

# ВИЗУАЛИЗАЦИОННАЯ ДИАГНОСТИКА ТРОМБОЭМБОЛИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ

А. А. Кульчиев, А. А. Морозов, Л. М. Кульчиева

**Аннотация.** В обзоре для практикующих врачей приведены современные представления об эпидемиологии, осложнениях и летальности при возникновении тромбоэмболии легочной артерии. Обоснованы показания и представлены современные методы визуализационной диагностики этого грозного осложнения различных эмболоопасных состояний. Приведены иллюстрации наиболее информативных методов

лучевой визуализации, позволяющих быстро установить истинную причину критического состояния пациента и своевременно начать патогенетическую терапию тромбоэмболии легочной артерии.

**Ключевые слова:** тромбоэмболия легочной артерии, лучевая диагностика.

## VISUALIZATION DIAGNOSTICS OF PULMONARY THROMBOEMBOLISM

A. A. Kulchiev, A. A. Morozov, L. M. Kulchieva

**Annotation.** The review for practicing physicians provides modern concepts of epidemiology, complications and mortality in the event of pulmonary embolism. The indications are substantiated and modern methods of imaging diagnostics of this formidable complication of various embolism-dangerous

conditions are presented. The illustrations of the most informative methods of radiation imaging are presented, which allow to establish quickly the true cause of the critical condition of the patient and promptly begin pathogenetic therapy for pulmonary embolism.

**Keywords:** pulmonary embolism, radiation diagnostics.

**В** настоящее время практически нет альтернативы точке зрения, что современная медицинская помощь должна быть организована качественно и максимально безопасно для пациентов и медицинских работников [2, 4, 9, 11, 12]. Обсуждая вопросы качества и безопасности в современной медицинской отрасли, в первую очередь следует понимать, что качество является глобальным целевым понятием, отражающим общую для пациента и конкретной медицинской организации в лице лечащего врача степень достижения положительного результата клинического взаимодействия [4, 7, 8, 17].

Безопасность медицинской деятельности трактуется разными авторами достаточно широко и может включать в себя безопасность использования медицинских изделий, фармакологических препаратов и иные мероприятия, направленные на безопасность пациентов в медицинских организациях [5, 10, 17]. Мы являемся сторонниками системного восприятия стоящих перед медицинской отраслью задач [4, 8], что, применительно к обсуждаемому вопросу, предполагает рассматривать дефиницию «безопасности пациентов» как комплексное понятие, объединяющее прогрессивные образовательные, клинические и управленческие технологии, на-

правленные на предотвращение негативных последствий лечения, на основе их внутренних связей и общих перспектив развития [4, 17].

Современного пациента подстерегают множество рисков нежелательных событий, особенно в таких технологически емких и высокорисковых областях медицины, как хирургия, интенсивная терапия, инфектология, акушерство, неонатология [2, 4, 7, 10, 12]. В значительной степени риск возрастает у особых, соматически отягощенных категорий пациентов. Одной из самых актуальных и исторически сложных для нивелирования последствий является проблема ранней диагностики и, следовательно, лечения тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА) [5, 7, 9, 10].

Распознанная ТЭЛА — причина госпитализаций около 250 тысяч больных (12% всех госпитализаций), что приводит к летальному исходу у 50—140 тысяч пациентов в мире. Ежегодно от ТЭЛА умирает 0,1% населения земного шара. Госпитальная летальность среди пациентов с ТЭЛА, не получавших антитромботическую терапию, достигает 30—40%, а при массивных ТЭЛА может превышать 70%, даже в случае раннего начала терапии [1, 3, 6, 13].

В последние годы наблюдается существенное увеличение смертности от ТЭЛА, которая, по данным разных авторов, достигает 5—12%. ТЭЛА —

третья по частоте причина смерти населения в результате сердечно-сосудистой патологии (после ишемической болезни сердца и инсульта) [1, 3, 6, 13].

Интерес к проблеме своевременной диагностики ТЭЛА обусловлен нередкой распространенностью этой нозологии (0,4—2,1 на 1000 населения в год), высокой летальностью (4,4—28,0%) и вероятностью инвалидизации пациентов, связанной с формированием постэмболической легочной гипертензии (0,5—15%), а также развитием сердечной недостаточности [1, 13]. Обеспечению безопасности лечения этой категории пациентов способствует максимально ранняя и полноценная диагностика грозного состояния, позволяющая своевременно начать тромболитическую, антикоагулянтную и сопутствующую терапию.

