

Методические аспекты рентгенологической оценки легочной гипертензии

И.З. Коробкова^{1,2}, к. м. н., заведующая рентгеновским отделением РКНПК, доцент кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и медицинской физики РМАПО;

В.К. Лазуткина¹, к. м. н., врач-рентгенолог;

Л.А. Низовцова², д. м. н., профессор кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и медицинской физики;

Т.В. Ридэн², д. м. н., профессор кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и медицинской физики

¹ НИИ клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс» Министерства здравоохранения РФ,
ул. 3-я Черепковская, 15а, Москва, 121552, Российская Федерация;

² ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последиplomного образования»
Министерства здравоохранения РФ,
ул. Баррикадная, 2/1, Москва, 125993, Российская Федерация

Radiographic assessment of pulmonary hypertension: Methodical aspects

I.Z. Korobkova^{1,2}, MD, PhD, Chief of X-ray Department of RCRPC, Associate Professor of Department of Radiation Diagnosis, Radiotherapy and Medical Physics of RMAPE;

V.K. Lazutkina¹, MD, PhD, Radiologist;

L.A. Nizovtsova², MD, PhD, DSc, Professor of Department of Radiation Diagnosis, Radiotherapy and Medical Physics;

T.V. Riden², MD, PhD, DSc, Professor of Department of Radiation Diagnosis, Radiotherapy and Medical Physics

¹ A.L. Myasnikov Research Institute of Clinical Cardiology, Russian Cardiology Research-and-Production Complex, Ministry of Health of the RF,
ul. Tret'ya Cherepkovskaya, 15a, Moscow, 121552, Russian Federation;

² Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Ministry of Health of the RF,
ul. Barrikadnaya, 2/1, Moscow, 125993, Russian Federation

Легочная гипертензия – грозное осложнение ряда заболеваний, сопровождающееся высокой смертностью и значительно ухудшающее качество жизни больного. Своевременное выявление легочной гипертензии позволяет вовремя начать лечение и тем самым улучшить прогноз для пациента. Рентгенография органов грудной клетки – наиболее часто назначаемое лучевое исследование, которое выполняется по различным поводам. Информированность врачей о рентгенологических проявлениях легочной гипертензии может способствовать более раннему выявлению этой тяжелой патологии. Благодаря естественной контрастности отражаемых структур рентгенограмма грудной клетки дает уникальную возможность оценивать сосуды малого круга кровообращения, выявлять признаки легочной гипертензии, оценивать динамику течения заболевания.

В статье подробно изложена методика анализа, нормальная рентгеноанатомия сосудов малого круга кровообращения, приведена современная классификация легочной гипертензии, ее рентгеносемiotика.

Введение

Легочная гипертензия (ЛГ) – состояние, при котором повышено давление в легочной артерии (ЛА). По современным представлениям, это повышение среднего давления

в ЛА ≥ 25 мм рт. ст. в покое по данным катетеризации сердца [1, 2].

Выделяют два гемодинамических варианта легочной гипертензии: прекапиллярную и посткапиллярную.

Pulmonary hypertension is a menacing complication of a number of diseases, which is responsible for high mortality rates and considerably poorer quality of life in a patient. The timely detection for pulmonary hypertension allows timely initiation of treatment, thus improvement in prognosis in the patient. Chest X-ray is the most commonly used radiographic technique for various causes. Physicians' awareness about the radiographic manifestations of pulmonary hypertension may contribute to the earlier detection of this severe disease. Owing to the natural contrast of reflected structures, a chest X-ray film gives a unique opportunity to assess pulmonary circulation vessels, to reveal the signs of pulmonary hypertension, and to estimate trends in the course of the disease.

The paper details a procedure for analysis and the normal radiographic anatomy of pulmonary circulation vessels, gives the present classification of pulmonary hypertension, and sets forth its X-ray semiotics.

Ключевые слова: рентгеноанатомия малого круга кровообращения, легочная гипертензия, рентгенография грудной клетки
Index terms: radiographic anatomy of pulmonary circulation, pulmonary hypertension, chest X-ray

Частота встречаемости легочной гипертензии в популяции составляет 10,5%, наиболее распространена посткапиллярная ЛГ вследствие левожелудочковой недостаточности (около 80%), второе по частоте место в структуре ЛГ занимают болезни легких (10%) [1].

Рентгенограмма грудной клетки (как аналоговая, так и цифровая) благодаря естественной контрастности отражаемых структур дает уникальную возможность оценивать сосуды малого круга кровообращения (МКК), состояние легочной паренхимы, выявлять признаки сердечной недостаточности, легочной гипертензии. Рентгенологический метод включен в современные рекомендации по легочной гипертензии [1, 2].

Не следует забывать, что рентгенография органов грудной клетки – наиболее часто назначаемое лучевое исследование, которое выполняется по различным поводам. Поэтому информированность врачей о рентгенологических проявлениях легочной гипертензии может способствовать более раннему выявлению этой тяжелой патологии.

Методика рентгенологического исследования

Основной метод рентгенологического исследования органов грудной клетки (ОГК) – рентгенография. Оптимальными проекциями, позволяющими в полной мере оценить легочную гемодинамику, размеры сердца и крупных сосудов, являются *передняя прямая и левая боковая*.

Исследование проводится, как правило, в вертикальном положении больного, что позволяет заметить самые начальные признаки нарушения циркуляции в малом круге кровообращения.

