

Тромбоэмболия легочной артерии: возможности лучевой диагностики

И.Е. Тюрин

Диагностика **тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА)** всегда представляла собой трудную задачу. При жизни диагноз ТЭЛА устанавливается менее чем в 70% случаев. Летальность среди пациентов без патогенетической терапии составляет 40% и более, при массивной тромбоэмболии достигает 70%, а при своевременно начатой терапии – 2–8%. Клиническая симптоматика ТЭЛА часто оказывается неспецифичной, что определяет необходимость применения многочисленных лабораторных и инструментальных тестов, среди которых методы лучевой диагностики всегда играли важную роль. В последние годы в этой области произошли существенные изменения, связанные, в первую очередь, с быстрым технологическим прогрессом в рентгеновской **компьютерной томографии (КТ)**.

Клиническая оценка

При ТЭЛА можно выделить два патогенетических механизма, определяющих клиническую симптоматику: “механическая” обструкция сосуда того русла и гуморальные нарушения, возникающие в результате выброса биологически активных веществ. Хотя клинические симптомы ТЭЛА часто неспецифичны, существует ряд “классических” признаков, наличие которых свидетельствует о высокой вероятности этого диагноза. Циркуляторные нарушения могут реализоваться в клиническую картину **кардиогенного шока или синкопального состояния**, сопровождающихся резким снижением артериального давления, одышкой и болевым синдромом. В случаях посте-

пенного развития ТЭЛА наиболее частыми клиническими симптомами становятся немотивированная одышка (80%), плевральные или загрудинные боли (60%), кашель (50%), кровохарканье (25%).

Для оценки вероятности ТЭЛА имеет значение **совокупность наиболее типичных клинических симптомов в сочетании с данными инструментальных исследований**. Так, в исследовании PLOPED сочетание высокой клинической вероятности ТЭЛА с высокой вероятностью этого диагноза по данным вентилиционно-перфузионной сцинтиграфии легких (V/Q-сканирования) определило положительный предсказательный уровень, равный 96%. Наоборот, нетипичная клиническая картина вместе с низкой вероятностью ТЭЛА при V/Q-сканировании обусловила отрицательный предсказательный уровень, равный 97%. К сожалению, более 75% пациентов с ТЭЛА в этом исследовании не могли быть включены ни в одну из названных групп в силу неопределенности клинической и сцинтиграфической картины.

В исследовании PISA-PET было показано, что высокая клиническая вероятность ТЭЛА наряду с типичными изменениями при V/Q-сканировании делает диагноз ТЭЛА возможным у большинства больных. Наоборот, низкая клиническая вероятность ТЭЛА при отсутствии характерных изменений на V/Q-сканограммах позволяет уверенно исключить этот диагноз. Не соответствие клинических и сцинтиграфических данных требует дальнейших инструментальных исследований.

Ультразвуковое исследование

Наиболее частым источником ТЭЛА являются глубокие вены таза и нижних конечностей. Обнаружение венозного

тромбоза (ВТ) этой локализации служит веским аргументом в пользу возможного развития ТЭЛА и начала тромболитической терапии. В настоящее время **диагностика тромбоза вен нижних конечностей и таза** осуществляется с помощью ультразвукового исследования (УЗИ), которое практически полностью заменило традиционное контрастное рентгеновское исследование периферических вен – флебографию.

УЗИ с использованием высокочастотных датчиков позволяет выявить два основных признака патологии: собственно тромбы в просвете периферических вен и замедление или отсутствие кровотока по венозным сосудам. Чувствительность и специфичность УЗИ у больных с клинической симптоматикой ВТ исключительно высоки – до 97%. При отсутствии клинических проявлений ВТ возможности УЗИ существенно ниже: чувствительность и специфичность колеблются от 35 до 99%. Поэтому отсутствие признаков ВТ при УЗИ вен нижних конечностей не исключает наличия ТЭЛА. Кроме того, в настоящее время не вполне ясно, нужно ли выполнять УЗИ всем больным с предполагаемой ТЭЛА или только пациентам с клиническими симптомами патологии вен нижних конечностей. Известно, что частота ВТ у больных с предполагаемой ТЭЛА составляет около 18%, а у больных с доказанной ТЭЛА – до 35–45%.