К сожалению, выраженность клинических проявлений ТЭЛА зависит от ряда факторов: от локализации тромбоемболов, от степени нарушения легочного кровотока и степени компенсации интеркуррентных заболеваний пациента. Кроме того, клинические признаки весьма неспецифичны, хотя и достаточно ярки в случае массивного окклюзионного поражения легочных артерий, что дает клиницисту основания при шоке и внезапно развившемся тяжелом состоянии пациента заподозрить

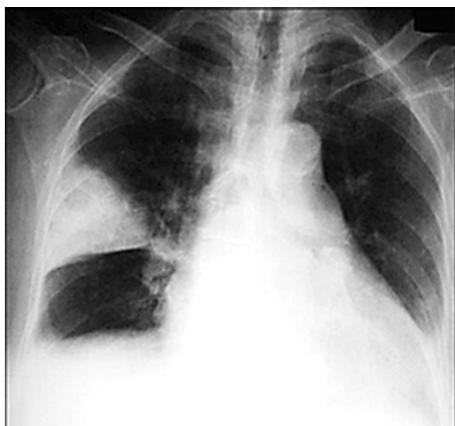


Рис. 1. «Классическая» рентгенологическая картина инфаркта легкого (справа клиновидная тень в легочном поле, основанием обращенная к плевре и верхушкой к корню легкого — симптом Хемптона).

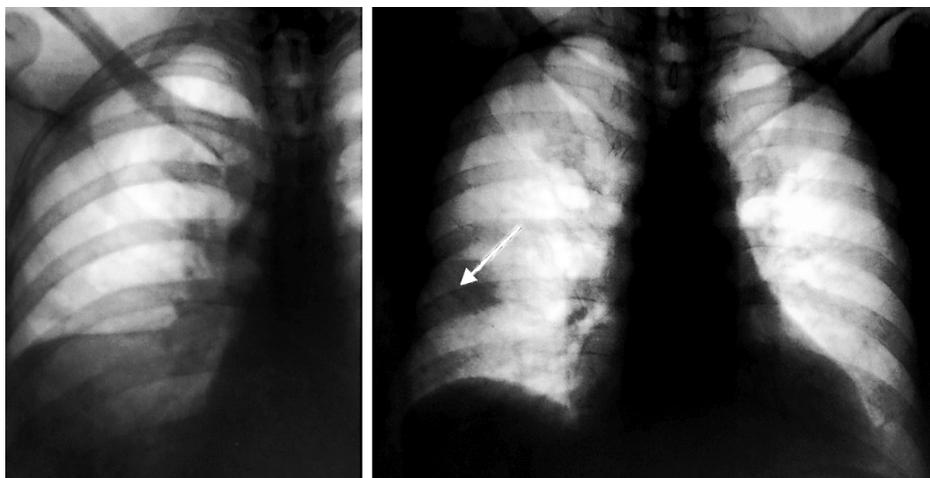


Рис. 2. Рентгенограммы грудной клетки у пациентов с подтвержденной ТЭЛА (слева — дисковидный ателектаз на фоне наличия жидкости в грудной полости и расширения корня легкого, справа — инфаркт легкого).

в первую очередь ТЭЛА [1, 13]. К таким симптомам относятся: внезапно возникшая одышка, боли в грудной клетке, артериальная гипотензия, потеря сознания [6, 13].

Именно в этих ситуациях встает вопрос о применении методов инструментальной визуализации. При этом клиницисту важно помнить, что эмболия дистальных ветвей легочных артерий у подавляющего большинства больных проявляется симптомами инфарктной пневмонии. Для нее характерны резкие «плевральные» боли в груди, усиливающиеся при дыхании, умеренная одышка, кашель со скудной мокротой, гипертермия. Кровохарканье, считающееся типичным симптомом, наблюдается лишь в трети случаев.

При физикальном исследовании выявляют влажные хрипы, шум трения плевры. Если инфаркт легкого не развивается, клинические симптомы полностью отсутствуют, что наблюдается у 60% больных с эмболией долевых и сегментарных артерий. При появлении признаков инфарктной пневмонии следует учитывать, что тромбоэмболия произошла за 2—3 дня до этого момента (время, необходимое для формирования инфаркта). На фоне сопутствующей патологии сердца эмболическая окклюзия дистальных отделов сосудистого русла может проявляться коллапсом и симптомами правожелудочковой недостаточности.

Если тромбоэмболы локализируются в главных легочных артериях или легочном стволе, то следует говорить о массивной ТЭЛА, которая чаще всего проявляется признаками острой сердечно-легочной недоста-

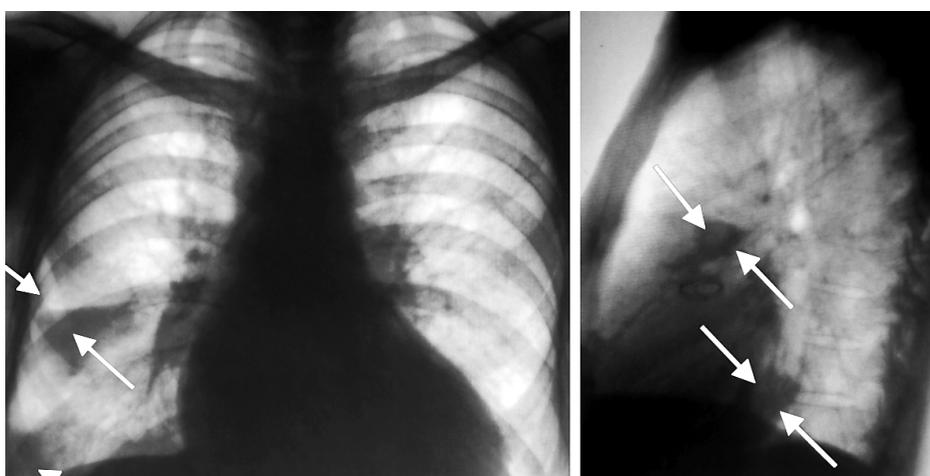


Рис. 3. Инфаркт легкого справа на рентгеновских снимках у пациента с подтвержденной ТЭЛА.