Во избежание проекционного увеличения фокусное расстояние между рентгеновской трубкой и приемником изображения (кассетой) должно составлять 185 см и более. Рентгенография

выполняется на глубоком вдохе, при этом диафрагма должна быть расположена ниже заднего отрезка 9/10-го ребра.

Крайне важным моментом исследования является выбор технических параметров рентгенографии. Сердце и сосуды – движущиеся объекты, поэтому во избежание динамической нерезкости время экспозиции должно быть максимально коротким и в прямой проекции по возможности не превышать 1–5 мс. Напряжение на трубке должно быть более 100 кВ (100 – 200 кВ), что дает возможность проработки структур средостения и оптимального анализа легочного рисунка. Рентгенограммы, выполненные с применением высокого напряжения на трубке, позволяют визуализировать сосуды МКК на фоне тени сердца, что крайне важно для оценки перераспределения легочного кровотока, более точного определения поперечника легочных артерий.

Таким образом, соблюдение определенных условий съемки (правильность установки пациента, стандартные проекции, фаза дыхания, технические режимы рентгенографии) обеспечивает получение наиболее полной информации о состоянии сосудов легких.

Оценка сосудов малого круга кровообращения

Обычная рентгенограмма грудной клетки является ценным диагностическим инструментом оценки изменений, связанных с нарушением легочной гемодинамики. На рентгенограмме ОГК видны все звенья малого круга кровообращения. Нормальный легочный рисунок образован сосудами, в основном артериями, и схема анализа рентгенограммы включает оценку состояния центральных/проксимальных (ствол, правая и левая легочные артерии) и периферических ветвей ЛА.

Начальный отрезок ЛА, именуемый *стволом ЛА/легочным стволом* (ЛС), формирует вторую дугу (легочный сегмент) на

левом контуре сердечно-сосудистой тени. На рентгенограмме в прямой проекции виден не весь легочный ствол, а лишь его наружный контур, по степени проступания которого в легочное поле судят о его расширении (рис. 1, а, б). Ширина ЛС – не прямая величина и равна величине перпендикуляра от наиболее отдаленной точки дуги ЛС до срединной линии грудной клетки. Поэтому на рентгенограмме она больше, чем истинный (анатомический) поперечник ЛС и составляет в среднем 35 мм (см. рис. 1, а, б). Гораздо чаще в определении степени расширения ЛС используется коэффициент Мура.

Коэффициент Мура (КМ) – отношение (%) ширины ствола ЛА к половине внутреннего диаметра грудной клетки (см. рис. 1, б). Этот показатель более точен и удобен тем, что определяется не абсолютная, а относительная ширина легочного ствола, которую можно вычислить на рентгенограммах, выполненных при различном фокусном расстоянии, и флюорограммах, что особенно важно при оценке динамики заболевания. Коэффициент Мура подсчитывается по формуле:

$$КМ = Ar / 0,5D \times 100 (\%),$$

где Ar – перпендикуляр из наиболее отдаленной точки дуги легочного ствола к срединной линии грудной клетки (поперечник ЛС), D – внутренний диаметр грудной клетки. В норме этот показатель не превышает 30% [3, 4].

Необходимо отметить, что проступание ЛС в легочное поле иногда может наблюдаться при ротации сердца (особенно у детей и лиц астенического телосложения), смещении ЛС вверх увеличенным левым предсердием и правыми отделами сердца. Поэтому большое значение в диагностике легочной гипертензии имеет и другой показатель, отражающий степень выбухания ЛС при повышении давления в ЛА, – высота (выпуклость) легочного сегмента (ВЛС). ВЛС определяется как величина (в мм) перпен-

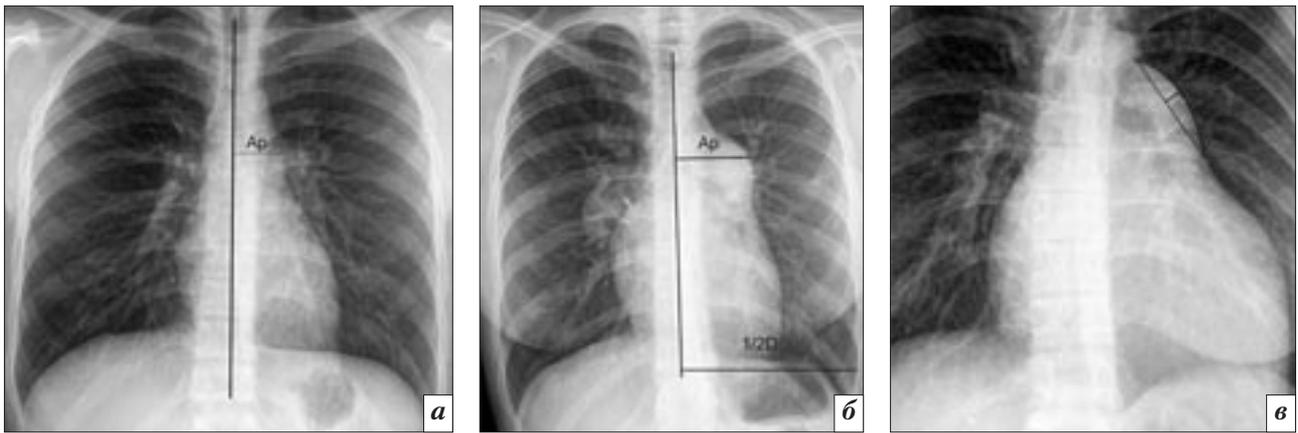


Рис. 1. Рентгенограммы ОГК: *а* – ширина ствола ЛА (Ар) в норме; *б* – ширина ЛС (Ар) и коэффициент Мура при повышении давления в ЛА (больная с идиопатической ЛГ: Ар 6,5 см, КМ 44%, систолическое давление в ЛА (СДЛА) 170 мм рт. ст.); *в* – измерение ВЛС: резкое увеличение ВЛС (10 мм) при повышении давления в ЛА (СДЛА 110 мм рт. ст.) у больного с идиопатической ЛГ.



