортальные лимфатические узлы действительно могут иметь сходное расположение. Однако при просмотре смежных КТ-изображений на более краниальных уровнях ножки постепенно сливаются с диафрагмой. Диаметр ножек также зависит от объема легких: на полном вдохе он больше, чем на выдохе.

Отверстия диафрагмы

Диафрагма пронизана рядом отверстий, благодаря которым отдельные структуры могут проникать из грудной полости в брюшную. Наиболее дорсально располагается аортальное отверстие; сзади оно ограничено телами позвонков, впереди — ножками диафрагмы. Через это отверстие проходят аорта, непарная и полунепарная вены, грудной проток, межреберные артерии и чревные нервы. Пищеводное отверстие расположено более вентрально, в мышечной части диафрагмы. Через него проходят пищевод, блуждающий нерв и мелкие кровеносные сосуды. Отверстие НПВ пронизывает сухожильный центр диафрагмы впереди и справа от пищеводного отверстия.

Среди этих трех отверстий аортальное определяется легче всего. Пищеводное отверстие диафрагмы на КТ-изображениях имеет вид дефекта диафрагмы на границе между пищеводом и желудком. Расположение отверстия НПВ можно предположить по расположению самой НПВ. Щели Морганьи и Бохдалека у здоровых людей на КТ-изображениях не визуализируются.

Заболевания диафрагмы

Грыжи

Содержимое брюшной полости или забрюшинного пространства может выпячиваться в грудную полость через врожденные или приобретенные слабые места диафрагмы или же вследствие травматического разрыва диафрагмы. Наиболее часто встречается выпячивание желудка через пищеводное отверстие диафрагмы.

Ранее считалось, что грыжи щели Бохдалека являются редкостью у взрослых, однако благо-

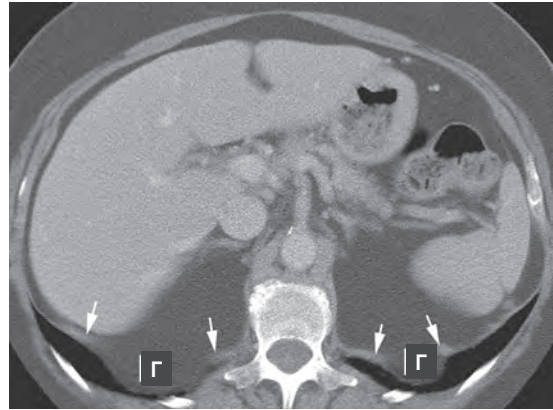


РИС. 7.29. Грыжи Бохдалека. У данного пациента с обеих сторон визуализируются грыжи Бохдалека (Г), содержимым которых является ретроперитонеальная жировая ткань. Края диафрагмы (стрелки) обрисовывают дефекты, приводящие к грыжеобразованию

даря КТ было показано, что частота встречаемости небольших грыж Бохдалека среди популяции здоровых взрослых людей достигает 5%. Этот тип диафрагмальных грыж наиболее распространен у детей младшего возраста. Большинство из них левосторонние, и, несмотря на то что во многих случаях грыжи Бохдалека расположены в заднелатеральных отделах диафрагмы, они могут возникать в любой точке вдоль заднего реберно-диафрагмального края (рис. 7.29). Содержимым грыжи Бохдалека у взрослых обычно является ретроперитонеальная жировая клетчатка или, значительно реже, почка.

Парастернальные грыжи через отверстия Морганьи относительно редки. Большинство таких грыж возникает справа и, в отличие от грыж Бохдалека, обычно вмещает вырост брюшины. Их содержимым может являться сальник, печень или кишечник.

Понимание анатомии передних отделов диафрагмы чрезвычайно важно для правильной постановки диагноза грыжи Морганьи. Визуализация кишки спереди от сердца может указывать на наличие грыжи, но подобные случаи нечасты.

Разрыв диафрагмы может возникать в результате проникающей или закрытой травмы живота или груди. Почти во всех случаях повреждение затрагивает левый купол диафрагмы, при этом наиболее часто наблюдается разрыв центральных или задних его отделов. Разрыв диафрагмы может иметь вид локального дефекта, сопровождающегося

утолщением прилежащих видимых участков диафрагмы или ипсилатеральной ножки. Через разрыв диафрагмы в грудную полость могут проникать сальник, желудок, тонкая или толстая кишка, селезенка и почка. КТ-реконструкции в сагиттальной или фронтальной плоскости могут облегчить постановку диагноза; в месте своего выхода грыжа может иметь «шейку».

В случаях, когда разрыв диафрагмы сопровождается разрывом селезенки, небольшие фрагменты ткани селезенки могут проникать в плевральную полость. Такое состояние носит название *плеврального спленоза*. На КТ-изображениях обнаруживают небольшие плевральные узлы в левой половине, обычно сочетающиеся с проявлениями, характерными для перенесенной спленэктомии и повреждения диафрагмы.