Рентгенография легких

Рентгенография органов грудной полости является стандартным и обязательным тестом для больных с предполагаемой ТЭЛА. Среди больных с установленной ТЭЛА патологические изменения выявляются в 86–88%. Эти признаки можно условно разделить на “прямые” и косвенные. В действитель-

Игорь Евгеньевич Тюрин – профессор, зав. кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии и медицинской физики РМАПО.



Рис. 1. Обзорная рентгенограмма. ТЭЛА: выраженное обеднение легочного рисунка в обоих легких; расширение легочной артерии в корне правого легкого, обрыв ее тени в дистальной части; митральная конфигурация срединной тени.

ности все рентгеновские признаки ТЭЛА являются косвенными, так как при нативном исследовании (без контрастирования легочных сосудов) выявить тромбы в просвете артерий невозможно. Так называемые “прямые” признаки, выявляемые на обзорных рентгенограммах, обусловлены изменениями сосудистого легочного рисунка и крупных артериальных сосудов в корнях легких. Косвенные симптомы в основном отражают рефлекторные изменения органов грудной полости при острой закупорке артериальных сосудов.

Прямыми рентгеновскими признаками ТЭЛА являются локальное обеднение легочного рисунка (симптом Westermarck), обрыв крупного артериального сосуда в области корня легкого (симптом Fleischner) и локальное расширение сосуда выше места его ампутации (рис. 1). Эти симпто-

мы выявляются относительно редко – в 10–12% случаев, однако их диагностическое значение исключительно велико, особенно у больных с высокой клинической вероятностью ТЭЛА.

Косвенные признаки включают высокое расположение диафрагмы на стороне поражения, дисковидные ателектазы (коллапсы) в виде горизонтально расположенных линейных теней над диафрагмой, накопление жидкости (часто геморрагической) в плевральной

полости. Дополнительными симптомами служат рентгеновские признаки артериальной легочной гипертензии: митральная конфигурация срединной тени на рентгенограмме в прямой проекции при отсутствии увеличения левого предсердия на рентгенограмме в боковой проекции, расширение крупных легочных артерий в об-

ласти корней легких, обеднение сосудистого легочного рисунка на периферии легочных полей (см. рис. 1).

Важным признаком ТЭЛА является **инфаркт легкого**, который отображается на рентгенограммах и линейных томограммах в виде локального участка уплотнения легочной ткани в субплевральных (кортикальных) отделах легкого (рис. 2). Такое уплотнение обычно имеет округлую трапециевидную форму, однородную структуру, среднюю или низкую интенсивность тени, просветы бронхов в нем не прослеживаются. Инфаркт широким основанием прилежит к висцеральной плевре, что устанавливается при многопроекционном исследовании, но особенно отчетливо выявляется при КТ. Размеры инфаркта редко превышают 2–3 см, обычно более крупные участки уплотнения обусловлены проекционным наложением теней нескольких мелких инфарктов. Характерна динамика изменений: интенсивность и размеры тени инфаркта увеличиваются в первые 2–3 дня, затем остаются стабильными в течение нескольких дней, после чего начинается медленное уменьшение их размеров с