Рис. 2. Ангиопульмонограмма: рентгеноанатомия крупных ветвей ЛА.

дикулярна от наиболее выпуклой точки ЛС до хорды легочного сегмента. В норме дуга легочного ствола имеет слегка вогнутый или прямой контур (ВЛС при этом не превышает 0–1 мм, см. рис. 1, *а*), при повышении давления в ЛА его контур становится выпуклым, величина ВЛС увеличивается. ВЛС ≥ 4 мм является достоверным признаком легочной артериальной гипертензии (ЛАГ) (рис. 1, *в*) [5–7].

Легочный ствол в средостении делится на правую и левую легочные артерии (рис. 2).

Левая легочная артерия (ЛЛА), поднимаясь вверх, огибает левый главный и верхнедолевой бронхи, и, располагаясь ортогонально, дает округлую тень в проекции левого корня (рис. 3, *а, б*). Ширина этой тени не пре-



Рис. 3. Рентгенограммы ОГК, методика измерения ЛЛА (обведена, короткие белые стрелки) и нисходящей ветви ПЛА (обведена, длинная стрелка) на рентгенограмме в прямой проекции (*а, б*), ПЛА в левой боковой проекции (короткие черные стрелки) (*в*): *а* – в норме; *б* – резкое расширение при высокой ЛАГ: поперечник ЛЛА 30 мм, нисходящей ветви ПЛА – 24 мм; *в* – ПЛА у больной при высокой ЛАГ: поперечник 30 мм.

вышает в норме 24 мм [3, 4, 7]. Современная техника рентгенографии позволяет хорошо визуализировать ЛЛА. Расширение ЛЛА достаточно точно отражает повышение давления в ЛА, хорошо коррелирует с размерами, полученными при МРТ и МСКТ [8], поэтому измерение ее попе-

речника является крайне важным. ЛЛА в пределах корня делится на долевые и сегментарные ветви.

Правая легочная артерия (ПЛА) в отличие от левой уже в средостении делится на два ствола: передний и нисходящую ветвь (ее также называют между-

левым стволом), которые вступают в ворота легких и формируют правый корень (см. рис. 2). Передний ствол идет вперед и вверх, из него формируются верхнедолевые сегментарные артерии. Нисходящая ветвь правой легочной артерии идет вниз и назад, параллельно промежуточному бронху и латерально от него, поперечник ее в норме не превышает 15 мм у женщин и 16 мм у мужчин [3, 9], соотношение с поперечником промежуточного бронха в среднем составляет 1–1,2:1. Ограничениями при измерении являются малоструктурность корня из-за застойных изменений при сердечной недостаточности, околокорневого фиброза, иногда – суммация с проходящими рядом сегментарными сосудами. Цифровая рентгенография, режимы экспозиции с применением жесткого излучения (более 100 кВ) позволяют преодолеть эти ограничения. Увеличение поперечника междолевого ствола (нисходящей ветви) ПЛА более 16 мм является одним из признаков повышения давления в ЛА [10].

Целиком ПЛА можно видеть в боковой проекции в виде овала или круга (рис. 3, в), ширина ее в норме не должна превышать 24 мм, но измерения не всегда возможны (часто она плохо видна из-за суммации с другими сосудами корня, при застойной сердечной недостаточности, развороте пациента).

Правую и левую легочные артерии часто называют корневыми ветвями ЛА, так как в основном они формируют правый и левый корень. Хвостовая часть корня образована нижнедолевыми сегментарными артериями.

Общую ширину корневых ветвей ЛА отражает коэффициент Люпи (КЛ) [11] – отношение суммы поперечных расстояний от срединной линии до первого деления правой и левой легочных артерий ($A_1 + A_2$) к диаметру (D) грудной клетки (рис. 4):

$$\text{КЛ} = \frac{A_1 + A_2}{D} \times 100 (\%).$$

Этот показатель коррелирует с давлением в ЛА и имеет то преимущество, что не зависит от ротации сердца и несимметричной установки больного. В норме КЛ не превышает 33%.

После оценки центральных/проксимальных ветвей ЛА следует перейти к анализу сосудов в прикорневой зоне (так называемого ядра легкого) [3, 7], где расположены долевые, сегментарные, субсегментарные артерии. Примерно на расстоянии 4 см от костальной плевры происходит деление субсегментарных артерий на прелобулярные, и начинается зона плаща, в которой расположены мелкие (периферические) ветви ЛА, оценка которых также играет большую роль в выявлении легочной гипертензии.