Опухоли

Поражающие диафрагму опухоли обычно представляют собой новообразования плевры (например, мезотелиому), плевральные метастазы или опухоли в верхнем этаже брюшной полости с локальной инвазией. Первичные опухоли диафрагмы встречаются редко. В качестве случайной находки иногда обнаруживают липому плевры диафрагмы.

Эвентрация и паралич диафрагмы

Локальная эвентрация правого купола диафрагмы, сопровождающаяся смещением печени вверх, может создавать на изображениях ложное впечатление о периферическом новообразовании легкого или опухоли плевры. После введения контрастного препарата наблюдается заполнение им неизменных сосудов печени, что позволяет правильно идентифицировать природу мнимого новообразования.

Высокое расположение купола диафрагмы встречается при параличе диафрагмы. При хроническом параличе диафрагма на стороне поражения может иметь меньшую толщину, чем с противоположной стороны.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Aberle D.R., Gamsu G., Ray C.S., Feuerstein I.M. Asbestos related pleural and parenchymal fibrosis: Detection with high-resolution CT // Radiology. 1988. Vol. 166. P. 729–734.

- Adler B.D., Padley S.P.G., Müller N.L. Tuberculosis of the chest wall: CT findings // J. Comput. Assist. Tomogr. 1993. Vol. 17. P. 271–273.
- Aquino S.L., Webb W.R., Gushiken B.J. Pleural exudates and transudates: Diagnosis with contrast-enhanced CT // Radiology. 1994. Vol. 192. P. 803–808.
- Berkmen Y.M., Davis S.D., Kazam E. et al. Right phrenic nerve: Anatomy, CT appearance, and differentiation from the pulmonary ligament // Radiology. 1989. Vol. 173. P. 43–46.
- Choi J.A., Hong K.T., Oh Y.W. et al. CT manifestations of late sequelae in patients with tuberculous pleuritis // AJR Am. J. Roentgenol. 2001. Vol. 176. P. 441–445.
- Dynes M.C., White E.M., Fry W.A., Ghahremani G.G. Imaging manifestations of pleural tumors // Radiographics. 1992. Vol. 12. P. 1191–1201.
- Federle M.P., Mark A.S., Guillaumin E.S. CT of subpulmonic pleural effusions and atelectasis: Criteria for differentiation from subphrenic fluid // AJR Am. J. Roentgenol. 1986. Vol. 146. P. 685–689.
- Ferretti G.R., Chiles C., Choplin R.H., Coulomb M. Localized benign fibrous tumors of the pleura // AJR Am. J. Roentgenol. 1997. Vol. 169. P. 683–686.
- Halvorsen R.A., Fedyshin P.J., Korobkin M. et al. Ascites or pleural effusion? CT differentiation: Four useful criteria // Radiographics. 1986. Vol. 6. P. 135–149.
- Im J.-G., Webb W.R., Rosen A., Gamsu G. Costal pleura: Appearances at high-resolution CT // Radiology. 1989. Vol. 171. P. 125–131.
- Kawashima A., Libshitz H.I. Malignant pleural mesothelioma: CT manifestations in 50 cases // AJR Am. J. Roentgenol. 1990. Vol. 155. P. 965–969.
- Leung A.N., Müller N.L., Miller R.R. CT in differential diagnosis of diffuse pleural disease // AJR Am. J. Roentgenol. 1990. Vol. 154. P. 487–492.
- McLoud T.C., Flower C.D.R. Imaging the pleura: Sonography, CT, and MR imaging // AJR Am. J. Roentgenol. 1991. Vol. 156. P. 1145–1153.
- Müller N.L. Imaging the pleura // Radiology. 1993. Vol. 186. P. 297–309.
- Naidich D.P., Megibow A.J., Hilton S. et al. Computed tomography of the diaphragm: Peridiaphragmatic fluid localization // J. Comput. Assist. Tomogr. 1983. Vol. 7. P. 641–649.
- Naidich D.P., Megibow A.J., Ross C.R. et al. Computed tomography of the diaphragm: Normal anatomy and variants // J. Comput. Assist. Tomogr. 1983. Vol. 7. P. 633–640.
- Stark D.D., Federle M.P., Goodman P.C. et al. Differentiating lung abscess and empyema: Radiography and computed tomography // AJR Am. J. Roentgenol. 1983. Vol. 141. P. 163–167.
- Takasugi J.E., Godwin J.D., Teefey S.A. The extrapleural fat in empyema: CT appearance // Br. J. Radiol. 1991. Vol. 64. P. 580–583.
- Waite R.J., Carbonneau R.J., Balikian J.P. et al. Parietal pleural changes in empyema: Appearances at CT // Radiology. 1990. Vol. 175. P. 145–150.