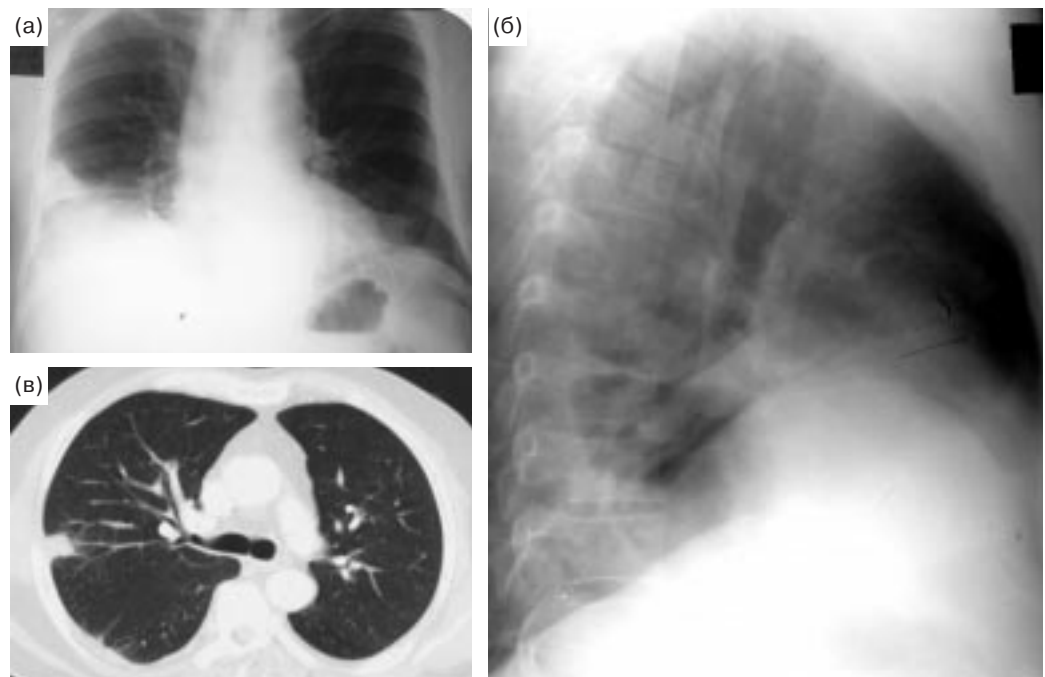


Рис. 2. Инфаркт правого легкого. а, б – обзорные рентгенограммы; в – КТ. Уплотнение легочной ткани в кортикальной зоне правого легкого, широким основанием прилежащее к висцеральной плевре. Структура уплотнения однородная, просветы бронхов не видны. На томограмме виден бронхососудистый тяж от корня легкого к зоне инфаркта.

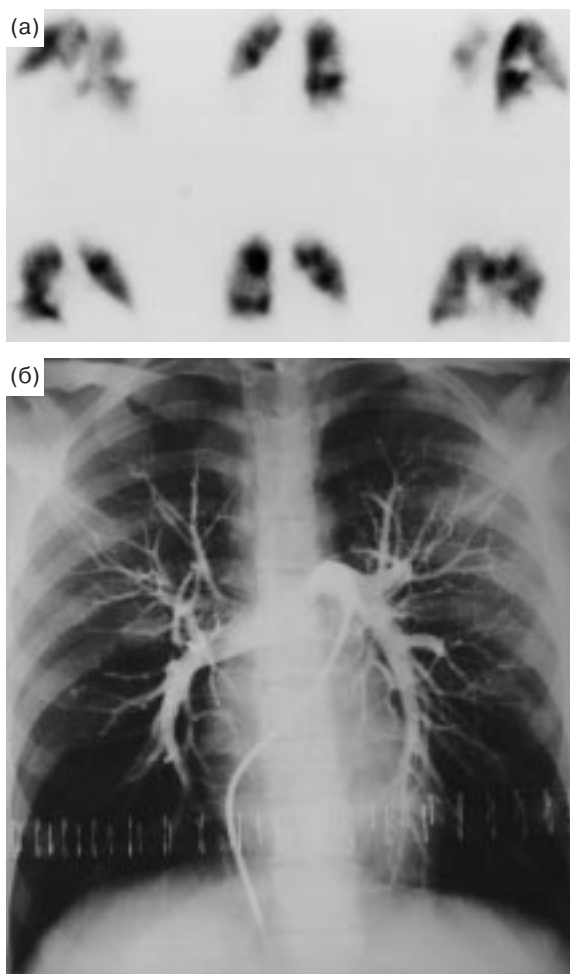


Рис. 3. ТЭЛА. Дефект перфузии в верхушечном сегменте нижней доли правого легкого. а – перфузионная сцинтиграфия; б – ангиопульмонография.