Следует помнить, что на рентгенограмме, выполненной в вертикальном положении пациента, поперечник легочных артерий в верхних долях меньше, чем в нижних. Это – нормальное распределение легочного рисунка, отражающее более интенсивный кровоток в базальных отделах легких. Поперечник верхнедолевых сегментарных ЛА составляет в норме 2–3 мм, базальных (нижнедолевых) артерий – 6–9 мм [12]. На уровне корней легких часто видны в ортогональной проекции артерии 3-го сегмента, поперечник их в норме состав-

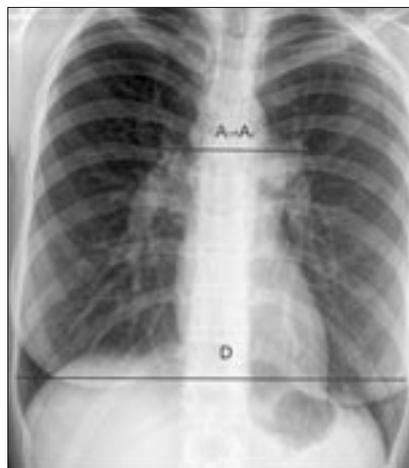


Рис. 4. Методика измерения коэффициента Люпи (пояснения в тексте).

ляет в среднем 4–4,5 мм. Поперечник субсегментарных артерий составляет 1,5–2 мм [13].

Соотношение поперечников артерии и бронха, определяемое в трех зонах легких (верхней, средней и нижней), также имеет важное значение для диагностики ЛГ. Это соотношение в верхних долях составляет 0,85:1, на уровне корней легких (средней зоне) – 1:1, в нижних отделах – 1,35:1 [12].

В зоне плаща находятся мелкие ветви ЛА, формирующие периферический сосудистый рисунок. В норме легочный плащ не содержит сосудов шире 1 мм (периферические ветви ЛА). На рентгенограмме периферический легочный рисунок на 1 см не доходит до реберной поверхности легких (это обусловлено разрешающей способностью рентгенографии), сверху эта бессосудистая зона шире, что отражает более слабый кровоток в верхушках легких в вертикальном положении пациента (рис. 5). Терминальные артерии, артериолы и легочные капилляры на рентгенограмме не определяются.



Рис. 5. Фрагмент рентгенограммы: сосуды и бронхи в прикорневой зоне и периферический сосудистый рисунок (в зоне плаща) в норме.

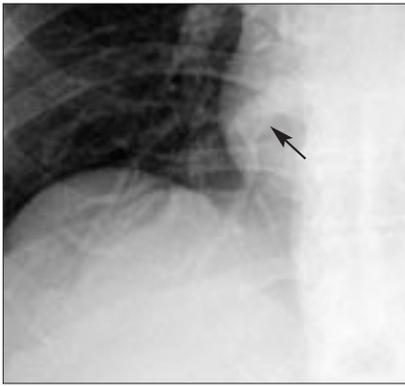


Рис. 6 Фрагмент рентгенограммы: базальная вена справа (стрелка).

Легочные вены возникают из капилляров в первичной легочной дольке и дренируют кровь через септальные пространства, в стороне от артерии и бронха. Постепенно укрупняясь, они сливаются в 4 основные легочные вены, по 2 в каждом легком (верхняя и нижняя), которые впадают непосредственно в левое предсердие. На рентгенограммах вены видны хуже, чем артерии, так как при глубоком вдохе они спадаются.

Крупные легочные вены имеют характерные черты, позволяющие отличать их от артерий: больший (приближающийся к тупому) угол деления, вены при дихотомии не уменьшаются в поперечнике (в отличие от артерий, которые при делении конически сужаются) (рис. 6); более латеральное расположение верхнедолевых вен на рентгенограмме в прямой проекции; базальные вены (собирающие кровь из ба-

зальных сегментов легких) пересекают тени сегментарных артерий почти под прямым углом в хвостовой части корня, они лучше видны справа (см. рис. 6).

На периферии, в зоне плаща, отличить мелкие легочные вены от артерий практически невозможно. В норме на рентгенограмме, выполненной в прямой проекции, часто видны базальные вены, правая и/или левая верхнедолевые вены. Легочные вены лучше визуализируются при венозной легочной гипертензии. Поперечник верхнедолевой вены в норме не должен превышать 5 мм [4], ее расширение – один из ранних и достоверных признаков повышения давления в легочных венах, нередко наблюдающийся при дисфункции левых отделов сердца.

Легочные артерии – это прекапиллярное, легочные вены – посткапиллярное звено МКК.

Кроме сосудов легких на рентгенограмме ОГК видны *верхняя полая и непарная вены* – сосуды большого круга кровообращения, идентификация которых имеет значение в диагностике правожелудочковой недостаточности, дифференциальной диагностике отека легких.

Верхняя полая вена (ВПВ) формирует верхнюю дугу на правом контуре сердечно-сосудистой тени, наружный ее контур в вертикальном положении пациента отстоит от срединной линии не более чем на 30 мм, в горизонтальном положении –

на 37 мм. Непарная вена (НВ) впадает в ВПВ и на рентгенограмме в прямой проекции находится в правом трахеобронхиальном углу. Поперечник НВ в вертикальном положении пациента составляет в среднем 5 мм ($5,14 \pm 1,36$ мм), колебания нормальных значений – от 4 до 7 мм [14]. В вертикальном положении пациента поперечник НВ более 7 мм является предположительно увеличенным, более 10 мм – определенно увеличенным [12].