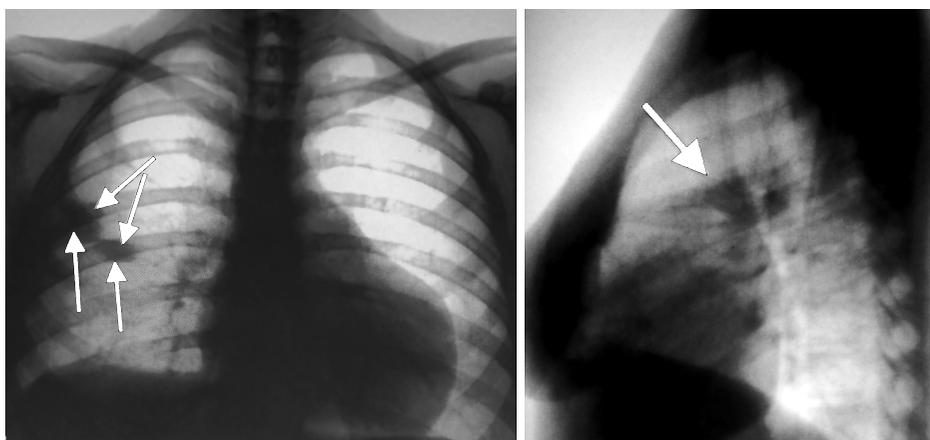


Рис. 4. Множественные инфаркты правого легкого у пациента с подтвержденной ТЭЛА.

точности: возникает коллапс, выраженная одышка, тахикардия, боли за грудиной. В подобных случаях неотложно применяются следующие методы исследования:

- электрокардиография (ЭКГ);
- рентгенография органов грудной клетки;
- эхокардиография;

- ультразвуковое исследование магистральных вен нижних конечностей;
- вентиляционно-перфузионная сцинтиграфия легких либо спиральная компьютерная томография, либо ангиопульмонография.

## РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ТЭЛА

Метод нативного рентгенологического исследования органов грудной клетки при подозрении на ТЭЛА считается малоэффективным [1]. К рентгенологическим признакам ТЭЛА относятся: расширение верхней полой вены, увеличение правых отделов сердца, взбухание конуса легочной артерии, высокое стояние купола диафрагмы на стороне поражения, дисковидные ателектазы, инфильтрация легочной ткани, плевральный выпот.

Условно все признаки разделяют на «прямые» (изменения сосудистого легочного рисунка и крупных артериальных сосудов в корнях легких) и «косвенные» (рефлекторные изменения органов грудной полости). В действительности все рентгеновские признаки являются косвенными, так как при нативном исследовании (без контрастирования легочных сосудов) выявить тромбы в просвете артерий невозможно [1]. Рентгенологическая картина наиболее показательна при инфарктной пневмонии, но характерная картина наблюдается только в 37% случаев (рис. 1–5).

Высокоспецифичным для ТЭЛА считается ряд рентгенологических симптомов: симптом Хемптона (клиновидная тень в легочном поле, основанием обращенная к костальной плевре) (рис. 1) и симптом Вестермарка (расширение корня легкого и обеднение легочного рисунка в зоне поражения), но он наблюдается редко (в 5% случаев), даже при тромбоэмболии крупных легочных сосудов (рис. 5).

На рисунке 5 определяется высокое стояние левого купола диафрагмы. В правом легком визуализируется область обедненного кровотока (между белыми стрелками) — симптом Вестермарка, а также взбухание правой нисходящей легочной артерии (черная стрелка) — симптом Палла.

Сочетание показателей ЭКГ и рентгенологического исследования грудной клетки обоснованно для исключения пневмонии, пневмоторакса, инфаркта миокарда и перикардита. Эхокардиография может косвенно подтвердить диагноз «ТЭЛА», если выявляются следующие эхологические признаки:

- гипокинезия и дилатация правого желудочка;
- парадоксальное движение межжелудочковой перегородки;
- трикуспидальная регургитация;
- отсутствие/уменьшение инспираторного спадения нижней полой вены;
- дилатация легочной артерии;
- признаки легочной гипертензии;
- сохранение подвижности верхушечного сегмента правого желудочка при наличии гипокинезии других его отделов.

## РАДИОНУКЛИДНАЯ ДИАГНОСТИКА ТЭЛА

Сцинтиграфия легких вошла в клиническую практику в 1964 году, после того как G. V. Tarlin и H. Jr. Wagner опубликовали свои работы по оценке легочной перфузии у пациентов с ТЭЛА. С тех пор данный метод занял одну из лидирующих позиций в диагностике указанной патологии. На сегодняшний день методика радионуклидного исследования пациентов с подозрением на ТЭЛА предполагает выполнение не только перфузионной (Q), но и вентиляционной (V) пульмоносцинтиграфии.