формированием рубца, плевральных шварт и уменьшением объема пораженной части легкого. Инфаркты легких возникают у 10–25% больных ТЭЛА, их оценка по данным рентгенографии может вызывать серьезные трудности в плане дифференциальной диагностики с пневмонией и другими локальными инфильтративными процессами. Более точная оценка этих изменений возможна при КТ.

Сцинтиграфия легких

Обычно в практике прошлых лет следующим шагом после рентгенографии легких являлась сцинтиграфия легких, при которой определялся характер перфузии (Q) и вентиляции (V) с последующей оценкой вентиляционно-перфузионного отношения (V/Q).

Перфузионная сцинтиграфия выполняется при внутривенном вве-

дении макроагрегатов меченого технецием (^{99m}Tc) альбумина с последующей регистрацией изображений в шести стандартных проекциях. Макроагрегаты альбумина, попадая в малый круг кровообращения, вызывают кратковременную эмболию примерно 1/10000 части капиллярного русла, что достаточно для получения изображения легочной перфузии на сцинтиграммах (рис. 3а). Вероятность обнаружения дефектов перфузии при ТЭЛА зависит от их размеров и от длительности окклюзии сосудистого русла. Считается, что сцинтиграфия должна быть выполнена в течение первых 24 ч от начала клинических проявлений ТЭЛА.

Вентиляционная сцинтиграфия выполняется при ингаляции

смеси воздуха и инертного газа, чаще всего криптона (^{81m}Kr), с последующим изображением легочных полей в аналогичных шести стандартных проекциях. Если при перфузионной сцинтиграфии не выявляют дефектов, ее определяют как нормальную. Если при перфузионной сцинтиграфии выявляется дефект, но вентиляционные сканогаммы оказываются нормальными или изменения локализуются в другой зоне, это состояние определяется как вентиляционно-перфузионное несоответствие, имеющее высокую вероятность в отношении ТЭЛА. Если при перфузионной и вентиляционной сцинтиграфии выявляется дефект одинаковой локализации, эти изменения трактуются как низкая вероятность ТЭЛА, но не исключающие ее.

Существуют различные подходы к оценке результатов вентиляцион-

но-перфузионного сканирования. Наибольшее распространение получили критерии исследования PIOPED, в соответствии с которыми выделено четыре варианта изменений: высокая, низкая, промежуточная (неопределенная) вероятность ТЭЛА и норма. К сожалению, среди специалистов в области радионуклидной диагностики существуют серьезные различия в понимании перечисленных градаций, особенно касающиеся низкой и неопределенной вероятности. В связи с этим в практике нередко используются более простые классификации. Например, Hull R.D. et al. разделили результаты сцинтиграфии на три группы: норма, высокая вероятность и нерезультативное исследование. При этом норма определяется как отсутствие дефектов перфузии, а высокая вероятность ТЭЛА – как дефекты перфузии, занимающие 25–74% сегмента легкого.

Значение сцинтиграфии в диагностике ТЭЛА до настоящего времени оценивается противоречиво. Известно, что нормальные результаты сканирования позволяют полностью исключить наличие ТЭЛА, вероятность ошибки в этом случае не превышает 0,2%. С другой стороны, при высокой вероятности ТЭЛА по данным сцинтиграфии тромбы в легочной артерии обнаруживаются у 88% больных. При этом у большинства пациентов (более 60% во всех исследованиях) с предполагаемой ТЭЛА результаты сцинтиграфии соответствуют промежуточной или низкой вероятности. В клинической практике это не позволяет ни исключить, ни подтвердить ТЭЛА и требует проведения дальнейших диагностических исследований.

Ангиопульмонография

Ангиопульмонография (АПГ) является стандартным методом выявления ТЭЛА и до настоящего времени воспринимается как **“золотой стандарт” диагностики** (рис. 3б).