ВПВ и НВ расширяются при повышении давления в правом предсердии (ПП), увеличении количества циркулирующей крови (например, при гемодинамическом отеке легких, гипергидратации) [14–16]. Увеличение поперечника на рентгенограмме – один из важных признаков в диагностике гемодинамических нарушений, в выявлении острой и хронической сердечной недостаточности, в том числе правожелудочковой (рис. 7), в оценке динамики.

Верхняя полая вена входит в состав так называемой сосудистой ножки (СН). СН – это группа сосудов, расположенная выше дуги аорты, помимо ВПВ (формирует правый контур) в нее входят отходящие от аорты брахиоцефальные сосуды (левая подключичная артерия формирует левый контур СН). Ширина СН в вертикальном положении пациента составляет 48 ± 5 (43–53) мм и коррелирует с общим объемом циркулирующей

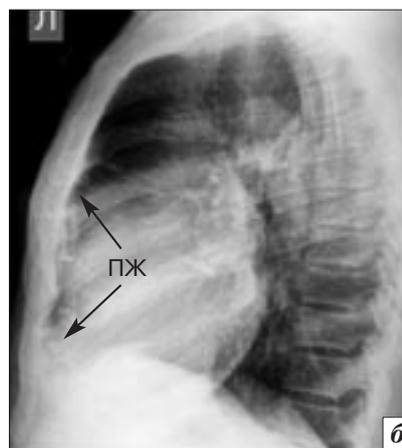
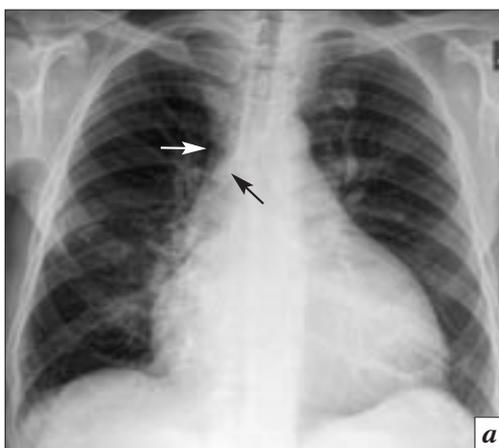


Рис. 7. Рентгенограммы ОГК в прямой (а) и левой боковой (б) проекциях больного с рецидивирующей тромбоэмболией ЛА, высокой легочной гипертензией, значительным увеличением правых отделов, с перегрузкой их давлением и объемом, высоким центральным венозным давлением. Расширены ВПВ (33 мм) (белая стрелка) и НВ (14 мм) (черная стрелка). Увеличенный правый желудочек (ПЖ) в левой боковой проекции отмечен длинными черными стрелками.

крови, давлением в правом предсердии, давлением заклинивания в ЛА и центральным венозным давлением [14–16]. Величина поперечника ВПВ, НВ, СН имеет значение в дифференциальной диагностике отека легких (гемодинамического или вследствие повреждения легочных капилляров) и оценке эффективности лечения больных с острой и хронической сердечной недостаточностью.

При анализе сосудистого рисунка легких, на котором основана рентгенологическая диагностика нарушений кровообращения в МКК, исходят из того, что ширина сосуда зависит от объема кровотока и давления в нем. Кроме калибра оценивают и количество сосудов на единицу площади легочного поля, четкость изображения контуров сосудов и бронхов, изменения легочного интерстиция, появление дополнительных элементов легочного рисунка, плевральных линий, плеврального выпота, поперечник ВПВ, НВ, СН.

При анализе рентгенограмм ОГК обязательно оцениваются размеры сердца, определяется кардиоторакальный индекс, правопредсердный коэффициент. Оценка общих размеров сердца, увеличения отдельных камер позволяет более точно судить о причинах и выраженности легочной гипертензии.

Рентгенологические признаки легочной гипертензии

Легочная гипертензия имеет четкие рентгенологические проявления. Рентгенологические признаки ЛГ соответствуют гемодинамическому варианту ЛГ и зависят от патофизиологических механизмов ее возникновения.

Согласно современной классификации [1, 2], в зависимости от различных комбинаций значений давления заклинивания, легочного сосудистого сопротивления, сердечного выброса выделяют два гемодинамических варианта ЛГ – прекапиллярную

и посткапиллярную; одним из основных различий при этих вариантах является величина давления заклинивания, которое повышено в случае посткапиллярной ЛГ. Кроме того, согласно этой классификации, выделяют пять *клинических групп ЛГ*: легочная артериальная гипертензия, легочная гипертензия вследствие патологии левых отделов сердца, легочная гипертензия вследствие заболеваний легких и/или гипоксии, хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия и ЛГ, обусловленная неясными и/или многофакторными механизмами. В клиническую группу легочной артериальной гипертензии, в свою очередь, входят такие заболевания, как идиопатическая ЛГ, легочная гипертензия, ассоциированная с врожденными гиперволемическими пороками сердца, системными заболеваниями соединительной ткани, ВИЧ-инфекцией, портальной гипертензией, и некоторые другие.

Клинические группы относятся к тому или иному гемодинамическому варианту ЛГ. К *прекапиллярной ЛГ* относят следующие клинические группы: легочная артериальная гипертензия, легочная гипертензия вследствие заболеваний легких и/или гипоксии, хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия и ЛГ, обусловленная неясными и/или многофакторными механизмами; к *посткапиллярной ЛГ* – легочную гипертензию вследствие патологии левых отделов сердца.