Принцип перфузионной пульмоносцинтиграфии основан на временной эмболизации артериально-капиллярного русла легких макроагрегатами альбумина (МАО) человеческой сыворотки, мечеными <sup>99m</sup>Tc, после их внутривенного введения. При этом эмболизации подвергается не более 0,1% капиллярного русла, что не оказывает существенного влияния на оксигенацию венозной крови, но вполне достаточно для получения качественных сцинтиграмм. В легоч-

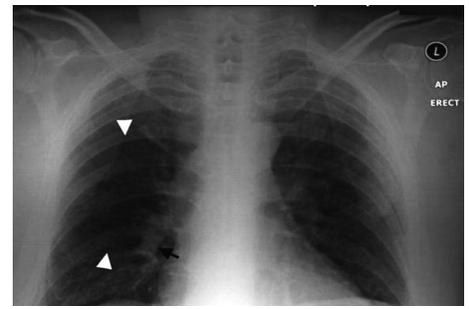


Рис. 5. Обзорная рентгенограмма органов грудной клетки (симптом Вестермарка).

ной ткани <sup>99m</sup>Tc-МАО постепенно разрушаются и удаляются из организма при помощи ретикулоэндотелиальной системы печени и селезенки [14].

Сцинтиграфическое исследование вентиляции легких проводят с целью повышения специфичности выявленных нарушений перфузии [15]. Принцип метода основан на регистрации внутрилегочного распределения инертных газов (<sup>133</sup>Xe, <sup>81m</sup>Kr) или тонкодисперсных аэрозольных радиофармпрепаратов (РФП) после их ингаляции пациентом. Пациент вдыхает аэрозоль в течение 5–10 минут при обычном ритме и глубине дыхания. Элиминация радиофармпрепаратов из организма происходит путем клубочковой фильтрации, при этом биологический период полувыведения радиофармпрепаратов у некурящих лиц составляет 80±20 минут [16]. Интерпретация полученных данных основана на сопоставлении результатов вентиляционной и перфузионной сцинтиграфии легких.

Патогномоничной для ТЭЛА картиной является наличие областей с нормальной вентиляцией и сниженной перфузией (рис. 6).

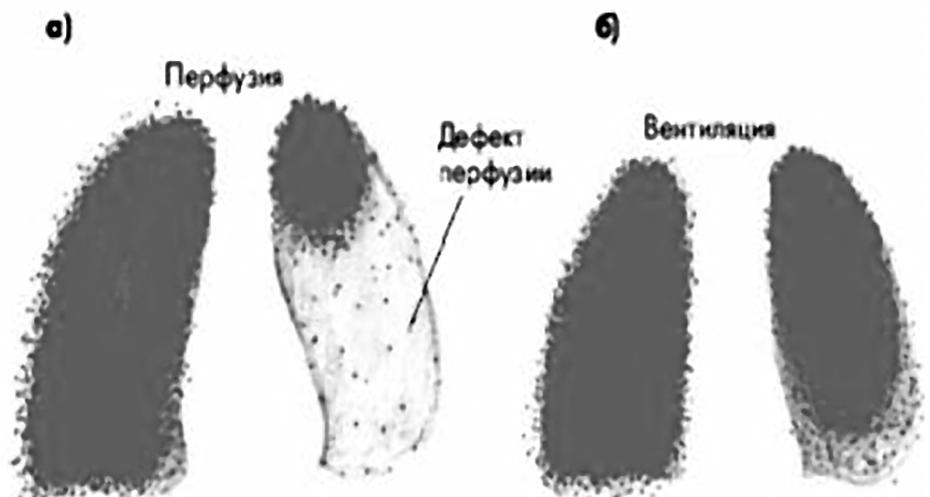


Рис. 6. Схема перфузионной (а) и вентиляционной (б) сцинтиграммы легких при ТЭЛА (Куропеев И. С. и др., 2001).



Рис. 7. Сцинтиграфические признаки массивной ТЭЛА (эмбол в правой легочной артерии). Вентиляционная сцинтиграмма в передней проекции (левый рисунок) в норме. При перфузионной сцинтиграфии (правый рисунок) отмечается практически полное отсутствие перфузии правого легкого (Blaustein H. S., 2000).



Рис. 8. Перфузионная сцинтиграмма легких в прямой проекции той же больной через 2 дня после катетерной эмболизации. Отмечается восстановление перфузии правого легкого. Остающийся небольшой субсегментарный дефект накопления может быть следствием дистальной эмболизации из правой главной легочной артерии (Blaustein H. S., 2000).

Для дефектов перфузии эмболического генеза характерны: четкая очерченность, треугольная форма и расположение, соответствующее зоне кровоснабжения пораженного сосуда (доля, сегмент); нередко — множественность дефектов перфузии, что с высокой вероятностью подтверждает диагноз «ТЭЛА» (рис. 7, 8).