Исследование начинается с введения в бедренную вену тонкого катетера, который проводится по венозным сосудам до правого предсердия, далее через трикуспидальный клапан в

правый желудочек и ствол легочной артерии. После пробной инфузии контраста для исключения тромбов в общем стволе катетер устанавливается в правой, а затем в левой легочной артерии. При введении контраста в каждую из артерий выполняется серия рентгенограмм в двух проекциях в условиях дигитальной субтракционной ангиографии. Процедура является относительно безопасной, несмотря на очевидный инвазивный характер. Осложнения АПГ возникают редко (0,3–1,8%), летальные исходы в последние годы не встречаются.

Поскольку АПГ является референсным методом в отношении ТЭЛА, трудно говорить о ее информативности. Известно, что **чувствительность и специфичность АПГ достигают 96–98%**, но снижаются при уменьшении калибра пораженных сосудов, что связано с трудностями интерпретации ангиограмм. Так, в исследовании RIOPED согласованное заключение при тромбоэмболии субсегментарных ветвей легочной артерии было достигнуто только в 66% наблюдений. Однако главная проблема связана с редким клиническим применением АПГ как диагностического теста. В большинстве лечебных учреждений частота выполнения АПГ при подозрении на ТЭЛА не превышает 12–15%, причем этот показатель не меняется на протяжении последних 20 лет.

Спиральная КТ-ангиография

Еще в 1978 г. Sinner W.N. впервые представил данные о возможности выявления тромбов в легочной артерии при пошаговой КТ. Однако длительное время сканирования не позволяло оценить все легочные сосуды, поэтому тромбы в легочных артериях представляли собой случайные находки. Только с появлением в начале 1990-х годов аппаратов для спирального сканирования и с широким внедрением КТ-ангиографии в клиническую практику КТ-диагностика ТЭЛА стала реальной.

Суть **спиральной КТ-ангиографии** заключается в быстром (в течение

одной задержки дыхания) сканировании грудной полости на фоне введения болюса рентгеноконтрастного вещества в периферическую вену. Контрастированная кровь, заполняя легочные артерии в течение первых 10–15 с введения, обтекает тромботические массы, создавая картину дефектов наполнения в просвете сосудов на КТ (рис. 4). Само исследование можно лишь условно назвать инвазивным, поскольку введение контрастного вещества осуществляется с помощью механического шприца-инъектора через гибкий катетер в периферическую вену (локтевого сгиба или кисти). Осложнения возникают редко (менее 0,1%) и связаны исключительно с тяжелыми реакциями на йодсодержащее контрастное вещество.

Длительное, в течение 14 лет, применение КТ-ангиографии для диагностики ТЭЛА показало **высокую чувствительность и специфичность** метода, которые достигают в среднем 90–92%. В первые годы применения серьезные трудности возникали при распознавании тромбов в субсегментарных артериях, однако совершенствование аппаратуры практически устранило эту проблему. В современных аппаратах для многослойной КТ исследование может проводиться при толщине томографического слоя 1,0–1,25 мм, а общее время сканирования уменьшено до 12–15 с, что вполне достаточно для выявления большинства тромбов.

Спиральная КТ-ангиография имеет ряд существенных преимуществ перед другими диагностическими технологиями. Прежде всего, это высокая информативность, позволяющая уверенно выявлять тромбы в главных, долевыми и сегментарных ветвях легочных артерий. При этом данные КТ обнаруживают **прямые признаки ТЭЛА** в виде дефектов наполнения или полной обтурации легочных сосудов, в отличие от косвенных данных при рентгенографии и сцинтиграфии. Отсутствие сложных инвазивных процедур, связанных с внутрисосудистыми манипуляциями, позволяет сократить время проведения исследования до