Рентгенологическая оценка малого круга кровообращения включает оценку как венозного, так и артериального звена МКК.

Если имеет место повышение давления только в прекапиллярном (артериальном) звене МКК (при идиопатической ЛГ, хронической тромбоэмболической легочной гипертензии, ЛГ, ассоциированной с врожденными пороками сердца, ЛГ, обусловленной заболеваниями легких и /или гипоксией), то развивается легочная артериальная гипертензия

(ЛАГ), не сопровождающаяся изменениями венозного русла МКК.

Если пусковым механизмом ЛГ является дисфункция левых отделов сердца (систолическая или диастолическая дисфункция левого желудочка, аортальные или митральные пороки), то вначале повышается давление в левом предсердии и легочных венах. Повышение давления в легочных венах обозначается как венозная легочная гипертензия (ВЛГ). ВЛГ всегда сопровождается повышением давления в ЛА: вначале это пассивная, затем – реактивная ЛАГ.

Рентгенологическая картина повышения давления в ЛА – легочной артериальной гипертензии – определяется морфологическими изменениями в сосудах малого круга кровообращения, имеющими место при легочной гипертензии.

Возникающее вследствие различных причин (врожденный гиперволемический порок, заболевания легких, гипоксия, рецидивирующая/хроническая тромбоэмболия ЛА, системные заболевания соединительной ткани, хроническая левожелудочковая недостаточность и др.) сужение мелких артерий и артериол МКК (так называемая обструктивная артериопатия) приводит к повышению легочного сосудистого сопротивления и возрастанию давления в артериальной (прекапиллярной) части МКК. Крупные сосуды эластического типа (легочный ствол, правая и левая ЛА) под напором давления расширяются. Расширяются и сосуды в прикорневых зонах (долевые, сегментарные), при этом увеличивается соотношение поперечников артерии и расположенного рядом бронха. Органические изменения мелких артериальных сосудов приводят к их облитерации; в связи с запустеванием мелкого сосудистого русла возникает обеднение периферического сосудистого рисунка, повышается прозрачность легочных полей. Следствием легочной



Рис. 8. Рентгенография ОГК в двух стандартных проекциях: прямой (а) и левой боковой (б) больной С., 37 лет, с идиопатической ЛГ. СДЛА 80 мм рт. ст. Резко расширены ствол ЛА (ЛС, стрелка) и проксимальные ветви ЛА (1, 2): ВЛС 13 мм, коэффициенты Мура – 37%, Люпи – 39%, поперечник нисходящей ветви ПЛА (1) 24 мм, ЛЛА (2) 34 мм; периферический сосудистый рисунок диффузно обеднен. Резко увеличенный ПЖ заполняет ретростернальное пространство, вследствие увеличения ПЖ сердце ротировано; левые отделы сердца не увеличены, смещены увеличенным ПЖ (стрелка). В левой боковой проекции хорошо видна расширенная ПЛА (обведена).

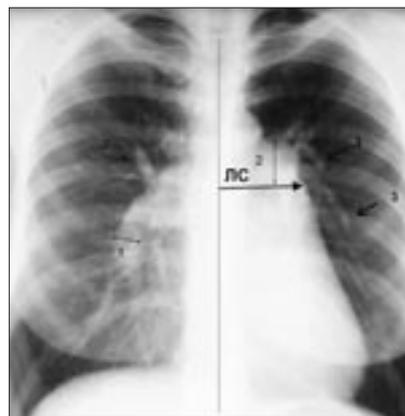


Рис. 9. Признаки ЛАГ у больной С., 40 лет, с дефектом межпредсердной перегородки. СДЛА 95 мм рт. ст. Расширены легочный ствол (ЛС, стрелка), корневые ветви ЛА (1 – нисходящая ветвь ПЛА, 2 – левая ЛА), периферический сосудистый рисунок обеднен. Наблюдается симптом скачка калибра на уровне сегментарных артерий (3, стрелки).

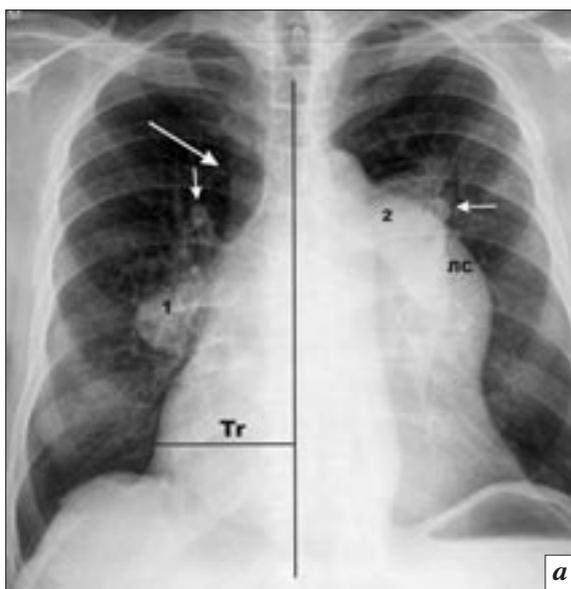


Рис. 10. Рентгенограммы ОГК в прямой (а) и левой боковой (б) проекциях больного Д., 65 лет, с хронической тромбоземболической ЛГ и высоким уровнем давления в ЛА (СДЛА 80 мм рт. ст.). Аневризматически расширены ствол и проксимальные ветви ЛА: коэффициент Мура 61%, нисходящая ветвь ПЛА (1) – 31 мм, правый корень не только расширен, но и укорочен, обрублен, с линейным кальцинозом (обызвествленный тромб в ПЛА); ЛЛА (2) – 44 мм; в проекции ПЛА (в боковой проекции, короткая стрелка) – линейный кальциноз. Резко увеличены правые отделы сердца: ретростернальное пространство сужено за счет увеличения ПЖ (длинные черные стрелки). Вследствие высокого давления в ПП расширена ВПВ (35 мм, длинная белая стрелка).