Диагностическая ценность этого исследования снижается при окклюзии мелких ветвей легочной артерии. Отсутствие перфузионных дефектов, независимо от состояния вентиляции, а также наличие совпадающих вентиляционно-перфузионных дефектов позволяют с высокой вероятностью исключить ТЭЛА [15].

### АНГИОПУЛЬМОНОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ТЭЛА

«Золотым стандартом» в диагностике ТЭЛА признается ангиопульмонография. Ангиографическими признаками эмболии служат: «ампутация» сосуда (в случае полной обструкции артерии) и дефект наполнения в его просвете (рис. 9—10).

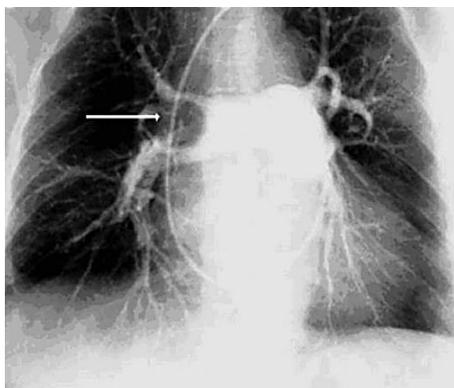


Рис. 9. Ангиопульмонограмма больного с массивной ТЭЛА: тромб визуализируется в виде дефекта наполнения в правой главной ветви легочной артерии (указан стрелкой).

Ангиографию проводят при неопределенных данных сцинтиграфии легких на фоне клинического подозрения на развитие ТЭЛА.

### СПИРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ С КОНТРАСТИРОВАНИЕМ СОСУДОВ В ДИАГНОСТИКЕ ТЭЛА

Спиральная компьютерная томография (СКТ) позволяет визуализировать тромбы в легочной артерии, а также изменения легких, обусловленные другими заболеваниями органов грудной клетки (опухоль, сосудистые аномалии, ангиосаркома), которые могут проявляться дефектами перфузии при сцинтиграфии легких или дефектами наполнения при ангиопульмонографии. Чувствительность этого метода более высокая при локализации эмболов в крупных легочных артериях и существенно ниже при поражении

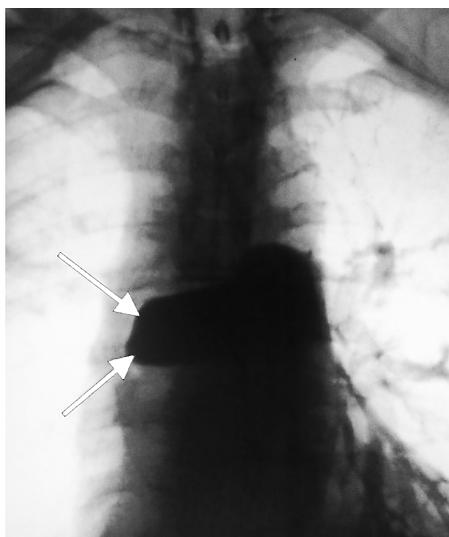


Рис. 10. Ангиопульмонограмма при ТЭЛА: «обрыв» правой легочной артерии.

субсегментарных и более мелких артерий.

В зависимости от размеров тромба окклюзии подвержены сосуды различного размера — чем больше размер тромба, тем тяжелее состояние пациента и тем больше можно обнаружить рентгеновских и СКТ-признаков ТЭЛА. Схематическое отображение ветвей легочной артерии и СКТ-признаков ТЭЛА представлено на рисунке 11.

Примеры диагностики ТЭЛА при помощи СКТ представлены на рисунках 12—14.

Томографическая картина полисегментарной инфарктной пневмонии как последствия ТЭЛА представлена на рисунке 15.

Рецидивы ТЭЛА в зоне посттромботического стеноза легочной

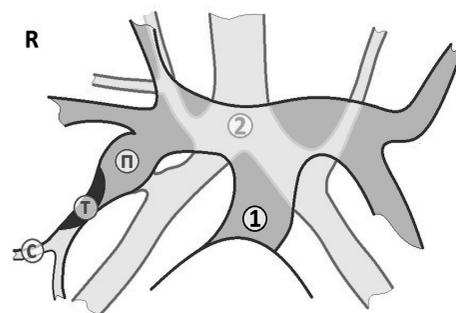


Рис. 11. Схематическое отображение ветвей легочной артерии и СКТ-признаков ТЭЛА [https://secondopinions.ru]: 1 — легочной ствол; 2 — бифуркация трахеи; Т — тромб в нижнедолевой ветви правой легочной артерии; П — преокклюзионная часть легочной артерии (расширена). На рентгенограммах она дает расширение корня легкого на стороне ТЭЛА; С — постокклюзионная часть легочной артерии, в которой нарушен нормальный кровоток (за счет чего появляется признак «обеднения» легочного рисунка на рентгенограммах при ТЭЛА).



Рис. 12. Массивная ТЭЛА в обеих легочных артериях. В долевых ветвях визуализируются гиподенсные (на фоне контрастированной крови) тромбы.