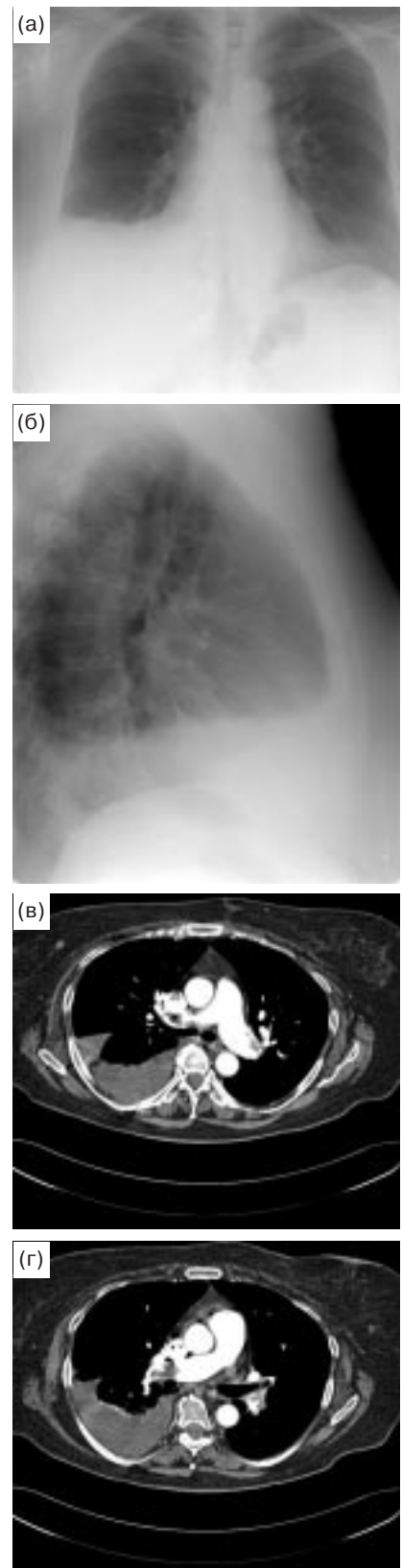


Рис. 4. ТЭЛА. а, б – обзорные рентгенограммы – жидкость в правой плевральной полости; в, г – КТ-ангиография – в просветах правой и левой легочных артерий видны множественные дефекты наполнения.

15–20 мин, причем оно может быть выполнено как в амбулаторных, так и в стационарных условиях, вне зависимости от тяжести состояния пациента. Поэтому КТ-ангиография используется существенно чаще, чем АПГ. Наконец, КТ-ангиография позволяет исследовать не только сосуды, но весь объем грудной полости. При этом выявляются все дополнительные признаки ТЭЛА, известные в традиционной рентгеносемиотике, например инфаркты легкого, а также другие патологические состояния, которые могут имитировать ТЭЛА клинически или рентгенологически (см. рис. 4).

Магнитно-резонансная томография

Обычные технологии магнитно-резонансной томографии (МРТ) трудно применять для диагностики ТЭЛА. Это связано с невозможностью получить адекватный сигнал от легочной ткани, в которой расположены большинство долевых и сегментарных сосудов, а также с необходимостью длительной задержки дыхания для исключения динамических артефактов. Современные быстрые технологии МРТ постепенно преодолевают это препятствие. Многочисленные методики магнитно-резонансной ангиографии предложены для оценки легочного кровотока. Показано, что визуализация тромбов в главных и долевых артериях возможна с точностью до 94%, однако такие исследования пока не получили широкого распространения в клинической практике.

Диагностический алгоритм

Выбор диагностической тактики при подозрении на ТЭЛА остается сложной проблемой. Несмотря на большое количество возможных методов и достаточно высокую их информативность, обследование больного с предполагаемой ТЭЛА часто ограничивается обзорной рентгенограммой грудной клетки и УЗИ вен нижних конечностей. Более сложные техноло-

гии, такие как радиоизотопное исследование, АПГ или спиральная КТ-ангиография, могут быть недоступными, особенно в ургентной ситуации, типичной для острой ТЭЛА.