гипертензии является увеличение правых отделов сердца и формирование недостаточности по большому кругу кровообращения.

Таким образом, можно выделить следующие рентгенологические признаки легочной артериальной гипертензии (рис. 8–10):

1. *Расширение артерий эластического и эласто-мышечного типа:*

1.1 Расширение легочного ствола: дуга его выбухает, увеличены высота (выпуклость) легочного сегмента (≥ 4 мм), поперечник ЛС (> 35 мм), коэффициент Мура (более 30%).

1.2. Увеличение поперечника главных ветвей ЛА, формирующих корни легких. При этом поперечник ЛЛА и ПЛА становится более 24 мм, нисходящей ветви ПЛА – более 16 мм, коэффициент Люпи превышает 33%.

1.3 Появление симптома скачка калибра. Скачок калибра – это

резкий переход расширенных проксимальных ветвей ЛА (долевых и сегментарных) в суженные дистальные (субсегментарные) ветви (см. рис. 9).

1.4. Изменение формы правого корня: вследствие повышения давления в ЛА корень приобретает конусовидную или сигарообразную форму, от расширенной тени корня отходят узкие сегментарные артерии.

Симптомы скачка калибра, конусовидная или сигарообразная форма корня наблюдаются при высоком давлении в ЛА, когда систолическое давление, как правило, превышает 75 мм рт. ст. [3, 4].

2. *Обеднение периферического сосудистого рисунка* (в зоне плаща) и повышение прозрачности периферических отделов легочных полей (см. рис. 8, 9).

3. Следствием ЛАГ является *увеличение правых отделов сердца*. Сначала увеличивается ПЖ, при этом наблюдается типичная конфигурация сердечно-сосудистой тени: ствол легочной артерии выбухает, сердце ротировано против часовой стрелки, верхушка приподнята над диафрагмой; при высокой легочной гипертензии правый желудочек нередко выходит на левый контур сердечной тени (см. рис. 10); в левой боковой проекции увеличивается линейный размер ПЖ, прилежащего к передней стенке грудной клетки (см. рис. 3, в, 7, 8, 10). В дальнейшем наблюдается увеличение правого предсердия (ПП): поперечник сердечной тени расширяется вправо, увеличен правопредсердный коэффициент, вследствие перегрузки правых отделов расширяются ВПВ и НВ (см. рис. 7, 10).

Различные патофизиологические варианты артериальной (прекапиллярной) ЛГ при общности рентгенологической симптоматики имеют некоторые особенности, которые будут изложены в следующей лекции.

Заключение

Значимость рентгенодиагностики легочной гипертензии подтверждена актуальностью оцен-

ки этой патологии в повседневной клинической практике.

Необходимость использования рентгенологического метода в диагностике ЛГ определяется возможностью оценки на рентгенограмме как легочной патологии, так и гемодинамики малого круга кровообращения, а также размеров сердца. Рентгенография ОГК выполняется на начальном этапе диагностики ЛГ и в комплексе с другими методами дает необходимые ключи к оценке функционального состояния больного, незаменима при динамическом наблюдении. Объективность, доступность, малая лучевая нагрузка и достаточно высокая информативность делают рентгенологическое исследование незаменимым в широкой сети лечебно-профилактических учреждений [17].

Необходимо отметить, что цифровая рентгенография повышает информативность метода в дифференциальной диагностике ЛГ, так как позволяет более точно анализировать сосудистый рисунок легких. Повышению информативности исследования способствует также соблюдение оптимальных технических условий рентгенографии, преемственность исследований (возможность оценки в динамике), обучение специалистов.

Литература

1. Galie N., Hoeper M.M., Humbert M. et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Eur. Heart J.* 2009; 30: 2493–537.
2. McLaughlin V.V., Archer S.L., Badesch D.B et al. ACCF/AHA. ACCF/AHA 2009 Expert Consensus Document on Pulmonary Hypertension. A Report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents and the American Heart Association. Developed in Collaboration With the American College of Chest Physicians, American Thoracic Society, Inc., and the Pulmonary Hypertension Association. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009; 53: 1573–619.