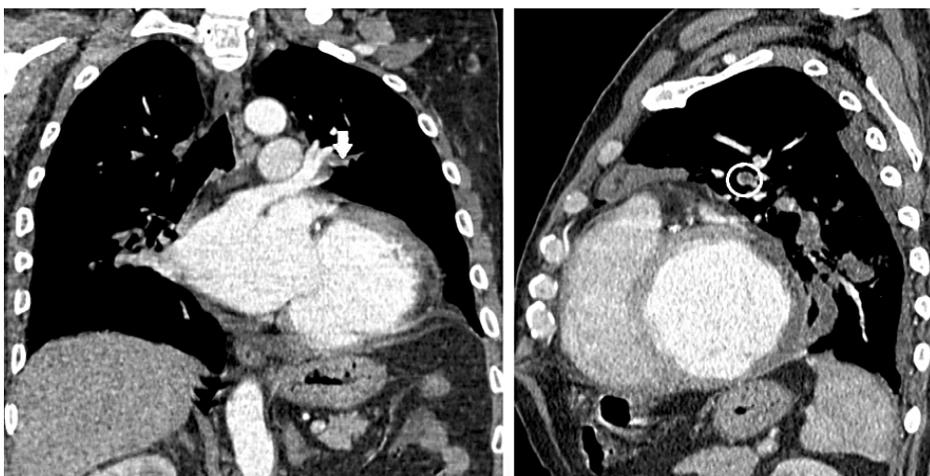
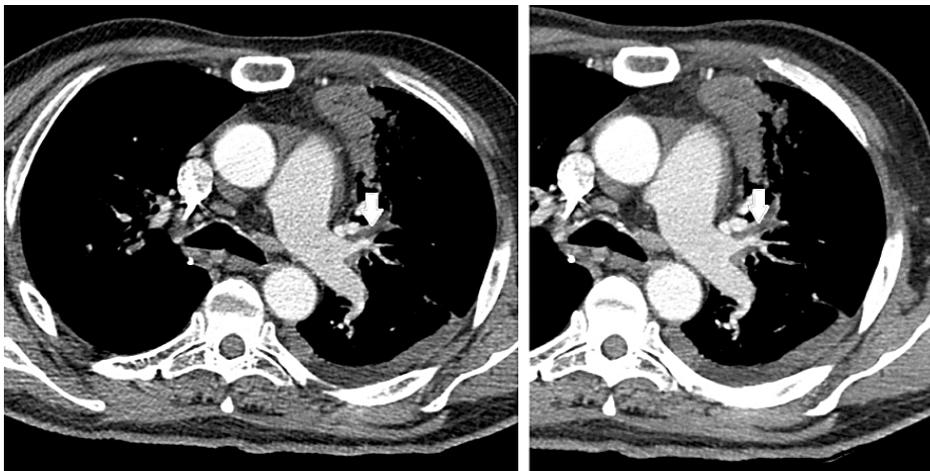


Рис. 13. Тромбоземболия верхнедолевой артерии слева, выявленная при СКТ. Эмбол в просвете сосуда отмечен стрелками и кружком.

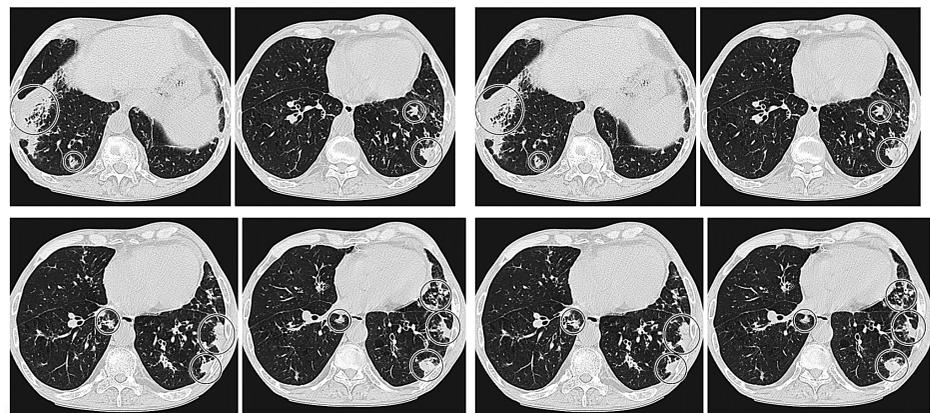


Рис. 15. СКТ-картина тромбоземболии мелких ветвей легочной артерии.

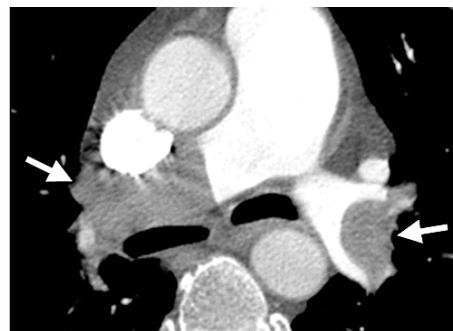


Рис. 14. ТЭЛА у пациентки 60 лет, возникшая во время комбинированного лечения рака шейки матки. Крупные эмболы в основных стволах обеих легочных артерий (дефекты наполнения отмечены стрелками).