Тем не менее начиная с 1960-х годов в клинике формировалась стандартная схема обследования пациента при подозрении на ТЭЛА. Помимо анамнеза, клинической картины, обычных лабораторных исследований и электрокардиографии, в нее включались и лучевые методы диагностики. Традиционный подход заключался в выполнении обзорной рентгенограммы, которая при необходимости и возможности дополнялась линейной томографией, с последующим проведением перфузионной скintiграфии (изолированно или в сочетании с вентилиционной скintiграфией). При необходимости обследование заканчивалось АПГ для верификации диагноза. В 1990-х годах эта схема была дополнена УЗИ вен нижних конечностей на начальном этапе обследования. Такой подход имеет ряд серьезных недостатков, которые обусловлены как ограничениями отдельных методов, так и невозможностью их широкого клинического применения у всех пациентов с подозрением на ТЭЛА.

Широкое внедрение в практику спиральной КТ-ангиографии позволило выявлять прямые признаки ТЭЛА с помощью относительно доступного и малоинвазивного теста. В результате всё большее число лечебных учреждений, обладающих этой технологией, постепенно меняют диагностическую тактику у больных с предполагаемой ТЭЛА. Клиническая симптоматика и данные рентгенографии, исключающие другие возможные причины появившихся симптомов (например, пневмоторакс или пневмонию), служат показанием к проведению **экстренной спиральной КТ-ангиографии**. Результаты этого исследования при должном соблюдении методики позволяют подтвердить или исключить ТЭЛА у большинства больных. При сомнительных результатах КТ-ан-

гиографии может рассматриваться вопрос о прямой ангиопульмонографии. Параллельно с КТ-исследованием может проводиться УЗИ вен нижних конечностей для выявления источника эмболии и эхокардиография для более точной оценки легочной гемодинамики.

Рекомендуемая литература

- Афанасьева В.С., Тагер И.Л. Рентгенодиагностика тромбоэмболии легочной артерии. Ташкент, 1976.
- Котельников М.В. Тромбоэмболия легочной артерии (современные подходы к диагностике и лечению). М., 2002.
- Савельев В.С., Яблоков Е.Г., Кириенко А.И., Тромбоэмболия легочных артерий. М., 1979.
- Яковлев В.Б. Тромбоэмболия легочной артерии в многопрофильном клиническом стационаре (распространенность, диагностика, лечение, организация специализированной медицинской помощи): Дис. ... докт. мед. наук. М., 1995.
- Becker D.M. et al. // Arch. Int. Med. 1989. V. 149. P. 1731.
- Blum A.G. et al. // Amer. J. Cardiol. 1994. V. 74. P. 96.
- Cogo A. et al. // Br. Med. J. 1998. V. 316. P. 17.
- Hull R.D. et al. // Chest. 1985. V. 88. P. 819.
- Hull R.D. et al. // Ann. Int. Med. 1991. V. 114. P. 142.
- Mayo J.R. et al. // Radiology. 1997. V. 205. P. 447.
- Meaney J.F. et al. // N. Engl. J. Med. 1997. V. 336. P. 1422.
- Miniati M. et al. // Amer. J. Resp. Crit. Care Med. 1996. V. 154. P. 1387.
- PIOPED investigators // JAMA. 1990. V. 263. P. 2753.
- Remy-Jardin M. et al. // Radiology. 1996. V. 207. P. 157.
- Schiff M.J. et al. // Arch. Int. Med. 1987. V. 147. P. 505.
- Sinner W.N. // J. Comput. Assist. Tomogr. 1978. V. 2. P. 395.
- Van Beek E.J.R. et al. // Eur. Radiol. 1996. V. 6. P. 415.
- Van Erkel A.R., Pattynama P.M.T. // Acad. Radiol. 1998. V. 5. Suppl. 2. P. 321.
- Van Rossum A.B. et al. // Eur. Radiol. 1998. V. 8. P. 90.
- Wielopolski P.A. et al. // Radiology. 1996. V. 201. P. 202. ●