3. Коробкова И.З. Рентгенологические методы исследования сердечно-сосудистой системы. В кн.: Беленков Ю.Н., Терновой С.К. (ред.) *Функциональная диагностика сердечно-сосудистых заболеваний*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2007.
4. Тихонов К.Б. Рентгенологическая симптоматика сердечной недостаточности. М.: Медицина; 1985.
5. Simon G. The anterior view chest radiograph – criteria for normality derived from a basic analysis of the shadows. *Clin. Radiol.* 1975; 26: 429–37.
6. Anderson G., Reid L., Simon G. The radiographic appearances in primary and thromboembolic pulmonary hypertension. *Clin. Radiol.* 1973; 24: 113–20.
7. Коробкова И.З., Лазуткина В.К., Чельдиева Э.В. Рентгенография органов грудной клетки. В кн.: Чазова И.Е., Мартынюк Т.В. (ред.) *Легочная гипертензия*. М.: Практика; 2015.
8. Коробкова И.З., Мершина Е.А., Плотникова М.Л. и др. Возрастные особенности диагностической картины врожденного дефекта межпредсердной перегородки у взрослых по данным методов лучевой диагностики. *Вестник рентгенол. и радиол.* 2013; 3: 21–30.
9. Chang C.H. The normal roentgenographic measurement of the right pulmonary descending artery in 1085 cases. *Am. J. Roentgenol.* 1962; 84: 929–38.
10. Телен М., Эрбел Р., Крейтнер К.-Ф., Баркхаузен Й. Лучевые методы диагностики болезней сердца. Пер. с нем. под ред. В.Е. Синицина. М.: МЕДпресс-информ; 2011.
11. Lupi E., Dupont C., Tejada V. et al. A radiologic index of arterial hypertension. *Chest.* 1975; 68: 28–31.
12. Cremers S., Bradshaw J., Herfkens F. Chest X-Ray – Heart Failure. *Radiol. Assistant.* 2010: <http://www.radiologyassistant.nl/en/p4c132f36513d4>
13. Тихонов К.Б. *Функциональная рентгеноанатомия сердца*. М.: Медицина; 1990.
14. Milne E., Pistolesi M., Miniati M. et al. The vascular pedicle of the heart and the vena azygos. Part I. The normal subject. *Radiology.* 1984; 152: 1–8.

15. Milne E., Pistolesi M., Miniati M. et al. The vascular pedicle of the heart and the vena azygos. Part II. Acquired heart disease. *Radiology*. 1984; 152: 9–17.
16. Milne E., Pistolesi M., Miniati M. et al. The radiologic distinction of cardiogenic and noncardiogenic edema. *Am. J. Roentgenol.* 1985; 144: 879–94.
17. Коробкова И.З., Лазуткина В.К. Традиционное рентгенологическое исследование в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний. В кн.: Чазов Е.И. (ред.) Руководство по кардиологии. В 4 т. Т. 2. Методы диагностики сердечно-сосудистых заболеваний. М.: Практика; 2014.
3. Korobkova I.Z. X-ray methods of research of cardiovascular system. In: Belenkov Yu.N., Ternovoy S.K. (eds). Functional methods of cardiovascular diseases diagnostics. Moscow: GEOTAR-Media; 2007 (in Russian).
4. Tikhonov K.B. Radiographic symptomatology of heart failure. Moscow: Meditsina; 1985 (in Russian).
5. Simon G. The anterior view chest radiograph – criteria for normality derived from a basic analysis of the shadows. *Clin. Radiol.* 1975; 26: 429–37.
6. Anderson G., Reid L., Simon G. The radiographic appearances in primary and thromboembolic pulmonary hypertension. *Clin. Radiol.* 1973; 24: 113–120.
7. Korobkova I.Z., Lazutkina V.K., Chel'dieva E.V. Chest X-ray study. In: Chazova I.E., Martynyuk T.V. (eds). Pulmonary hypertension. Moscow: Praktika; 2015 (in Russian).
8. Korobkova I.Z., Mershina E.A., Plotnikova M.L. et al. Age-related features of the diagnostic pattern of congenital atrial septal defect in adults according to radiodiagnostic findings. *Vestnik rentgenologii i radiologii.* 2013; 3: 21–30 (in Russian).
9. Chang C.H. The normal roentgenographic measurement of the right pulmonary descending artery in 1085 cases. *Am. J. Roentgenol.* 1962; 84: 929–38.
10. Thelen M., Erbel R., Kreitner K.-Fr., Barkhausen J. Methods for radiodiagnosis of heart diseases (Original title: Bildgebende Kardiagnostik mit MRT, Echokardiographie und anderen Verfahren). Transl. Ger. Ed. by V.E. Sinitsyn. Moscow: MEDpress-inform; 2011 (in Russian).
11. Lupi E., Dupont C., Tejada V. et al. A radiologic index of arterial hypertension. *Chest.* 1975; 68: 28–31.
12. Cremers S., Bradshaw J., Herfkens F. Chest X-Ray – Heart Failure. *Radiol. Assistant.* 2010: <http://www.radiologyassistant.nl/en/p4c132f36513d4>
13. Tikhonov K.B. Functional radiographic anatomy of the heart. Moscow: Meditsina; 1990 (in Russian).
14. Milne E., Pistolesi M., Miniati M. et al. The vascular pedicle of the heart and the vena azygos. Part I. The normal subject. *Radiology.* 1984; 152: 1–8.
15. Milne E., Pistolesi M., Miniati M. et al. The vascular pedicle of the heart and the vena azygos. Part II. Acquired heart disease. *Radiology.* 1984; 152: 9–17.
16. Milne E., Pistolesi M., Miniati M. et al. The radiologic distinction of cardiogenic and noncardiogenic edema. *Am. J. Roentgenol.* 1985; 144: 879–94.
17. Korobkova I.Z., Lazutkina V.K. Traditional radiographic study in the diagnosis of cardiovascular diseases. In: Chazov E.I. (ed.). A manual of cardiology. In 4 vol. Vol. 2: Methods for diagnosis of cardiovascular disease. Moscow: Praktika; 2014 (in Russian).

Поступила 11.05.2015