артерии — частое явление у пациентов с неустранимой причиной тромбоземболии (рис. 16).

Закономерным исходом массивных ТЭЛА является хроническая постэмболическая легочная гипертензия, стойко инвалидизирующая пациента (рис. 17, 18).

Таким образом, ТЭЛА в случае массивного поражения артериальной системы легких — тяжелое, жизнеугрожающее состояние. Эффективность, качество и безопасность лечения пациентов с ТЭЛА находятся в прямой зависимости от сроков начала адекватной терапии, что на практике возможно только при ранней диагностике этого грозного осложнения.

В реальной клинической практике ТЭЛА — довольно сложная для диагностики патология: при жизни пациентов она диагностируется лишь в 25% случаев. На секции ТЭЛА обнаруживают в 7,2–16% случаев, при этом у 50–100 больных на 100 000 населения в год именно ТЭЛА является причиной гибели. Но при этом, по результатам патологоанатомических исследований, даже в ведущих клиниках мира правильный клинический диагноз «ТЭЛА» устанавливается лишь в 25–28% случаев.

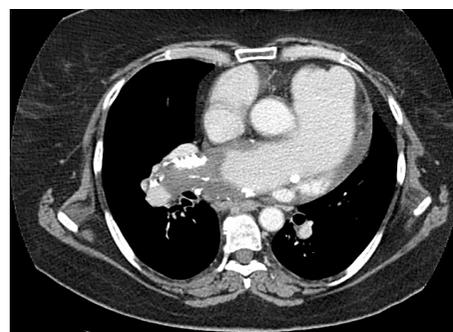


Рис. 16. Рецидив массивной ТЭЛА в зоне постэмболического стеноза легочной артерии.

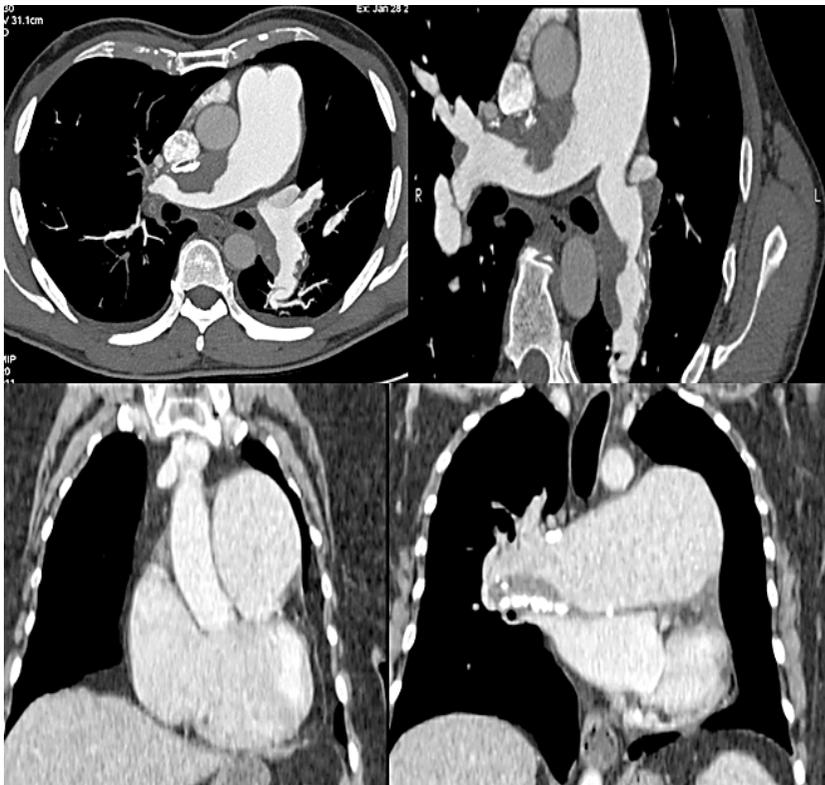


Рис. 17. СКТ-картина при хронической постэмболической легочной гипертензии (разные клинические случаи, иллюстрирующие стенозы основных стволов легочных артерий).

За последние годы разработаны четкие критерии степени риска ТЭЛА и предложены оптимальные схемы тромбопрофилактики и лечения, однако основной проблемой в большинстве клинических случаев подозрения на ТЭЛА является именно верификация эмбологенной окклюзии артериального русла. Для практикующих врачей знание области применения методов визуализационной диагностики и компетенция в оценке информативности специфической семиотики ТЭЛА, наряду с пониманием значимости клинического и лабораторного обследования, являются важным подспорьем для эффективного лечения этой сложной категории пациентов.

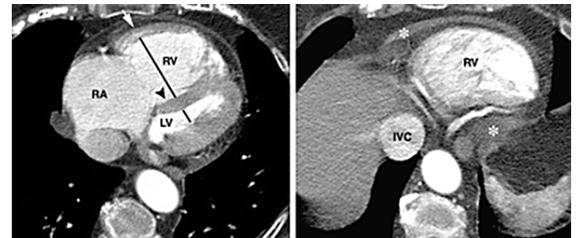


Рис. 18. СКТ-картина при хронической постэмболической легочной гипертензии. Слева — дилатация правых камер сердца (RA, RV), справа — дилатация нижней полой вены (IVC).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Багрова И. В., Кухарчик Г. А., Серебрякова В. И., Константинова И. В., Капутин М. Ю. Современные подходы к диагностике тромбоза легочной артерии // Флебология. — 2012. — №4. — С. 35—42.
2. Дедов И. И., Мельниченко Г. А., Трошина Е. А., Молашенко Н. В., Юкина М. Ю., Бельцевич Д. Г., Ремизов О. В. Объемные образования надпочечников (диагностика и дифференциальная диагностика). Методические рекомендации для врачей, оказывающих специализированную медицинскую помощь (сокращенный вариант) // Consilium medicum. — 2009. — №12. — С. 76—94.
3. Ермолаев А. А., Плавунов Н. Ф., Спиридонова Е. А., Стажадзе Л. Л. Диагностика острого периода тромбоза легочной артерии // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2011. — №3. — С. 114—119.
4. Карсанов А. М. Система менеджмента качества и безопасность пациентов в хирургии // Вестник Росздравнадзора. — 2017. — №6. — С. 52—56.
5. Карсанов А. М., Кульчиев А. А., Караев Т. Р., Кокаев И. П., Вахоцкий В. В. Роль современных методов лучевой визуализации при внутрибрюшных гнойно-воспалительных осложнениях толстокишечного генеза // Хирургия. — 2015. — №5. — С. 75—79.
6. Крахмалова Е. О. Хроническая постэмболическая легочная гипертензия: терапевтические аспекты // Серцева Недостатність. — 2010. — №1. — С. 45—61.
7. Кузнецов Н. С., Бельцевич Д. Г., Ванушко В. Э., Солдатова Т. В., Ремизов О. В., Кац Л. Е., Лысенко М. А. Дифференциальная диагностика инцидентом надпочечников // Эндокринная хирургия. — 2011. — №1. — С. 5—16.
8. Кульчиев А. А., Елов В. А., Морозов А. А. Место плановой хирургии в язвенной болезни двенадцатиперстной кишки // Хирург. — 2014. — №1. — С. 28—33.
9. Кульчиев А. А., Сланов А. В. Острый панкреатит. — Владикавказ: Издательско-полиграфическое предприятие им. В. Гассиева, 2008. — 134 с.
10. Маскин С. С., Гольбрайх В. А., Дербенцева Т. В., Карсанов А. М., Ермолаева Н. К., Лопастейский Д. С. Программные и экстренные релапаротомии в лечении распространенного перитонита // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. — 2012. — №4. — С. 105—107.
11. Маскин С. С., Карсанов А. М., Лопастейский Д. С., Кокаев И. П. Биоэтические основы безопасности пациентов // Биэтика. — 2014. — №2. — С. 37—40.
12. Маскин С. С., Карсанов А. М., Надельнюк Я. В., Шамаев З. М. Тактические принципы хирургии непроходимости толстой кишки // Вестник хирургической гастроэнтерологии. — 2008. — №4. — С. 115—116.
13. Российские клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбозов и тромбоэмболических осложнений (ВТЭО) // Флебология. — 2015. — №4. — С. 2—52.
14. Цыб А. Ф., Зубровский Г. А. Стандартизованные методики радиоизотопной диагностики. МЗ СССР Управление онкологической помощи Управлению лечебно-профилактической помощи. — Обнинск, 1987. — 379 с.
15. Bajc M., Neilly J. B., Miniati M. et al. EANM guidelines for ventilation/perfusion scintigraphy // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. — 2019. — Vol. 46. — P. 2429—2451.
16. Beadsmoore C., Cheow H. K., Szczepura K. et al. Healthy passive cigarette smokers have increased pulmonary alveolar permeability // Nucl. Med. Commun. — 2007. — Vol. 28. — №2 — P. 75—77.
17. Remizov O. V., Sazhin V. P., Karsanov A. M. On bioethical component of patient safety in surgery // Bioethics. — 2017. — №1. — P. 44—48.

## АВТОРСКАЯ СПРАВКА

Кульчиев Ахсарбек Агубеевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургических болезней №3 ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» МЗ РФ, г. Владикавказ; e-mail: kulchiev.ahsarbek@yandex.ru.  
 Морозов Алексей Анатольевич — кандидат медицинских наук, доцент кафедры хирургических болезней №3 ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» МЗ РФ, г. Владикавказ; врач-хирург ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» г. Владикавказ»; e-mail: sogma.rso@gmail.com.  
 Кульчиева Людмила Магомедовна — врач-кардиолог ЧУЗ «Клиническая больница «РЖД-Медицина» г. Владикавказ»; e-mail: rzdbolnica@live.ru.